MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

ECOLE DOCTORALE « SCIENCES DE LA NATURE ET DE L'HOMME » (ED 227)

Année 2007

N° attribué par la Bibliothèque

|_| |_| |_| |_| |_| |_| |_| |_| |_| |_| |_| |_|

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DU MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Discipline : Muséologie (Sciences et société)

présentée et soutenue publiquement le 1er octobre 2007 par

Grégoire MOLINATTI

Médiation des sciences du cerveau

Approche didactique et communicationnelle de rencontres entre neuroscientifiques et lycéens

sous la co-direction de

Monsieur le Professeur Yves GIRAULT

et de

Madame la Directrice de recherche Constance HAMMOND

devant le jury composé de

M. CLEMENT Pierre	Maître de conférences des Universités	Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon	Président du jury
M. GIRAULT Yves	Professeur des Universités	Muséum national d'histoire naturelle, Paris	Co-directeur de thèse
Mme HAMMOND Constance	Directrice de Recherche INSERM	Institut de neurobiologie de la Méditerranée, INSERM U 29, Marseille	Co-directrice de thèse
Mme JIMENEZ ALEIXANDRE Marilar	Profesor Catedrático de Universidad	Universidad de Santiago de Compostela	Examinatrice
Mme LE MAREC Joëlle	Professeur des Universités	Ecole normale supérieure Lettres et Sciences humaines, Lyon	Rapporteur
Mme SIMONNEAUX Laurence	Professeur des Universités	Ecole nationale de formation agronomique, Toulouse	Rapporteur

REMERCIEMENTS

Je remercie l'ensemble des chercheurs et des lycéens qui ont participé aux débats sciences & société *Hippocampe*. Sans leur participation, ce projet de recherche n'aurait pu voir le jour.

Je remercie évidemment Yves GIRAULT pour la qualité et la rigueur de son encadrement scientifique. Sa réelle disponibilité, le temps qu'il m'a consacré, ainsi que le subtil équilibre qu'il ménage entre accompagnement et invitation à l'autonomie ont été très formateurs. Il m'a appris à tenter d'interroger scientifiquement les pratiques de communication des chercheurs.

Je remercie bien entendu Constance HAMMOND pour sa rigueur scientifique et pour son ouverture d'esprit quant à se prêter au dialogue avec les sciences humaines et sociales. Son énergie, son investissement militant à faire partager sa passion des neurosciences m'ont encouragé tout au long de ce travail.

Je remercie Laurence SIMONNEAUX et Joëlle LE MAREC pour leurs nombreux conseils méthodologiques et pour leurs « recadrages », dont je mesure aujourd'hui combien ils étaient nécessaires.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans un rattachement institutionnel aux équipes de recherche en technologie de l'éducation Hippocampe (INMED - INSERM - CNRS, Marseille) et ACCES (INRP - ENS Lyon - ENS Paris). Je remercie l'ensemble de leurs membres, avec lesquels j'ai collaboré.

Je remercie Yehezkel BEN-ARI pour m'avoir accueilli au sein de l'Institut de neurobiologie de la Méditerranée (INMED, Marseille), dont il est le directeur. J'y ai bénéficié d'une totale liberté et d'excellentes conditions de travail.

Je remercie Benoît URGELLI, ami et complice de toujours ou presque, avec lequel je partage un regard enjoué et critique sur la communication des sciences. Ce travail doit beaucoup à notre collaboration, à nos nombreuses et longues discussions passionnées.

Je remercie Catherine REVALOR-KALINOWSKI, Mylène TOMAS et Abdellatif DRAIS pour leurs travaux de relecture du manuscrit et pour leurs encouragements.

Je remercie Nicolas MARQUET pour la relecture et la mise en pages du manuscrit. Son amitié m'est chère. Nos nombreuses discussions ont participé à la maturation de ce projet de recherche.

Je remercie mon frère, ma sœur et leurs familles ainsi que mes amis pour leurs nombreux encouragements.

Je remercie mes parents, Jacqueline et Marcel MOLINATTI pour tout ce qu'ils nous ont transmis. Leurs regards sur le monde suscitent mon admiration.

Béatrice DENIS, ma lumineuse compagne, a partagé ces années de rédaction avec moi. Elle a su m'encourager et stimuler ma réflexion par sa capacité à embrasser la complexité des choses, avec bienveillance, mais sans complaisance. J'apprécie chaque jour sa curiosité et son sens critique, son talent. Je lui dois tant.

Je dédie cette thèse à Gilles THIBAL
(1961-2001)

SOMMAIRE

Remerciements **3**

Sommaire **6**

Introduction générale **11**

PREMIERE PARTIE

LES SAVOIRS EN JEU DANS LES USAGES SOCIAUX DES NEUROSCIENCES : APPROCHE HISTORIQUE ET EPISTEMOLOGIQUE 17

Introduction de la première partie **18**

Chapitre I-1 Enjeux sociaux contemporains des recherches en neurosciences **20**

I-1-1 Dans quels termes des citoyens européens délibèrent sur le développement des neurosciences 20

I-1-2 De quelques questions éthiques et sociales soulevées par le développement des neurosciences 22

I-1-3 Le matérialisme appliqué aux états mentaux et la recherche de leurs déterminismes 25

Chapitre I-2 Les modèles actuels de déterminisme du développement et du fonctionnement cérébral **28**

I-2-1 Le modèle d'interaction dit du « calendrier cérébral » 29

I-2-2 Facteurs génétiques et ontogenèse cérébrale 32

I-2-3 Facteurs épigénétiques, ontogenèse et fonctionnement cérébral : la plasticité nerveuse 35

Chapitre I-3 Partis pris méthodologiques et spécificités d'une histoire des sciences du cerveau **41**

I-3-1 Le choix d'un relativisme modéré 41

I-3-2 Spécificités des recherches relatives à l'histoire des sciences du cerveau 43

Chapitre I-4 Une histoire des prémisses de la réduction matérialiste de l'âme et de la recherche de déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral **45**

I-4-1 De la « cérébralisation » de l'âme 46

I-4-2 Liberté et déterminisme : un débat qui émerge réellement au XIX^{e} siècle 49

I-4-3 Les approches éthologiques et psychologiques 54

I-4-4 Les approches anatomo-physiologiques 58

I-4-5 Les approches génétiques et de la biologie du développement 61

I-4-6 La plasticité nerveuse : une idée ancienne ? 65

Chapitre I-5 Relations entre connaissances scientifiques et opinions 67
I-5-1 Le cerveau, objet de débats scientifiques et de société..... 67
I-5-2 Sciences, opinions et idéologies : les apports de Georges Canguilhem 72
I-5-3 Retour dans l'histoire des sciences : un savant en politique..... 75
I-5-4 La science contre l'opinion : une question de clôture épistémologique..... 79

Conclusion de la première partie 83

DEUXIEME PARTIE
MEDIATION DES NEUROSCIENCES :
L'EXEMPLE DES EXPOSITIONS SUR LE CERVEAU..... 85

Introduction de la deuxième partie..... 87

Chapitre II-1 Les conceptions comme concept fédérateur de la didactique des sciences 89
II-1-1 Genèse et évolution du concept de conception 89
II-1-2 Didactique des sciences et muséologie 92

Chapitre II-2 Diversité et évolution des conceptions sur le cerveau..... 95
II-2-1 Quelques régularités des conceptions sur le cerveau 95
II-2-2 Les conceptions de jeunes enfants sur le cerveau 99
II-2-3 Chez les adolescents, des conceptions… qui ne sont pas figées..... 100
II-2-4 Les conceptions sur le cerveau et les opinions ou les systèmes de valeurs 103
II-2-5 Dans quels termes sont interrogées les expositions retenues ? 104

Chapitre II-3 Analyse comparée de quatre expositions sur le cerveau 107
II-3-1 Les expositions retenues et le contexte de médiation muséale 107
II-3-2 Discours muséaux et neuropsychologie 110
II-3-3 Discours muséaux et plasticité cérébrale 113
II-3-4 Discours muséaux relatifs aux déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral..... 115

Chapitre II-4 Les expositions sur le cerveau : entre connaissances scientifiques et opinions ?..... 119

Chapitre II-5 Les chercheurs à la rencontre du public : une tendance contemporaine de la médiation des sciences..... 124
II-5-1 Le développement des rencontres entre les chercheurs et le grand public..... 124
II-5-2 Des rencontres spécifiques entre chercheurs et élèves..... 130

Conclusion de la deuxième partie 136

TROISIEME PARTIE

LA MISE EN DEBAT DES RELATIONS ENTRE SCIENCES DU CERVEAU ET SOCIETE : APPROCHE DIDACTIQUE DE L'ARGUMENTATION DES LYCEENS..... 139

Introduction de la troisième partie 141

Chapitre III-1 La didactique des questions socio-scientifiques : état de la question 143

III-1-1 La formation à la citoyenneté scientifique : un enjeu pour l'éducation..... 144
III-1-2 La nature des questions socio-scientifiques : implications pour une recherche didactique 150
III-1-3 Le débat argumenté : une modalité de formation à la citoyenneté scientifique.... 152
III-1-4 Débats socio-scientifiques et compétences argumentatives 155
III-1-5 Débats socio-scientifiques et « nature des sciences » 159
III-1-6 Contextualisation d'une question socio-scientifique 162
III-1-7 Questionnements de recherche : évaluation didactique d'un protocole de débats sciences et société 165

Chapitre III-2 Les utilisations des cellules souches embryonnaires (CSE) humaines : une question socialement vive..... 167

III-2-1 Une question qui fait l'objet de débats scientifiques 167
III-2-2 Une question qui fait l'objet de débats dans la société 168
III-2-3 Une question médiatisée 169

Chapitre III-3 Contexte et participants aux débats sciences et société 173

III-3-1 Le centre de médiation scientifique *Hippocampe*..... 173
III-3-2 Un protocole de débat qui réunit le monde de la Recherche et celui de l'Ecole .. 174
III-3-3 Un protocole « quasi expérimental » de débat..... 175
III-3-4 Posture personnelle et modération des débats 177
III-3-5 Caractéristiques des participants..... 179

Chapitre III-4 Méthode d'analyse du corpus de débats 183

III-4-1 Le corpus retenu..... 183
III-4-2 Méthode : utilisation de différents « grains » d'analyse 184

Chapitre III-5 Analyse didactique des prises de décision et de l'argumentation de l'ensemble des lycéens 190

III-5-1 Les questions posées aux neuroscientifiques..... 190
III-5-2 La portée didactique des rencontres de chercheurs sur les connaissances scientifiques des lycéens 193
III-5-3 L'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche scientifique..... 196
III-5-4 Les utilisations thérapeutiques des CSE humaines dans le cadre du traitement de maladies neurodégénératives..... 201
III-5-6 Discussion concernant les prises de décision argumentées 206

Chapitre III-6 Analyse argumentative comparée de deux groupes de débat 210

III-6-1 Analyse comparée macroscopique 210
III-6-2 Microanalyse argumentative d'épisodes de débat : l'argumentation dans la langue 215
III-6-3 Discussion sur l'analyse argumentative qualitative de deux groupes de débats ... 227

Chapitre III-7 Discussion didactique générale 231

III-7-1 Idéologie du progrès scientifique et compétences argumentatives des lycéens ... 231
III-7-2 Contextualisation et argumentation des lycéens 234
III-7-3 La nature des sciences dans l'argumentation des lycéens 235
III-7-4 Les connaissances scientifiques dans l'argumentation des lycéens 237
III-7-5 Implications pour l'enseignement des questions socio-scientifiques 239

Conclusion de la troisième partie 247

QUATRIEME PARTIE
LA MISE EN DEBAT DES RELATIONS ENTRE SCIENCES ET SOCIETE : APPROCHE COMMUNICATIONNELLE DES DISCOURS DES NEUROSCIENTIFIQUES 249

Introduction de la quatrième partie 251

Chapitre IV-1 Le scientifique « au centre » du dispositif de communication : une dimension renouvelée de la médiation des sciences 253

Chapitre IV-2 Cadre théorique, écoles de pensée de la communication scientifique 257

IV-2-1 Le paradigme de la rupture 257
IV-2-2 Le paradigme de la continuité 259
IV-2-3 Les représentations sociales et la circulation sociale des savoirs 262
IV-2-4 Implications d'ordre méthodologique 268

Chapitre IV-3 Etat de la question : la médiation scientifique assurée par les chercheurs 271

IV-3-1 Cerner les pratiques de communication des scientifiques 271
IV-3-2 Recherches sur les rencontres entre chercheurs et non-spécialistes 274
IV-3-3 Recherches sur les discours des scientifiques en situations d'expertise 275
IV-3-4 Quelques propriétés des discours de vulgarisation produits par les scientifiques 278
IV-3-5 Questionnements de recherche : les discours de communication des chercheurs à la lumière de leurs représentations 282

Chapitre IV-4 Contexte et données 285

Chapitre IV-5 Méthode d'analyse des discours de communication et des représentations sociales 288

Chapitre IV-6 Communication des connaissances scientifiques et de leurs conditions de production 292

IV-6-1 Les connaissances scientifiques dans les discours des chercheurs 292
IV-6-2 La nature des sciences dans les discours des chercheurs 306
IV-6-3 Les chercheurs, des traducteurs comme les autres ? 317

Chapitre IV-7 Discours de communication et représentations des relations entre connaissances et opinions 320

IV-7-1 Des sciences en société ? 321
IV-7-2 Représentations des relations entre connaissances et opinions 334
IV-7-3 Reformulations et identification de concepts hybrides entre connaissances et opinions 337

Chapitre IV-8 Postures de communication et représentations des relations entre sciences et décision 349

IV-8-1 Explicitation des opinions personnelles et mythe de neutralité 350
IV-8-2 Effets de problématisation 357
IV-8-3 Des limites et de la délégation des « compétences » 360
IV-8-4 Représentations de la citoyenneté scientifique 365
IV-8-5 De quelques paradoxes de communication 375

Chapitre IV-9 Expérience de communication et actualisation des représentations des chercheurs 378

IV-9-1 Une expérience positive mais un contrat de communication pas toujours clairement identifié 378
IV-9-2 Des représentations en mouvement 381

Chapitre IV-10 Discussion de la quatrième partie 385

IV-10-1 La communication de la science par ceux qui la pratiquent 385
IV-10-2 Activité de reformulation : entre connaissances scientifiques et opinions personnelles 388
IV-10-3 Des discours de communication qui inscrivent des valeurs et des opinions 391
IV-10-4 Tensions entre valorisation et mise à distance critique des sciences 394

Discussion générale 397

Retour sur les relations entre connaissances et opinions 397
Questions de contexte et de contrat de communication 401
Apports et limites d'une double persepctive de recherche 404

Conclusion générale 409

Bibliographie 412

Table des figures 426

Annexes 428

INTRODUCTION GENERALE

Durant les trois dernières décennies, les neurosciences ont unifié l'ensemble des recherches matérialistes sur le cerveau et elles ont connu un essor considérable. L'accumulation des données de recherche produites oblige à interroger les enjeux de leurs usages sociaux. Ils sont nombreux et on pourra tenter d'en cerner quelques uns. A ce titre, les neurosciences peuvent être inscrites au registre des grands thèmes scientifiques qui sont interrogés du point de vue de leurs relations avec la société.

Parallèlement, les politiques scientifiques et techniques sont aujourd'hui marquées par la montée en puissance de ce que l'on pourrait qualifier de « tournant participatif ». On observe en effet dans de nombreux pays le développement d'instances et de procédures participatives associant les non-spécialistes aux débats sur les sciences et aux décisions concernant les choix scientifiques et techniques. Ces procédures ont été initiées dans les années 1980 au Danemark sous la forme de conférences de consensus puis se sont diversifiées, avec des adaptations propres à chaque pays (Technology Assessment et forums de discussion aux Etats-Unis, Publiforum en Suisse, Conférences de citoyens en France, Panels de citoyens et Noyaux d'intervention participative en Allemagne…)[1]. Ce mouvement prend acte de la complexité des questions abordées et pointe les limites de l'expertise scientifique, à en embrasser les multiples dimensions[2]. Ces questions sont en effet au carrefour non seulement de connaissances empruntant à des champs disciplinaires variés mais aussi à des opinions, des valeurs éthiques, des modèles de société. Elles ne peuvent être abordées que collectivement, à l'aune de la diversité des citoyens qui construisent un projet de société. Autrement dit, il existe des exemples d'exercice d'une citoyenneté scientifique, entendue au sens que lui donne Alan Irwin à savoir la possibilité pour les citoyens non-spécialistes d'intervenir politiquement, de manière démocratique, sur les développements technoscientifiques. Des recherches, ont pris pour objet ces pratiques pragmatiques de débat public (Irwin, 2001 ; Natali, 2001 …). Elles ont mis au jour leur complexité, leurs limites et certains de leurs écueils. Les risques d'instrumentalisation de ce type de procédures, mobilisées pour légitimer plus que pour élaborer, une prise de décision collective, les biais liés aux modes d'élaboration des questions, la constitution de l'audience ont particulièrement été soulevés. Mais là n'est pas notre projet.

Une autre propriété des thèmes de sciences et société (questions d'environnement, de santé, de bioéthique et d'applications biotechnologiques) réside dans le fait qu'ils sont largement médiatisés. Ils sont au centre des préoccupations des institutions de médiation des sciences, et notamment des musées et centres de culture scientifique et technique. Plusieurs

[1] Ces protocoles ne retiennent pas plus avant notre intérêt en termes de recherche. Nous invitons le lecteur, pour se faire une idée de la diversité des procédures mises en œuvre, à consulter Sclove, 2003 ainsi que Joly et Assouline, 2001.

[2] Jean Marc Levy-Leblond rappelle dans ce sens qu'« *un expert dans un champ est un non-expert dans presque tous les autres, et se trouve donc fort proche du profane total du point de vue de la culture scientifique en général* » (Levy-Leblond, 2001, p. 96).

formes de médiation des sciences proposent de participer à la formation culturelle des non-spécialistes, dans la perspective de l'exercice d'une citoyenneté relative aux choix scientifiques et techniques de société. Il s'agit de « mettre la science en culture et en débat », selon Paul Rasse, pour tenter d'organiser un « espace public » scientifique. Dans cette perspective, les non-spécialistes sont placés au centre du dispositif de médiation scientifique, pour confronter leurs propres points de vue avec ceux des scientifiques, des décideurs politiques et des groupes d'intérêt. Ainsi, par exemple, la Cité des Sciences et de l'Industrie prenait en charge en 2005-2006 l'organisation du volet français d'une procédure de rencontres entre citoyens européens, « *Meeting of Minds* », qui se donnait comme objectif de mettre en délibération les relations entre neurosciences et société. Précisons que dans ce cadre, le rapport à la décision n'est pas engagé. Les citoyens sont invités à délibérer, ils rencontrent des chercheurs, pour consultation. Ce type de protocole est « mis en scène » et c'est bien à ce titre qu'il correspond à une modalité de médiation des sciences.

Depuis plus d'une dizaine d'années, le champ de la médiation des sciences dans les musées a été investi par les sciences de l'information et de la communication. Ces études prolongent et renouvellent une tradition de recherches théoriques et empiriques qui a permis de penser et de documenter la médiation des sciences et la culture scientifique et les représentations sociales des non-spécialistes. En revanche, peu de recherches ont interrogé les scientifiques eux-mêmes dans leurs pratiques de communication, dans leurs représentations des sciences en société, et notamment dans le cadre de l'émergence des pratiques participatives. De son côté, l'Ecole prend plus largement en considération l'importance à accorder à l'enseignement des sciences selon la perspective de leurs connexions avec des préoccupations sociales. La préparation des élèves à l'exercice d'une citoyenneté scientifique est ainsi considérée comme un enjeu de formation. Cette préoccupation, qui n'est pas nouvelle, se traduit par une évolution des programmes d'enseignement qui se structure autour des « éducations à… » (environnement, développement durable, santé…) Cette évolution doit beaucoup aux travaux de didactique des sciences qui ont envisagé l'enseignement scientifique selon la perspective des relations entre sciences et société. On doit beaucoup aux travaux de Laurence Simonneaux quant à l'introduction, en France, d'un questionnement de recherche sur les objectifs, mais aussi sur les pratiques et sur les formations professionnelles qu'implique un tel enseignement. Un courant de recherche, en didactique dite des questions scientifiques socialement vives, commence ainsi à se structurer au sein de la didactique des sciences.

Que ce soit en contexte d'éducation scientifique formelle ou non formelle, les relations entre sciences et société s'affirment comme centrales. Cette tendance qui traverse l'éducation scientifique et la culture scientifique est l'objet de nombreuses recherches. Les sciences du cerveau constituent un exemple de thème ayant des enjeux sociaux importants, mais il est relativement peu exploré au regard des nombreuses études qui se sont penchées sur les questions environnementales en particulier. Ce projet de recherche se présente très généralement comme une contribution à l'étude des modalités de médiation des relations entre sciences et société, prenant comme exemple celle des sciences du cerveau.

Nous avons signalé que la complexité des questions envisagées ne saurait faire abstraction, non seulement de leur ancrage sur des connaissances scientifiques, mais aussi de leur inscription dans le registre des valeurs, des opinions. C'est pourquoi la question des

relations entre connaissances scientifiques et opinions en appelle à un effort de clarification sémantique pour tenter de définir ce que recouvrent ces deux registres de la pensée. C'est l'objectif que se donne la première partie de ce travail. Elle visera, d'une part, à déterminer et à définir les connaissances scientifiques qui sont en jeu dans les usages sociaux des neurosciences. D'autre part, elle se propose d'interroger les relations entre connaissances et opinions concernant un objet, en précisant dans quels termes il alimente des débats scientifiques et des débats de société. Selon cette perspective, il est incontournable de porter un regard historique sur la constitution des sciences du cerveau comme domaine de la connaissance scientifique. Cela doit permettre d'envisager comment l'épistémologie des sciences du cerveau rend compte d'une continuité entre le registre des opinions et celui des connaissances scientifiques. L'objectif est de se donner un modèle qui permette de penser les relations entre ces registres. Ce modèle sera mis à contribution pour envisager la médiation des sciences du cerveau, lorsque celle-ci propose d'envisager la place des sciences dans la société.

Cette réflexion sera introduite, dans une seconde partie, par la médiation les neurosciences selon une modalité singulière : les expositions scientifiques. Cette partie se présente comme une analyse comparée de discours muséaux dans ce qu'ils traduisent des choix épistémologiques de leurs producteurs. Mais elle sera également menée à la lumière de ce que nous savons des conceptions de leurs visiteurs potentiels. C'est une façon de se demander comment ces expositions traitent le registre des connaissances et celui des opinions. L'analyse proposée se présente comme une étape exploratoire qui doit nous permettre d'affiner nos problématiques de recherche.

Car le contexte de médiation qui retiendra l'essentiel de notre intérêt correspond à un ensemble de rencontres ayant réuni des neuroscientifiques et des lycéens autour de la mise en débats des relations entre neurosciences et société. Cette modalité de médiation « chaude », la rencontre « en direct » des chercheurs, s'inscrit dans une tendance contemporaine de la médiation des sciences. Sa montée en puissance ne peut être négligée et nous en rendrons compte. Ce « terrain » de recherche, qui se présente donc comme une étude de cas, sera par la suite abordé selon deux perspectives distinctes.

La première de ces perspectives s'inscrit dans le cadre de la didactique des questions socio-scientifiques. Elle sera exposée dans la troisième partie de ce travail. Cette dimension de notre recherche se donne comme raison sociale une intention éducative clairement assumée. Il sera en effet question d'évaluer un protocole dans lequel des élèves sont engagés dans des discussions collectives, « mises en scène » au sein d'un centre de médiation scientifique, hébergé par un laboratoire de recherche. Nous interrogerons la pertinence didactique d'un tel protocole, et de son contexte, à l'aune des prises de décision argumentées des élèves sur une question scientifique socialement vive. La question retenue concerne les utilisations des cellules souches embryonnaires humaines, pour la recherche et dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives. C'est donc la portée de tels débats sciences et société sur le développement des compétences argumentatives des élèves qui organise notre questionnement de recherche didactique.

Mais cette expérience de débats, si elle se propose de participer à la formation à la citoyenneté scientifique des adolescents, est également une situation de communication. C'est en tant que telle qu'il nous est aussi apparu pertinent de l'aborder. Cela suppose un déplacement de perspective. Les discours produits par les chercheurs, dans ce contexte de

médiation des sciences, peuvent aussi être envisagés pour ce qu'ils sont, sans que nous ayons de prétention prescriptive. C'est selon ce point de vue qu'ils seront analysés, en mobilisant un cadre de pensée emprunté aux sciences de l'information et de la communication : le modèle du continuum de sociodiffusion des sciences. L'approche communicationnelle est présentée dans la quatrième et dernière partie de ce travail. Elle se présente comme une analyse qualitative des discours de communication produits par des chercheurs, à la lumière de leurs représentations sociales, sur les relations entre connaissances et opinions d'une part, et sur les relations entre sciences et société d'autre part.

Enfin, dans une discussion finale, qui reprendra l'ensemble des résultats de recherches qui nous sont apparus significatifs, nous tenterons un croisement de ces deux approches, didactique et communicationnelle, contradictoires dans leurs intentions. Il s'agit d'en souligner les apports sur le plan méthodologique et théorique, mais aussi et surtout les limites.

Nous terminons cette introduction générale en précisant les raisons qui ont motivé notre choix de porter deux regards croisés sur le même objet de recherche. Prenons-le comme une première tentative de clarification de posture de recherche, qui sera poursuivie en cours de propos. Deux raisons principales ont orienté ce choix.

La première raison tient à la nature de notre corpus de recherche principal : des débats entre lycéens sur les relations entre sciences et société caractérisés par la consultation d'un scientifique, et proposés à l'initiative d'une structure de médiation des sciences ancrée dans le monde de la recherche. Autant dire qu'on se situe là à la charnière entre éducation formelle et non formelle, au lieu de ce que l'on pourrait appeler le partenariat Ecole-Recherche. Dans cet « entre-deux », l'intention éducative est explicite et invite à un questionnement didactique. Mais cette modalité de médiation des sciences est proposée à l'initiative du monde de la Recherche. On peut donc déplacer le spectre d'analyse sur les chercheurs en communication, d'autant que les pratiques et représentations de ces derniers ont peu été étudiées. C'est là l'intérêt de l'approche communicationnelle.

Mais un terrain de recherche ne saurait justifier, en lui-même, le choix d'une démarche et d'un cadre théorique. La deuxième raison pour laquelle nous avons choisi de mener une double approche tient dans notre parcours professionnel et de recherche. Notre activité principale est effectivement l'enseignement des sciences de la vie et de la terre partagé avec des élèves de lycée, pratique engagée depuis une dizaine d'années. A ce titre, nous avons développé des outils pour l'enseignement des neurosciences. L'acte d'enseignement et la question didactique sont donc au cœur de nos préoccupations. Il est à l'origine de ce questionnement de recherche. Il s'agit aussi d'une posture militante : le partage du savoir scientifique, sans l'idéaliser, est selon nous une condition de la vie démocratique.

Notre cheminement de doctorant a cependant été caractérisé par une sensibilisation progressive à l'intérêt des approches communicationnelles. L'implication professionnelle dans l'objet de recherche interdit-elle, par définition, la prise de recul ; la distanciation et le « désengagement » nécessaire pour penser les processus de communication qui retiennent notre intérêt. Pour ce qui est de la portée didactique de notre propos, l'implication professionnelle n'est pas un problème. On peut même dire qu'elle peut prévenir d'envisager l'élève comme une entité théorique. Pour ce qui est de la dimension communicationnelle de notre réflexion, c'est plus complexe. Elle invite, pour être crédible, à une posture de recherche qui s'affranchisse d'une demande sociale ou politique. Cette posture a été pour nous génératrice de doutes, elle conduit sans arrêt à préciser le « d'où je parle », en un mot elle est

inconfortable. Mais nous avons tenté de la mener en nous interrogeant sur les conditions qui le permettaient. C’est aussi à cette interrogation-là que nous aimerions inviter le lecteur.

PREMIERE PARTIE

LES SAVOIRS EN JEU DANS LES USAGES SOCIAUX DES NEUROSCIENCES : APPROCHE HISTORIQUE ET EPISTEMOLOGIQUE

INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE

Les neurosciences sont de constitution institutionnelle relativement récente. La *Society for Neurosciences* a été créée au début des années 1970 aux Etats-Unis et son homologue, la *Société des Neurosciences*, en France, une dizaine d'années plus tard. Les neurosciences peuvent être définies comme un ensemble de disciplines – neurobiologie du développement, neuroanatomie, neurobiologie cellulaire et moléculaire, neurochimie et neuropharmacologie, neuroendocrinologie, neurosciences cliniques, neurophysiologie (incluant l'électrophysiologie), sciences cognitives, sciences du comportement et neurosciences théoriques – qui prennent comme objet d'étude scientifique le système nerveux central, son organisation, son développement et son fonctionnement. Elles tentent, selon l'un de ses représentants, Jean-Pierre Changeux (1983), une « réunification » de ces différentes approches, avec comme objectif d'identifier aux différentes échelles d'organisation (organe, assemblée et réseau de neurones, connexions interneuronales, molécule) les bases biologiques des fonctions cérébrales propres à l'Homme. Les neurosciences ambitionnent d'expliquer les fonctions sensorielles et motrices, les fonctions cognitives (langage, mémoire et apprentissage), mais aussi les états de consciences.

S'appuyant sur le développement d'un large éventail de techniques allant de la biologie cellulaire et moléculaire à la neuroimagerie, les neurosciences proposent ainsi des modèles explicatifs matérialistes de plus en plus argumentés pour rendre compte du fonctionnement cérébral et de ses propriétés, en situation normale ou pathologique. Les usages sociaux des modèles produits par les neurosciences, qui font notamment exploser l'opposition structurante classique entre le corps et l'esprit, se doivent d'être interrogés.

C'est pourquoi nous envisageons, dans un premier chapitre, d'effleurer la diversité des questions de société que pose le développement des sciences matérialistes prenant le cerveau pour objet. Loin de réaliser, donc, un panorama exhaustif de ces questions, on se propose de préciser en quoi la recherche des déterminismes matérialistes du développement et du fonctionnement cérébral peut cristalliser une partie des implications sociales des sciences du cerveau.

Dans le second chapitre, nous tenterons une présentation synthètique de la façon dont les neurosciences modernes abordent aujourd'hui la question des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Car les avancées dans ce domaine de la connaissance, notamment avec le concept de neuroplasticité, participent à l'actualisation d'un débat scientifique et social plus que séculaire : le rapport entre l'inné et l'acquis, entre la nature et la culture, dans la construction de l'individualité.

Et c'est justement parce que ce débat est ancien qu'il apparaît pertinent de revenir sur son histoire. Saisir la construction historique des sciences du cerveau suppose avant toute chose d'en avoir discuté les spécificités méthodologiques. C'est l'objet du troisième chapitre. Il vise à limiter plus précisément aux approches matérialistes notre domaine d'investigation, au sein

d’un champ de recherches caractérisé par une forte pluridisciplinarité. Il s’agira, dans le quatrième chapitre, de tenter de cerner l’univers conceptuel au sein duquel émerge un débat scientifique sur les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. L’épistémologie du concept de plasticité nerveuse pourra alors être discutée plus précisément.

Enfin, nous proposons d’envisager, dans le dernier chapitre, les relations entre société et sciences du cerveau, au moment même où ces dernières commençaient à se constituer en champ de recherche. Il sera question d’aborder la façon dont les sciences du cerveau se sont construites, dès leur émergence, dans la relation d’interaction ou d’exclusion entre connaissances scientifiques et opinions, ou systèmes de valeurs, ou encore idéologies. Nous soulignerons à cet égard les apports essentiels de la réflexion épistémologique de Georges Canguilhem.

L’objectif principal de cette première partie est en effet de resituer les débats contemporains dans une perspective historique, de manière à distinguer les connaissances que l’on peut tenir pour structurantes dans ces débats. Comment ces connaissances se sont-elles construites, selon quels paradigmes ?

Mais il s’agit aussi et surtout de discuter des relations entre ces connaissances et les opinions ou les systèmes de valeur qui participent à leur épistémologie. Ce sera l’occasion de définir la catégorie de l’opinion, en relation avec celle de la connaissance scientifique. La clarification de la question des relations entre connaissances scientifiques sur le cerveau et opinions est essentielle selon notre perspective. C’est un préalable nécessaire pour qui se propose d’interroger, dans une perspective de recherche, un corpus constitué de discours produits en situation de communication sur les relations entre neurosciences et société.

CHAPITRE I-1
ENJEUX SOCIAUX CONTEMPORAINS DES RECHERCHES EN NEUROSCIENCES

On peut introduire un aperçu des enjeux sociaux du développement des recherches en neurosciences par ce que nous savons de la façon dont elles sont perçues par les non-spécialistes. Nous pourrons alors revenir plus précisément sur certaines des questions éthiques et de société que soulèvent les avancées de la connaissance scientifique du cerveau. Il s'agira de distinguer sur la base de quels savoirs émergents, de quels modèles scientifiques, on peut raisonnablement penser que les neurosciences donnent matière à interrogation dans la société contemporaine. Le programme peut paraître vaste. Nous limitons d'entrée nos prétentions. L'objectif de ce chapitre est de reduire quelque peu le très large spectre des modèles qui organisent la diversité des discours scientifiques sur le cerveau. Comme toute démarche réductrice, elle suppose des limites. Ces dernières seront soulignées dans les chapitres qui suivent.

I-1-1 Dans quels termes des citoyens européens délibèrent sur le développement des neurosciences

En préambule de notre propos, il a été fait référence à une expérience novatrice de débat social visant à impliquer des citoyens de l'Union Européenne dans un protocole de délibération collective sur les implications sociales du développement des sciences du cerveau. Dès la première réunion, en juin 2005, les 123 participants ont établi un cadre commun de réflexion, incluant comme déterminantes les questions suivantes : la réglementation et le contrôle des recherches sur le cerveau, l'information (fiabilité, transparence, impartialité…), l'éducation et la sensibilisation du public, la définition de la normalité et la prise en compte de la diversité des personnes (notamment en termes de maladies mentales), la pression des intérêts économiques, l'égalité d'accès aux soins et la liberté de choix des patients vis-à-vis de leurs traitements[3]. Autant de questions qui constituent pour les citoyens européens les enjeux sociaux du développement des recherches

[3] Voir le rapport "European citizens' assessment report : Final report of the european citizens' panel produced at the end of the Second European Citizens' Convention in Brussels, 20-23 January 2006". Disponible en ligne à l'adresse suivante : (site consulté le 30 juin 2007) http://www.meetingmindseurope.org/europe_default_site.aspx ?SGREF=16&CREF=5350.

sur le cerveau[4]. Par ailleurs, en préambule de leur rapport final, les 14 citoyens français qui ont participé à ces rencontres écrivaient :

> Notre cerveau est une part importante de notre être et si de nouvelles technologies et médicaments peuvent modifier, améliorer ou contrôler notre cerveau, ils risquent de transformer la notion même d'être humain. Les sciences du cerveau se trouvent aujourd'hui à l'aube d'une révolution similaire au décryptage du génome humain dans les années 1990. L'association entre le cerveau et le comportement est plus forte que celle entre les gènes et le comportement. […] Avec toutes leurs promesses, les nouvelles formes d'imagerie cérébrale et la possibilité de modifier le fonctionnement du cerveau soulèvent d'importantes interrogations éthiques, juridiques et sociales[5].

Autant dire que les enjeux sociaux des recherches en neurosciences sont identifiés à l'aune de l'« association » entre fonctionnement du cerveau et comportement individuel. Relation par laquelle l'émergence de possibilités techniques susceptibles de « modifier » le fonctionnement cérébral est génératrice d'interrogations, éthiques en particulier.

Il est donc légitime de penser que l'interrogation introduite dans les termes suivants par Colwyn Trevarthen (1993) est partagée par les non-spécialistes :

> Le problème de la nature des liens entre esprit et cerveau représente le plus grand défi posé à une époque scientifique qui recherche une explication objective à tout. Notre vision physicaliste du monde et notre approche pragmatique des problèmes de société pourraient toutes deux être transformées par d'importantes découvertes sur la manière dont l'expérience et la conscience sociale de l'homme prennent naissance dans l'activité du cerveau.

C'est bien la capacité des neurosciences à fournir des modèles explicatifs matérialistes des fonctions mentales qui fonde l'importance de leurs enjeux sociaux. On mesure la réelle complexité de l'implication sociale des questions relatives à la vie mentale dans la mesure où cette dernière fonde l'individualité et la personnalité de chacun. Il n'est ainsi pas sans raison d'envisager que l'organisation de la société, du travail, l'imaginaire collectif puissent être transformés par de nouvelles connaissances sur le cerveau. Que l'on songe par exemple à la construction de l'expression « synapses de l'hédonisme », ces synapses dopaminergiques constitutives des réseaux neuronaux impliqués dans la sensation de plaisir. L'utilisation de cette expression vulgarisée, pose d'emblée la question de la réduction simplificatrice d'un affect à une structure matérielle et à sa description scientifique. Réduire les multiples dimensions du plaisir aux mécanismes de communications interneuronales relève à l'évidence d'une acception étroite de cette expérience.

Mais c'est avant toute chose l'inscription de la thématique des neurosciences au registre des thématiques de santé qui semble fonder sa construction comme fait social. Les discussions engagées par le panel de citoyens européens sont explicites sur ce point. Nous verrons, avec l'analyse des études de conceptions sur le cerveau, que la préoccupation relative aux

[4] On objectera que le protocole des délibérations incluait une discussion préalable à partir d'« études de cas » (Syndrome d'hyperactivité chez l'enfant, maladie d'Alzheimer, drogues et amélioration des performances cérébrales, électrostimulation cérébrale profonde et syndrome de Tourette, imagerie cérébrale, plasticité cérébrale) susceptible d'orienter la réflexion des citoyens. Mais, d'une part, les thèmes retenus dépassent le cadre fixé par cette étude de cas et, d'autre part, ces thèmes recouvrent largement les préoccupations relevées lors des études de conceptions sur lesquelles nous reviendrons.

[5] Extrait du « Rapport national du panel de citoyens français sciences du cerveau et société : un débat entre citoyens européens ». Débat public des 26 et 27 novembre 2005. Cité des Sciences et de l'Industrie. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.meetingmindseurope.eu/france_site.aspx ?SGREF=159 (site consulté le 30 juin 2007).

pathologies cérébrales est largement partagée, en particulier dans un contexte de vieillissement de la population et de développement des maladies neurodégénératives. Plus précisément, ce que nous retenons des thématiques scientifiques et sociales dégagées par les citoyens européens, c'est l'intérêt pour la définition de la norme au regard de la diversité interindividuelle. La question dépasse certes l'évolution que les avancées des neurosciences induisent dans les frontières de définition du normal et du pathologique. Elle invite à interroger les relations entre les connaissances scientifiques sur le cerveau et la production de normes sociales.

Du côté des spécialistes, l'émergence de préoccupations sociales associées au développement des neurosciences s'est traduite par l'apparition récente du néologisme « neuroethics » dans le vocabulaire contemporain anglo-saxon. En mai 2002, se tenait à San Francisco une conférence consacrée à l'exploration du champ des questionnements éthiques ouverts par les avancées des sciences du cerveau. Les contributions qui y ont été proposées envisagent ces implications éthiques selon trois axes. Ces derniers recouvrent les questions retenues par les citoyens européens : celui de la politique sociale, celui des pratiques de recherche et enfin celui de la communication avec le public[6].

Nous laisserons pour l'instant de côté la question posée par l'éducation et l'information du public. En effet, elle constitue à proprement parler notre objet de recherche et sera donc largement abordée par la suite.

I-1-2 De quelques questions éthiques et sociales soulevées par le développement des neurosciences

Les principales questions éthiques, entendues en termes de jugement moral partagé, associées au développement de la recherche en neurosciences et aux pratiques neuro-médicales sont de différents ordres et le survol que nous présentons ne se veut évidemment pas exhaustif[7]. Les questions développées ici ont toutes trait aux possibilités d'intervention sur le fonctionnement du système nerveux central. Elles posent pour plusieurs d'entre elles la question du rapport de la normalité au regard de la diversité interindividuelle. On peut commodément distinguer les approches neurochimiques des approches neurophysiques ou neuropsychologiques. Mais cette distinction n'a d'intérêt que didactique. Car tant les différentes échelles d'observation (organe, tissu, cellule, molécule) que les méthodes d'analyse mobilisées sont interdépendantes[8].

La question de société qui semble s'être historiquement constituée la première est celle des conflits entre intérêts et/ou défense de la personnalité et intérêt et/ou défense de la société, autour de la maladie mentale particulièrement. Nombreux sont les auteurs à s'être penchés sur

[6] Le rapport *Neuroethics, Mapping the Field*, « conference proceedings, may 13-14,2002, San Francisco, California", est disponible en ligne sur http://www.dana.org/books/press/neuroethics (site consulté le 30 juin 2007).

[7] Nous renvoyons le lecteur aux éclairages proposés sur ces questions dans les travaux du Comité Consultatif National d'Ethique relatifs aux Neurosciences (dont les avis n° 16, 23, 39 et 44, consultables en ligne : http://www.ccne-ethique.fr/francais/start.htm (site consulté le 30 juin 2007).

[8] Evoquons simplement la nature duale, électrochimique du message nerveux en soulignant le fait que les approches électrophysiologiques ne peuvent se passer de l'utilisation d'agents pharmacologiques.

cette question délicate, que les avancées de la neuropharmacologie ne sauraient rendre plus simple. Rappelons que parmi ces auteurs, Michel Foucault (2002) s'est, par exemple, attaché à analyser et à documenter la maladie mentale et sa prise en charge comme une construction historique et sociale (Foucault, 2002, [1954])[9]. France Queré réactualise le débat lorsqu'elle souligne que

> Le mal et le bien tendent aujourd'hui à déserter le terrain de la morale pour se placer sous la coupe de la pathologie. Il n'y a plus de criminel, mais des insensés. Le traitement se substitue au châtiment, l'hôpital à la prison. […] Les neurosciences, armées de trousses, moralisent à leur manière (Queré, 2001, p. 14 et p. 22).

L'évolution de la prise en charge neuropharmacologique offre ainsi à la justice de nouvelles possibilités, comme elle soulève de nouvelles interrogations. On peut citer par exemple les traitements, nommés « *court-ordered rehabilitations* », prescrits aux Etats Unis pour des individus ayant eu un comportement agressif. La réversibilité des altérations de personnalité induites par les molécules utilisées[10] est en discussion (Moreno, 2003). Les conséquences à plus long terme de ces traitements peuvent constituer des atteintes à la liberté individuelle et au respect de la dignité humaine. La même question se pose, en France, concernant la prescription de substances antiandrogéniques à des détenus condamnés pour des infractions à caractère sexuel. D'un autre point de vue, la perception de la responsabilité en cas de délit pour des individus sous médicamentation psychoactive appelle à une évolution continue du cadre législatif. Ce qu'Antonio Damasio (2001) avait d'ailleurs déjà relevé concernant la responsabilité de certains patients atteints de lésions cérébrales qui les rendaient incapables d'associer à leurs actes un jugement moral.

En second lieu, il apparaît essentiel de continuer à interroger la pratique de la psychochirurgie. Celle-ci a surtout été développée dès le début du XX^{e} siècle autour des usages de la lobotomie, initiée à Lisbonne par le chirurgien Egas Moniz. Bien que réduite à de rares indications, la neurochirurgie fonctionnelle est encore en vigueur aujourd'hui. Les lésions associées à certaines interventions neurochirurgicales (exérèse et radiothérapie des tumeurs cérébrales par exemple), c'est-à-dire relevant de la neurochirurgie lésionnelle, demandent réflexion. Parmi les praticiens, deux tendances s'opposent. D'une part ceux qui pensent que la correction de troubles névrotiques graves ou de douleurs intolérables rendent acceptable le risque d'un changement mineur de la personnalité. D'autre part ceux qui envisagent la personnalité comme un tout psychologique dont on ne peut changer une partie sans modifier l'ensemble. Cette réflexion rejoint celle menée au sujet de la psychopharmacologie mais l'irréversibilité des interventions psychochirurgicales revêt un caractère singulier. On peut ajouter que les praticiens interrogent aussi leur responsabilité face à des patients (présentant des troubles de la conscience ou nouveaux-nés) pour lesquels le libre consentement est problématique. Tout comme ils questionnent l'appréciation des

[9] Foucault écrit : « *En réalité, c'est dans l'histoire seulement que l'on peut découvrir le seul a priori concret, où la maladie mentale prend, avec l'ouverture vide de sa possibilité, ses figures nécessaires* » (Foucault, 2002 [1954], p. 100).

[10] Ce sont essentiellement celles de la famille des inhibiteurs de recapture de la sérotonine (un neurotransmetteur), dont fait partie le Prozac. Voir à ce sujet Farah, 2002.

conséquences de certaines malformations du système nerveux central en maturation, à l'aune du risque associé à une éventuelle intervention chez le nouveau-né[11].

L'utilisation de psycho-technologies de contrôle du comportement n'est pas non plus une préoccupation sociale nouvelle**.** Des techniques comportementales telles que le « lavage de cerveau » (déstabilisation - déprivation, alimentaire par exemple - récompense), utilisées dans certaines prisons californiennes (Vacaville, voir Moreno, 2003), sont susceptibles de modifier de façon importante et durable le comportement des individus qui les subissent. Il est évident que ces techniques, parce qu'elles interfèrent avec le libre arbitre et la responsabilité morale de l'individu, mettent en danger l'identité personnelle. Mais on peut aussi souligner comme le fait Michel Imbert (1992) que :

> Ces technologies sont des instruments de contrôle social fondé sur des présuppositions extrêmement douteuses selon lesquelles il existerait un consensus social sur ce que sont les propriétés de pensée ou de comportement qu'il s'agit de contrôler, de favoriser ou au contraire d'interdire.

Cependant, on peut considérer comme émergentes les interrogations éthiques qui portent sur la mise en œuvre de technologies neurocomportementales. C'est par exemple le cas de l'utilisation d'implantation d'électrodes pour stimuler certaines fonctions ou certains comportements. Même si les perspectives d'utilisation des interfaces homme-machine sont aujourd'hui peu développées, il existe déjà des implants microélectroniques capables de remplacer un système sensoriel ou moteur endommagé[12]. Se pose notamment la question de l'impact des informations, non physiologiques, fournies par la prothèse sur le développement du système nerveux central. Cependant certaines applications, comme l'implantation intracérébrale d'électrodes de stimulation, développée récemment dans le cadre du traitement de la maladie de Parkinson, font l'objet d'un consensus entre médecins et patients en raison de leur efficacité d'une part et surtout de leur caractère réversible.

Les conséquences des neurotransplantations, des greffes de neurones, sur la viabilité des patients et sur leur personnalité même sont aussi à mettre, dans l'état actuel des connaissances, au compte des enjeux sociaux du développement des neurosciences. La greffe de neurones, et plus généralement les thérapies cellulaires cérébrales, constituent un espoir thérapeutique majeur en ce qui concerne les maladies neurodégénératives. Les implantations cellulaires ont été développées dès le début des années 1980 dans le cas du traitement de la maladie de Parkinson par des équipes suédoises et mexicaines[13]. Des questions subsistent

---

[11] Le professeur J.-F. Hirsch, chef du service de neurochirurgie à l'hôpital Necker - Enfants malades de Paris, explique que « *Le problème est le suivant : la malformation du système nerveux sera responsable de déficits variables et parfois difficiles à prévoir dans leur intensité. Elle n'est pas mortelle en elle-même. C'est l'ouverture des plans de couverture du système nerveux qui peut être mortelle par l'infection qu'elle permet. La seule chose que le neurochirurgien peut faire, c'est de fermer. S'il le fait, il assure la survie de l'enfant, s'il ne le fait pas, il laisse au nouveau-né la possibilité, mais de loin pas la certitude d'une évolution mortelle* » Cité in Hervé, 1992.

[12] C'est le cas des implants cochléaires utilisés depuis une vingtaine d'années chez les sourds adultes. Ces implants assurent une activation du nerf auditif grâce à des impulsions électriques déterminées par les signaux sonores reçus par le sujet. Le comité consultatif national d'éthique a rendu en 1994 un avis relatif à l'utilisation des implants cochléaires chez des enfants sourds pré-linguaux (avant l'acquisition du langage).

[13] Les premiers tests thérapeutiques, qui sont soit des autogreffes de cellules médullosurrénales ou de cellules génétiquement modifiées, soit des greffes de cellules fœtales, ont été réalisés au niveau du noyau caudé et du noyau lenticulaire. Les premires essais ont été caractérisés par un fort taux d'échec (amélioration transitoire de

quant aux capacités d'intégration de ces cellules et à leurs conséquences fonctionnelles (Peschanski, in Gros, 2000). Ainsi, certains auteurs posent la question des conséquences de telles thérapies sur l'évolution de la personnalité des patients. Ce que Jean Bernard exprime de la manière suivante :

> Ces greffes, lorsque le nombre de cellules transplantées sera très élevé, lorsque les territoires concernés seront le siège de hautes fonctions, seront-elles capables de changer la personne ? Devront-elles toutes être autorisées ? Des limitations de quantité, de topographie seront-elles nécessaires ? (Bernard, 1996, p. 68).

Nous reviendrons largement sur les dimensions sociales, éthiques, juridiques des thérapies cellulaires cérébrales. La question de leur utilisation dans le traitement des pathologies neurodégénératives a été retenue comme question de débat socio-scientifique dans les situations d'interactions entre chercheurs et jeunes citoyens qui focalisent notre attention par la suite.

Enfin le développement des techniques de neuroimagerie a largement participé à l'accroissement des connaissances du fonctionnement cérébral. Parce que de simple observation, non invasive, du cerveau in vivo, ces techniques sont surtout utilisées pour affiner des diagnostics de pathologies cérébrales. Leur mobilisation ne saurait donc correspondre à une intervention sur le système nerveux central susceptible de modifier des comportements. Leur utilisation n'en soulève pas moins des interrogations éthiques et sociales. Le diagnostic précoce des pathologies mentales peut en effet se révéler être un puissant outil de discrimination. Elles ne peuvent donc dispenser d'une réflexion sociale sur les normes que ces techniques participent à construire, au regard de la diversité du fonctionnement cérébral individuel. Plusieurs étapes de construction des images cérébrales font appel à des opérations de normalisation sur lesquelles nous reviendrons. Par ailleurs, on peut s'interroger sur les conséquences de la mise au point de techniques de stimulations magnétiques transcraniennes (TMS), qui offrent la possibilité d'activer ou d'inhiber des régions cérébrales spécifiques.

Ce rapide aperçu de quelques questions éthiques et sociales soulevées par l'évolution des neurosciences permet de mettre en évidence le fait que l'ensemble de ces préoccupations est sous-tendu par la capacité des sciences du cerveau à proposer des modèles explicatifs à la compréhension des fonctions mentales et des comportements humains fondés sur des supports matériels (le système nerveux à ses différentes échelles d'observation) et sur leur physiologie.

I-1-3 Le matérialisme appliqué aux états mentaux et la recherche de leurs déterminismes

On peut ainsi considérer que les neurosciences interrogent la société autour des modèles de « matérialisation » des fonctions mentales qu'elles produisent. Ces interrogations concernent donc le réductionnisme[14] des états mentaux, des comportements à des états

---

l'état des patients, nombreuses complications post-opératoires). Les thérapies cellulaires cérébrales concentrent aujourd'hui de nombreux travaux de recherche à l'échelle internationale.

[14] Le matérialisme (que nous nommons réductionnisme matérialiste) envisage l'esprit de l'homme comme totalement identique à l'activité physico-chimique du cerveau. Une position encore plus radicale, le

cérébraux. Si l'on tient pour acquise la validité de cette forme de réductionnisme matérialiste, c'est évidemment à travers le spectre de ce qui détermine les états cérébraux qu'il convient de prolonger la réflexion. Car d'une manière générale, on peut avancer que l'accroissement des connaissances relatives aux bases neuronales des états mentaux laisse envisager la possibilité de les contrôler comme de les utiliser pour légitimer ou pour construire des discriminations sociales.

Le développement de la neuroimagerie propose ainsi des corrélations entre marqueurs physiologiques cérébraux et fonctions mentales. C'est par exemple le cas de la récente découverte des « neurones miroirs » ou « systèmes d'empathie » mis en évidence chez le singe par l'équipe italienne du professeur Rizzolatti (1996) puis généralisés chez l'homme[15]. Plusieurs chercheurs ont relevé les limites de ces techniques et les implications sociales que peuvent avoir, dans certains cas, les études scientifiques qui mobilisent ce paradigme réductionniste. Ainsi Jonathan Moreno (2003) pose la question de l'association entre jugements sociaux et processus neurophysiologiques. Il prend pour exemple les résultats récents d'une étude de neuroimagerie fonctionnelle qui avancent l'implication de la région fusiforme dans la reconnaissance de visages d'individus de la même « race » que soi. Sur quoi repose la définition d'un individu de même « race » que soi ? On mesure évidemment la dimension idéologique d'une question de recherche qui se pose dans de tels termes. D'autres soulignent le caractère volontiers sexiste de certaines études de neuroimagerie visant à mettre en évidence des différences entre cerveau masculin et cerveau féminin (Clément, 1997). On est en droit d'interroger la place laissée au libre arbitre dans le cadre du réductionnisme matérialiste des fonctions psychologiques.

Par ailleurs, la question se pose de l'utilisation, par des entreprises privées, de certains tests psychologiques déjà mobilisés dans des protocoles d'imagerie cérébrale fonctionnelle. C'est le cas du « dilemme du prisonnier », visant à évaluer les capacités de coopération des individus (Moreno, 2003). La difficulté des techniques de neuroimagerie à prendre en compte la variabilité cérébrale interindividuelle au niveau anatomique et fonctionnel, interroge certaine de leurs utilisations comme diagnostic de maladies mentales. Le réductionnisme des états mentaux et des comportements humains à des états cérébraux ou neuronaux ouvre donc un vaste univers de préoccupations sociales et éthiques. Ce dernier s'élargit encore si l'on considère les recherches scientifiques qui, dans le cadre de ce paradigme, proposent de caractériser les déterminismes des états cérébraux et donc mentaux.

Le déterminisme génétique des fonctions cérébrales n'est évidemment pas la seule forme de déterminisme à avoir structuré les recherches en neurosciences. Mais, devant le succès de la biologie moléculaire et cellulaire, il vient évidemment à l'esprit que les interactions entre

---

« matérialisme réductionniste », ou neuro-réductionnisme, postule, notamment avec les travaux de Patricia Churchland, que les états mentaux n'existent pas, seuls les réseaux neurobiologiques du cerveau produisant la pensée. Selon Bernard Andrieu, la lutte d'idées entre vitalisme et matérialisme se poursuit aujourd'hui sous une nouvelle forme : celle de la controverse entre « réductionnisme » et « holisme ». La version holiste, quant à elle, envisage l'esprit comme une propriété biologique que les lois physico-chimiques ne peuvent expliquer (Andrieu, 1998).

[15] L'empathie est définie comme la faculté de s'identifier à quelqu'un, de ressentir ce qu'il ressent. Ce modèle présente les corrélats d'activité physiologique cérébrale associés à une situation où un sujet observe un autre sujet en action. Par ailleurs les régions d'augmentation de l'activité cérébrale correspondent à celles du cortex prémoteur qui sont activées lorsque le sujet lui-même réalise l'action. Ainsi, l'observateur « rejoue » les processus moteurs qui participent à la réalisation de l'action qu'il observe en train de se faire (Decety, 2003).

neurosciences et génétique sont le sujet d'interrogations éthiques majeures. L'une de ces interrogations concerne la protection des personnes qui participent à des protocoles de recherche relatifs à l'implication de facteurs génétiques dans les pathologies mentales. Ces protocoles impliquent souvent des familles entières, qui peuvent, de ce fait, être l'objet de stigmatisation et de discrimination. Si cette protection est déjà envisagée par la loi concernant d'autres recherches biomédicales, elle est rendue encore plus délicate dans le cas particulier des maladies mentales. L'appréciation du libre consentement doit dans ce cas interroger la société[16]. La défense de la confidentialité des informations semble essentielle, à la fois vis-à-vis de l'Etat et des intérêts privés, mais aussi vis-à-vis des différents membres de la famille qui participent à de telles études. Enfin, avec le développement des techniques de diagnostic, l'information des individus ayant participé aux expérimentations concernant leurs propres risques de développer une maladie mentale soulève des interrogations.

Andrew Wilkie (2001) met en cause la prédictivité des tests génétiques, dans le cas de maladies mentales, comme dans celui de la génétique du comportement, en pointant la complexité des interactions entre génome et environnement. Il en appelle à une véritable « déconstruction » du déterminisme génétique, comme garde-fou aux multiples discriminations que ce dernier peut légitimer.

Certains auteurs s'inquiètent aussi de l'actualité d'un véritable « racisme scientifique » dans le mode même de constitution de certains protocoles de recherche qui visent à établir des liens entre gènes et comportement (Salomon, 1996). Les études de recherche en génétique du comportement se prêtent en effet aisément à la légitimation de discriminations sociales. Une publication récente (Caspi *et al.*, 2002) rapporte par exemple que les membres d'un groupe d'hommes, qui ont à la fois été abusés sexuellement pendant leur enfance et qui présentent une altération du gène codant pour la monoamine oxydase A, sont neuf fois plus sujets à commettre des crimes ou des actes antisociaux que des sujets contrôles. Peut-on raisonnablement penser que l'interprétation de comportements complexes puisse se satisfaire d'un réductionnisme aussi caricatural ?

L'aperçu des enjeux de société posés par l'évolution des sciences du cerveau n'avait d'autre but que de tenter de dégager les concepts scientifiques qu'il semble pertinent de retenir pour une étude plus approfondie des relations entre connaissances scientifiques et opinions. A l'issue de cette prospective, on peut considérer la question du réductionnisme des états mentaux aux états cérébraux et à leurs déterminismes comme une restriction raisonnable de notre sujet d'étude.

Avant d'interroger, d'un point de vue historique et épistémologique les conditions d'émergence de ces concepts, il n'est pas sans intérêt de préciser la façon dont les neurosciences modernes rendent compte des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral.

[16] Des données complémentaires sont présentées dans le rapport "Mental disorders and genetics : bridging the gap between research and society", U.S. Congress, Office of Technology Assessment, U.S Government printing Office, September 1994, accessible en ligne : http://www.wws.princeton.edu/cgi-in/byteserv.prl/~ota/disk1/1994/9420/942003.PDF (site consulté le 30 juin 2007).

CHAPITRE I-2

LES MODELES ACTUELS DE DETERMINISME DU DEVELOPPEMENT ET DU FONCTIONNEMENT CEREBRAL

Aujourd'hui, le cerveau n'est plus considéré comme une « boîte noire » et l'on assiste, avec le développement des sciences dites cognitives[17], à une réunion entre des approches issues des sciences humaines et des sciences de la matière et de la vie. Pourtant, jusqu'à une période récente, le clivage entre ces deux domaines de la connaissance a été structurant. Quelles que soient les causes de ce clivage[18], notre objet d'étude est, dans ce chapitre, réduit aux approches caractérisées par un réductionnisme matérialiste des fonctions cérébrales. Nous entendons ici par réductionnisme matérialiste la conception selon laquelle les fonctions mentales sont à la fois produites et déterminées par la matière.

Autrement dit, nous ne nous proposons pas d'analyser l'émergence des conceptions neuropsychologiques qui caractérisent aujourd'hui la diversité des sciences du cerveau. Cette « réunion » pourrait en quelque sorte être considérée, dans un premier temps, comme le « point d'arrivée » qui borne historiquement notre réflexion. Le champ des recherches sur le cerveau est en effet, nous y reviendrons, caractérisé par une très forte pluridisciplinarité. Il serait illusoire, ou du moins hors de nos compétences, que de vouloir en embrasser l'étendue. C'est pourquoi, dans ce chapitre, les apports des approches purement psychologiques ne seront pas considérés. Pour autant, cette restriction nécessaire de notre objet ne veut pas dire que leur contribution n'est pas essentielle. Nous soulignons donc là les limites de cette restriction. L'étude scientifique des déterminismes matérialistes du développement et du fonctionnement cérébral se propose, selon le neurobiologiste Changeux :

> D'essayer de reconstruire à partir des éléments mis en valeur par l'approche réductionniste (assumons le terme avec courage et lucidité), des fonctions propres au niveau hiérarchique plus

[17] Bien que, comme l'indique Francisco Varela, « *Presque toute la neurobiologie a été infiltrée par le corollaire cognitiviste du traitement de l'information* » (Varela, 1993, p. 49), nous n'aborderons pas cet apport dans l'approche développée ici. Précisons simplement que les sciences cognitives ont été elles-mêmes nourries par trois courants : l'approche cybernétique (computation de représentations symboliques –symboles ayant la fois une réalité physique et sémantique, prenant en compte l'intentionnalité), l'approche cognitiviste non représentationnelle (qui défend un « soi cognitif » autonome et pour lequel le connexionisme et l'auto-organisation peuvent rendre compte de l'émergence de propriétés globales liées à l'interaction entre éléments simples –les neurones- reliés entre eux) ainsi que l'approche issue des travaux relatifs à la philosophie de la conscience (reposant notamment sur le principe d'» énaction » qui propose une position moyenne entre un monde prédéfini, saisi par le système cognitif, et un monde crée entièrement par le système cognitif, ces deux mondes se définissent l'un l'autre, ils sont corrélatifs).

[18] La persistance de conceptions dualistes peut expliquer une forme de résistance au matérialisme de la part des chercheurs en sciences humaines. Mais ce clivage tient sans doute plus aux excès du réductionnisme matérialiste qui fonde l'étude biologique du cerveau. L'établissement d'un lien bien trop direct entre un neurotransmetteur ou un gène et un comportement complexe ou une psychopathologie a par exemple longtemps justifié les critiques de nombre de philosophes et de chercheurs en sciences humaines.

élevé, et de déterminer si ces éléments – et la manière dont ils interagissent – suffisent ou non (Changeux, in Corsi, 1990).

Sans déserter le champ du matérialisme réductionniste, on peut penser que l'étude scientifique moderne des fonctions cérébrales se propose de rompre avec une forme de « biologisme » radical. C'est dans ces termes que les sciences du cerveau proposent un modèle que l'on peut considérer comme relativement consensuel pour rendre compte des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral.

I-2-1 Le modèle d'interaction dit du « calendrier cérébral »

Il semble en effet que les neurosciences aient participé à construire un modèle qui envisage les déterminismes du fonctionnement cérébral dans l'interaction entre facteurs génétiques et facteurs de l'environnement, dits aussi épigénétiques[19].
Ce modèle, que l'on pourrait qualifier à la suite de Pierre Clément, d'interactif peut être opposé aux modèles linéaires (respectivement additifs) dans lesquels les facteurs génétiques seuls (respectivement supplémentés par les facteurs de l'environnement) déterminent le phénotype cérébral (Clément, 2004). La question des déterminismes génétiques et épigénétiques n'est donc plus posée en termes d'opposition entre ces facteurs ou de part respective liée à l'un ou à l'autre, mais plutôt en termes d'interaction[20].

Le succès du modèle du calendrier cérébral repose en partie sur le fait que, parallèlement, certains généticiens remettent largement en cause le modèle génétique instructif et finaliste dominant. Ils préfèrent envisager la complexité en évoquant une « composante génétique » qui définit la « norme de réaction » de l'organisme à son milieu. Michel Morange (1998, p. 102) propose ainsi, non sans ironie, que « *Le déterminisme des gènes de la mémorisation conduit… à l'indétermination des structures nerveuses supérieures* »[21].

Précisons également que la conception actuelle de l'ontogenèse cérébrale fait état d'un « calendrier » distinguant deux périodes au cours desquelles la balance des interactions entre facteurs génétiques et épigénétiques évolue. La première période correspond aux stades

[19] Le terme « épigénétique » est largement polysémique. Michel Morange rappelle qu'il recouvre des acceptions très diverses : des changements dans l'activités des gènes (méthylation, compaction de l'ADN…) voire des mécanismes du contrôle de leur expression, aux mécanismes morphogénétiques qui « prolongent l'action des gènes » (synaptogenèse par exemple) et qui rendent compte des « *contacts que l'organisme a établis avec son environnement* » (Morange M., 2005). C'est selon ce dernier sens que nous utiliserons le terme épigénétique.

Signalons que le développement de la biologie moléculaire a conduit à repréciser la notion de facteur épigénétique ou extrinsèque. Ces derniers correspondent non seulement aux facteurs extérieurs à l'organisme, mais également aux facteurs de l'environnement cellulaire. En effet, les travaux de l'école française de biologie moléculaire, menés par François Jacob, André Lwoff et Jacques Monod ont initié une réflexion sur les mécanismes de régulation de la transcription (dont le fonctionnement de l'opéron lactose mis en évidence chez le colibacille est le modèle) qui introduisent la modulation de l'expression génétique par certains facteurs du milieu extérieur à la cellule voire à l'organisme. Le second apport majeur de cette équipe sera la découverte du phénomène d'allostérie. Réactivant l'héritage du physiologiste Claude Bernard, l'allostérie, ou modification de la structure spatiale de certaines protéines, représente, à l'échelle moléculaire, une forme de réactivité fonctionnelle du vivant par rapport à son milieu,.

[20] Voir pour une synthèse récente et complète de la question : Changeux, 2003.

[21] Voir également, pour une critique de la notion de programme génétique, Atlan, 1999.

précoces du développement embryonnaire. L'ontogenèse précoce du système nerveux est présentée sous la dépendance d'un fort déterminisme génétique. L'un des arguments en est l'héritage phylogénétique des premières étapes de neurogenèse, durant lesquelles on observe de nombreuses similitudes chez les embryons de diverses espèces de Vertébrés. Ce « plan » de développement ne spécifie cependant pas tous les détails d'organisation et de fonctionnement du système nerveux. La seconde période, post embryonnaire, rend elle compte d'une maturation du système nerveux, observée au niveau du cerveau en développement. Les mécanismes de celui-ci sont déterminés par l'expérience individuelle et par l'interaction de l'organisme avec les facteurs de l'environnement corporel (facteurs hormonaux notamment) et extracorporel. Ils reposent en partie sur les propriétés de plasticité nerveuse (capacité du système nerveux à se réorganiser d'un double point de vue, morphologique et fonctionnel). Le neurobiologiste du développement Alain Prochiantz résume ainsi :

> La probabilité la plus grande est qu'il existe un déterminisme génétique, une sorte de protocarte, mais que jusqu'à une certaine période du développement cette carte puisse être remaniée en réponse à des modifications de l'environnement, en particulier celles qui proviennent du thalamus et qui apportent au cortex les informations d'ordre sensoriel. […] Il existe un temps pour de l'adaptation et de la régulation, voire pour la respécification des destins (Prochiantz, 1997, p. 124 et p. 127).

Des facteurs génétiques (les gènes du développement ou homéogènes) interviennent dans l'ontogenèse du système nerveux, selon un principe de construction régulatrice qui s'oppose à une version réductionniste du développement génétique entendue comme déroulement mécanique d'un programme. Prochiantz illustre, en France, cette école de pensée que l'on peut qualifier, à la suite de Bernard Andrieu (2002), de « matérialisme dynamique ». Elle correspond à la prise en compte des dimensions temporelles mises en avant par la biologie du développement. Selon le modèle proposé, les gènes définissent les conditions de développement cérébral dans l'espèce humaine, mais c'est l'épigenèse qui est à la base de la construction du cerveau (articulation entre la nature de l'homme et son essence culturelle). Prochiantz y voit incontestablement un mécanisme de la construction de l'individualité. Il précise en effet :

> La formation des réseaux neuronaux et leur stabilisation est fonction de l'environnement (sensoriel, culturel, intellectuel) faisant de chaque individu une unité unique (Prochiantz, 1989).

On retrouve, dans ce type de modèle, l'influence des conceptions développées par Jean-Pierre Changeux lorsqu'il présente une façon d'envisager les fonctions mentales comme le produit de processus neurophysiologiques. Popularisée dans son ouvrage « *l'homme neuronal* » (1983), la théorie dite de la stabilisation sélective des synapses au cours de l'épigenèse se propose de rendre compte des mécanismes neurobiologiques qui supportent des fonctions cognitives comme l'apprentissage. Selon cette théorie, la capacité à apprendre est rendue possible par une variabilité dans l'organisation synaptique, mais cette variabilité est génétiquement limitée comme en témoigne l'indépendance de la maturation primitive par rapport aux facteurs de l'environnement. Dans ce cadre, l'apprentissage correspond à une stabilisation fonctionnelle de connexions sélectionnées par activation et/ou inactivation. L'apprentissage est donc envisagé comme une assimilation c'est-à-dire une intégration de traces mnésiques à des structures innées, révélées par l'expérience elle-même. Ce modèle envisage donc une compétition sélective et une stabilisation des connexions entre neurones,

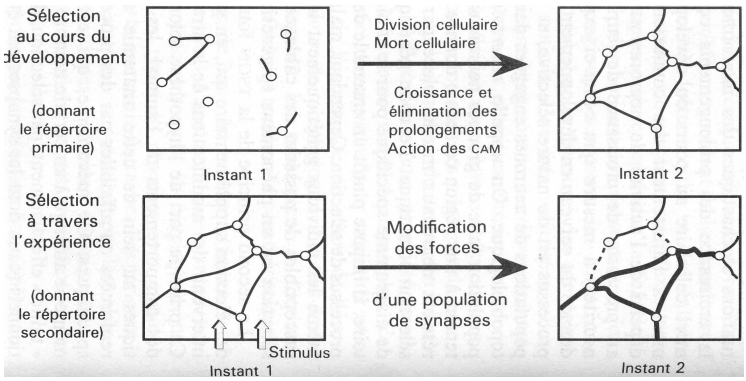
compétition dans laquelle le rôle de l'environnement est critique, mais s'exerce au sein d'une enveloppe génétique établissant les grands traits de la structure cérébrale.

C'est cependant à Gerald M. Edelman que l'on doit une théorisation globale de la fonction cérébrale envisagée en termes sélectionniste (le darwinisme neuronal). Sa théorie, reprise dans l'ouvrage *Biologie de la conscience*, lie l'organisation des neurones et le développement fonctionnel du cerveau. Pour Edelman, il s'agit de « *démontrer que la cognition et l'expérience consciente ne reposent que sur des processus et des types d'organisation qui existent dans le monde physique* » (Edelman, 1994, p. 111). La « *théorie de sélection des groupes neuronaux* » (TSGN) qu'il propose, repose sur trois principes :

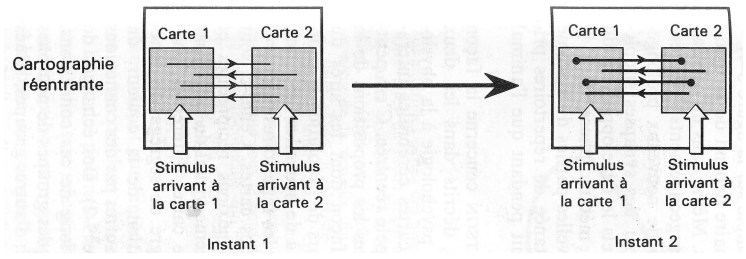
> Les trois principes de bases de la TSGN concernent la façon dont l'anatomie du cerveau est initialement mise en place, la façon dont certains types de réponses sont ensuite sélectionnés dans cette anatomie à travers l'expérience, et la façon dont la réentrée –le processus par lequel les cartes cérébrales résultantes s'envoient des signaux- donne naissance à des fonctions importantes du point de vue du comportement (Edelman, 1994, p. 128).

Cette théorie est présentée sous forme schématique dans la figure 1.

Figure 1 : Le darwinisme neuronal, une théorie sélectionniste de la fonction cérébrale (théorie de la sélection des groupes de neurones, d'après Edelman, 1994, p. 130-131)



Deux modes de sélection des groupes de neurones



La sélection des neurones et de leurs connexions durant l'ontogenèse conduit à former des réseaux anatomiques variés constituant le répertoire primaire.
La sélection réalisée à travers l'expérience se traduit par un renforcement ou un affaiblissement sélectif de diverses populations de synapses. Elle conduit à la formation d'un répertoire secondaire de groupes de neurones.
Les liaisons (renforcement ou affaiblissement) entre cartes s'établissent à travers la sélection en parallèle et la mise en corrélation des groupes neuronaux de différentes cartes qui reçoivent des entrées (stimulus).

Edelman concilie ainsi une approche phylogénétique du système nerveux, permettant d'appréhender les spécificités neuroanatomiques propres au cerveau humain, et une approche ontogénétique, permettant d'expliquer la synaptogenèse par un principe de compétition topobiologique entre groupes neuronaux au cours du développement. Le dernier principe qui, grâce à un processus de réentrées, permet la constitution de cartes cérébrales, établit le lien

entre psychologie et physiologie. Le fait de raisonner sur des groupes de neurones entendus comme unités de sélection, plutôt que sur le neurone isolé, permet à Edelman de rendre compte des fonctions cérébrales supérieures (mémoire, apprentissage, pensée symbolique et catégorisation…)[22]. Edelman précise dans ce sens :

> C'est peut-être la plus importante de toutes les propositions de la théorie car elle sous-tend la façon dont les aires du cerveau qui apparaissent au cours de l'évolution, se coordonnent pour donner naissance à de nouvelles fonctions (Edelman, 1994, p. 114).

Autrement dit, les neurosciences modernes proposent des modèles fondés sur une réduction de fonctions cognitives aux mécanismes et supports neurobiologiques qui les rendent possibles. Ces modèles envisagent une interaction entre facteurs génétiques et facteurs environnementaux comme déterminismes de la mise en place et du fonctionnement du système nerveux. Ils remettent ainsi en cause l'opposition classique entre les déterminismes génétiques et épigénétiques avancés jusque là pour rendre compte de l'ontogenèse et du fonctionnement cérébral. De là à dire qu'ils rendent inconsistant le débat historique entre l'inné et l'acquis, il n'y a qu'un pas. Qu'Edgar Morin se propose de franchir lorsqu'il invite à réviser le concept d'inné :

> Cet inné, en effet, ne serait pas programmateur à la manière de l'instinct ou stratégie d'apprentissage behavioral ; il serait plutôt l'aptitude aux constructions, transformations, déprogrammations et reprogrammations. Il ne constituerait pas un logos génétique, mais il ne serait pas non plus la créativité illimitée. Dès lors la frontière inné-acquis perdrait son intérêt principal (Morin et Piattelli-Palmarini, 1974, p. 10).

Nous reviendrons évidemment largement sur la construction historique de ce débat et sur ses fondements épistémologiques. Pour l'heure, il s'agit d'illustrer en quoi l'émergence du modèle du calendrier cérébral repose sur une accumulation de données empiriques ayant trait respectivement à l'étude de l'influence des facteurs génétiques (ou intrinsèques) et des facteurs de l'environnement (épigénétiques ou extrinsèques) sur le développement et le fonctionnement du système nerveux. Il est question de souligner en quoi les arguments ayant établi les propriétés de neuroplasticité ont concouru à l'établissement d'un modèle de type interactif.

I-2-2 Facteurs génétiques et ontogenèse cérébrale[23]

C'est dans le domaine de la biologie du développement du système nerveux, initiée dans le premier quart du XX^{e} siècle par Speeman et Mangold autour de l'étude des mécanismes de la neurulation (étape initiale de mise en place du tissu nerveux) qu'ont été accumulées les principales données en faveur d'un déterminisme génétique du développement cérébral. Nous choisissons de présenter l'étude des facteurs intrinsèques de développement du système nerveux par échelle d'organisation : tissulaire, cellulaire et moléculaire.

[22] On peut penser notamment au processus d'auto catégorisation conceptuelle qui procède d'un ajustement de l'expérience perceptuelle présente avec les expériences précédentes mémorisées.

[23] Seuls les aspects relatifs à l'étude des facteurs génétiques dans l'ontogenèse cérébrale sont abordés ici. Les travaux portant sur les relations entre gènes et comportement (chez les jumeaux notamment) ou entre gène et maladie mentale ne sont pas envisagés.

Les travaux de biologie du développement ont établi la spécificité régionale des structures neurales ectodermiques et ont proposé des modèles d'induction neurale (spécification des futurs territoires nerveux) faisant intervenir des facteurs génétiques. Dans les vingt dernières années les apports de la biologie moléculaire ont permis d'établir que différents produits d'expression génétique interviennent dans ces phénomènes d'induction séquentiels (des facteurs de croissance peptidiques et des facteurs d'induction diffusibles notamment).

A l'échelle cellulaire, les premières étapes du développement cérébral sont envisagées comme une succession de stades distincts : neurogenèse (division mitotique des cellules souches cérébrales), migration cellulaire, différenciation cellulaire (acquisition par une cellule de ses spécificités structurales et fonctionnelles), axogenèse (croissance des prolongements neuronaux que sont les axones) et synaptogenèse (établissement des connexions interneuronales que sont les synapses), mort neuronale ou apoptose et réarrangements synaptiques. F. C. Sauer avait montré, en 1935, qu'au cours de la mise en place du cortex cérébral les neurones migrent perpendiculairement à l'axe de la lumière du tube neural. Dans les années soixante, utilisant un marquage radioactif d'un précurseur de l'ADN, Fujitama et Jacobson démontrent que la neurogenèse corticale se réalise de manière centrifuge depuis la lumière vers la périphérie du tube neural et que plus le neurone « naît » tardivement plus il migre en position superficielle. Ils rendent ainsi compte de la stabilité des mécanismes de division et de migration cellulaire, qui permettent la mise en place de la structure laminaire en six couches du néocortex. Ils mettent aussi en évidence l'importance des cellules gliales (glie radiaire) dans l'orientation spatiale de ces mécanismes (Gilbert et Singer, 1996, p. 597-618).

La question de l'établissement des connexions fonctionnelles entre neurones a été envisagée selon deux mécanismes principaux : l'un de croissance dirigée vers la cible (guidage), l'autre de reconnaissance de la cible. Ce sont essentiellement les travaux de Roger Sperry, dès 1940, qui mettent l'accent sur l'importance des facteurs intrinsèques dans le déterminisme de l'établissement des connexions neuronales. Ses expériences de section du nerf optique avec rotation de l'œil chez les amphibiens, pour lesquels une axogenèse post-lésionnelle est possible, contrairement aux mammifères, démontrent que les cellules ganglionnaires de la rétine rétablissent le même type de connexions avec leurs neurones de projection (au niveau du tectum) que celles qui existaient avant la lésion. Sperry a proposé une hypothèse d'affinité chimique pour expliquer la stabilité de connexion des neurones rétiniens[24].

L'avènement de la biologie moléculaire et la révolution biotechnologique, au début des années 1970, ouvrent un vaste répertoire d'outils (nouvelles techniques de marquage, d'activation et d'inhibition moléculaire…) pour les recherches sur la mise en place du système nerveux. La mobilisation de ces techniques participe à la construction de nouveaux

[24] Plus récemment, des études indiquent que l'orientation de l'axogenèse des cellules ganglionnaires de la rétine est grossièrement ciblée vers la région tectale mais que la synaptogenèse fine est plutôt dépendante de facteurs extrinsèques tels que l'expérience (Rosenzweig *et al.*, 1998, p. 117).

Notons qu'au début des années soixante, la découverte par Rita Levi Montalcini du Nerve Growth Factor - NGF- (premier facteur neurotrophique identifié, ce qui lui a valu le Prix Nobel de médecine en 1986) a sans aucun doute contribué à mettre l'accent sur l'importance des interactions cellulaires dans le déterminisme de la croissance neuronale. Il a par la suite été montré que le NGF, produit par de nombreux organes cibles participe au maintient et au développement des connexions des neurones sympathiques. Cette découverte a ouvert la voie à de nombreuses recherches fructueuses relatives à l'existence de neurotrophines impliquées dans la survie de types cellulaires particuliers.

modèles déterministes du développement cérébral. Cette école de pensée, qui utilise l'évolution importante du concept de gène (nature chimique du gène, relation gène-protéine, modalités de l'expression génétique et de sa régulation), s'autonomise d'ailleurs en génétique du développement. Avec ce rapprochement entre embryologie et génétique, la biologie du développement se trouve largement orientée vers la recherche de déterminants génétiques moléculaires.

C'est ainsi, pour en revenir à la neurulation, que les interactions entre neurones et cellules gliales ont été particulièrement étudiées dans la neurogenèse du cortex cérébelleux. Des protéines d'adhésion ont été isolées grâce à l'emploi d'anticorps spécifiques qui entravent leur action. Il est envisagé que des mutations affectant l'organisation du cervelet chez la souris, telles que la mutation weaver (chancelant) qui se traduit par une démarche déséquilibrée, soit responsable des défauts d'expression de ces protéines d'adhésion (Gilbert et Singer, 1996, 1996, p. 257-261).

L'étude de la neurogenèse chez certains modèles animaux extrêmement simples tels que le vers nématode *Caenorhabditis elegans*, qui ne possède que 302 cellules nerveuses, a permis de démontrer le caractère stéréotypé du destin cellulaire d'une lignée mitotique à partir du développement du zygote. Il est ainsi possible, sur ce modèle, de prédire exactement, en partant de ses « ancêtres » mitotiques, quelle cellule deviendra, dans l'organisme adulte, un neurone sensoriel ou moteur. Plusieurs gènes qui contrôlent le développement du système nerveux ont ainsi été identifiés (Wolinsky et Way, 1990). Ces résultats ne sont cependant pas généralisables à l'ontogenèse du système nerveux des Vertébrés où l'importance du nombre de neurones confère au réseau neuronal une grande complexité[25].

Enfin, à partir de 1984, les embryologistes mettent en évidence un déterminisme génétique de développement largement partagé par les animaux pluricellulaires. Les homéogènes, ou gènes de développement, dont l'expression est précoce au cours de l'ontogenèse[26], définissent les grandes caractéristiques de mise en place du plan d'organisation de l'animal. Ces gènes présentent, de la mouche à l'homme, une forte homologie de séquence. Parallèlement des molécules d'adhésion (N-cadhérine et N-Cam par exemple) sont caractérisées à partir des dysfonctionnements ontogénétiques (défauts de fermeture du tube neural notamment) induits par la mutation des gènes qui en gouvernent la synthèse (Gilbert et Singer, 1996, p. 255).

L'ensemble de ces données participe à construire un modèle robuste de déterminisme génétique des phases précoces de la mise en place du système nerveux. Notons cependant que l'apparente complexité des modes d'expression des gènes du développement (activation en cascade, importance du niveau de transcription permettant de créer des gradients de concentration de facteurs de transcription…) fait apparaître des mécanismes d'interaction forte avec l'environnement cellulaire. Les gènes du développement (homéogènes) interviennent ainsi dans l'ontogenèse du système nerveux mais selon un principe de

[25] On peut évoquer à ce sujet la contribution de Nicole Le Douarin, qui, sur son modèle expérimental de chimères caille-poulet, établit au début des années quatre-vingt, une carte complète du développement du système nerveux pour ces espèces.

[26] Ces gènes (Hox, pax…) sont remarquablement conservés au cours de la phylogenèse. Ce en quoi, leur découverte et leur étude complémentent la théorie contemporaine de l'Evolution. Ils codent très généralement pour des protéines (facteurs de transcription) qui régulent en cascade l'activité d'autres gènes. Par exemple la mutation du gène pax 3 chez la souris entraîne une absence de fermeture du tube neural au cours de la neurulation. Les conséquences de ces déficits de migration se traduisent par des anencéphalies ou des spina bifida (Goulding *et al.*, 1991).

construction régulatrice qui s'oppose à une version trop réductionniste du développement cérébral.

I-2-3 Facteurs épigénétiques, ontogenèse et fonctionnement cérébral : la plasticité nerveuse

Dans la deuxième partie du XX^{e} siècle, plusieurs approches (électrophysiologie, neurochimie, neuroanatomie, neuroimagerie plus récemment) ont accumulé les arguments expérimentaux en faveur d'une capacité de remaniements morpho-anatomiques et fonctionnels du système nerveux, comme réaction aux facteurs de l'environnement. Cette propriété du système nerveux, que l'on nomme plasticité nerveuse ou neuroplasticité, s'exprime aux différentes échelles d'organisation cérébrale : moléculaire, cellulaire (neurones et synapses) et de l'organe cerveau (le cortex cérébral notamment). La plasticité cérébrale désigne la capacité de remaniements du seul cerveau.
On distingue aujourd'hui deux types de neuroplasticité. La première, dite plasticité développementale, est observable au cours de l'ontogenèse. Fondamentale chez l'embryon au moment de la mise en place du système nerveux (neurogenèse primaire, caractérisée par les mécanismes de divisions, migrations différenciations cellulaires et mort neuronale), la neuroplasticité développementale se poursuit après la naissance pour participer aux acquisitions fonctionnelles fondamentales (le langage par exemple) lors de période dite « critique ». Au niveau du cerveau mâture cette plasticité, qui se prolonge tout au long de la vie, correspond surtout à des remaniements morpho-fonctionnels des connexions interneuronales (synapses) et est proposée comme support de la mémoire et de l'apprentissage. La deuxième forme de plasticité, dite plasticité réactionnelle, rend compte des propriétés de réorganisation du système nerveux chez l'organisme adulte, en particulier au niveau cortical, à la suite d'une lésion. On peut dire que la découverte des propriétés de réparation du système nerveux central des mammifères (repousse d'axones, mise en place de nouveaux neurones ou neurogenèse secondaire) a contribué à la chute d'un dogme qui a longtemps plané sur l'étude scientifique du système nerveux. Nous y reviendrons par la suite, les sciences du cerveau ont en effet été dominées par l'idée que le cerveau adulte était une structure figée, d'un point de vue anatomique et fonctionnel. La seule évolution possible du système nerveux était la perte de neurones (Gandolfo et Grammont, 2005).
Les propriétés de plasticité post-lésionnelles ou réparatrices du système nerveux constituent une thématique majeure de recherches, étant données les perspectives thérapeutiques qu'elles laissent entrevoir. On pense en particulier aux thérapies cellulaires cérébrales dont les enjeux de société constitueront le sujet des rencontres entre chercheurs et adolescents sur lesquelles on s'attardera.

L'affirmation de la plasticité nerveuse comme concept structurant des neurosciences modernes doit beaucoup aux travaux du psychologue canadien et élève de Lashley (voir infra), Donald O. Hebb (1904-1985). Tenant d'une approche électrophysiologique, il développe dans son ouvrage *L'organisation du comportement* (1949) l'hypothèse selon laquelle un comportement cognitif complexe est sous tendu par des réseaux de neurones en activité. Cette hypothèse, connu sous le nom de « synapse de Hebb », propose une

stabilisation des connexions synaptiques entre neurones dont l'activité est synchronisée et un renforcement de l'efficacité synaptique pour des « assemblages cellulaires » mobilisés à la suite de stimulations cellulaires. Hebb résume son hypothèse de la manière suivante :

> Quand l'axone d'une cellule A se trouve suffisamment près d'une cellule B pour pouvoir la stimuler et participer à son excitation de façon répétitive et fréquente, il se produit certains processus de croissance ou des changements métaboliques dans l'une des cellules ou dans les deux de sorte que l'efficacité de A sur les décharges de B est accrue.

Il développe par la suite une propriété qui découle de cette interaction cellulaire :

> Chacune des deux cellules ou chacun des deux systèmes qui sont actifs en même temps, de façon répétée auront tendance à s'associer de sorte que l'activité de l'un facilite l'activité de l'autre (Hebb, 1949, p. 62 et p. 70).

Ce schéma théorique revêt une forte valeur heuristique, notamment dans la mesure où il propose d'expliquer les fonctions d'apprentissage par les propriétés de fonctionnement d'une « assemblée » de neurones (plusieurs centaines de milliers). Après stabilisation, par l'expérience, des connexions des neurones constituant l'assemblée, une stimulation ultérieure d'un neurone de l'assemblée mobilise l'ensemble du réseau. Ce mécanisme contribue à la remémoration de l'évènement. Notons que l'approche électrophysiologique avait déjà permis, avant la théorisation de Hebb, de rendre compte de la capacité du système nerveux à présenter des remaniements fonctionnels. Il en est fait mention dans le chapitre intitulé *Prolonged functional changes (plasticity) in the nervous system* de l'ouvrage *The neurophysiological basis of mind, the principles of neurophysiology*, publié par John C. Eccles en 1953. Ce dernier présente une synthèse de travaux sur les changements fonctionnels du système nerveux. Eccles y développe les concepts de plasticité fonctionnelle synaptique, en présentant les modifications d'efficacité synaptique entre afférences sensorielles de type Ia et motoneurone spinal, suite à une stimulation tétanique (« post tetanic potentiation ») ou à une désafférentation dans le cadre de l'étude électrophysiologique du réflexe myotatique. Il propose également que la plasticité synaptique constitue le support matériel impliqué dans l'apprentissage et les réflexes conditionnés (Eccles, 1988, [1953], p. 193-227)[27].

L'approche neuroanatomique a également contribué à établir les propriétés de plasticité nerveuse. Elle repose historiquement essentiellement sur des protocoles de privation, et de stimulation, sensorielle ou motrice. La première étude moderne relative à la neuroplasticité anatomique chez le rat adulte peut être attribuée à Geoffrey Raisman (1969) dans un article intitulé « *Neuronal plasticity in the septal nuclei of the adult rat* ». L'auteur y présente l'aptitude des axones du système nerveux central à établir de nouvelles connexions synaptiques en occupant des sites laissés libres suite à une dénervation (Jones, 2000)[28]. Un exemple souvent cité concerne la privation visuelle opérée chez le chaton. Celle-ci se traduit par des modifications structurales des neurones du thalamus et du cortex visuel (diminution de la densité synaptique et du nombre d'épines dendritiques par neurones). Cet exemple met en

[27] En revanche Eccles, croyant et dualiste convaincu, n'envisage pas un matérialisme réductionniste des états mentaux et de conscience. On pourra se faire une idée de son point de vue dans Eccles, 1992.

[28] Parallèlement, les travaux de Liu et Chambers relatifs aux afférences de la racine dorsale de la moelle épinière (1958) puis de Schneider et de Goodman et Horel (1966) relatifs à l'invasion, par les axones des cellules ganglionnaires de la rétine controlatérale, du colliculus supérieur dénervé, rendent compte des phénomènes de croissance axonale.

évidence le caractère irréversible de la privation sur la maturation du cortex visuel. Si la privation est maintenue au-delà d'une période dite critique (quatre mois après la naissance chez le chat), elle conduit à la cécité chez l'animal adulte (Cragg, 1975).

Dans cette perspective il est également essentiel de citer les travaux de David H. et Torsten N. Wiesel (Prix Nobel 1981), engagés dès le début des années soixante, sur les propriétés de plasticité qui caractérisent le développement fonctionnel du cortex visuel chez le singe. Ils étudient les effets de la privation monoculaire, effectués dès la naissance (par suturation d'une paupière chez le nouveau-né) ou plus tardivement sur les propriétés structurales et fonctionnelles des afférences visuelles au niveau central. Ils utilisent un traçage des voies visuelles qui permet d'en cartographier les projections et l'organisation au niveau du cortex visuel primaire (colonne de dominance oculaire). Dans le cas de la vision binoculaire les afférences visuelles se partagent les territoires corticaux de projection. On l'observe également si la privation intervient plus tardivement, auquel cas l'œil suturé pourra garder sa fonctionnalité à l'âge adulte. Dans le cas de la privation sensorielle précoce, seules les afférences visuelles de l'œil fonctionnel se projettent sur l'ensemble des neurones qui constituent l'aire primaire du cortex visuel, n'en laissant pas de disponible pour l'œil suturé. La vision monoculaire devient irréversible. Ces travaux établissent en quoi la compétition entre les afférences sensorielles vis-à-vis des cibles sur lesquelles elles se projettent est déterminée par la nature de l'expérience visuelle (Hubel et Wiesel, 1979). Selon ce modèle, parmi les synapses mises en place entre le relais thalamique (corps genouillé latéral) et le cortex visuel, seules celles qui sont actives et utilisées deviendraient des connexions effectives, contrairement aux synapses inactives. Ces données offrent ainsi un support neurophysiologique à l'hypothèse de la synapse de Hebb. L'autre apport majeur de Hubel et Wiesel est d'avoir confirmé que la plasticité nerveuse développementale n'est observable qu'au cours d'une période déterminée de l'ontogenèse ou période critique[29].

Les propriétés de plasticité développementale ont ensuite été confirmées et généralisées à d'autres modalités sensorielles[30]. L'ensemble de ces travaux relativise fortement le déterminisme du développement cérébral par des facteurs intrinsèques, en mettant en avant l'importance de la sensibilité aux facteurs de l'environnement. Ce qui peut être retenu, d'un point de vue épistémologique, c'est que dans le paradigme qui structure ce courant de recherche, le fonctionnement de l'organisme est envisagé en référence non seulement à son milieu, mais aussi à son histoire individuelle, à son expérience.

[29] Concernant par exemple la synaptogenèse chez le chaton, où elle est initiée entre la quatrième et la sixième semaine de vie, la privation monoculaire entraîne des effets irréversibles si et seulement si elle est réalisée entre six semaines et trois mois de développement post natal (Hubel, 1994).

[30] Thomas Woosley et ses collaborateurs (1976) ont mené des études sur les entrées sensorielles tactiles associées aux vibrisses chez la souris. Ils ont montré que la suppression de vibrisses chez le raton induit une réorganisation dans la somatotopie des barillets corticaux (zones du cortex somatosensoriel en forme de barrique) sur lesquels se projettent les neurones sensoriels issus des vibrisses. Les barillets correspondants aux vibrisses lésées ne se développent pas et les zones corticales correspondantes sont investies par les prolongements des neurones des voies afférentes, qui se projettent aussi sur les barillets adjacents. (Woosley et Wann, 1976). Plus récemment, Knudsen et Esterly (1984) ont mis en évidence une plasticité cérébrale relative au traitement auditif en réalisant des expériences de privation auditive unilatérale chez le hibou au cours du développement précoce. Cette plasticité existe également chez les mammifères adultes au niveau du cortex auditif. Ces données ont autorisé, chez l'homme, dans le traitement de la surdité, l'emploi de prothèses (implants cochléaires) de stimulation électrique du nerf auditif (Loeb, 1985). Merzenich et Jenkins (1993), par cartographie des champs récepteurs toujours, ont aussi montré cette plasticité au niveau du cortex somatosensoriel du singe. Après désafférentation ou suppression chirurgicale ou sollicitation préférentielle d'un doigt, ils ont rapporté une réorganisation des cartes corticales chez l'adulte (Purves *et al.*, 1999).

Par la suite, de nombreuses données empiriques sont venues préciser les mécanismes cérébraux de la mémoire et de l'apprentissage à l'échelle cellulaire et moléculaire. Des études neuroanatomiques et neurochimiques menées à l'aide d'expériences différentielles sur des lots de rats élevés soit en condition standard, soit en milieu enrichi, soit encore en condition appauvrie ou d'isolement, ont notamment été mobilisées. Rosenzweig, Krech, Benett et Diamond ont par exemple démontré que des rats, élevés en milieu enrichi, présentaient une activité acétylcholine estérase (enzyme de dégradation du neurotransmetteur acétylcholine) plus élevée, ainsi qu'un poids cortical plus grand, que celui des animaux de même portée élevés dans des conditions standards ou appauvries. Les travaux du psychologue William Greenough (1972) et de ses collaborateurs ont quantifié, en utilisant le même type de protocole, la densité de l'arborisation dendritique, confirmant qu'elle est plus importante chez les animaux élevés en environnement enrichi. Ces résultats, généralisés à d'autres espèces de mammifères et d'oiseaux, ont fourni un appui considérable à l'hypothèse, longtemps réfutée par des neurobiologistes tels que John C. Eccles, selon laquelle l'apprentissage et la mémoire à long terme impliquent la formation de nouveaux contacts dendritiques, et que ces fonctions ne sont pas seulement liées à des modifications d'activité synaptique (Rosenzweig *et al.*, 1998).

On doit aux travaux du groupe d'Eric R. Kandel sur le modèle de la limace de mer ou Aplysie, dont le nombre de neurones est limité à une vingtaine de milliers, les développements certainement les plus importants concernant les mécanismes moléculaires de plasticité qui sous tendent la mémoire et l'apprentissage. Ces travaux ont montré que le comportement d'habituation du réflexe de retrait des branchies, observée à court terme après répétition du stimulus de stimulation du siphon, reposait sur une inactivation des canaux membranaires à calcium du motoneurone impliqué dans cette réponse. En revanche l'habituation à long terme (si l'on prolonge l'application du stimulus) implique elle une réduction du nombre et de la taille des synapses. Les mécanismes cellulaires et moléculaires de facilitation à court et à long terme (par application d'un autre stimulus rendant plus efficace la réponse réflexe) ont été décrits (Squire et Kandel, 2002). La plasticité nerveuse peut donc correspondre à deux temporalités qui reposent sur des mécanismes distincts. Par la suite, les mécanismes (intervention de seconds messagers, phosphorylation, modulation de l'expression génétique mais aussi modification de la libération de neurotransmetteurs ou du nombre et de la sensibilité des récepteurs postsynaptiques, évolution des synapses elles-mêmes…) des phénomènes dits de potentialisation ou de dépression à long terme, impliqués dans l'efficacité de la transmission synaptique, ont été clarifiés et proposés comme support aux fonctions de mémoire et d'apprentissage.

La dernière composante de la plasticité nerveuse repose sur la possibilité de formation de nouveaux neurones à l'âge adulte (neurogenèse secondaire). Cette idée a rencontré de multiples résistances, comme autant d'expression du dogme de la neurobiologie, selon lequel les neurones, parce que différenciés, perdent leurs capacités de division. On doit essentiellement à Fernando Nottebohm (1981, 1991) qui a étudié les régions cérébrales impliquées dans le chant des oiseaux chez les mâles de certaines espèces, d'avoir démontré que ces zones sont l'objet de variations saisonnières de volume. Il a également démontré que ces variations de volume sont liées à des variations de la longueur des dendrites, du nombre de leurs ramifications ainsi qu'à des phénomènes de neurogenèse sous contrôle du taux de

testostérone et du comportement de chant. La possibilité d'une neurogenèse secondaire a ensuite été établie chez d'autres espèces (tectum des poissons, cors pédonculés du grillon…) notamment les mammifères (présence de néoneurones au niveau de l'hippocampe et du bulbe olfactif). Sa signification fonctionnelle a en général été rapportée aux capacités de mémoire et d'apprentissage (Rosenzweig *et al.*, 1998).
En 1997, Gerd Kempermann et Fred Gage ont montré que des souris adultes élevées dans des conditions stimulantes (cages enrichies) présentent plus de cellules granulaires dans le gyrus denté (une région de l'hippocampe) que des souris témoins. Leurs capacités d'apprentissage étaient par ailleurs accrues. Ainsi, la division des cellules souches neurales et la production de nouveaux neurones in vivo surviennent dans un contexte physiologique de stimulations fonctionnelles pour lesquelles les conditions d'apprentissage sont améliorées (Kempermann et Gage, 1997). Chez l'homme adulte, ce n'est qu'en 1992, que les études de Fred Gage mirent en évidence la mise en place de nouveaux neurones dans la région hippocampique (Gage, 2000 ; Gage, 2002)[31].

Ces travaux ont participé à caractériser les cellules souches neurales multipotentes (c'est-à-dire capables de générer les trois types cellulaires présents dans le cerveau) dont on étudie aujourd'hui les mécanismes cellulaires et moléculaires de division, de détermination et de différenciation.

Enfin, l'émergence des techniques de neuroimagerie (notamment de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle) a récemment contribué à faire de la neuroplasticité une propriété caractéristique du système nerveux. On peut citer la mise en évidence d'une déformation spécifique de l'hippocampe, région impliquée dans la mémoire, chez les chauffeurs de taxi londoniens (Maguire *et al.*, 2000). C'est essentiellement le caractère non invasif et donc la possibilité de réaliser des suivis fonctionnels longitudinaux qui font de la neuroimagerie une technique de choix pour étudier le fonctionnement cérébral dans son évolution. Plusieurs équipes françaises se sont ainsi illustrées dans la mise en évidence de réarrangements morphofonctionnels chez l'homme, traduction d'une plasticité corticale importante. L'étude menée par Lucie Hertz-Panier et ses collaborateurs sur la récupération du langage chez une fillette de neuf ans ayant subi une hémisphérotomie (déconnexion anatomique de l'hémisphère gauche), visant à réduire un foyer épileptique pharmacorésistant, est à cet égard exemplaire. Outre le fait que la période de récupération du langage ait été allongée, cette étude d'imagerie fonctionnelle a permis de montrer qu'après l'opération, l'hémisphère droit est capable de prendre en charge le développement des fonctions langagières dont les aires de production et de réception étaient localisées dans l'hémisphère gauche avant l'opération. Ce qui implique des propriétés de réorganisation morphofonctionnelles massives, connues sous le nom de suppléance et largement étudiées aujourd'hui (Hertz-Pannie *et al.*, 2002). Bien que moins importante, la plasticité a aussi été étudiée chez l'adulte. Ainsi le suivi longitudinal d'un patient greffé des deux mains a permis,

[31] Gage profita d'une étude thérapeutique sur des patients atteints de cancer et traités par des injections du bromodésoxyuridine (BrdU, un analogue d'une des quatre bases de l'ADN) qui permet de marquer spécifiquement la réplication de l'ADN et donc la division cellulaire. Des techniques immuno-histochimiques (utilisation d'anticorps monoclonaux spécifiques du BrdU, couplés à des marqueurs fluorescents) permirent à Gage de mettre en évidence des cellules en division au niveau de l'hippocampe prélevé post mortem chez cinq patients traités.

par comparaison des territoires corticaux impliqués dans la motricité avant et après la greffe, de montrer la réorganisation fonctionnelle des aires motrices (Giraux *et al.*, 2001).

A partir des années soixante, le terme de plasticité devient largement employé dans le domaine des neurosciences bien que nous ayons souligné qu'il est susceptible de recouvrir plusieurs acceptions (plasticité neuronale, synaptique, corticale, développementale ou réactionnelle…). La neuroplasticité existe à tout âge, de l'embryon à l'adulte mais pas avec la même importance. Elle correspond à des modifications « durables » d'efficacité d'un réseau de neurones sous l'influence de variations d'activation in vivo. En ce sens, la plasticité est une réponse adaptative du système nerveux à l'environnement, c'est un phénomène épigénétique. L'ensemble des travaux cités a donc largement contribué, grâce à des approches diverses et convergentes, à préciser le modèle de calendrier cérébral avec lequel sont aujourd'hui abordées les interactions entre facteurs génétiques et facteurs épigénétiques dans la détermination du phénotype cérébral.

En introduction de ce chapitre, nous ébauchions en quoi ce modèle était susceptible, pour plusieurs auteurs, de rendre inconsistant le débat dichotomique d'opposition entre l'inné et l'acquis comme déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. A supposer que cela soit effectivement le cas, il reste nécessaire de porter un regard historique sur la façon dont ce débat s'est constitué, de manière à en saisir l'évolution éventuelle. Cette démarche implique de revenir à l'origine du débat scientifique et sociétal qui a d'une part accordé au cerveau une place centrale comme support des fonctions mentales et d'autre part distingué les facteurs hérités et les facteurs de l'environnement comme déterminants dans le développement et le fonctionnement cérébral. Car il s'agit bien d'un débat scientifique et de société comme nous allons essayer de l'illustrer.

C'est en effet à un développement historique et épistémologique qu'invitent ces lignes. La mise en perspective des caractéristiques épistémologiques des débats scientifiques autour des déterminismes génétiques et épigénétiques (de la neuroplasticité notamment) avec leur résonance sociale sera pour nous l'occasion de discuter des relations entre connaissances et opinions ou systèmes de valeur lorsqu'il est question du fonctionnement du cerveau. Tant il est vrai qu'un essai préalable de clarification de ces relations, par leur saisie historique, semble indispensable pour qui envisage d'approcher la médiation des sciences du cerveau.

CHAPITRE I-3
PARTIS PRIS METHODOLOGIQUES ET SPECIFICITES D'UNE HISTOIRE DES SCIENCES DU CERVEAU

Après avoir clarifié les concepts scientifiques qui fondent actuellement le champ des recherches en neurosciences, on peut prétendre en interroger la construction historique. Mais cette démarche suppose de clarifier quels seront nos partis pris méthodologiques. Ce à quoi est consacré le présent chapitre.

I-3-1 Le choix d'un relativisme modéré

Cette étude envisage la construction sociale des faits scientifiques relatifs à la connaissance du cerveau, à savoir la mise en perspective des découvertes scientifiques avec leur circulation dans la sphère sociale. Nous choisissons ici de mettre l'accent sur la représentation des sciences du cerveau en tant que processus historique et social. On réservera le terme neurosciences aux approches récemment unifiées.
Sans adhérer au programme relativiste dit « fort » de la sociologie des sciences, nous envisagerons cette recherche en considérant que toute connaissance doit être rapportée à ses conditions de production. Largement influencé par les travaux de Georges Canguilhem, de Gaston Bachelard et de Thomas Kuhn, nous adopterons donc une approche intermédiaire entre internalisme et externalisme. C'est-à-dire que nous considérons à la fois les facteurs internes et externes comme déterminants de l'évolution des connaissances scientifiques. Faire le choix d'un relativisme modéré, c'est donc remettre en cause la détermination totale du contenu de la science par le contexte social, même si nous lui reconnaissons une réalité propre.

Le sujet qui nous intéresse, l'histoire de l'étude scientifique du déterminisme des fonctions cérébrales, est en effet, nous aurons l'occasion d'y revenir, largement perfusé par certaines contraintes sociales, et nourrit les représentations sociales en retour. François Jacob en avait précisé la réalité lorsqu'il remarquait que :

> Plus un domaine scientifique touche aux affaires humaines plus les théories en jeu risquent de se trouver en conflit avec les traditions et les croyances. Plus aussi les données qu'apporte la science vont être manipulées et utilisées à des fins idéologiques et politiques (Jacob, 1981, p. 108).

Il soulignait, en ce qui concerne plus spécifiquement les sciences du cerveau humain, que cet objet de recherche « *a un tel besoin d'unité et de cohérence que toute théorie de quelque importance risque d'être utilisée de manière abusive et de déraper vers le mythe* » (Jacob, 1981, p. 44).

Le développement et l'évolution des concepts scientifiques dans le domaine des sciences du cerveau sont donc replacés, tant que faire se peut, dans les contextes intellectuels et culturels qui ont prévalu à leur émergence. Dans cette perspective, il pourrait paraître plus satisfaisant de définir des « grandes périodes » dans l'évolution de l'histoire des idées. Nous sommes cependant conscients des limites de ce type d'approche. D'autant plus qu'il est établi que des modes de pensées, des démarches intellectuelles, des approches radicalement différentes peuvent coexister à une même époque, les chercheurs travaillant aussi de manière cloisonnée (Mayer, 1989). Par exemple, dans la seconde moitié du XIX^{e} siècle, les approches essentialistes issues de la tradition des physiciens positivistes et le darwinisme, d'inspiration populationnelle et propre aux naturalistes, ont pu largement s'ignorer. Nous identifions donc bien le danger d'une histoire linéaire et orientée par les connaissances actuelles, c'est à dire l'étude du passé avec comme base de référence le présent scientifique[32], d'où des risques d'anachronisme ou de continuités et de connexions qui n'ont pas existé. C'est pourquoi nous rappelons que les linéarités disciplinaires que nous pourrons rapporter ne prennent sens que dans la perspective d'une présentation didactique.

Notre approche regroupe donc les deux façons d'envisager l'histoire des sciences telles que définies par Jacob (1970) à savoir la succession et la généalogie des idées qui utilise essentiellement le modèle darwinien de la sélection évolutive des théories scientifiques. On peut regretter la vision réductionniste qu'implique la mobilisation d'un tel modèle bio-épistémologique. Mais cette démarche est, à notre sens, plus réaliste et moins encline à une vision linéaire et surtout à posteriori de l'histoire des sciences.

Elle prend par ailleurs en compte l'ambivalence fondamentale des sciences, entre dogmatisme ou productions de certitudes (y compris si elles sont reconnues comme transitoires) et critique puisque c'est du doute constitutif dont dépend la solidité des résultats (Bensaude-Vincent, 2003). Alors que la dimension critique des sciences a été mise en avant par Bachelard, notamment dans leurs relations à l'opinion, comme cela sera développé par la suite, c'est à la caractérisation de la dimension dogmatique des sciences que se sont attachés des épistémologues comme Kuhn. Cette dernière perspective, relativiste, envisage l'importance des facteurs psychologiques et sociaux dans la construction des faits scientifiques. Rappelons que, dans ce cadre, l'histoire des théories scientifiques est envisagée comme une alternance entre des périodes de science dite normale, c'est-à-dire s'effectuant dans le cadre d'un paradigme ou d'une matrice disciplinaire dominante (ensemble de contenus théoriques et de méthodes faisant l'objet d'un consensus admis par les membres de la communauté scientifique), et de révolutions scientifiques correspondant à des changements de paradigme (Kuhn, 1983).

Au-delà de ce cadre général de réflexion, il faut reconnaître à l'étude de l'histoire des sciences biologiques en général et des sciences du cerveau en particulier un certain nombre de spécificités.

[32] On retrouve ici la distinction faite par Bachelard entre histoire des sciences périmées et histoire des sciences sanctionnées.

I-3-2 Spécificités des recherches relatives à l'histoire des sciences du cerveau

Nombre de théoriciens en épistémologie ont pris comme exemple type celui des sciences physiques. Il nous semble essentiel de préciser les spécificités d'une épistémologie régionale propre aux sciences de la vie. Pour ce qui nous intéresse, nous insisterons sur le problème, en biologie, de l'individualité et de la spécificité de l'objet d'étude. En effet, la méthode expérimentale étant basée sur la reproductibilité des résultats et par voie de conséquence sur la substituabilité des expérimentateurs, il apparaît nécessaire de souligner que contrairement aux sciences physiques pour lesquelles les objets sont jugés interchangeables vis-à-vis d'une expérience donnée, les organismes ne peuvent être considérés comme identiques et interchangeables. Canguilhem ne fait pas autre chose que relever cette difficulté propre à l'épistémologie de la biologie lorsqu'il écrit :

> Comment s'assurer à l'avance de l'identité, sous tous les rapports, de deux organismes individuels qui, bien que de la même espèce, doivent aux conditions de leur naissance […] une combinaison unique de caractères héréditaires ? (Canguilhem, 1989, p. 28).

Cette propriété est déterminante lorsqu'il s'agit de questionner la production de normes scientifiques, qui peuvent interagir avec des normes sociales. A cette difficulté s'ajoute celle de la généralisation à l'homme des résultats obtenus chez l'animal, qui en soi, constitue un vaste problème que nous n'approfondirons pas.

Plus spécifiquement, les sciences du cerveau constituent un champ de recherche caractérisé par une importante pluridisciplinarité. Comme le rappelle Helge Kragh, si la neurologie et les scientifiques praticiens constituent historiquement le « noyau dur » des sciences du cerveau, elles se nourrissent d'apports issus de la physique, de la chimie, de la psychologie, de la philosophie, des sciences cognitives et computationnelles. Plus que dans tout autre domaine des sciences expérimentales, les « humanités » jouent donc un rôle important dans l'avancement des idées. Or le fait que les neurosciences posent des questions qui rejoignent certaines interrogations philosophiques telles que le libre arbitre ou la nature de l'âme rend difficile leur approche historique. Le haut degré de pluridisciplinarité du champ nécessite donc une approche susceptible de transcender les frontières disciplinaires classiques (Kragh, 2002).

C'est sans doute parce qu'elles prétendent participer à comprendre l'essence même de l'homme que les sciences du cerveau présentent la faculté de réunir ou de confronter des traditions de recherche issues à la fois des sciences expérimentales et des sciences humaines. C'est pourquoi une histoire des recherches scientifiques sur le cerveau se doit de tenter de les resituer dans les contextes culturels et sociaux de leur production. Car nous le verrons, il apparaît clairement qu'au cours de l'histoire des sciences, ayant pris le cerveau pour objet, les connaissances scientifiques, les opinions ou les idéologies ont été dans des rapports de détermination réciproque. Aussi nous essaierons, dans la mesure du possible, d'avoir une approche objective de l'évolution de ces concepts sans nécessairement les opposer et surtout sans parti pris idéologique pour telle ou telle forme de recherche des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Canguilhem mentionne dans ce sens que :

> L'historien des sciences doit travailler et présenter son travail sur deux registres. Faute d'être ainsi travaillée et présentée, faute de ne pas reconnaître la spécificité de l'idéologie scientifique et de ne pas lui faire une place – une place sur des niveaux différents, des différents plans de scientificité – l'histoire des sciences risque de n'être, elle-même, rien de plus qu'une idéologie scientifique, au sens, cette fois, de fausse conscience de son objet (Canguilhem, 1977, p. 45).

L'effort de Jacob est louable[33] dans sa volonté de décrire et de renvoyer dos-à-dos les idéologies scientifiques d'inspiration innéiste et environnementaliste. Car nombre de chercheurs, qui se sont élevés contre les conséquences de la mobilisation sociale de certaines conceptions déterministes génétiques, ont parfois omis de mentionner, au cours de l'histoire et de l'évolution de ces concepts, la continuité des modèles épigénétiques ainsi que leur réductionnisme parfois radical, comme nous le soulignerons en ce qui concerne le behaviorisme par exemple.

Mais avant de discuter des relations entre opinions et connaissances sur le cerveau, il s'agit de situer historiquement l'émergence du réductionnisme matérialiste des états mentaux aux états cérébraux et à leurs déterminismes.

[33] Certains biologistes, qui se sont essayés à l'histoire des sciences n'ont, semble-t-il, pas toujours su faire l'effort de réflexivité nécessaire à une analyse objective. Ainsi, par exemple au sujet de la controverse qui s'est poursuivie jusqu'au début du XX^{e} siècle entre les partisans du vitalisme et ceux du mécanisme, nous ne pouvons suivre Mayer dans l'importance qu'il accorde au déterminisme génétique lorsqu'il affirme : « *Il est sans doute légitime de dire que cette controverse ne put s'éteindre avant que l'on ait reconnu que tous les phénomènes du développement et de la vie sont contrôlés par des programmes génétiques* » (Mayer, 1982, p. 111).

Le fait que l'histoire des neurosciences, étant donnée la constitution récente du champ, soit aujourd'hui surtout écrite par les scientifiques eux-mêmes soulève ainsi le problème de la distance réflexive à l'objet d'étude. L'historien des sciences Paul Forman en soulignait la nécessité dans le titre d'un article intitulé : « Independance, not transcendance for the historian of science », (1991, *Isis*, vol. 82, n° 1, p. 71-86).

CHAPITRE I-4

UNE HISTOIRE DES PREMISSES DE LA REDUCTION MATERIALISTE DE L'AME ET DE LA RECHERCHE DE DETERMINISMES DU DEVELOPPEMENT ET DU FONCTIONNEMENT CEREBRAL

D'une manière très générale, l'analyse historique de l'étude du cerveau met en exergue un passage progressif depuis les approches à dominante philosophique des fonctions cérébrales, héritées de la science grecque, à des approches soit matérialistes (anatomo-physiologiques et développementales) soit psycho-ethologiques développées rigoureusement durant le XIX^{e} siècle, pour parvenir au développement des différentes disciplines qui, à la fin du XX^{e} siècle, ont concouru à l'unification des neurosciences.

L'objet de cette recherche étant d'interroger les conditions d'émergence de l'étude scientifique des déterminismes génétiques et épigénétiques de l'activité du cerveau, elle sera focalisée sur les approches matérialistes qui caractérisent les sciences expérimentales. Les approches non matérialistes souffrent sans doute d'une analyse plus superficielle, mais nous essaierons de pointer leurs apports conceptuels dans les modèles du fonctionnement cérébral qui ont été élaborés au cours de l'histoire.

On situe donc à la deuxième moitié du XIX^{e} siècle, à la fois le début des recherches en génétique[34] et les premières études sur le cerveau qui s'autonomisent vis-à-vis de la physiologie générale. Nous avons identifié quatre grands domaines disciplinaires au carrefour de notre problématique. Tout d'abord, l'approche naturaliste des fonctions cérébrales se substitue progressivement aux approches à dominante philosophique, héritées de la science grecque. Puis les approches relatives à l'étude du comportement (psychologie et éthologie), à la biologie du développement et de la génération, et enfin l'approche anatomo-physiologique affirment, en s'autonomisant, leurs contributions respectives[35].

Ces approches scientifiques ont été empreintes des conceptions philosophiques issues de l'Antiquité. Par ailleurs, on doit à la philosophie, et plus particulièrement aux philosophes de la liberté, d'avoir introduit les termes du débat concernant les déterminismes innés et acquis qui interviennent dans la construction individuelle. C'est pourquoi nous présentons, comme préambule à notre analyse historique, les conceptions philosophiques sur le cerveau.

[34] Si l'année 1900 marque à proprement parler la naissance de la génétique il nous semble cependant important de remonter à une époque légèrement antérieure pour resituer le cadre conceptuel dans lequel s'inscrit le débat qui nous intéresse.

[35] Rappelons la dualité entre indépendance et interdépendance disciplinaire et méthodologique et insistons sur le fait que la division en grands courants de pensée n'a de valeur que didactique dans le cadre de ce travail.

I-4-1 De la « cérébralisation » de l'âme

La question de la nature de l'âme et de sa relation au corps a été posée dès l'origine de la philosophie. Cette question semble avoir été surtout envisagée depuis l'Antiquité jusqu'aux Lumières, selon une perspective spiritualiste. Dans cette conception, l'âme est immatérielle, immortelle et le plus souvent unique comme dans la conception cartésienne. On oppose classiquement les thèses de localisation cardiocentriques (héritée des Egyptiens, des Mésopotamiens et des Hébreux puis reprises par Aristote) ou céphalocentriques (à la suite d'Hippocrate et Platon) quant à sa relation au corps.
A la suite de Platon, la conception dominante des philosophes grecs de l'antiquité envisage que le comportement humain est le résultat de processus volontaires et rationnels. L'homme étant libre de choisir sa ligne de conduite dictée par sa raison. Cependant quelques auteurs tels que Démocrite puis Epicure se sont démarqués du rationalisme en proposant, comme prémisses au matérialisme, des causes similaires pour la détermination des phénomènes physiques et des phénomènes mentaux.

Mais on peut penser que la pensée antique et ses différentes traditions, ont posé, chacune à leur manière, la question de la stabilité et de la variabilité, de la liberté et du déterminisme. En effet, la première tradition grecque, que l'on peut qualifier à la suite de Mayer d' « Histoire naturelle », est basée sur les connaissances relatives aux plantes et aux animaux locaux. C'est le cas de *l'Historia animalium* rédigée par Aristote (384-322 av J.C.). Ce dernier reste sans doute l'un des grands pionniers des sciences naturelles à la fois pour l'importance de ses travaux mais aussi pour la précision de sa méthodologie. On lui doit particulièrement d'avoir distingué des grands domaines d'étude, ainsi que des grandes fonctions (anatomie, reproduction..). Il est considéré comme le fondateur des méthodes comparatives dont la valeur heuristique est largement reconnue. Les qualités d'observation de l'auteur de la *Scala naturae* font de lui un remarquable descripteur de la Nature. Sa description de l'apprentissage du chant dans L'*histoire des animaux*, (livre IV *De Generatione*), en témoigne :

> Chez les petits oiseaux, certains chantent différemment de leurs parents, s'ils ont été retirés du nid et ont entendu chanter d'autres oiseaux ; on a observé par ailleurs, un rossignol femelle en train de donner des leçons de chant à un jeune oiseau. De cette scène, il ressort que le chant d'un oiseau n'est pas également congénital avec la voix pure, mais qu'il est capable de modifications ou de progrès (cité par Singer in Mc Farlan, 1990, p. 446).

Aristote enseignait que les phénomènes de la nature sont des processus, et que les substances naturelles agissent selon des propriétés intrinsèques. Particulièrement, à travers le concept d'*eidos*, Aristote, contrairement à la conception platonicienne, propose un principe formatif téléonomique intrinsèque à la matière naturelle qui rend compte de son déterminisme et de sa tendance à la complexité (Mayer, 1989). Par ailleurs, Aristote est un tenant de la thèse cardiocentriste qui ne sera réellement abandonnée qu'à partir du XVII^{e} siècle. Il considérait le cerveau comme un organe « froid » dont la principale fonction était de « tempérer » la « chaleur » du coeur. Ce dernier est présenté comme le siège de l'intelligence, des sensations et des passions.

La seconde tradition grecque, la tradition philosophique, à travers des auteurs tels que Thalès, Anaximandre, Anaximène et leurs disciples, propose une autre approche des phénomènes naturels en cherchant à déterminer des causes naturelles ultimes (l'eau, la terre, le feu…). Cette tradition s'est poursuivie aux VI^{e} et V^{e} siècles avant J.C. dans les colonies grecques du sud de l'Italie et de la Sicile avec l'approche quantitative qui transparaît des travaux de Pythagore, Xénophane, Parménide et surtout Empédocle en ce qui concerne la biologie. La tradition philosophique incarnée par Héraclite met l'accent sur le changement propre aux phénomènes naturels. Vers la même époque, émergent les conceptions de Démocrite, fondateur de l'atomisme, profondément empreintes de la stabilité des composants de la matière et particulièrement de la matière vivante. On trouve notamment une traduction de ces conceptions dans le *De Natura Rerum* de Lucrèce.

Quant à la troisième tradition, la tradition biomédicale, celle d'Hippocrate (450-377 avant J.C.), elle développe les connaissances anatomiques et physiologiques. Hippocrate est connu pour avoir formulé la thèse céphalocentrique reprise quelques décennies plus tard par Platon. Ce dernier pose la question spiritualiste des relations entre l'âme et le cerveau, puisqu'il envisage le cerveau comme une partie de la moelle épinière, qui « *Telle une terre labourée, devait recevoir la semence divine* » (cité par Lacourt, in Prochiantz, 1989, p. 10).
Cette tradition biomédicale culmine avec l'œuvre de Galien. Né à Pergame en 129 après J.C, médecin et chirurgien affecté au traitement des gladiateurs, il réalise, dans ses traités d'anatomie largement diffusés en Europe, l'une des premières descriptions du cerveau (Lloyd, 1990). Grâce à l'observation des conséquences de lésions sur l'activité mentale et la motricité, Galien confirme la thèse hippocratique et développe le modèle « hydraulique » ou « pneumatique » du système nerveux qui va perdurer jusqu'au XVII^{e} siècle. Le cerveau est alors composé de trois ventricules (sièges respectifs de la perception, de la réflexion et de la mémoire) qui envoient des esprits animaux (pneuma) dans des tuyaux, les nerfs, qui irriguent l'ensemble de l'organisme (Jourdan, 1981).

Cette description du cerveau et du système nerveux est faite sur la base de dissections animales et est à l'origine de l'identification du *rete mirabilis* ou réseau admirable. Ce réseau vasculaire est situé à la base de l'encéphale, il est spécifique aux ovins et aux bovins. Comme le rappelle André Giordan, Galien propose qu'à ce niveau se développe « l'esprit animal », réglant les fonctions nerveuses et psychiques et se distribuant dans tout le corps par des nerfs qui sont creux. L'« esprit animal » opère une transformation, au niveau du cerveau, de « l'esprit vital », provenant du cœur (Giordan, 1987).

Le cerveau est sans doute l'organe du corps humain dont l'anatomie a été étudiée le plus tardivement. Son accessibilité difficile au sein de la boîte crânienne et sa fragilité (tissus mous) n'y sont évidemment pas étrangères. Il faudra attendre l'amélioration des techniques de fixation pour que soit réalisée une anatomie plus précise de l'encéphale.

Jusqu'à la renaissance, les conceptions sur le cerveau sont marquées, en Occident, par le développement du christianisme. Ce dernier prône une vision essentialiste dans lesquelles la Création occupe une place centrale. Ainsi le thomisme, philosophie dominante des scolastiques, préférait la déduction logique à l'observation ou à l'expérience. Prôné par Saint Thomas d'Aquin (1225-1274), il s'inspire du rationalisme platonicien :

> La contrainte existe lorsqu'un être est inéluctablement déterminé par une cause extérieure. L'homme est libre parce qu'il est rationnel, parce que ses actions ne sont pas dictées par une cause extérieure indépendante de son consentement, et parce qu'il peut choisir entre les différents moyens de réaliser le bien ou le dessein que sa raison a conçu (cité in Mc Farlan, 1990, p. 235).

C'est avec l'école d'anatomie, initiée à la Renaissance par André Vésale (1514-1564), que l'observation acquiert un statut incontournable dans la méthode des sciences de la nature. Son ouvrage *De humani corporis fabrica* (1543), magnifiquement illustré, aura une influence essentielle sur le devenir de la description anatomique. Comme le rappelle Giordan (1987), Vésale corrige l'erreur de Galien relative à l'existence du *rete mirabilis*, relayée par plus de dix siècles de circulation des connaissances sur la description du cerveau humain. Ainsi Léonard de Vinci, dans son dessin intitulé *Les ventricules cérébraux et les couches du cuir chevelu* réalisé vers 1490, avec une technique originale d'empreinte anatomique par injection de cire chaude au niveau des ventricules cérébraux, décrit chez l'homme un *rete mirabilis*... inexistant (Clayton et Philo, 1992). Il nous est parvenu des témoins matériels de cette formidable école de dissection, qui replace l'observation au centre de la méthodologie des sciences naturelles. Elle va permettre l'émergence de l'anatomie comparée, de l'embryologie et également un renouveau de la physiologie. Ainsi, l'université de Padoue a conservé un « théâtre anatomique », amphithéâtre circulaire en bois, où les étudiants pouvaient suivre les dissections anatomiques réalisées par leurs enseignants. Il s'agit du plus vieux théâtre anatomique connu en Occident (XVI^{e} siècle), au sein de l'une des plus anciennes universités d'Europe, fondée en 1222. L'anatomiste Fabrizio d'Acquapendente (1533-1619) et le physiologiste anglais William Harvey (1578-1657) enseignèrent dans cette université. Les célèbres travaux de ce dernier sur l'organisation de la circulation rendent compte de la valeur donnée à l'observation et également des modèles mécanistes qui se systématisent, à la Renaissance, dans le champ des sciences de la vie.

De ce point de vue, René Descartes (1596-1650) a proposé de théoriser les fondements de la tradition mécaniste en biologie. Il présente une conception dans laquelle les comportements animaux sont des réflexes déterminés par des émotions d'origine physique qui sont transmis aux muscles par l'intermédiaire des organes des sens et du cerveau. Dans *Les passions de l'âme*, publié en 1649, Descartes distingue comme déterminant du comportement humain, en plus des causes déjà invoquées chez l'animal, une intervention de l' « âme rationnelle » qui lui est propre. Il semble que la révolution scientifique du XVII^{e} siècle a cantonné les biologistes dans cette tradition pendant plus de deux siècles. C'est-à-dire jusqu'à l'élaboration de modèles explicatifs rendant compte des propriétés spécifiques du monde vivant, qui ne soient pas en contradiction avec les lois de la physique et de la chimie[36]. Selon Mayer, les biologistes qui se refusaient à analyser les processus biologiques à l'aide de concepts physiques ont souvent eu recours, par réaction, à des explications vitalistes. Il note en effet que « *ce n'est certainement pas par hasard si la France, qui abrita les mécanistes les plus*

[36] Notons que Linné et Buffon, en se focalisant sur la description, la comparaison et la classification des êtres vivants pris dans leur diversité, ouvrent la voie d'une autonomisation des sciences de la vie par rapport aux sciences physiques. Dès lors les concepts proprement biologiques peuvent également s'affranchir d'une forme de théologie naturelle dans laquelle préside le dogme créationniste. La démarche comparative va permettre, au tournant du XIX^{e} siècle, une forme d'unification de la biologie alors séparée essentiellement en deux courants que sont l'histoire naturelle d'une part et la physiologie médicale d'autre part. Cependant une scission voit rapidement le jour entre évolutionnistes (naturalistes) s'occupant des causes ultimes, et fonctionnalistes (physiologistes), s'occupant des causes proximales.

radicaux de Descartes à La Mettrie, fut aussi le centre le plus actif du vitalisme » (Mayer, 1989, p. 103).

La philosophie de Descartes ne se situe pas en rupture avec les conceptions spiritualistes et offre une base conceptuelle au développement des connaissances scientifiques au XVII^{e} siècle. On pense surtout à ses idées sur le dualisme du corps et de l'esprit ainsi que sur la différence entre l'homme et les animaux. C'est au niveau de la glande pinéale (épiphyse) que Descartes situe l'union de l'âme (« *esprit immatériel, indivisible, et sans étendue* ») et du corps. Pierre Clément a souligné cette perception dualiste en étudiant les conceptions de Descartes relatives aux mécanismes de la vision. Dans une représentation mécaniste précise des structures impliquées dans la fonction visuelle (nerfs optiques, ventricules cérébraux), Descartes, en métaphysicien, représente, sous la forme d'un personnage barbu, l'âme qui, elle, interprète les informations visuelles (Clément, 1994). Plus tard, la localisation de l'âme immatérielle sera « déplacée » des ventricules cérébraux au cortex cérébral. C'est l'Anglais Thomas Willis (1621-1675) qui, après avoir décrit l'écorce cérébrale, les corps striés sous corticaux ainsi que le corps calleux et la distinction entre substance blanche interne et substance grise superficielle, proposera cette hypothèse en 1664. (Changeux, 1983). Puis, de nouvelles localisations seront proposées, dans la substance blanche des hémisphères cérébraux (Vieussens, 1685) ou encore au niveau du corps calleux (Lancisi, 1739).

C'est pourtant dans la foulée des mécanistes que s'affirme, au milieu du XVIII^{e} siècle, la possibilité que l'homme produise organiquement sa propre pensée. Cette rupture sera confirmée, au début du XIX^{e} siècle, par le développement de la phrénologie. En effet, on peut considérer que c'est avec la publication, en 1810, par Franz Joseph Gall de l'ouvrage *Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier*, qu'une science du cerveau, matérialiste, relativement autonome, voit le jour. Nous situons là le début d'une approche scientifique matérialiste du cerveau comme support de la pensée. Qu'en est-il de la question des déterminismes de son développement et de son fonctionnement ?

I-4-2 Liberté et déterminisme : un débat qui émerge réellement au XIX^{e} siècle

On peut suivre Jean Louis Fischer (2001) pour attribuer au XIX^{e} siècle « *cette façon de penser le vivant à partir de cette alternative entre déterminisme génétique et autonomie du développement* ». Car les sciences matérialistes vont revisiter la pensée antique[37] et se saisir d'un débat sur le libre arbitre et les déterminismes chez l'homme, dont les termes ont été introduits durant le XVIII^{e} siècle, par les philosophes de la liberté[38]. Par exemple, Jean

[37] Fischer rappelle que les philosophes de l'Antiquité tels qu'Hippocrate avaient abordé la question de la génération et de la détermination des caractères de la descendance en envisageant que le mélange des semences produites par l'ensemble de l'individu, homme et femmes, est à l'origine d'un nouvel individu. En revanche, pour Aristote, la femelle ne produit que la matière qui nourrit l'embryon alors que le mâle fournit le « mouvement » et l'« idée », contenus dans le sperme et responsables de la forme que prendra le futur individu. Aristote propose également que le sperme, devenu seul responsable de la continuité de l'espèce, est produit par un organe spécialisé (Fischer, 2003).

[38] S'il était initialement posé en termes de déterminismes versus liberté, ce débat va se poser également en termes d'inné versus acquis, de nature versus culture (ou « nurture » pour les anglo-saxons), d'hérédité versus

Jacques Rousseau introduit son *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes*, rédigé en 1754, de la manière suivante :

> Je conçois dans l'espèce humaine deux sortes d'inégalités ; l'une que j'appelle naturelle ou physique, parce qu'elle est établie par la nature, et qui consiste dans la différence des âges, des forces du corps, et des qualités de l'esprit, ou de l'âme, l'autre qu'on peut appeler inégalité morale ou politique, parce qu'elle dépend d'une sorte de convention, et qu'elle est établie, ou du moins autorisée par le consentement des hommes (Rousseau, 1971, [1754], p. 157)[39]

La naturalisation de cette question en réduit notamment les termes à la recherche des déterminismes hérités ou liés à l'environnement, innés ou acquis, qui permettent de rendre compte du développement et du fonctionnement des êtres vivants.

Ainsi, la question de l'héritabilité de la forme est théorisée au XVIII[e] siècle par Charles Bonnet (1720-1793) et Albrecht Von Haller (1708-1777). Bonnet, philosophe naturaliste suisse, né à Genève est un chrétien fervent et, malgré des problèmes de vue, un patient observateur des insectes. Il décrit en 1740 la reproduction parthénogénétique chez les pucerons avant de s'intéresser, souvent dans une démarche inductive des faits de nature vers des hypothèses plus générales et philosophiques, aux facultés de l'âme et aux problèmes de génération. La théorie des « enveloppements », selon son vocable, est proposée en réponse à l'idée que « *la philosophie ayant compris l'impossibilité où elle était d'expliquer mécaniquement la formation des êtres organisés, a imaginé heureusement qu'ils existaient déjà en petit sous la forme de germes ou de corpuscules organiques* » (Bonnet C., *Œuvres* V, p. 83-86, in Callot, 1986, p. 154-155).

Mais c'est Von Haller que l'on tient réellement pour l'auteur de la théorie des emboîtements l'inventeur ou préformationnisme. Dans cette théorie, l'organisme en devenir est à l'infini représenté dans les structures germinales (de la femelle ou du mâle, selon version oviste ou spermiste), ou même dans la cellule œuf. Le développement ne serait alors qu'un « agrandissement » au sens presque photographique du terme, de l'*animalculus* ou de l'*homonculus* contenu dans l'œuf. La théorie des emboîtements, bien que fort critiquée entre autre par Buffon[40], bénéficiait de la caution d'une conception philosophique cartésienne de

---

milieu ou encore, comme nous avons proposé de le faire, de génétique versus épigénétique. Voilà un thème qui a largement occupé les esprits, divisé les écoles et continue de le faire.

[39] Rousseau précise son point de vue en ajoutant : « *On comprendra combien la différence d'homme à homme doit être moindre dans l'état de nature que dans celui de société et combien l'inégalité naturelle doit augmenter dans l'espèce humaine par l'inégalité d'institution* » (Rousseau, 1971, [1754] p. 202).

Mais pour Rousseau et à sa suite pour les philosophes de la liberté, c'est parce que l'homme est libre qu'il possède une histoire. On retrouve les conceptions de Rousseau concernant le développement individuel et l'éducation dans son roman pédagogique *Emile* (1762). S'inscrivant en opposition avec la doctrine chrétienne du pécher originel, il stigmatise le caractère coercitif de la société autoritaire de son époque. L'enfant un statut qui lui est propre et qui n'est pas celui d'un adulte en devenir, Rousseau défend un apprentissage basé sur l'expérience individuelle (Hannam, in Gregory, 1993, p. 1169-1170).

[40] Georges Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) comptera, à la suite du mathématicien Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), parmi les principaux détracteurs de la théorie de la préexistence des germes. Dans la conception de Buffon la génération résulte du mélange des semences mâles et femelles et l'acquisition de la forme du nouvel organisme se fait sous l'influence d'un « moule intérieur » doué de propriétés de développement et de reproduction. Buffon avance comme argument l'impossibilité d'une division infinie de la matière vivante, composée d'éléments organiques irréductibles nécessaires à contenir les germes des différentes générations. Et pour faire « vivre » sa propre théorie Buffon décrit, dans la liqueur séminale d'une chienne, les mêmes « animaux » que ceux observés dans le liquide séminal du chien ! (Fischer, 2003)

l'infinie divisibilité d'une nature mécanique créée par Dieu[41]. Elle s'accorde par ailleurs avec l'observation empirique des pratiques agricoles ainsi qu'avec une idéologie conservatrice attachée à la continuité entre les générations.

En 1690, John Locke (1632-1704) avait émis, dans son *Essai philosophique concernant l'Entendement humain*, l'hypothèse épigénétique de la « *table rase* », sur laquelle viennent s'inscrire des « traces cérébrales » et qui reçoit de la sensation et de la réflexion la capacité à produire une pensée. Locke, fondateur d'une philosophie empirique et médecin, défend le primat de l'Expérience comme « *fondement de toutes nos connaissances* » et réfute l'existence d'idées innées[42]. La théorie de l'épigenèse, qui envisage une façon de penser l'organisme en relation avec les facteurs de l'environnement, emprunte aux idées de Locke. Elle affirme que la forme des êtres vivants n'est pas contenue dans l'œuf, mais apparaît au fur et à mesure de sa croissance.

L'analyse microscopique des cellules sexuelles, au milieu du XIX^{e} siècle, fragilise le modèle de la préformation et réactive sans doute la théorie de l'épigenèse, développée dans une perspective scientifique par Caspar Friedrich Wolff (1733-1794). Wolff, embryologiste allemand, oppose en effet aux théories préformationnistes, une conception épigénétique dans laquelle le développement est entendu comme le fruit d'un processus graduel impliquant des modifications tissulaires et cellulaires. C'est ainsi qu'il propose, sur la base de ses observations du développement d'embryons de poulet, d'expliquer le mode selon lequel un œuf amorphe se différencie graduellement pour donner tous les organes de l'adulte. N'ayant pas à proposer de mécanismes permettant d'expliquer cette émergence de forme « *de novo* », il convoque une *vis essentialis* ou « force essentielle » susceptible d'organiser le développement (Gilbert et Singer, 1996, p. 497).

La fin du XVIII^{e} sicle voit par ailleurs s'affirmer l'hypothèse selon laquelle le cerveau est le support des fonctions psychologiques. Certes Thomas Willis (1621-1675) avait déjà proposé l'une des premières théories physiologiques matérialistes présentant la pensée comme une fonction du cerveau. Ce qui ranimait les conceptions des atomistes antiques, longtemps restées très marginales. Mais c'est essentiellement la doctrine phrénologique proposée par Franz Joseph Gall (1758-1828) qui installe une rupture avec le dualisme cartésien en affirmant la localisation cérébrale des facultés de l'âme. Gall développe une thèse philosophique selon laquelle les qualités morales et intellectuelles de l'homme correspondent à des facultés innées, discrètes et inscrites dans la structure cérébrale. Ces facultés sont donc

[41] La théorie de la préexistence des germes et des emboîtements s'est construite dans l'opposition à la théorie de la génération spontanée mais surtout dans la conception dominante du dogme biblique de la religion chrétienne. Fischer, qui en fait remonter l'origine aux travaux de Jan Swammerdam (1637-1680) sur les insectes, précise : « *l'emboîtement des germes et leur préexistence depuis la création spécifie le dogme de la préexistence des germes.* […] *Dans ce système, la fonction génitale est réduite à donner vie au germe, à le vivifier, à le réveiller de l'engourdissement dans lequel il se trouve depuis la création* » (Fischer, 2003, p. 52).

Il faut bien resituer le contexte de cette recherche scientifique dans l'Europe du XVIII^{ème}, sous l'Ancien Régime, dominé par la monarchie et le fondamentalisme religieux qui condamne les libertés prises avec les textes sacrés. L'abbé Barruel ne déclarait-il pas en 1781 « *La physique commence où Moïse finit* » ? (Cité par Gohau in Witkowski, 2001, p. 78).

[42]« *Les observations que nous faisons sur les objets extérieurs et sensibles, ou sur les opérations intérieures de notre âme, que nous apercevons et sur lesquelles nous réfléchissons nous-mêmes, fournissent à notre esprit les matériaux de toutes ses pensées.* » in Locke J. [1690], 1972, *Essai philosophique concernant l'Entendement humain,* Paris, Vrin. II.I.2-4

accessibles par la cranioscopie (palpation du crâne à la recherche de proéminences). La théorie de Gall va connaître, à Paris, où il s'installe en 1806, une forte résonance dans la sphère publique, comme en témoignent les nombreux articles de journaux qui y sont consacrés[43]. Elle continue aujourd'hui encore à peupler l'imaginaire collectif (modèle du cerveau muscle, bosse des math…)[44]. On assiste avec Gall à un renversement historique : l'innéisme, traditionnellement défendu par les spiritualistes, devient, au nom de la science, l'une des principales conceptions défendues par les matérialistes.

La théorie de l'évolution développée par Charles Darwin (1809-1882) alimente également l'approche biologique d'un débat sur la liberté et le déterminisme des organismes vivants, et particulièrement de l'Homme. En effet, le darwinisme inscrit les espèces dans une histoire évolutive où l'interaction avec les facteurs de l'environnement est déterminante. Les organismes vivants sont envisagés dans une double logique de continuité et de rupture, sans pour autant que cette dialectique soit enfermée dans un cadre finaliste. Les idées développées par Darwin dans *Descent of Man* (1871) ont sans doute une influence sur la construction de modèles relatifs à l'étude du cerveau. Le modèle de la hiérarchie cérébrale (cerveau reptilien, mammalien, néocortex) fournirait ainsi un témoignage structurel d'une histoire biologique des espèces. La conception de Darwin selon laquelle « *L'esprit de l'homme n'est pas plus parfait que l'instinct des animaux* » trouve un écho aussi bien dans la communauté scientifique que dans le grand public où, porté par une période de bouleversements sociaux et économiques, le spectre de la « bête humaine » est agité[45].

---

[43] Voir à ce sujet l'article de Lemaire, in Gregory, 1993, p. 527.

[44] Bien que totalement invalidée aujourd'hui, la théorie phrénologique de Gall introduit dans l'étude du fonctionnement cérébral le concept de localisation cérébrale, remis aujourd'hui à l'honneur par les techniques de neuroimagerie fonctionnelle. Par ailleurs, ce concept heuristique a été repris en 1861 par le chirurgien et anthropologue français Paul Broca (1824-1880) pour rendre compte des conséquences de certaines lésions cérébrales sur les troubles du langage. L'autopsie du cerveau du patient aphasique « Tan » (surnommé ainsi parce que Tan était la seule syllabe qu'il était capable de prononcer) lui a permis de localiser à l'extrémité postérieure du cortex frontal gauche l'aire motrice du langage qui porte aujourd'hui son nom. Il sera également repris par les physiologistes G. Frisch, J.L. Hirtzig dans les années 1870, puis par le neurologue et psychiatre allemand Carl Wernicke (1848-1905) à la fin du XIX^{e} siècle, et enfin par le chirurgien Wilder G. Penfield (1891-1976) puis Theodorus Rasmussen qui, grâce à des expériences de stimulation corticale, ont précisé l'organisation somatotopique des cortex moteur et somesthésique primaires. (Chapman, in Gregory, 1993, p. 770)

[45] Dans *Descent of Man*, où il applique la sélection naturelle à l'histoire et à l'évolution de l'homme, Darwin avance que, s'il existe une relation entre l'évolution des espèces et celle des structures du cerveau, le peu de différences révélées entre les restes humains anciens et les peuplades primitives le conduit à impliquer d'une manière importante le rôle de l'apprentissage. Ce qui sera d'ailleurs l'objet d'une discussion avec Wallace (1823-1913), discussion qui portera surtout sur les relations entre instinct, apprentissage et intelligence (Durant, 1985).

Pour Darwin, le comportement spécifique de l'espèce lui appartient en propre au même titre que les structures. Il est donc héritable, objet de sélection et instrument de compétition pour la survie. Cependant Darwin propose le principe de la sélection naturelle plutôt que celui de l'adaptation comme base explicative de l'évolution des comportements. C'est essentiellement dans son étude comparative du comportement chez les animaux et chez l'Homme, *Expression des émotions chez l'homme et les animaux*, publié en 1872, que la conception darwinienne des déterminismes du comportement est la plus accessible. Il est évident que Darwin y interroge les constantes spécifiques des comportements et leur dimension phylogénétique. Mais il annonce une rupture consommée avec les spiritualistes en réservant une place déterminante à l'hérédité et à l'habitude dans le déterminisme des comportements. Darwin envisage ainsi trois principes explicatifs dans la détermination des mouvements d'expression : généalogique, c'est-à-dire phylogénétiquement hérités (habitudes acquises), structurale, également innés, mais qui explique l'existence de mouvements qui se sont construits par antithèse de mouvements habituels et physiologiques. Il est question des mouvements d'expression, en général

On ne peut omettre, concernant l'influence de ce courant de pensée, la contribution de Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), initiateur du transformisme. Changeux (2000) rappelle que Lamarck considère l'instinct comme héréditaire et transmissible, tout en n'étant pas limité à des caractéristiques spécifiques de l'espèce puisqu'il résulte de la pratique des ancêtres. La transformation ou évolution se réalise par des causes internes mais elle est guidée par l'environnement auquel l'animal s'adapte en changeant son comportement[46]. Ainsi Lamarck, dans le deuxième tome de *La philosophie zoologique*, publié en 1805 et consacré presque exclusivement aux questions que l'on qualifierait aujourd'hui de neurobiologique et de psychologique, écrit :

> On peut sans doute apporter en naissant les dispositions particulières pour des penchants que les parents transmettent par l'organisation mais, certes, si l'on n'eût pas exercé fortement et habituellement les facultés que ces dispositions favorisent, l'organe particulier qui en exécute les actes ne se serait pas développé (Cité in Changeux, 2000).

On peut considérer qu'à partir du XIX[e] siècle, le courant réductionniste proposant le cerveau comme support matériel des fonctions mentales est installé comme école scientifique de pensée. Ce que met également en lumière l'aperçu des controverses relatives aux mécanismes de la génération et du déterminisme des caractères d'un organisme, c'est le fait qu'un même fait scientifique d'observation peut conduire à des interprétations différentes et opposées. Jean Louis Fischer résume ainsi : « *Ce n'est donc pas le fait scientifique en lui-même qui détermine l'énoncé théorique, mais c'est la sensibilité idéologique, philosophique, politique de l'homme de science qui détermine le contenu théorique qu'il expose* » (Fischer, 2003, p. 54-55).

Par la suite, la construction de discours scientifiques concernant les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral emprunte alors, selon nous[47], à trois grands courants de recherche relativement autonomisés : les approches et éthologiques et

---

d'émotions violentes, associés aux conditions de l'environnement. L'instinct occupe une place importante dans la pensée darwinienne, il est l'objet de la sélection naturelle et est largement applicable aux expressions des émotions dans l'espèce humaine. Darwin naturalise l'homme jusque dans ses facultés psychologiques et propose une théorie cohérente qui ruine le créationnisme en privant le comportement humain de toute finalité. Bien que reconnaissant l'existence d'expressions conventionnelles (on dirait aujourd'hui culturelles), il marginalise également les déterminants éducatifs et culturels, ce qui, particulièrement en France, retardera l'adhésion à ses thèses (Darwin, 1998, [1872], préface de J. Duvernay-Bolens, p. XVII-XX).

C'est pourquoi il n'est pas fondé de lire chez Darwin les prémisses de ce que sera le darwinisme social. Même si ce sont surtout les éthologues et les anthropologues qui apporteront, au milieu du XIX[e] siècle, des arguments d'apprentissage socioculturels visant à stigmatiser l'insuffisance de la thèse proposée par Darwin dans l'*Expression des émotions.*

[46] Selon Canguilhem, l'importance accordée à l'influence du milieu a été importée par Lamarck depuis la mécanique newtonienne. Il semble que ce soit par l'intermédiaire de Buffon dont Lamarck a été l'élève. Pour rendre compte de l'importance accordée au milieu, Canguilhem rapporte les écrits de Louis Roule : « *Les poissons ne mènent pas leur vie d'eux-mêmes, c'est la rivière qui la leur fait mener, ils sont des personnes sans personnalité* ». (in *La vie des rivières*, 1930, Paris, Stock, p. 61cité par Canguilhem, 1989, [1949], p. 129-154).

[47] Si ces courants ont évidemment été largement perméables les uns par rapport aux autres, ils n'en constituent pas moins les grandes traditions de pensée scientifique qui se sont penchées sur le déterminisme du fonctionnement cérébral. Cette dualité entre indépendance et interdépendance disciplinaire et méthodologique est parfaitement illustrée par l'analyse d'Edmond Goblot. Alors professeur agrégé de philosophie au lycée de Toulouse et futur professeur à la faculté des lettres de Lyon, passionné et érudit connaisseur de la recherche scientifique, il publie en 1898 chez Atlan sa thèse intitulée *Essai sur la classification des sciences*. Il y expose la nécessité, dans un soucis de cohérence classificatoire, de ne pas séparer la psychologie et la physiologie : « *Que penserait-on d'un anatomiste qui voudrait faire de la physiologie du cerveau sans avoir recours à la psychologie ? D'un psychologue qui dédaignerait l'étude du langage* ? » (cité par A. M. Drouin-Hans in Hulin, 2002, p. 122).

psychologiques, les approches anatomo-physiologiques et les approches qui envisagent la biologie du développement.

I-4-3 Les approches éthologiques et psychologiques

Nous envisageons là les courants scientifiques qui se sont intéressés aux comportements et aux fonctions mentales. Nous focalisons cependant notre investigation aux approches biologiques, bien que certains des aspects de l'histoire émergente de la psychologie soient envisagés. La réduction de notre objet est nécessaire, tant est vaste le champ d'investigation considéré. Cependant, étant donnée l'histoire des recherches sur le cerveau, les approches matérialistes retenues ont partagé des questions de recherche avec la psychologie, notamment à une période où l'ensemble de ces approches commençait à s'autonomiser.
L'éthologie est actuellement définie comme la science qui étudie le comportement des animaux (ensemble des manifestations motrices observables d'un individu à un moment et dans un lieu particulier), ainsi que ces déterminants physiologiques, et environnementaux. Par cette définition même on comprend que la partition que nous avons réalisée entre les différents courants (naturaliste-phylogénétique, éthologiques, anatomo-physiologique et embryologique), qui ont abordé le problème des déterminismes du développement et du fonctionnement du système nerveux, est pratique d'un point de vue didactique, mais ne revêt pas une réalité historique. Les éthologistes et les psychologues ont évidemment alimenté le débat sur l'inné et l'acquis dans la détermination des comportements.

A la suite des apports du courant naturaliste, Herbert Spencer (1825-1895) et George J. Romanes (1848-1894), fondateur de la psychologie comparée, introduisent une conception phylogénétique de l'esprit humain. L'intelligence, la psychologie, sont abordées comme des produits de l'évolution en termes de complexification du cerveau et de sa physiologie. Cette approche implique que les fonctions psychologiques sont innées et héréditaires et participent à la « survie du plus apte. » Cependant Spencer admet que les caractères innés sont enrichis par l'expérience qui complète l'instinct. Dans son ouvrage *Instinct et expérience,* il défend l'idée selon laquelle le comportement instinctif serait un antécédent phylogénétique et ontogénétique des comportements appris ou « rationnels »[48]. Ces thèses sont reprises par Conwy Lloyd Morgan (1852-1936), qui finira cependant par rejeter l'idée de l'hérédité des caractères acquis dans son *Introduction à la psychologie comparative* (1894). Il confère une place centrale à l'apprentissage, lequel dépend cependant des possibilités de l'espèce, et souligne l'importance de l'expérience individuelle précoce dans la « *modification adaptative d'un acte par son apprentissage »* (Cité par Lorenz, 1970, [1965], p. 19). D'un point de vue

[48] On lui doit cette phrase : « *La complication progressive des instincts qui, comme nous l'avons vu, entraîne une atténuation de leur caractère purement automatique, entraîne simultanément un début de mémoire et de raison.* » (Cité par Lorenz, 1970, [1965], p. 11). Par la suite Konrad Lorenz réfutera, sur la base d'expériences de privations sensorielles et motrices portant sur l'apprentissage du vol chez le pigeon, les théories de Spencer et de Lloyd Morgan. « *Mais j'insiste encore une fois sur le fait que ce qui constitue le fondement de la théorie de Spencer et Morgan, à savoir la modification adaptative d'un acte par son apprentissage, n'a jamais été démontré. L'apprentissage ne provoque jamais un comportement nouveau, qui ne soit héréditairement établi et déterminé d'avance dans une combinaison précise de mouvements* » (Lorenz, 1970 [1937], p. 19).

phylogénétique, Lloyd Morgan envisage un accroissement de la complexité psychologique des espèces avec l'évolution.

A la même époque, dans une perspective déterministe et héréditariste, Francis Galton (1822-1911), cousin de Darwin, met en exergue dans *Le génie héréditaire* (1869), *Enquête sur les facultés humaines* (1883) et *L'hérédité naturelle* (1889), la dimension héréditaire, plus que culturelle, de la transmission des facultés mentales. Fondateur de l'eugénisme, il adopte une approche très formelle et soutient une prédétermination des fonctions cérébrales. L'eugénisme, qui n'est pas une conséquence de la génétique puisqu'elle lui est antérieure, propose un contrôle de la reproduction humaine visant à lutter contre la « *dégradation du patrimoine génétique humain* ». Nombreuses sont les études qui ont envisagé le contexte historique et social dans lequel s'inscrivent les travaux de Galton et de ses successeurs[49]. Nous revenons par la suite plus en détails sur quelques écrits de langue française qui témoignent de l'influence de ce courant.

La forme la plus aboutie du darwinisme psychologique est proposée par Ernest Haeckel (1834-1920), connu surtout pour avoir formulé la loi selon laquelle « l'ontogénie récapitule la phylogénie ». Ce dernier considère les traits de l'intelligence humaine comme héréditaires et donc soumis à la sélection naturelle favorisant les plus adaptés et la production d'un homme meilleur. Selon lui :

> Chaque enfant reçoit en héritage de ses deux parents certaines particularités de caractère, de tempérament, de talent, d'acuité sensorielle, d'énergie de la volonté : ce sont des faits connus de tous.

Et à la suite :

> Toutes ces merveilleuses lois de l'hérédité que j'ai énoncées valent d'une manière générale et aussi bien pour les phénomènes de l'activité psychique que pour les détails de structure du corps. Que dis-je ? Elles nous apparaissent bien souvent d'une manière surprenante et avec plus de clarté quand il s'agit du psychique que quand il s'agit du physique (Haeckel, 1902, p. 392).

Appliqué à l'homme, ce dernier point de vue justifie scientifiquement le racisme et fournira, en Allemagne notamment, une caution scientifique à l'antisémitisme. Plus généralement, l'ensemble de ce courant est susceptible de légitimer scientifiquement, par l'affirmation de l'existence de classes « naturelles », toute forme de discrimination et de domination sociale basée sur la discrimination.

Parallèlement, le manifeste béhavioriste, qui généralise le schéma stimulus-réponse à tous les comportements pour toutes les espèces, que ce soit relativement à des habitudes acquises ou à des comportements motivés complexes, est formulé en 1913 par John B. Watson (1878-

[49] Voir par exemple :

Kevles D.J. (1995). *Au nom de l'eugénisme, génétique et politique dans le monde anglo-saxon*. Paris : PUF, Collection Science histoire et société. Traduction de M. Blanc.

Thomas J.-P. (1995). *Les fondements de l'eugénisme*. Paris : PUF, Collection Que sais-je ?

Drouard A. (1995). *Aux sources de l'eugénisme français : L'origine de l'homme contemporain*. Paris Société d'éditions scientifiques, Recherche, n° 277, p. 648-654.

Tort, P. (1998). *Sur la question de l'eugénisme*, juin 1998, Le Monde diplomatique, p. 32.

Et pour les liens entre eugénisme et criminologie :

Mucchielli L. (2000). Criminologie, hygiénisme et eugénisme en France (1870-1914) : débats médicaux sur l'élimination des criminels réputés 'incorrigibles". *Revue d'histoire des sciences humaines*, n° 3, 2000, p. 57-89

1958). Dans ce cadre, même les comportements les plus complexes sont réduits à des assemblages de réflexes conditionnés. Le béhaviorisme stipule également, qu'entre stimulus et réponse, il existe une boîte noire non accessible positivement à l'analyse scientifique. Ce mouvement de pensée, qui sera poursuivi, entre autres par Skinner, défend un déterminisme strict des comportements par les facteurs de l'environnement. Comme le rappelle Canguilhem, « *Le milieu se trouve investi de tous pouvoirs à l'égard des individus ; sa puissance domine et même abolit celle de l'hérédité et de la constitution génétique* ». Selon lui, le behaviorisme fonde à la fois ses postulats sur les bases du cartésianisme mécaniste et sur celles du darwinisme (Canguilhem, 1989, [1949], p140).

A peine plus tard, les travaux de Karl S. Lashley (1890-1958) et Edward C. Tolmann (1886-1959) font exploser le schéma béhavioriste en introduisant les concepts d'imagerie mentale et de représentation et contribuent à fonder une psychologie animale cognitive, à nouveau à l'honneur aujourd'hui. Selon cette perspective, le psychologue américain Tolman propose, à la suite d'expériences de mémoire représentationnelle spatiale effectuées en labyrinthe, que les rats, plutôt que d'apprendre une série de changements de direction, forment des « cartes cognitives ». Il défend également, à l'inverse des psychologues du conditionnement, la complexité des apprentissages dans un article de 1949 intitulé « *Il existe plus qu'une seule forme d'apprentissage* » (Rosenzweig *et al.*, 1998, p. 625).
Dans cette conception, que Canguilhem nomme « béhaviorisme téléologique », l'organisme « *se propose lui-même aux choses, selon certaines orientations qui lui sont propres* » (Canguilhem, 1989, [1949], p. 143).
Il s'agit donc de rechercher le sens, l'intention du mouvement animal. On peut y voir un nouveau retournement du rapport entre le milieu et l'organisme. De même les travaux de Wolfgang Köhler et Kurt Koffka, en liaison avec le développement de la psychologie de la forme (Gestaltpsychologie, 1910), envisagent les images sensorielles comme des configurations complexes qui sont comparées avec des structures mentales correspondantes, plutôt que comme la somme de leurs parties. L'animal réagit comme un tout à des objets totaux.

Ce n'est cependant qu'avec la théorie constructiviste, proposée en 1935 par N. Maier et T.C. Schneirla en réponse au modèle objectiviste de K. Lorenz[50], que le problème de l'inné et

[50] En 1935, Lorenz formalise la « théorie objectiviste de l'instinct » en s'appuyant notamment sur ses travaux relatifs à l'éthologie des anatidés, qu'il aborde selon une perspective phylogénétique avec pour critère les actes moteurs de la parade nuptiale. Rappelons que pour Lorentz, « *l'instinct est inné et héréditaire alors que l'apprentissage complète l'instinct, suivant une prédisposition innée à apprendre* » (Lorenz, 1970 [1937], p. 173).

Même si Lorenz reconnaît que les actes instinctifs sont susceptibles de « régulation », c'est à dire de plasticité, cette plasticité ne peut être assimilée à des mécanismes d'apprentissage. Lorenz envisage un très grand nombre de comportements animaux comme une alternance instinct / dressage, à savoir une succession « *sans transition des maillons instinctifs innés et des maillons acquis individuellement*» (Lorenz, 1970 [1937], p. 21).

Par ailleurs, Lorenz étend ses conclusions à l'homme, en mettant l'accent sur l'importance des comportements innés, particulièrement en ce qui concerne les « mouvements d'expression » : « *On conclut que dans le comportement social de l'être humain, les types d'action et de réactions spécifiques innées jouent un rôle beaucoup plus important qu'on ne l'admet communément dans la sociologie et la psychologie sociale*. »

Ou encore : « *Les psychologues et les sociologues, portés aux spéculations purement intellectuelles, ont beau être très nombreux dont la sentimentalité refuse encore très largement de tirer les conséquences qui s'imposent de la réalité incontestée de l'hérédité, et de traiter avec la considération qu'elles méritent les propriétés de*

de l'acquis, posé en termes dichotomiques, va réellement être envisagé dans une autre perspective. Selon leur conception, l'instinct se développe sous les effets indissociables de la maturation et de l'expérience, la dose d'innéité et d'acquisition varie selon les individus, les types de comportements et les espèces[51]. Les déterminants génétiques et épigénétiques sur le comportement sont présentés comme indissociables.

Les tenants de l'éthologie naturaliste participent également du débat sur les déterminismes des comportements animaux. Mais la description comparative et expérimentale des comportements qu'ils prônent pose la question en termes d'instinct et d'apprentissage.
Jean Henri Fabre (1823-1915) par exemple étudie le caractère instinctif de nombreux comportements chez les insectes (le scarabée d'or ou bousier notamment). Fabre, encouragé par Darwin qui reconnaît ses talents d'observateur, envisage « *d'établir expérimentalement la démarcation entre l'intelligence et l'instinct* » avec une approche anthropocentrique qui ressort profondément de ses écrits. Pourtant, s'il reconnaît une souplesse, un « discernement », dans les comportements animaux, il les envisage essentiellement déterminés par un instinct héréditaire. La théorie de l'instinct développée par Fabre est clairement fixiste :

> L'instinct développé par degrés est ici d'une impossibilité flagrante. L'art d'apprêter les provisions de la larve ne comporte que des maîtres et ne souffre pas des apprentis ; l'hyménoptère doit y exceller du premier coup ou ne pas s'en mêler. […] Si de son côté, l'hyménoptère excelle dans son art, c'est qu'il est fait pour l'exercer ; c'est qu'il est doué non seulement d'outils, mais encore de la manière de s'en servir. Et ce don est originel, parfais dès le début ; le passé n'y a rien ajouté, l'avenir n'y ajoutera rien. Tel il était, tel il est et tel il sera (Fabre, *Nouveaux souvenirs entomologiques*, II, p. 50-56, in Callot, 1986, p. 406-408).

Pour Douglas A. Spalding (1840-1877), l'instinct animal est en revanche envisagé dans une perspective lamarckienne. Ses expériences de privation motrice ou sensorielle le conduisent à penser que les comportements se manifestent dès la naissance, sans apprentissage. Selon lui, « *l'instinct dans la présente génération des animaux était le produit d'expériences accumulées des générations passées* » (in « De l'instinct », *Nature*, 1872, 6, cité par Singer in Mc Farland, 1990, p. 462).
La possibilité que l'instinct puisse laisser la place à une forme de plasticité liée à l'expérience est introduite aux USA par Charles Otis Whitman (1842-1910) à la fin du XIX^{e} siècle. Cette conception selon laquelle il peut y avoir une part d'apprentissage dans les actes instinctifs est reprise en 1918 par un élève de Whitman, Wallace Craig, qui introduit les notions d'« *Appétence et aversion comme constituant des instincts* ». Il écrit par exemple que :

> Quand l'acte est en grande partie instinctif, il a l'aspect de réflexes en chaîne. La plupart des réactions de cette chaîne, prétendument innées, ne le sont pas en réalité, ou du moins pas

---

l'homme qui sont conditionnées par l'histoire et par la phylogenèse, on peut déjà, en l'état présent de la recherche biologique inductive, prédire avec certitude qu'il leur faudra bien, dans un avenir proche, se familiariser avec ces processus de pensée » (Lorenz, 1970 [1937], p. 169 et p. 173).

En décrivant l'Homme comme un « spécialiste de la non spécialisation », Lorenz mentionne le rôle important joué par « l'apprentissage par curiosité active » qui a la particularité, chez l'homme, de se poursuivre jusqu'à l'âge sénile (phénomène de néoténie qui sera repris concernant les mécanismes de maturation cérébrale).

[51] Ainsi les effets de la maturation, présentant un fort déterminisme génétique, sont d'autant plus importants que l'on s'intéresse à des niveaux phylétiques « bas », et à des comportements immédiatement nécessaires à la survie, alors que les autres sont plus sensibles aux effets de l'expérience. Une synthèse des apports de cette école de pensée est présentée dans Campan et Scapini, 2002.

> absolument, en ce qui concerne les chaînons se situant au commencement et au milieu de la série : elles doivent être acquises selon le principe du tâtonnement et de l'erreur. Mais le dernier chaînon, celui qui réalise la finalité de l'acte (*acte consommatoire, NDR*) est toujours inné (cité par Lorenz, 1970 [1937], p. 29).

C'est une conception radicalement différente qui se fait jour en Allemagne, où les approches phylogénétiques ont du mal à être acceptées. Jacob Von Uexküll (1864-1944) introduit la notion d'« Univers propre » (Umwelt : milieu de comportement propre à un organisme, par opposition à l'Umgebung : environnement géographique banal) qui traduit la subjectivité du monde propre à chaque espèce. Uexküll prend comme exemple archétypal l'umwelt de la tique chez qui la femelle peut, après l'accouplement, rester jusqu'à dix huit ans à l'extrémité d'un rameau dans l'attente du passage d'un mammifère. Ce dernier, par ses sécrétions sudoripares, déclenche la chute de l'animal. La tique est alors guidée par son sens thermique et son sens tactile et enfonce sa tête dans le derme, l'arrivée de sang dans son estomac déclenche alors son éclatement, et le développement de ses œufs jusque là restés encapsulés (Clément *et al.*, 1999). Dans ce cadre de pensée, le umwelt correspond, comme le dit Canguilhem, à un « *prélèvement électif dans la umgebung* ». Là encore on peut identifier la réalisation d'un retournement de la relation entre l'organisme et son milieu (Canguilhem, 1965, p. 145).

La controverse instinct/apprentissage, qui caractérise l'histoire de l'éthologie, dépasse donc largement le cadre d'un simple débat entre scientifiques. Nous y reviendrons, l'évolution des conditions sociopolitiques fait caisse de résonance et radicalise les positions. L'éthologie naturaliste se focalise, dans une perspective taxinomique, sur la recherche de traits de comportement partagés par les individus, et non sur ce qui les différencie. Elle donne donc, par son approche même, des arguments aux innéistes. Ce, d'autant plus que l'éthologie naturaliste bénéficie, contrairement au béhaviorisme, et du fait qu'elle est exercée en condition naturelle, d'un poids scientifique fort.

I-4-4 Les approches anatomo-physiologiques

En 1637, Descartes avait formalisé l'idée des êtres-machines dans le *Discours de la méthode*. La vision cartésienne implique la recherche de mécanismes réflexes dans les actions animales et les actions inconscientes de l'homme. Seule l'âme humaine est épargnée par ce réductionnisme. En 1748, De la Mettrie propose, dans *L'homme machine* une réduction complète de l'homme à des mécanismes physiques. De notre point de vue cette vision d'automates programmés constitue un cadre de pensée au sein duquel pourra se développer une vision déterministe génétique du fonctionnement cérébral. Ainsi, en 1749, David Hartley (1704-1757), qui propose une synthèse entre psychologie et physiologie nerveuse, envisage les habitudes apprises avec les mêmes bases physiologiques que celles des réflexes, innés, proposés dans la réflexologie cartésienne.
En 1751, Robert Whytt (1714-1766) publie un *Essai sur les mouvements vitaux et autres mouvements involontaires chez les animaux*, dans lequel il décrit un répertoire de réflexes et la nécessité de l'intégrité de la moelle épinière pour leur accomplissement. Un peu plus tard, John Bell (1763-1820) décrit plus précisément l'organisation de la moelle épinière et

particulièrement les racines dorsales et motrices ainsi que leur implication dans les mécanismes réflexes médullaires. Ces travaux sont complétés par ceux de François Magendie (1783-1855) qui démontre, par des expériences de stimulation et de section, la nature motrice des racines ventrales et la nature sensorielle des racines dorsales (Purves *et al.*, 1999). La physiologie réflexologique marque les débuts de l'étude physiologique du système nerveux. Elle utilise les investigations électrophysiologiques initiées par Luigi Galvani (1737-1798), qui publie, en 1780, un article établissant que le système nerveux produit de l'électricité et y est sensible. Elle se poursuit avec l'Ecole berlinoise réductionniste de Johannes Müller (1801-1858) qui propose une approche formelle et quantitative de l'expérimentation physiologique[52].

Le développement rigoureux de la méthode expérimentale en physiologie -l'*Introduction à la méthode de la médecine expérimentale* de Claude Bernard paraît en 1862 -, et plus particulièrement les résultats obtenus en physiologie nerveuse réflexologique vont largement influer sur le développement de la psychologie.
Les travaux d'Ivan Setchenov (1829-1905) et plus tard d'Edward L. Thorndike (1874-1949) en témoignent. Setchenov, électrophysiologiste, sous la double influence de l'école berlinoise et de l'école française de Bernard, poursuit des travaux qu'il publie en 1866, dans son ouvrage intitulé *Les réflexes du cerveau*. Il étudie l'intervention du cerveau sur les réflexes médullaires qu'il envisage surtout en termes d'inhibition (Rosenzweig *et al.*, 1998). Thorndike développe lui, dans sa thèse de doctorat publiée en 1898, une approche quantitative en psychologie (vitesses d'apprentissages, lois de l'oubli…). Il formule la « loi de l'effet » qui modélise la façon dont des renforcements stabilisent certaines liaisons entre stimulus et réponse. Selon sa perspective une large partie de la psychologie animale et humaine peut être appréhendée en termes d'apprentissage par essais et erreurs et en reliant le stimulus et la réponse. En 1902, le psychologue américain Shepard I. Franz combine les protocoles d'apprentissage mis au point par Thorndike avec des lésions cérébrales chez l'animal. Il se donne comme objectif de préciser la localisation cérébrale de la mémoire et de l'apprentissage.

C'est également dans cette perspective de psychologie physiologique qu'il faut situer les travaux d'Ivan P. Pavlov (1849-1936). Né à Riazan, Pavlov a mené une existence très modeste sous le régime tsariste et ne fut réellement reconnu qu'avec l'obtention du Prix Nobel de Physiologie en 1904, et surtout après la révolution de 1924 où il fut nommé directeur d'un Institut richement doté qui porte aujourd'hui son nom[53]. Ses origines

[52] Helmotz (1821-1894) étudie, dans cette perspective, la physiologie de l'influx nerveux dans le cadre de la vision et de l'audition. Sont également rattachés à cette école les travaux de Virchow (1821-1902) et Schwann (1810-1882) auteurs de la théorie cellulaire, mais aussi de Du Bois Reymond (1818-1896), qui a étudié la physiologie des nerfs et des muscles. On peut également y rattacher les travaux de Weber (1795-1878) qui, le premier, a proposé une estimation de la vitesse de l'influx nerveux en évaluant le temps de réaction. Ce dernier a aussi décrit, en 1845, le phénomène d'inhibition de la fonction cardiaque par stimulation du nerf vague (De Wit, 1994).

[53] Pavlov a en effet connu les faveurs du régime soviétique. Outre d'avoir pu bénéficier des « *conditions les plus favorables pour assurer* [son] *travail scientifique* », il a reçu le soutient de la République pour l'impression (par les Editions d'Etat) et pour la diffusion internationale de son œuvre. On peut par ailleurs lire dans la même « Décision du conseil des commissaires du peuple » signée par son président, Victor Oulianov (Lénine), le 24 janvier 1921 cette troisième disposition : « *Recommander à la Commission du ravitaillement des travailleurs de mettre à la disposition de l'académicien Pavlov et de sa femme des rations alimentaires spéciales, représentant*

paysannes, ses idées progressistes et ses recherches furent très appréciées des dirigeants soviétiques. Pavlov est un authentique physiologiste connu surtout pour ses travaux relatifs à l'« innervation trophique » excitatrice et inhibitrice des organes et sur la neurophysiologie de la digestion. Il a également défendu et théorisé les procédés chirurgicaux en physiologie, proposant, en alternative à la méthode analytique, une méthode synthétique. Selon lui :

> L'organisme réalise la connexion la plus délicate et la plus rationnelle entre un grand nombre de ses différentes parties et ne peut donc, par sa nature même, rester indifférent aux agents destructeurs. […] Si cette circonstance était et reste une entrave à la physiologie analytique, elle est un obstacle insurmontable pour le développement de la physiologie synthétique qui a pour but de déterminer le cours exact des différents phénomènes physiologiques de l'organisme intact et normal (Pavlov, 1954, p. 50).

Les travaux de Pavlov sur les glandes salivaires l'ont amené à affirmer la nature spécifique du réflexe, dans lequel il identifie une « *spécificité des excitations, à laquelle correspond une spécificité des réactions* ». La réalisation du réflexe repose sur le rôle central du système nerveux. Pavlov propose : « *C'est le mécanisme intime des relations rationnelles de dépendance entre le travail des organes et les influences extérieures, le mécanisme de la connexion étant réalisé par le système nerveux* » (Pavlov, 1954, p. 145). Pavlov observe également qu'un stimulus « psychique » peut être substitué au stimulus physico-chimique observé dans le réflexe absolu, pour déclencher le comportement. Il fonde ainsi le concept de réflexe conditionnel[54], principe universel susceptible de réduire la vie psychique à sa réalité matérielle. Cette forme d'apprentissage associatif propose de relier les fonctions générales du système nerveux central aux manifestations périphériques. Pavlov envisage donc la physiologie du système nerveux comme établissant des relations entre l'organisme et son milieu. Même si les processus nerveux sont selon lui identiques à ceux observés chez l'animal, il reconnaît cependant dans la psychophysiologie humaine, une originalité d'ordre symbolique, associée au langage, qu'il nomme « signal de deuxième degré ». Par ailleurs il pointe la difficulté, voir l'impossibilité, pour le physiologiste d'accéder à la subjectivité de l'organisme étudié, une position adoptée par le béhaviorisme.

L'approche neurophysiologique réflexologique est donc triomphante à l'aube du XX^{e} siècle. Elle commence à proposer des modèles explicatifs pour la mémoire et pour l'apprentissage. Cependant, elle se consacre surtout à la recherche de régularités, de réflexes (comportements stéréotypés) au sein de l'espèce, et non de diversité inter ou intra spécifique. Le fonctionnement de l'organisme est questionné en induisant une modification répétée à l'identique du milieu. Soulignons enfin que la perméabilité avec les approches qualifiées d'éthologiques est forte.

---

par leur teneur en calories deux rations pour académiciens » (reproduite dans le très officiel ouvrage d'Astratian (1953). Il n'est pas précisé comment se détermine une ration alimentaire pour académiciens !

[54] Il définie le réflexe conditionnel de la manière suivante : « *Le trait caractéristique de l'expérience psychique est son inconstance, son apparence capricieuse. Cependant il est hors de doute que le résultat de l'expérience psychique se répète également, sans quoi il n'en serait pas question. Par conséquent, il s'agit seulement d'un plus grand nombre de conditions influant sur le résultat de l'expérience psychique, comparativement à l'expérience physiologique. C'est un réflexe conditionnel* » (Pavlov, 1954, p. 166-167).

I-4-5 Les approches génétiques et de la biologie du développement

L'essor de l'approche ontogénétique, avec le développement de l'embryologie comparée et la fondation de l'embryologie expérimentale, à la fin du XIX^{e} siècle, cristallise à sa manière l'opposition entre les deux grandes thèses de l'épigenèse et de la préformation. Comme cela va être précisé, la biologie du développement résulte elle-même, dans son sens moderne, du lien entre l'évolutionnisme, la génétique et l'embryologie (Andrieu, 2002).

Lorsque Auguste Weissman (1834-1914) formalise la théorie néo-préformiste, il défend l'existence de particules dans lesquelles sont localisés les déterminants de l'organisme. Mais abandonnant les « gemmules » darwiniens, éventuellement modifiables qui portent et transmettent les caractères héréditaires, Weissman introduit en 1883, avec sa théorie du « *plasme germinal* », une véritable rupture conceptuelle dans la théorie de l'hérédité. D'une part, il établit la dualité entre « soma » et « germen », ou « plasma germinatif » contenu dans les cellules sexuelles et reconnu comme seul élément transmissible au cours de la reproduction[55]. D'autre part, il attribue aux chromosomes, situés dans le noyau des cellules sexuelles, le rôle de « déterminants » du plasma germinatif et propose une répartition qualitativement différentielle de ces déterminants dans les différentes cellules au cours de l'ontogenèse (Gilbert et Singer, 1996, p. 576).

Parallèlement, Laurent Chabry (1855-1893) et Wilhem Roux (1850-1924), représentants des deux écoles française et allemande d'embryologie expérimentale, participent à cette réactualisation de la théorie de la préformation. Chably utilise un modèle expérimental, l'ascidie, plus adapté que l'embryon de poulet, pour étudier les stades précoces de l'embryogenèse. De la nature anisotrope de l'œuf (chaque blastomère isolé est responsable de la production d'une série de tissus larvaires), il conclut à une répartition différentielle, par séparation au cours de la segmentation, d'un matériel préformé. Chabry pose ainsi les premiers jalons de la conception « mosaïque » du développement. Socialiste convaincu, il aurait été déçu de ses propres résultats qu'il aurait espérés plus « épigénétiques »[56].

En 1888, Roux teste en quelque sorte l'hypothèse de Weissman en détruisant à l'aide d'une aiguille chauffée certaines cellules d'embryon de grenouilles au stade 2 ou 4 blastomères. Les embryons lésés forment alors des hémi morulas puis des hémi neurulas, ce qui est en accord avec une répartition différentielle des déterminants nucléaires qui rendait autonome le développement des différentes parties de l'embryon. Ce qu'il résume dans le concept d'« œuf mosaïque »[57] (Fischer et Smith, 1984).

[55] Il exclut donc toute hérédité des caractères somatiques acquis. Weissman s'appuie pour cela sur les résultats de l'ablation de la queue chez 19 générations successives de souriceaux pour lesquels il observe, dans la descendance, le développement d'une queue normale. Il réfute ainsi la théorie de la pangenèse proposée par Darwin et selon laquelle des particules (pangènes) étaient susceptibles de migrer des cellules somatiques aux cellules germinales.

[56] Pour les néo-lamarkiens, dont Chabry, le déterminisme biologique n'est pas compatible avec leur vision humanistes de la liberté, ce que Fischer résume de la façon suivante : « *Républicains, hommes de gauche, anticléricaux, rationalistes, voici encore quelques étiquettes que nous pouvons attribuer à un esprit néo-lamarckien* » (Fischer, 2002, p. 139).

[57] Le modèle de l'œuf mosaïque ne sera partiellement réfuté qu'en 1910, par J.F. Mc Clendon. Lequel démontrera que l'expérience de Roux est dûe à un artéfact de destruction.

La redécouverte des lois de Gregor Mendel[58] et les avancées dans le domaine de la cytologie conduisent à la construction de la théorie chromosomique de l'hérédité (1903) et à l'invention du mot « génétique » par William Bateson (1861-1926), en 1906. C'est à Walter S. Sutton (1877-1916) que l'on doit d'avoir établi à peine plus tôt l'analogie entre séparation des chromosomes homologues au cours de la première division de méiose et disjonction des caractères mendéliens offrant ainsi une réalité physique aux « déterminants » de Weissman. En 1909, Wilhem L. Johannsen (1857-1927) définit la notion de gène. Remobilisant la dualité entre « soma » et « germen », il propose une distinction entre phénotype et génotype. Enfin, Thomas H. Morgan (1866-1945) a participé à réserver à la génétique la seule étude de la transmission des caractères, laissant à l'embryologie le soin d'en étudier l'expression. S'en suivront une trentaine d'années de séparation des territoires conceptuels entre ces deux approches. Durant les deux premières décennies du XX^{e} siècle des travaux menés par de nombreux généticiens (Bateson, Correns, Johannsen, East…) ont établi les principes généraux de la transmission héréditaire d'un matériel génétique stable. Cependant, comme le fait remarquer Michel Morange, la transformation du concept de gène en réel objet de recherche a été très hésitante et ce pour des raisons multiples : « *prudence, influence de la philosophie empiriste, très répandue parmi les scientifiques de la fin du XIX^{e} siècle, qui recommandait de se méfier des concepts superflus, ou peur de la part de certains biologistes de revenir aux errements des préformationnistes* » (Morange, 2000).

Les travaux sur l'hybridation et l'hérédité ainsi que la redécouverte des lois de la génétique aboutissent à affirmer que l'acquisition par le vivant de sa forme et de ses fonctions dépend de son potentiel héréditaire propre, l'action du milieu sur le phénotype laissant intacte le génotype. L'avènement de la génétique formelle et chromosomique vient évidemment renforcer les théories visant à affirmer la prépondérance des déterminismes innés sur ceux liés au milieu.

Côté environnementalistes, les expériences de Trofim D. Lyssenko (1898-1976) sur la vernalisation du blé et du seigle et sur l'influence des facteurs environnementaux offrent un regain au lamarckisme. A la génétique, considérée comme science réactionnaire et bourgeoise est préférée, en Union Soviétique, la théorie lyssenkiste qui ménage la liberté d'une transformation de l'homme par l'homme. Canguilhem relève leur dimension idéologique. Son analyse de la portée du lyssenkisme est formulée de la manière suivante :

> La théorie mendélienne de l'hérédité, en justifiant le caractère spontané des mutations, tend à modérer les ambitions humaines et spécifiquement soviétiques, de domination intégrale de la nature et les possibilités d'altération intentionnelle des espèces vivantes. Enfin et surtout, la reconnaissance de l'action déterminante du milieu a une portée politique et sociale, elle autorise l'action illimitée de l'homme sur lui-même par l'intermédiaire du milieu. Elle justifie l'espoir d'un renouvellement expérimental de la nature humaine (Canguilhem, 1977, p. 149).

[58] Les travaux de Gregor Mendel (1822-1884), présentés en 1865 à la Société des Sciences Naturelles de Brno, reposent sur une analyse quantitative d'expériences d'hybridation chez les plantes. En croisant sept variétés de petits pois différant par un caractère Mendel a pu en suivre la transmission au cours des générations. Il a ainsi établi l'existence de caractères dominants et récessifs, et le fait qu'ils se transmettent sans se mélanger ni s'altérer, de manière indépendante et aléatoire. Dans le cadre des lois de Mendel, chaque parent fournit ainsi une unité d'information – qu'on a par la suite appelée gène – pour chaque caractère faisant l'objet d'une ségrégation.

Parallèlement, la biologie du développement propose de nouveaux modèles, notamment en ce qui concerne l'épigenèse. Dans des études menées entre 1892 et 1893, Hans Driesch (1867-1941) démontre qu'une cellule isolée d'embryon d'oursin au stade deux, quatre, ou huit blastomères, peut se développer en larve d'oursin normale. Cette capacité des blastomères rend compte de ce qui sera nommé le « développement à régulation » et amène Driesch à proposer que « *la position relative d'un blastomère dans l'ensemble va probablement d'une manière générale déterminer son devenir* » (cité *in* Gilbert, 1996, p. 578). Driesch avance donc que le blastomère n'est pas prédéterminé dans son devenir mais que c'est bien plutôt son environnement cellulaire qui détermine son évolution au cours de l'ontogenèse. Cette conception, qui peut être rapprochée d'une forme de néo-lamarkisme, défend une autodétermination du vivant en réponse à des influences environnementales et s'oppose radicalement aux théories de la préformation[59].

Cette rupture avec la pensée de Weissman, Driesch la compléta en envisageant, suite à l'observation des conséquences de compressions sur les processus de segmentation, des interactions entre noyau et cytoplasme, déterminantes pour le devenir des cellules. Impuissant à proposer des explications mécanistes, il invoqua, dans une perspective vitaliste une « entéléchie », héritée de la philosophie aristotélicienne, ou « *force interne dirigée vers un but* » pour rendre compte des mécanismes du développement, réactualisant la « vis essentialis » qui était venue au secours de Kaspar Wolff au siècle précédent.

Par ailleurs, en 1918, Hans Spemann (1869-1941), à la suite de Driesch (1867-1941) éprouve également l'hypothèse de Weissman. Avec des expériences de ligature dans le plan de la première segmentation de l'embryon de triton, il apporte sa contribution au modèle du développement à régulation. Mais il y intègre une part de régulation indépendante : à partir d'un certain stade de développement les cellules sont déterminées.

Mais ce sont surtout H. Spemann et Hilde P. Mangold (1898-1924) qui ont proposé, en 1924, un modèle de la neurulation. Ils démontrent que l'évolution de l'ectoderme en tube neural fait intervenir des phénomènes d'induction[60] (Prochiantz, 1997). L'école d'embryologie expérimentale allemande a donc largement contribué à fonder des modèles de

[59] L'embryologiste expérimental Yves Delage, auteur en 1903 d'une synthèse, *L'hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*, rend bien compte des positions alors dominantes en France, selon Fischer : « *Ainsi, à la place de l'hérédité – qui n'est pas une force évolutive et qui n'explique rien à la place des germes prédestinés qui ne sont qu'une hypothèse possible, il faut mettre les facteurs positifs de l'ontogenèse c'est-à-dire des forces actuelles, toutes réductibles à des effets mécaniques, physiques, chimiques ou physiologiques simples* » (cité in Fischer, 2002, p. 142).

[60] La neurulation, qui chronologiquement fait suite aux étapes ontogénétiques de segmentation et de gastrulation de l'embryon, correspond à l'évolution de l'ectoderme en tube neural. C'est la différenciation des différentes régions du tube neural selon l'axe antéropostérieure de l'embryon qui permet la mise en place des différentes parties du système nerveux. Ils ont montré, grâce à des expériences élégantes de transplantation entre espèces à pigmentation différente, permettant de différencier les tissus de l'hôte de ceux du donneur, que la formation du tube neural est assurée par une interaction entre une région du mésoderme dorsal et l'ectoderme. La transplantation hétéroplastique de la lèvre dorsale du blastopore (d'origine dorsale et mésodermique) d'un embryon de triton dans la région dorsale d'une blastula de même stade, mais d'un embryon d'une espèce à pigmentation différente, « induit », c'est à dire oriente, le devenir de cette région (Prochiantz, 1997, p105). Ces résultats, confirmés dans les années 1980, leur ont permis d'établir le concept d'induction et de « centre organisateur » (région embryonnaire, susceptibles de déclencher des phénomènes d'induction au niveau de cibles dites compétentes et pendant des périodes déterminées). Mangold a supplémenté le concept d'induction d'une dimension temporelle en répétant les expériences d'induction, mais en faisant varier l'âge des tissus donneurs et receveurs. (Gilbert, 1996, p. 589-591)

développement du système nerveux dans lesquels les interactions entre l'organisme et son milieu, particulièrement son environnement cellulaire, sont déterminantes[61].

Finalement, comme le souligne fort justement Canguilhem, les données accumulées par la génétique permettent, à partir de la fin du XIX^e^ siècle, de rendre compte de la stabilité des caractères morphologiques au cours de générations. Ce qui tendrait à faire « *admettre l'autonomie du vivant par rapport au milieu* ». Alors même que, pendant le même temps, nous l'avons vu, les approches psychologiques et éthologiques proposaient un « retournement du rapport organisme milieu » ; retournement selon lequel l'organisme se « *propose au monde* » (Canguilhem, 1989, [1949]). Quand à la biologie du développement, elle s'autonomise en ce début de XX^e^ siècle autour de modèles dynamiques d'interactions au sein de l'organisme et avec son milieu[62]. Par ailleurs, à la fin du XIX^e^ siècle, en physiologie, l'épigenèse s'entend essentiellement comme une liberté du vivant à réagir aux facteurs de l'environnement par la régulation. Et la neurophysiologie est surtout organisée autour d'une approche réflexologique dans lequel l'organisme propose une réponse, stéréotypée, aux variations du milieu.

Autrement dit, au moment même où les différentes approches envisagées s'autonomisent, on peut dire qu'elles partagent la propriété de se structurer autour de la recherche de déterminismes linéaires, causaux, génétiques et épigénétiques, dans la compréhension du développement et du fonctionnement de l'organisme et de son système nerveux. Nous avons essayé de rendre compte de la teneur et de la richesse des débats scientifiques qui se sont focalisés sur cette question. Ces débats partagent également la particularité de ne pas être, à l'évidence, que des débats strictement scientifiques. Nous y revenons par la suite. Les frontières entre ces approches n'étant ni infranchissables ni inexistantes, on imagine aisément qu'elles ont pu s'allier ou s'opposer, parfois (selon que le mode de déterminisme qu'elles avançaient était concordant ou pas), ou au contraire s'ignorer, le plus souvent.

Doit-on conclure que les dialectiques de rapport de l'organisme à son milieu, préformation/épigenèse, inné/acquis, instinct/apprentissage, génétique/épigénétique … ne laissaient pas de place, à la fin du XIX^e^ siècle, pour des modèles de description de la plasticité anatomique et fonctionnelle du système nerveux ? Car nous le précisions dès l'introduction, la plasticité nerveuse est aujourd'hui un concept structurant des neurosciences. Qu'en est-il de sa construction historique ?

[61] Sur le plan méthodologique l'apport est essentiel également : l'introduction des observations cytologiques par marquages « biologiques » (greffe).

[62] On remarquera que, si la continuité épistémologique de l'école d'embryologie expérimentale allemande est avérée d'un point de vue méthodologique, elle opère, du point de vue des déterminants du développement embryonnaire, une réelle évolution. Du déterminisme préformationniste prôné par Weissman et Roux, au déterminisme « topologique » de Dreisch jusqu'à la synthèse dynamique de Spemann et Mangold, le chemin conceptuel est loin d'être linéaire. Et il serait sans doute réducteur d'envisager le « centre organisateur » de Spemann comme une nouvelle version du vitalisme.

I-4-6 La plasticité nerveuse : une idée ancienne ?

L'idée d'une possibilité de remaniement du système nerveux, de souplesse, fonctionnelle du moins, est sans doute relativement ancienne. Elle a pu notamment être caractérisée dans les approches psychologiques et physiologiques.

Par exemple, Pavlov, lorsqu'il aborde *Certains problèmes de la physiologie des grands hémisphères*, conclut sa réflexion en ces termes :

> Toutes nos nombreuses expériences sur l'activité des grands hémisphères surprennent par la plasticité de cette activité. De nombreuses épreuves nerveuses qui semblaient insurmontables au début pour un cerveau donné, finissent par être accomplies de façon satisfaisante lorsqu'on s'y prend petit à petit et avec précaution. […] Je ne crois pas que ce soit légèreté de ma part que d'exprimer l'espoir que nos expériences sur l'activité nerveuse donneront bon nombre d'indications directrices pour l'éducation et l'auto-éducation humaines (Pavlov, 1961, p. 231-232).

On remarquera, au-delà de la référence aux propriétés de plasticité fonctionnelle du système nerveux central, que Pavlov prête au concept de plasticité une réelle portée sociale, avec des implications dans l'éducation.

Mais il semble que le terme de plasticité apparaisse dans le vocabulaire des sciences matérialistes européennes dès le XVIII^{e} siècle, avec l'étude du comportement animal notamment. C'est au milieu du XIX^{e} siècle qu'il entre dans le langage des biologistes où il désigne l'adaptabilité d'un organisme vivant aux changements de son environnement. E. G. Jones avance que la première utilisation du concept de plasticité dans l'étude du système nerveux remonte à la publication, en 1909, par le biologiste roumain Ioan Minea, d'une thèse intitulée *Investigations expérimentales sur les variations morphologiques des neurones sensoriels*. Les études de Minea développent certains aspects de ce que l'on pourrait appeler, aujourd'hui, la plasticité neuronale structurale ou anatomique. Minea s'est surtout intéressé à l'évolution morphologique du réseau neuronal, observable au niveau des cellules ganglionnaires de la corne dorsale de la moelle épinière, suite à une transplantation ectopique (Jones, 2000).

En fait, il apparaît que dès le début du XXe siècle, Santiago Ramon y Cajal, en Espagne, Jean Nageotte à Paris, Aldo Perroncito dans le laboratoire de Golgi à Pavie et Georges Marinesco à Bucarest (directeur de recherche de Minea) ont envisagé ce modèle. Les résultats les plus importants ont été regroupés par Ramon y Cajal dans *Estudios sobre la degeneracion y regeneracion del sistema nervioso*, publié en 1914. Dans cet ouvrage, l'auteur développe sa théorie du neurotropisme[63]. La thèse de Minea prolonge l'ensemble de ces travaux en décrivant les transformations morphologiques induites, au niveau des cellules du ganglion spinal de rat, par un traumatisme ou une transplantation. Les observations effectuées rendent compte de « *l'énorme capacité de plasticité* » des cellules du ganglion spinal. Dans un chapitre intitulé *Plasticité neuronale*, Minea introduit, outre ce dernier, les néologismes de « *plasticité dendritique, morphologique, fonctionnelle* » (cité par De Felippe et Jones, 1991). Il semble que cette terminologie, qui n'a pas été reprise par Cajal dans sa synthèse, ne fait sa

[63] Ramon y Cajal envisage qu'« *il se crée des associations d'essai destinées à se substituer ou à se détruire suivant des circonstances indéterminées* » (cité in Jones, 2000).

réapparition dans le vocabulaire des neurosciences qu'en 1978, dans un article de *Nature* relatif au développement du système visuel.

Cependant, Giovanni Berlucchi propose que l'introduction du terme de plasticité dans le domaine de l'étude du cerveau soit due au travail d'un neuropsychiatre italien : Ernesto Lugaro (1870-1940). En effet, Berlucchi relève qu'il existe une entrée « *Plasticity, – psychic, – of the neurons, – of the neurofibrils* » dans l'index analytique de l'ouvrage de Lugaro, *Modern problems in Psychiatry*, publié en 1906 et traduit en anglais en 1909. Lugaro propose que les mécanismes impliqués dans l'organisation prénatale du système nerveux soient susceptibles de continuer chez l'adulte en permettant d'établir de nouvelles connexions anatomo-fonctionnelles adaptatives entre neurones. Ces mécanismes de variations physico-chimiques et morphologiques des relations entre neurones permettraient d'expliquer les phénomènes d'apprentissage et de compensations fonctionnelles après lésion cérébrale. En ce sens, Lugaro apparaît comme un adepte de la théorie neuronale défendue par Ramon y Cajal et son propre professeur Eugenio Tanzi (1856-1934), contredisant du même coup la théorie réticulaire golgienne. De plus, Tanzi émet l'hypothèse que les stimuli extérieurs sont susceptibles de changer les distances entre les neurones associés. Il s'agit de rendre compte, dans le cadre de la théorie neuronale, des phénomènes de mémoire et d'apprentissage. Les neurones activés par un stimulus augmenteraient de taille, ce qui permettrait de réduire la distance avec les dendrites et les somas des neurones associés d'un point de vue fonctionnel, et donc de faciliter la communication interneuronale (Berlucchi, 2002).

Pour leur part, les embryologistes partisans de la théorie cellulaire du système nerveux se sont logiquement posés la question du déterminisme de la connectique neuronale, c'est-à-dire de l'axogenèse et de la synaptogenèse. En 1910, Harrison a ainsi observé que la croissance axonale nécessite la présence d'un substrat solide dont les différences, au sein des structures embryonnaires, pourraient expliquer des phénomènes d'axogenèse orientée vers une cible. Il a également émis l'hypothèse, revisitée en 1983, de « *neurones pionniers* » dont les axones guideraient la spécificité de la croissance axonale vers les tissus cibles (Gilbert et Singer, 1996, p. 295).

Dès les premières observations cytologiques du système nerveux, au début du XX^{e} siècle, les propriétés de plasticité neuronale ont donc été mentionnées. L'hypothèse de leur implication dans les fonctions de mémoire et d'apprentissage a été envisagée. Il est légitime de penser que l'on peut trouver dans l'histoire des différentes approches scientifiques qui interrogent le développement et le fonctionnement du système nerveux, des références ponctuelles à ce concept Pour autant ces recherches n'ont pas interrogé plus avant les propriétés de plasticité nerveuse. Ce n'est que plus d'un demi-siècle plus tard que le concept de plasticité nerveuse, avec l'hypothèse de Hebb (chapitre II-2), connaîtra un écho plus favorable.

Il faut donc croire que la façon de penser le vivant construite au XIX^{e} siècle, entre déterminismes génétiques et épigénétiques, entre liberté et déterminisme a été structurante dans le développement ultérieur de chacune des approches envisagées.

Nous faisons l'hypothèse que la stabilisation de ces paradigmes de recherche repose aussi sur leur capacité à fournir des modèles qui rencontraient un écho dans la société. C'est pourquoi nous proposons de revenir dans ce dernier chapitre sur les relations entre connaissances scientifiques et opinions.

CHAPITRE I-5
RELATIONS ENTRE CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET OPINIONS

François Jacob a résumé les enjeux philosophiques et idéologiques que revêt la question de ce qui détermine le développement de fonctions mentales. Il illustre, avec une analogie percutante, les positions extrêmes qui se sont exprimées sur le sujet :

> Cette interdépendance du biologique et du culturel est trop souvent sous estimée, quand elle n'est pas purement et simplement niée, pour des raisons idéologiques et politiques. […] On voit ainsi s'opposer deux positions extrêmes ; deux attitudes qui, pour prendre une analogie avec des machines à musique, considèrent le cerveau humain soit comme une bande magnétique vierge, soit comme un disque de phonographe. […] Les tenants de la bande magnétique sont souvent influencés par l'idéologie marxiste selon laquelle l'individu est entièrement façonné par sa classe sociale et son éducation. […] Tout aussi insoutenable apparaît donc l'attitude inverse, celle du disque de phonographe. Ce point de vue, qui se trouve souvent associé à une philosophie conservatrice, sous-tend des formes variées de racisme et de fascisme. Il attribue à l'hérédité de l'être humain la quasi-totalité des ses aptitudes mentales et nie pratiquement toute influence du milieu, ruinant ainsi tout espoir d'amélioration par l'entraînement et l'apprentissage (Jacob, 1980, p. 109-111).

Et c'est bien autour de ces deux positions extrêmes que nous avons pu relever, dans les différentes approches envisagées, une structuration des débats scientifiques et idéologiques. Dès son origine, il apparaît que le débat scientifique autour des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral a rencontré un débat de société. L'un comme l'autre demeurent des débats contemporains.

I-5-1 Le cerveau, objet de débats scientifiques et de société

Nous avons eu l'occasion de souligner comment les différentes écoles de pensée qui ont recherché des déterminismes au développement et au fonctionnement cérébral (naturaliste, psychologique et éthologique, physiologique, génétique et développementale) ont parfois été engagées dans la défense de, ou l'opposition à, tel ou tel système de valeurs, telle ou telle idéologie. La matérialisation des fonctions mentales s'est ainsi construite contre le dogme religieux du spiritualisme et contre le dualisme cartésien.

Dès l'émergence du débat entre libre arbitre et déterminisme, la matérialisation de l'esprit s'est construite autour des couples inné/acquis ou nature/culture ou encore préformation/épigenèse, et a proposé des modèles de légitimation des discriminations sociales. On pense à la craniométrie qui s'est développée aux Etats-Unis dans la lignée de la phrénologie de Gall. Stephen Jay Gould a par exemple largement documenté les travaux craniologiques de Georges Morton (1799-1851) et leur portée sociale pour ce qui concerne le

racisme et le sexisme. La craniométrie (mesure des capacités crâniennes) de Morton, menée selon une perspective comparée entre « races », n'avait d'autre but que de légitimer le fait que « *le statut social et la position de pouvoir occupée par chacun étaient le reflet fidèle de la valeur biologique* » (Gould, 1983, p. 56-57). On pense aussi au fort courant eugéniste et à ses spécificités craniologiques, illustré par les travaux de Paul Brocca à Robert B. Bean au début du vingtième siècle[64]. On pense enfin à l'anthropologie criminelle établie par Cesare Lombroso (1835-1909) autour de la conception selon laquelle la criminalité est innée, fruit de l'évolution et qu'elle peut être révélée grâce à la recherche de particularités anatomiques (notamment crâniennes) décelables.

Plus que simplement légitimantes, les théories scientifiques de l'innéité des fonctions et des aptitudes mentales ont introduit, par leur publicisation, les conceptions raciales dans la société occidentale. C'est ce que défendent Bancel *et al.* (2004) dans un ouvrage remarquablement documenté sur les « zoos humains ». Ils y démontrent comment les exhibitions « anthropozoologiques » des individus « exotiques » ont façonné, dans toute l'Europe coloniale, le regard sur l'autre. Les auteurs discutent de la façon dont cette « spectacularisation », dans les expositions universelles notamment, a opéré un « *passage progressif d'un racisme scientifique à un racisme populaire* » et a contribué à construire l'identité occidentale.

De plus, il a été précisé en quoi la théorie évolutionniste marque profondément les approches biologistes ultérieures qui se pencheront sur la question de la liberté et du déterminisme. Bien qu'universaliste en ce qu'il ne distingue pas de différences fondamentales « naturelles » dans l'expression des émotions chez les différentes « races » de l'espèce humaine, le darwinisme offre aux biologistes, et particulièrement avec le développement de la génétique, la possibilité de réduire les comportements humains à des déterminismes héréditaires. La montée du darwinisme psychologique et social rend compte de la transposition idéologique d'une lecture très particulière, hyperbolique, de la pensée darwinienne. Nous pensons en particulier à la façon dont les modèles développés par Haeckel, innéiste forcené on l'a vu, dont l'idole était Bismark, fourniront un support scientifique à l'antisémitisme de plus en plus sensible avec la montée du nazisme en Allemagne.

Pour sa part, Anne Harrington stigmatise la tendance holistique de la biologie de l'entre deux guerres en Allemagne, et surtout de la psychologie et de la neurologie. Selon elle, ce courant de pensée emprunte aussi bien au champ de la connaissance scientifique qu'à celui de l'idéologie culturelle. Elle souligne que, dans la République de Weimar, « *holism often spoke with a political accent* » (citée par Kragh, 2002).

On a pu, à la suite de Canguilhem, préciser également comment le retournement épistémologique de la relation de l'organisme avec son milieu, opéré par plusieurs courants de recherche, a pu être mobilisé à des fins idéologiques par les gouvernements marxistes. De ce point de vue, les scientifiques Lyssenko et Pavlov sont exemplaires, dans leur relation au pouvoir politique.

[64] On retrouve également ces conceptions chez l'anatomiste E.A. Spitzka. Gould rapporte que Bean conclut ses travaux sur la taille relative des différentes parties du cerveau de la manière suivante : « *Si l'on considère la taille relative de leur zone frontale, les Noirs sont des intermédiaires entre l'homme et l'orang-outan* » (cité in Gould, 1983, p. 86).

Certains chercheurs ont d'ailleurs souligné en quoi la portée idéologique de leurs travaux pouvait peser sur leurs débats scientifiques. Lorenz remarque ainsi que la controverse voire l'opposition radicale entre mécaniste (béhavioristes et reflexologues) et vitalistes (partisans de la psychologie de la forme qui invoquent des facteurs supranaturels inaccessibles à une explication causale) a sans doute constitué un frein idéologique fort à une approche analytique objective des comportements innés. Il précise en effet que « *Dès l'instant où les vitalistes vantaient tant les « instincts », il était, pour cette raison même, interdit d'en parler dans les milieux mécanistes* » (Lorenz, 1970, [1937], p89). Lorenz considère par ailleurs que cette opposition a empêché la constitution de toute monographie descriptive permettant une étude phylogénétique du comportement.

Avec la matérialisation de l'esprit, il semble indéniable que l'innéisme, traditionnellement défendu par les spiritualistes, devient, au nom de la science, l'une des principales conceptions défendues par les matérialistes. Mais plus généralement l'histoire de la recherche de déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral, que ce soit sous sa version environnementaliste/épigénétique ou innéiste/génétique, montre que celle-ci est contrainte par le débat social tout autant qu'elle en alimente les termes. Alors même que ce thème, dans sa perspective matérialiste, ne fait pas, à proprement parler, l'objet d'une interrogation philosophique relative à la liberté humaine. On peut en effet, avec Luc Ferry, renvoyer dos-à-dos le déterminisme naturaliste et le déterminisme historique. Car reconnaître un libre arbitre, ce serait plutôt identifier une capacité proprement humaine à s'écarter justement de ces déterminismes historico-naturels[65] (Ferry et Vincent, 2000, p. 27).

Il n'est pas rare de lire que les contributions récentes des neurosciences ont rendu inconsistant le débat inné/acquis, génétique/épigénétique qui a longtemps structuré les approches scientifiques de la recherche de déterminisme du développement et du fonctionnement du système nerveux[66]. Le modèle interactionniste, dit du calendrier cérébral, d'interaction entre déterminants génétiques et déterminants environnementaux dans la réalisation du phénotype cérébral aurait ainsi rencontré un consensus scientifique et social. Le concept de neuroplasticité, dont la contribution est plus ou moins déterminante au cours du développement de l'organisme, est ainsi souvent présenté comme un concept permettant de concilier les deux approches qui se sont affrontées depuis le XIX^{e} siècle.

Pourtant, les relations entre connaissances et idéologies au sein des neurosciences modernes révèlent encore des interactions. Francisco Varela, l'un des importants théoriciens des sciences cognitives dresse une typologie des différentes positions « scientifico-

[65] Notons cependant que les conceptions alternatives à cette dialectique ne sont pas récentes puisque, déjà en 1905, l'embryologiste Edwin G. Conglin écrivait : « *Bien des gens ayant réfléchi à ces questions ont senti, apparemment, qu'il n'y a pas de juste milieu entre le libre arbitre absolu et le déterminisme absolu. […] L'expérience nous donne l'assurance que nous ne sommes ni absolument libres ni absolument esclaves, mais que nous sommes en partie libres et en partie esclaves ; les alternatives ne sont pas la liberté ou le déterminisme, mais plutôt la liberté et le déterminisme* » (Cité par Fischer, 2001).

[66] Bernard Andrieu précise que les termes de ce débat ont évolué. Prenant l'exemple de la fonction visuelle, il écrit : « *Une telle interaction entre la prédisposition génétique et l'expérience mondaine décrit l'architecture fonctionnelle du cortex comme le résultat d'une construction dialectique. En cela, il faut dépasser l'opposition traditionnelle de l'inné et de l'acquis : la notion de prédisposition rend nécessaire de manière interne la réalisation par l'expérience* » (Andrieu, 2002, p. 89).

idéologiques » de son champ de recherche. Il distingue ainsi trois grands courants. Le courant du neuroréductionnisme, qu'il juge conservateur et extrémiste. Ce dernier est incarné notamment par les partisans de la neurophilosophie dont Patricia Churchland est le chef de file. Il compte parmi ces partisans Francis Crick, codécouvreur de la structure de l'ADN, reconverti à la neurobiologie et qui réduit l'homme à « *rien d'autre qu'un paquet de neurones* ». Le second courant est celui du fonctionnalisme, dont Edelman est le représentant le plus connu. Varela le juge « centriste », et précise qu'il défend la nécessité d'un point de vue externe pour approcher l'étude de la vie mentale. Enfin le courant duquel Varela se revendique, « de gauche », adopte une approche moniste en privilégiant l'importance de la nature irréductible de l'expérience personnelle. Ce courant est proche de la phénoménologie, ou plus précisément de l'école française de Merleau-Ponty et de Piaget (Varela, 1996).

Le débat scientifique[67] et le débat social, relatifs aux déterminismes des fonctions mentales et des comportements, ne sont donc pas pour autant clos. Et pour cause, la biologisation de la question sociale semble connaître un regain de forme. Faut-il y voir un succès des modèles produits par les sciences matérialistes prenant le cerveau pour objet ou un ralliement d'une partie des sciences humaines et sociales, historiquement plus critiques ?
On peut, en tout état de cause, rappeler par exemple qu'a été envisagée à partir de 2004, la possibilité de réaliser un diagnostic précoce de la délinquance juvénile. S'appuyant sur un rapport de l'Inserm estimant « *à près de 50 %* » le déterminisme génétique de ces « *troubles de conduite* », le parlementaire Benisti proposait d'en prévenir la survenue en détectant les « *difficultés de langage* », dès l'âge de 4 ou 6 ans (Chevassus-au-Louis, 2007).
Parce que symbolique, on doit garder à l'esprit le point de vue exprimé par l'actuel président de la République Française quant au déterminisme génétique du suicide et de la pédophilie. Durant la dernière campagne présidentielle, le candidat Nicolas Sarkozy déclarait dans un dialogue avec le philosophe Michel Onfray :

> J'inclinerais, pour ma part, à penser qu'on naît pédophile, et c'est d'ailleurs un problème que nous ne sachions soigner cette pathologie. Il y a 1200 ou 1300 jeunes qui se suicident en France chaque année, ce n'est pas parce que leurs parents s'en sont mal occupés ! Mais parce que, génétiquement, ils avaient une fragilité, une douleur préalable (Philosophie Magazine, n° 8, avril 2007).

Ce qui est intéressant à relever dans cet extrait de discours ça n'est pas tant ce qu'il révèle de déterminisme. C'est une opinion. Selon notre perspective, il est plus intéressant de souligner l'emploi de l'adverbe génétiquement. Si l'on peut considérer qu'il existe une aptitude innée au suicide, la génétique n'en a jamais précisé les fondements. Que signifie alors une « douleur » d'ordre génétique ?

Ces exemples pourraient paraître anecdotiques s'ils ne s'inscrivaient dans un faisceau convergeant d'éléments amenant à penser que les conceptions héréditaristes du déterminisme génétique des comportements humains restent très présentes dans le monde social et politique. Nombreux sont les auteurs qui ont analysé ainsi l'appropriation sociale de la génétique. On peut, à titre d'exemple, citer l'ouvrage, largement documenté, des sociologues Dorothy

[67] Le débat scientifique ne fera pas l'objet d'un développement particulier ici. Ce débat reste vif comme en témoignent les nombreux colloques de recherche organisés autour de la dualité génétique / épigénétique. Citons pour exemple le congrès annuel organisé à la Ciotat par l'Institut de Neurobiologie de la Méditerranée et intitulé en 2005 « *Nature and nurture in brain development* ».

Nelkin et Susan Lindee (1998). Elles envisagent comment la « *mystique de l'ADN* » a envahi l'ensemble de la sphère médiatique et sociale. Plus qu'un simple « renversement » de la relation du vivant à son milieu identifié par Canguilhem, il faut y voir, dans sa version réductionniste la plus radicale, une réelle quête vitaliste, si bien symbolisée par la double hélice. Au regard de la mobilisation historique de ces modèles dans la légitimation d'un ensemble de discriminations sociales, la « déconstruction » d'une acception stricte et généralisante du concept de déterminisme génétique demeure nécessaire.

Les modèles scientifiques de type environnementaliste ont tout aussi bien légitimé une idéologie socialiste égalitariste qui met en exergue l'importance de l'éducation. France Queré prend en compte l'actualisation de la question et nous alerte quant aux manipulations, essentiellement neurochimiques, rendues possibles par le développement des neurosciences. Ces manipulations créent selon elle une dissymétrie entre l'état et l'individu dont la liberté de jugement peut être atteinte. Elle écrit dans ce sens :

> Cette combinaison du vague de l'idéologie et de l'exact de la science confère de singuliers pouvoirs à l'idéocratie totalitaire : la haute citadelle des vérités définitives reçoit les moyens de réduire les écarts de doctrine, c'est-à-dire d'anéantir les libertés spirituelles (Queré, 2001, p. 14).

Enfin, nous avons rappelé que l'une des nouveautés théoriques majeures des sciences du cerveau au cours des vingt dernières années (même si l'épistémologie du concept est plus ancienne) correspond au concept de neuroplasticité défini aux différentes échelles d'organisation. Nous en référerons à la réflexion de la philosophe Catherine Malabou quand aux nouvelles formes de biologisation du social introduites par le concept de neuroplasticité. Malabou dénonce sa mobilisation possible dans le cadre d'une idéologie néolibérale, lorsqu'il est confondu avec le concept de flexibilité[68] :

> La question qui se pose alors inévitablement est : comment répondre de manière plastique à la plasticité du cerveau ? […] La plasticité cérébrale permet elle de penser, à titre de modèle, une multitude d'interactions dans lesquels les partenaires exercent les uns sur les autres des effets de transformation à travers des exigences de reconnaissance, de non domination et de liberté ? Ou bien faut-il considérer au contraire qu'entre déterminisme et polyvalence, la plasticité cérébrale constitue la justification biologique d'un type d'organisation économique, politique et social où seul compte le résultat de l'action en tant que tel, l'efficacité, l'adaptabilité – une flexibilité à toute épreuve ? (Malabou, 2004, p. 66-67)

Et c'est bien à une résistance vis-à-vis de la flexibilité qu'invite l'auteur, flexibilité qu'elle définie comme une « *norme idéologique véhiculée, consciemment ou non par le discours réductionniste qui modélise et naturalise le processus neuronal afin de légitimer un fonctionnement social et politique* »[69] (Malabou, 2004, p. 139).

Dans un chapitre intitulé *L'homme neuronal et l'esprit du capitalisme*, l'auteur montre en quoi les découvertes récentes en neurosciences (notion de réseaux, traitement en parallèle des

[68] C'est dans ces termes qu'elle précise la confusion qui pourrait être faite entre plasticité et flexibilité : « *La flexibilité est l'avatar idéologique de la plasticité. A la fois son masque, son détournement et sa confiscation* […] *la flexibilité est la plasticité moins son génie* » (Malabou, 2004, p. 29-30).

[69] Le bien-fondé de cette hypothèse est on ne peut plus clairement explicité dans le discours de Monsieur Lelay, Président directeur général de la chaîne de télévision française TF1 : « *Pour qu'un message publicitaire soit perçu, il faut que le cerveau du téléspectateur soit disponible. Nos émissions ont pour vocation de le rendre disponible : c'est-à-dire de le divertir, de le détendre pour le préparer entre deux messages. Ce que nous vendons à Coca-Cola, c'est du temps de cerveau humain disponible* » (in Lelay, 2004).

informations, remise en question de l'organisation hiérarchique d'un cerveau – machine) pourraient légitimer une idéologie néolibérale qui « *repose aujourd'hui elle-même sur une redistribution des centres et un assouplissement considérable des hiérarchies* » (Malabou, 2004, p. 86).
Car Malabou relève en quoi la domination et la crise de la centralité, loin de s'opposer, selon un paradoxe qui n'est qu'apparent, s'accordent tout à fait. C'est dans cette perspective que la philosophe lance un appel à la résistance face à la mobilisation, par les idéologies dominantes, du concept scientifique de plasticité cérébrale, lequel s'offre à un glissement vers une absence de centre et vers une flexibilité, « *c'est-à-dire en fait à la docilité et à l'obéissance* » (Malabou, 2004, p. 110). Pour Malabou, c'est essentiellement à l'absence d'identification de la fissure théorique que constitue la continuité entre neuronal et mental qu'il faut attribuer la possible légitimation des idéologies par les discours scientifiques. Elle résume sa pensée de la manière suivante :

> Dès lors, revendiquer une véritable plasticité du cerveau revient à exiger de savoir ce que le cerveau peut faire et pas seulement tolérer. Par le verbe « faire », nous n'entendons pas seulement « faire » des mathématiques ou du piano, mais bien faire son histoire, devenir le sujet de son histoire, saisir le lien entre la part de non-déterminisme génétique à l'œuvre dans la constitution du cerveau et la possibilité d'un non-déterminisme social et politique, en un mot d'une nouvelle liberté, d'une nouvelle signification de l'histoire (Malabou, 2004, p. 31-32).

Il est finalement à penser que la recherche de déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral a entretenu et continue d'entretenir des liens étroits avec la question sociale. En ce sens les déterminismes en jeu dans cette recherche continuent de faire l'objet d'un débat scientifique et social, qui n'a pas nécessairement perdu de sa vigueur. Ce que l'on pourrait considérer comme des formes de dépendance réciproque entre connaissances scientifiques et opinions, systèmes de valeurs ou idéologies invite pour le moins à tenter de clarifier les relations entre ces catégories.

I-5-2 Sciences, opinions et idéologies : les apports de Georges Canguilhem

Les apports de la pensée épistémologique de Georges Canguilhem apparaissent essentiels pour préciser les relations entre connaissances et opinions. Tant il est vrai que cet auteur a exploré, de manière érudite et rigoureuse, les relations entre sciences de la vie et société. C'est pourquoi, de manière à en saisir la portée, nous proposons de revenir plus précisément sur un exemple de l'histoire des sciences qui, au regard de notre problématique, apparaît signifiant pour discuter de la notion d'idéologie dans sa relation avec les connaissances scientifiques.

Mais qu'entend-on au juste par idéologie ? Un premier niveau de définition peut englober tout à la fois les représentations et les croyances collectives, les conceptions du monde et de la société avec les systèmes de valeurs qu'elles sous-tendent. En ce sens les idéologies, que l'on pourrait qualifier d'opinions partagées, ne constituent pas des formes inertes et passives de la conscience. Elles sont « incarnées » par, tout autant que perméables à, des activités pratiques

et symboliques. Les idéologies peuvent ainsi fédérer des intérêts, des passions, s'inscrire dans des institutions ou être officialisées par les états. C'est dans cette perspective que le Comité Consultatif National d'Ethique s'est exprimé, en France, sur le problème posé par le rôle des idéologies, lorsque ses membres ont proposé un avis relatif aux *Questions éthiques posées par la transmission de l'information scientifique relative à la recherche biologique et médicale*[70]. En abordant ce problème les rédacteurs de cet avis soulignent que

> Sa solution ne réside pas dans la bonne résolution, parfaitement utopique, de penser en dehors de toute idéologie. Mais elle passe peut-être par l'effort personnel pour prendre une conscience plus vigilante des idéologies dans lesquelles nous pensons, et à coup sûr par des échanges résolument pluralistes et ouverts de points de vue critiques dans et entre les publics, les médias et les chercheurs (Comité consultatif national d'Ethique, 1995).

Les membres du comité relèvent les utilisations abusives des corrélations statistiquement significatives et des liens de causalité entre deux phénomènes distincts, en particulier pour ce qui concerne le déterminisme génétique des fonctions ou aptitudes mentales complexes (intelligence, altruisme, homosexualité, criminalité…)[71]. La question cruciale de l'usage des statistiques dans le cadre de l'expression des idéologies scientifiques doit aussi retenir notre attention.

On doit à Canguilhem une définition sans doute plus précise du concept d'idéologie scientifique. Canguilhem souligne avant tout la nécessité d'envisager, du point de vue de l'historien des sciences, les critères de démarcation qu'il opère entre science et non-science. Il propose que l'approche historique se positionne vis-à-vis de la possibilité « *d'exclure, ou tolérer, ou bien revendiquer et inclure aussi les rapports d'éviction de l'inauthentique par l'authentique* » (Canguilhem, 1977, p. 33). En ce sens il n'est peut être pas superflu de s'intéresser à l'histoire de l'« antiscience », c'est-à-dire à ces territoires de la pensée qui ont sans doute façonné pour partie le développement de l'activité scientifique.

Canguilhem rappelle également que Karl Marx a défini le concept d'idéologie en l'empruntant aux idéologues français du XVIII^{e} siècle[72]. Il précise que ce dernier a conservé, dans l'acception qu'il donne au terme d'idéologie, le « *renversement du rapport de la connaissance à la chose* ». La construction marxiste du concept d'idéologie est envisagée de la manière suivante par Canguilhem :

> « L'idéologie, qui désignait d'abord une science naturelle de l'acquisition par l'homme d'idées calquées sur le réel lui-même, désigne désormais tout système d'idées produit comme effet d'une

[70] Il s'agit de l'avis numéro 45, disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.ccne-ethique.fr/francais/avis/a_045.htm (site consulté le 27 juillet 2007).

[71] Ils proposent alors une définition « forte » de la causalité qui est la suivante : *« X ne peut être à bon droit tenu pour (une) cause de Y que si, au-delà de l'étude statistique de leur corrélation, on a réussi à mettre en évidence les mécanismes par lesquels X produit (ou contribue à produire) l'effet Y* ». Les utilisations abusives et les confusions autour des rapports de causalité peuvent être le fait des médiateurs et récepteurs de l'information scientifique, mais aussi de ceux qui la produisent. Ainsi il est rappelé que « *en toute rigueur la seule conclusion certaine qu'on puisse tirer d'une recherche de corrélation est négative* ». Alors que dans le cas où une corrélation est établie, son interprétation est toujours complexe, en raison des problèmes posés par la non transitivité d'une relation de causalité, mais aussi par la pluricausalité des phénomènes (Comité consultatif national d'Ethique, 1995).

[72] Les idéologues sont représentés notamment par la figure de l'associationniste Jean-Georges Cabanis (1757-1808). Pour ce dernier, l'idéologie était définie comme la science des idées, entendues comme phénomènes naturels.

> situation initialement condamnée à méconnaître son rapport réel au réel. L'idéologie consiste dans le déplacement du point d'application d'une étude » (Canguilhem, 1977, p. 36).

Si Marx condamne les idéologies économico-politiques dominantes, justement en raison du déplacement qu'elles opèrent vis à vis du réel, il ne cite pas la science au nombre des idéologies. Canguilhem se propose, lui, de donner un sens au terme d'idéologie scientifique. Ce sens n'est pas tant à comprendre du point de vue de son contenu, que de celui de sa fonction dans la construction du rapport de l'homme à la nature et de l'évolution de ce rapport[73]. Canguilhem défend donc la prise en compte historique des idéologies scientifiques en rappelant qu'elles sont souvent « sur-situées » ou « dé-portées » par rapport à la place tenue par la science elle-même. C'est dans ce sens que les idéologies scientifiques entretiennent souvent des rapports de circularité avec la construction historique de connaissances scientifiques. Canguilhem argumente son point de vue en s'appuyant sur l'analyse du développement de la théorie mendélienne de l'hérédité. L'idéologie de la transmission héréditaire développée au XVIII^{e} siècle s'est focalisée sur l'étude d'hybrides pour trancher entre la préformation et l'épigenèse, entre l'innéisme et le sensualisme, avec la perspective d'apporter des solutions à des problèmes pratico-juridiques et sociaux (légitimité de l'aristocratie, inégalité des « races » et des sexes, pureté des lignées, paternité…)

Canguilhem avance que c'est justement parce que Mendel ne s'intéressait pas aux problèmes de développement ou de génération, et parce qu'il envisageait l'hybridation seulement comme un instrument d'analyse pour la transmission de ces caractères (entendus comme élément de ce qui est transmis héréditairement et non comme agent), que la science qu'il développe supplante l'idéologie de l'hérédité. Ce qu'il résume de la manière suivante :

> La qualification comme idéologie d'un certain assemblage d'observations et de déductions, est postérieure à sa disqualification comme science par un discours qui délimite son champ de validité et qui fait ses preuves par la cohérence et l'intégration de ses résultats.

Canguilhem fait par ailleurs explicitement la distinction entre les « idéologies de scientifiques », qui sont des positionnements philosophiques (place de la science dans la culture….) et les idéologies scientifiques. Ces dernières sont ainsi définies :

> L'idéologie scientifique ne doit pas être confondue avec les fausses sciences, ni avec la magie, ni avec la religion. Elle est bien, comme elles, mue par un besoin inconscient d'accès direct à la totalité, mais elle est une croyance qui louche du côté d'une science déjà instituée, dont elle reconnaît le prestige et cherche donc à imiter le style (Canguilhem, 1977, p. 41-44).

Mais pour saisir le sens donné à la notion d'idéologie scientifique par Canguilhem, il n'est pas inutile de tenter d'en exemplifier les singularités. Nous nous y essaierons à l'aide d'un exemple pris dans l'histoire des sciences, à une période où le débat entre liberté et déterminisme structure les approches scientifiques déjà envisagées.

[73] Ce qu'il exprime ainsi : « *Ne peut-on soutenir, au contraire, que la production progressive de connaissances scientifiques requiert, à l'avenir comme dans le passé, une certaine antériorité de l'aventure intellectuelle sur la rationalisation, un dépassement présomptueux, par les exigences de la vie et de l'action, de ce qu'il faudrait déjà connaître et avoir vérifié, avec prudence et méfiance, pour que les hommes se rapportent à la nature selon de nouveaux rapports ?* » (Canguilhem, 1977, p. 38).

I-5-3 Retour dans l'histoire des sciences : un savant en politique

On retrouve les fondements sur lesquels s'est construite une idéologie scientifique de type héréditariste dans les travaux du phytogéographe suisse Alphonse de Candolle (1806 -1893). Fils du célèbre botaniste Augustin Pyramidus de Candolle, de l'Académie des sciences, il lui succède à la tête du jardin botanique de Genève, en 1835. De Candolle jouit d'une légitimité scientifique importante. Il fut membre correspondant, puis associé de l'Institut de France. Il exerça des fonctions administratives et politiques de 1834 à 1866. Candolle fils est donc un représentant des phénomènes de « génération »[74] qui caractérise la science genevoise du XIX^{e} siècle. Il bénéficie en cette période de Restauration de l'établissement d'une grande institution de recherche, le jardin botanique, pour poursuivre l'œuvre magistrale de description systématique des espèces végétales initiée par son père : le *Prodromus systematis naturalis vegetabilis*. Car Candolle père est le fondateur à Genève de l'école de botanique systématique et géographique. Alphonse de Candolle prolonge la réflexion de son père en prenant en compte les facteurs physiologiques de la distribution des végétaux qu'il resitue dans une perspective historique. Il en présente les principes dans son ouvrage *La Phytogéographie*.

Le contexte historique des recherches de Candolle est celui d'une Suisse, récemment acquise à son statut international de neutralité et d'inviolabilité de son territoire (Congrès de Vienne, 1815), et qui présente, en cette moitié de XIX^{e} siècle, le visage d'un libéralisme triomphant. Mais ce serait oublier son héritage conservateur marqué par les répressions sanglantes des révolutions populaires à la fin du XVIII^{e} siècle[75].

Si les travaux de Candolle fils, rédigés en français, retiennent notre intérêt c'est avant toute chose parce qu'il est à la fois un savant bourgeois de son siècle et un homme politique. Candolle a en effet occupé des fonctions de député au Conseil Représentant de Genève, à partir de 1834. A ce titre il rédige des « lettres » à destination des conseillers d'Etat. Parmi ces lettres, on peut s'attarder sur celle relative à *La question des étrangers qui séjournent ou s'établissent dans le canton de Genève*. Dans le courant du XIX^{e} siècle, la Suisse commence à attirer une population immigrée, entre autres, pour des raisons économiques.
En introduction de cette lettre, Candolle situe clairement le propos :

> C'est par le renouvellement continuel de notre population au moyen de familles étrangères que se trouve décidée une grande partie de notre avenir. […] Nous nous recrutons trop vite, d'une population étrangère qui ne nous convient pas dans toutes ses parties, qui ne s'amalgame pas assez avec les nationaux, qui nous jette dans une augmentation de délits et de paupérisme, et qui nous fait payer quelques avantages matériels par un abaissement de force intérieure et par un obstacle au développement intellectuel (Candolle, 1837, p. 3-5).

Il s'agit donc pour Candolle de « *chercher à influer sur la composition* » de cette population étrangère. Au-delà du fait que ce positionnement renvoie, avec une troublante proximité, aux discours politiques, bien actuels, qui se développent sur l'immigration choisie, on peut tenter d'en cerner l'argumentaire. Candolle développe une argumentation où il compare différentes

[74] René Sigrist précise dans ce sens : « *De père à fils, d'oncle à neveu, de beau père à gendre, parfois même entre beaux-frères d'âges différents se sont ainsi transmises des vocations scientifiques et des héritages intellectuels. C'est pourquoi, au milieu du 19^{e} siècle, l'essentiel des forces vives de la recherche locale demeure circonscrite à une trentaine de patronymes, patriciens ou non* » (Sigrist, 2004, p. 71).

[75] Le *Contrat social* de Rousseau est condamné à Genève, en 1781.

populations sur la base de la « criminalité », des « habitudes de travail, d'économies » ainsi que sur leur « bonne éducation ». Pour ce faire, il enquête et recense la nationalité des détenus dans les prisons (de détention et pénitentiaire) de Genève. Il fait de même concernant les nouveaux déposants de La Caisse d'épargne, recensés de 1829 à 1832. Ce qui lui permet de proposer aux conseillers d'Etat des tableaux statistiques dont nous avons regroupé une partie dans la figure suivante.

Figure 2 : Statistiques de Candolle portant sur la criminalité et les « habitudes d'économie » des « populations étrangères » de Genève (d'après Candolle, 1837)

	Proportions dans la population du canton 1837	*Sur 100 déposants*	*Sur 100 habitants non genevois du canton*	*Sur 100 prisonniers non genevois du canton*
Genevois	65	56.8	Les Genevois ont été exclus de ces statistiques[76]	
Suisses (autres cantons)	15	25.1	42.3	35.15
Sardes	10.5	8	30	51.95
Français	6.5	4.7	18.9	10.75
Allemands	2	1.4	5.8	0.85
Autres nations	1	4	3	1.3

Après avoir rappelé que « *Charité bien intentionnée commence par soi-même* », Candolle tire les conclusions de son étude. Elles sont évidemment sans ambiguïté : « *Les Suisses de tous les cantons et les Allemands qui affluent à Genève n'ont guère que des avantages pour nous.* […] *Tous mes vœux sont donc de voir notre population se recruter de ce côté, plutôt que d'un autre* » (Candolle, 1837, p. 29).

Ce qui peut être retenu de cette facette de l'activité de Candolle, c'est qu'il participe à introduire[77] l'utilisation, à des fins politiques, des études statistiques sur les comportements des populations. Les discriminations sociales sont ainsi justifiées par l'autorité de la science, le savant lui-même en garantissant les normes de scientificité. Et si à travers les statistiques, la science produit des normes, c'est sans difficulté que ces normes sont transposées à l'analyse politique de la question sociale.

Par ailleurs, vers la fin de sa carrière, ce spécialiste de géographie botanique déplace son champ d'étude pour interroger le déterminisme héréditaire des facultés mentales chez l'Homme. En effet, il rédige, en 1873, la première édition d'une *Histoire des sciences et des*

[76] Ce que Candolle justifie de la manière suivante : « *Peut-être trouvera-t-on plus convenable de comparer entre eux seulement, les divers étrangers repris de justice dans le canton. En effet, la population genevoise ne s'est point accrue, comme celle des étrangers, par des immigrations d'ouvriers et de voyageurs qui fournissent quelques délinquants aux diverses catégories d'étrangers. D'ailleurs il nous importe de comparer les étrangers entre eux et non les Genevois avec les étrangers.* » Les chiffres avant l'opération étant les suivants : Genevois : 57 %; Suisses : 22.5 %; Sardes : 16.5 %; Français : 4 % ! (Candolle, 1837, p. 20). Remarquons qu'il n'applique pas ce raisonnement aux « habitudes d'économie ».

[77] Candolle a d'ailleurs publié en 1830 un article intitulé « Considérations sur la statistique des délits » puis un autre en 1832 : « De la statistique criminelle », (Bibliothèque universelle). Voir pour plus d'éléments dans Robert C.-N. et Sardi M., 1996, ainsi que dans le chapitre I-4 du présent travail, où est abordé l'eugénisme.

savants depuis deux siècles. Précédée et suivie d'autres études sur des sujets scientifiques. En particulier sur l'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine, qui peut être envisagée, dans sa première partie, comme l'une des premières réflexions sur l'histoire et sur la sociologie des sciences.

Pour ce qui nous intéresse, dans l'étude sur *l'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine*, Candolle aborde notamment « *le problème difficile de savoir ce qui, chez un individu, vient de la naissance ou des circonstances extérieures d'éducation* » (Candolle, 1883, [1873], préface p. VI). Bien qu'il fasse référence aux écrits de Wallace, Spencer et Darwin[78], Candolle semble surtout influencé par la lecture de Galton, dont il utilise les méthodes et avec lequel il revendique des interactions. Ainsi dans le chapitre VI, de son *Histoire des sciences et des savants*, Candolle écrit :

> L'influence maternelle commence, pour les enfants, à un âge si tendre et l'esprit d'imitation est si précoce, qu'on a beaucoup de peine à distinguer ce qui est originel et ce qui provient d'une action postérieure à la naissance, mais notre sentiment intime et l'observation nous montrent que la distinction est réelle. M. Francis Galton désigne ces deux sortes de causes par les mots nature et nurture, en français nature et nourriture (ce mot étant pris dans un sens très général). Il s'est appliqué à les étudier dans trois ouvrages successifs (*Hereditary genius*, 1869 ; *English men of science, their nature and nurture*, London 1874 et Inquiries into human faculties, 1883) surtout dans le second qu'il dit avoir rédigé par suite de la lecture de mon volume de 1873. Il a pensé comme moi que la vie des hommes de science est propre à élucider les questions d'hérédité et d'influences d'une autre nature (Candolle, 1883, [1873] p. 206-207).

Candolle s'intéresse donc à la généalogie des membres, associés et étrangers des Sociétés de Science de Paris, Londres et Berlin à la recherche de déterminismes héréditaires. C'est dans la section IV de ce chapitre, *Analyse des faits et recherches des causes qui favorisent ou entravent le développement des sciences*, que Candolle énumère les « *Causes diverses pouvant influer sur le nombre, la direction et le succès qui font faire des progrès aux sciences.* »

Il relève les pourcentages relativement importants d'associés (4 à 16 % selon les cas) ou correspondants étrangers, dont l'un des parents, en général le père, était lui-même savant et associé étranger. Candolle reste prudent dans ses conclusions relatives à l'hérédité des facultés mentales[79] et il invoque les influences du « *secours intellectuel* » familial, de la qualité de l'éducation, y compris religieuse. Par la suite Candolle envisage également l'influence des goûts spéciaux (en fait innés), de l'éducation, de l'instruction. Il souligne alors l'importance de la « *curiosité* » favorisée par « *la conversation et l'expérience* », des moyens matériels, de la religion, des traditions de famille (tradition de travail ou de *far niente*), des institutions et gouvernement, des sociétés scientifiques, de la grandeur du pays, du langage et enfin de la géographie, du climat et de la race. Bref on peut reconnaître chez Candolle fils une ambiguïté dans l'importance qu'il accorde au déterminisme des facteurs de l'environnement dans le développement des comportements humains. D'ailleurs, Candolle ajoute plus loin : « *Je ne voudrais pourtant nier une influence d'hérédité, mais elle consiste en une transmission de sentiments ou de facultés utiles dans les sciences, bien plus qu'à une*

[78] Il remarque par exemple que « *Darwin croyait surtout à l'hérédité, devenue instinct, et à la sélection. M. Wallace réduit l'instinct, jusqu'à le nier presque complètement* » (Candolle, 1883, [1873], p. 38).

[79] Candolle tient à souligner : « *De ces faits et des renseignements biographiques à moi connus dont je parlerai tout à l'heure, je ne conclus pas que l'hérédité a tout déterminé. Elle paraît avoir eu peu d'effet, excepté dans les sciences mathématiques* » (Candolle, 1883, [1873], p. 292),

succession d'aptitudes supérieures pour telle ou telle science » (Candolle, 1883, [1873], p. 297). Ce qui traduit sa difficulté à se départir de la pensée dominante à cette époque, pour ce qui concerne les facultés intellectuelles des savants en général, et de Darwin en particulier, auquel il voue par ailleurs une grande admiration[80].

Au delà du caractère critiquable, du point de vue méthodologique[81], de son étude relative à l'hérédité des facultés mentales (faible échantillon dans lequel il inclut sa propre généalogie…), l'approche de Candolle semble illustrer le consensus qui pouvait exister sur cette question à la fin du XIX^{e} siècle dans l'Europe savante. Ce consensus, nous l'avons souligné, offre une légitimité scientifique aux thèses raciales. Et Candolle ne fait pas en la matière figure d'hétérodoxe. Il écrit :

> Nous avons démontré l'hérédité de toutes les dispositions morales et facultés intellectuelles, par conséquent, si l'on suppose deux groupes égaux de population, l'un ayant une plus forte moyenne d'intelligence que l'autre, il naîtra plus d'enfants intelligents dans le groupe où il y a plus d'intelligence (Candolle, 1883, [1873], p. 154).

C'est donc légitimement que Candolle a été identifié, sur la base de sa riche correspondance avec Galton, comme l'un des pères fondateurs de la théorie eugéniste (Fancher, 1983). L'aperçu que nous avons donné de son action politique ne le démentira pas.

Pour autant, à y regarder de plus prés, les conceptions scientifiques de Candolle sur la question des déterminismes semblent plus nuancées, du fait sans doute de l'importance que sa formation de phytogéographe accorde aux facteurs de l'environnement. Darwin lui-même ne s'y est pas trompé. On retrouve en effet dans la correspondance de Darwin à Candolle, cette remarque du père de la théorie évolutionniste :

> When I began your essay I was afraid that you were going to attack the principle of inheritance in relation to mind, but I soon found myself fully content to follow you and accept your limitations C. Darwin to A. De Candolle, Down, December 11, 1872. (In Darwin, 1905).

La lecture que Darwin fait de l'*Histoire des sciences et des savants*, montre qu'il accordait une place, plus importante encore que Candolle, à l'hérédité comme déterminisme des fonctions de l'esprit. La pensée de Candolle est donc sur ce point plus partagée, plus épigénétique, qu'il n'y paraît et le rapproche paradoxalement du lamarckisme. Il la résume d'ailleurs lui-même de la manière suivante :

> De tout cet ensemble, il résulte pour les populations civilisées une habitude de chercher, d'apprendre et de réfléchir, qui tend à devenir héréditaire, c'est-à-dire instinctive, et qui s'accroît par l'éducation et l'exemple (Candolle, 1883, [1873], p. 149).

---

[80] L'extrait suivant est éloquent : « *Quant à Charles Darwin, il est incontestable que toutes les qualités essentielles à un naturaliste, qu'il a possédées à un si haut degré, venaient de son père, le Dr Robert, de son aïeul Erasmus, et par sa mère des Wedgewood*.[…] *Il suffit pour s'en convaincre de lire la biographie qu'il a publiée de son aïeul et les observations sur l'ensemble de la famille, de son parent M. Francis Galton* » (Candolle, 1883, [1873], p. 316)

[81] Il nous semble en effet difficile de reconnaître avec Callot, qui s'est sans doute plus intéressé aux travaux de géographie botanique, que Candolle se caractérise par « *Une parfaite probité intellectuelle, son œuvre se caractérise par la méthode, la clarté, la précision, l'accumulation des faits, une grande objectivité jointe à une grande prudence dans le maniement des idées générales sans cependant les écarter et en les appréciant exactement comme des lois probables ou des hypothèses fécondes* » (Callot, 1986, p. 344).

L'exemple des travaux de Candolle montre bien que si l'on peut inférer un rapport de dépendance réciproque, de circularité entre connaissances et opinions, ce dernier ne saurait se réduire à la simple transposition de connaissances en opinions ou inversement.

I-5-4 La science contre l'opinion : une question de clôture épistémologique

Si nous nous sommes attardé sur cette dualité du savant en politique que permet d'appréhender Candolle, c'est aussi parce qu'elle met en lumière la pertinence du propos de Canguilhem lorsqu'il définit la notion d'idéologie scientifique. En premier lieu parce que l'idéologie héréditariste de Candolle opère un « renversement » du rapport entre la connaissance et le réel, la première se projetant sur le deuxième. En second lieu parce que les travaux de Candolle sur *L'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine* procèdent, pour ce phytogéographe, d'un déplacement de champ ayant une visée totalisante. Il mobilise enfin dans le champ politique les statistiques comme norme de scientificité. Et la définition que Canguilhem donne des idéologies scientifiques repose notamment sur deux caractéristiques :

> Les idéologies scientifiques sont des systèmes explicatifs dont l'objet est hyperbolique, relativement à la norme de scientificité qui lui est appliquée par emprunt. […] Il y a toujours une idéologie scientifique avant une science dans le champ où la science viendra s'instituer ; il y a toujours une science avant une idéologie, dans un champ latéral que cette idéologie vise obliquement (Canguilhem, 1977, p. 44).

A travers le concept d'idéologie scientifique, il nous semble que Canguilhem introduit, avec le principe d'antériorité réciproque entre idéologie et science, un principe d'interaction qui invite à interroger la rupture épistémologique classiquement opérée entre connaissances scientifiques et opinions.

Il est en effet admis que la démarcation entre sciences et non-sciences repose sur la distinction entre connaissances rationnelles, objetcives, et opinions. C'est parce que la construction de connaissances scientifique vise à s'abstraire de la subjectivité des individus qui les produisent, qu'elle peut réaliser une distinction entre faits et valeurs (Morin, 1990). La construction de l'opposition entre opinions et connaissances, entre valeurs subjectives et faits objectifs tend à autonomiser le champ de la connaissance scientifique. Par le renforcement de ce que l'on peut appeler une clôture épistémologique, les sciences s'emploient à distinguer le registre de l'objet de connaissance de celui du sujet.

Bernadette Bensaude-Vincent (2003) rappelle que parmi les différentes figures historiques de l'opinion, la première, la conception antique, introduisait déjà une opposition entre *épistèmê* et *doxa*. Pour Platon puis Socrate, la différence entre science et opinion est une différence d'objet. Alors que les philosophes se proposaient de s'intéresser à la « réalité », aux « choses nécessaires », les philodoxes se contentaient d'admirer l'« accidentel ». Bensaude-Vincent précise également que pour Emmanuel Kant l'opinion est un genre intermédiaire entre savoir et ignorance, qui consiste à aller du particulier au particulier. L'opinion se distingue en cela du jugement – qui vérifie si le particulier tombe sous la règle de l'universel – et du préjugé – qui érige le particulier en universel.

On retrouve cette opposition dans l'épistémologie de Bachelard. Il met en avant l'importance de l'esprit critique dans la démarche scientifique. Selon lui, la science se construit « contre » les opinions établies, qu'elle vise à disqualifier. Il décrit ainsi les principes qui fondent l'esprit scientifique :

> La science, dans son besoin d'achèvement comme dans son principe, s'oppose absolument à l'opinion. S'il lui arrive sur un point particulier, de légitimer l'opinion, c'est pour d'autres raisons que pour celles qui fondent l'opinion ; de sorte que l'opinion a en droit toujours tort. L'opinion pense mal ; elle ne pense pas : elle traduit des besoins en connaissances … On ne peut rien fonder sur l'opinion, il faut d'abord la détruire (Bachelard, 1972, [1938] p. 14).

L'opposition entre connaissances et opinions est structurante chez Bachelard. C'est une condition d'existence de la science, de sa clôture épistémologique. Remarquons cependant qu'on peut relativiser la portée de cette conception, y compris chez Bachelard, dans la mesure où il interroge avec la « psychanalyse » de la connaissance scientifique, la place qu'y occupent les valeurs. On sait que l'épistémologie bachelardienne a été déterminante dans la construction des cadres de pensée de la didactique des sciences et dans leur autonomisation. Il s'agira par la suite d'interroger plus précisément le sens d'une opposition exclusive entre connaissances scientifiques et opinions dans ce courant de recherche.

Car l'histoire culturelle des sciences que dresse Bensaude-Vincent la conduit à émettre l'hypothèse d'une continuité dans l'échelle des savoirs, de l'opinion reçue, à la connaissance scientifique. Mais son analyse va plus loin. Selon elle, la science et les différentes figures de l'opinion sont dans un rapport d'interdépendance. C'est ainsi qu'elle analyse l'émergence d'une opinion publique au XVIII^{e} siècle. Plus précisément, la création des espaces académiques dès le XVII^{e} siècle universalise les résultats scientifiques et transforme le statut de l'opinion en « *opinions* » qui ne sont rien d'autres que les expressions « *d'intérêts particuliers, philosophiques ou religieux* ». Elle précise :

> Loin donc de se contenter, comme le philosophe antique d'opposer épistèmê et doxa, loin de les distinguer par leurs objets ou leur modes d'être-au-monde, le savant académicien entre en guerre contre les opinions, cherche à les bannir ou les exclure. Les sciences taillent leur propre chemin vers la vérité en abattant des arbres, voire des forêts d'opinions (Bensaude-Vincent, 2003, p. 66).

Pour cet auteur, la science s'institue alors comme une instance intermédiaire, entre celle du pouvoir (l'Etat, le monarque) et celle de l'opinion publique. C'est de cette position intermédiaire, entre liberté de l'esprit critique et investiture officielle qu'autorise son institutionnalisation, que la science tire son autorité au sein de la sphère sociale.
L'analyse de Bensaude-Vincent invite à envisager les relations entre connaissances scientifiques et opinions non seulement dans leurs rapports de continuité mais aussi dans leurs rapports d'interdépendance. Elle prolonge donc le cadre de la pensée épistémologique de Canguilhem lorsque ce dernier souligne les relations d'antériorité réciproque entre sciences et idéologies scientifiques.

Mais il nous semble qu'elle en rejoint également les fondements en reconnaissant la question de la production de normes comme déterminante. Pour Canguilhem l'emprunt d'une norme de scientificité (statistiques notamment) est une caractéristique des idéologies

scientifiques. Mais au-delà, lorsqu'il discute de la relation entre norme et moyenne[82], il envisage les relations entre normalité biologique et normalité sociale : « *il n'est pas absurde de supposer que la constance de certains traits, révélés par une moyenne, dépend de la fidélité consciente ou inconsciente à certaines normes de vie* » (Canguilhem, 1994, [1943], p. 102). En commentaire de sa thèse, lorsqu'il revient sur la question des *normes organiques chez l'homme*, Canguilhem souligne, en prenant les exemples de l'eugénisme et de l'homéostasie sociale, les tentatives de transposition des normes biologiques ou organiques en normes sociales. Mais il rappelle que ces normes sont fondamentalement différentes : « *les normes sociales sont à inventer et non pas à observer* » (Canguilhem, 1994, [1943], p. 194). Normes organiques scientifiques et normes sociales ne sont donc pas réductibles l'une à l'autre, mais interdépendantes.

Selon le point de vue de Bensaude-Vincent, l'activité de production de normes est aussi bien constitutive de l'opinion qu'elle l'est de la science. La prétendue neutralité de la science n'est qu'un mythe. Bensaude-Vincent applique ainsi un principe de symétrie à la science comme à l'opinion dans leur caractère normatif. Elle précise :

> Dans les deux domaines, un groupe constitue ses normes de validité et son système de valeurs en opposition, en conflit avec d'autres. Le face-à-face entre épistémologie et doxologie permet de mettre en lumière la liaison forte entre normativité et valeurs. On ne peut s'en tenir à la vision positiviste d'une science qui serait purement descriptive, factuelle, et neutre vis-à-vis des valeurs morales ou politiques. Le caractère normatif, la création de valeurs et la défense d'intérêts ne sont pas le propre de l'opinion, la science pose des valeurs en même temps qu'elle construit une représentation des phénomènes. Il faut en finir avec l'image d'une science qui serait par nature dépouillée de sens, indifférente à tout choix moral, social, politique, à toute valeur (Bensaude-Vincent, 2003, p. 255).

Les sciences produisent des normes internes, propres, qui participent de leur clôture épistémologique. Ces normes sont en interdétermination avec des normes sociales.
Les neurosciences modernes sont à l'évidence productrices de normes. Nous avons effleuré la question en abordant notamment la façon dont les techniques de neuroimagerie conduisent à repenser la façon d'aborder le cerveau et son fonctionnement. Mais on manque sans doute du recul historique nécessaire pour en définir les termes et encore moins pour en préciser la portée.

En revanche la question sociale de la fin de vie est un exemple d'interaction entre normes scientifiques et normes sociales. L'absence d'activité physiologique cérébrale, on parle d'électro-encéphalogramme « plat » participe de la définition sociale et juridique de la mort dite cérébrale. Elle repose sur le paradigme de réduction matérialiste des états mentaux, qui caractérisent le sujet pensant, aux états cérébraux.

De même la question du début de vie est le lieu d'interaction entre des normes sociales et des normes scientifique. Les multiples dimensions de la définition de l'embryon intègre ses interactions. Nous y reviendrons largement par la suite. Précisions simplement que les

[82] Selon Canguilhem la relation entre norme et moyenne se pose, pour le biologiste, dans les termes suivants : « *le physiologiste qui fait la critique de ces concepts de base aperçoit bien que norme et moyenne sont deux concepts pour lui inséparables. Mais le second lui paraît immédiatement capable de signification objective, et c'est pourquoi il essaie de lui ramener le premier* » (Canguilhem, 1994, [1943], p. 99).

Dans sa thèse de 1943, il restreignait l'étude du rapport du normal au pathologique au domaine de la nosologie somatique ou de la physiologie pathologique, excluant la psychopathologie. La réflexion que nous mentionnons dans le texte fait partie de son commentaire à sa thèse de 1943 les *Nouvelles réflexions concernant le normal et le pathologique* (1963-1966).

connaissances relatives à l'ontogenèse cérébrale, dans le cadre du réductionnisme matérialiste des états mentaux aux états cérébraux, peuvent interagir avec des normes sociales construites sur l'embryon entendu comme sujet ou comme objet.
La recherche des déterminismes génétiques et épigénétiques du développement et du fonctionnement cérébral produit des normes scientifiques qui ont interagi avec des normes sociales en termes de discrimination, d'éducation, de justice. Cette interaction demeure contemporaine.
Mais qu'elles soient scientifiques ou sociales, ces normes sont en construction et dans l'interaction. Ce qui les différencie, pour reprendre Canguilhem, c'est qu'idéalement, les normes scientifiques s'observent alors que les normes sociales se construisent. Leurs interactions traduisent l'imparfaite clôture épistémologique des sciences ainsi que son inscription comme activité sociale, au sens où elles ne sont pas « en dehors » de la société. C'est du moins le modèle que l'on se donne pour penser les relations entre connaissances et opinions dans une situation de médiation scientifique donnée.
On peut ainsi distinguer les normes de scientificité (l'emprunt des statistiques par exemple), des normes scientifiques, qui viennent d'être envisagées et de la normalité dans sa relation au pathologique. Selon cette perspective, la question du normal et du pathologique apparaît essentielle à envisager. Mais nous avons tenté d'éviter d'intégrer cette dimension dans notre recherche. Le champ est immensément vaste ; il a été et il continue d'être exploré.

Les modèles de relations entres normes scientifiques et normes sociales, incluant la normalité dans sa relation à la pathologie appellent à une réflexion qui se doit d'être approfondie. C'est selon nous un préalable nécessaire pour qui envisage la circulation et les usages sociaux de connaissances scientifiques. Nous ne la poursuivrons pas plus avant dans le cadre du présent travail.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

A l'issue de cette exploration historique des sciences du cerveau, on peut considérer que les savoirs en jeu dans les débats contemporains sont relatifs à la fois à la matérialisation des fonctions mentales en fonctions cérébrales, puis à la recherche de déterminismes du fonctionnement et du développement cérébral.

C'est au XVIII^{e} siècle que se dessine réellement le matérialisme consistant à attribuer au système nerveux en général, et au cerveau en particulier, un rôle déterminant comme support organique des fonctions de l'âme et des comportements. L'histoire des sciences montre que la recherche scientifique matérialiste des déterminismes des fonctions cérébrales se construit au XIX^{e} siècle ; elle est rentrée en résonance avec un débat philosophique et social relatif à la liberté humaine. Dès son émergence, cette recherche se polarise surtout autour des hypothèses du préformationnisme et de l'épigenèse dans la conceptualisation des relations de l'organisme à son milieu. Cette ligne de fracture traverse l'ensemble des approches (naturaliste, psychologique et éthologique, anatomo-physiologique, génétique et biologie du développement) qui ont participé à faire du cerveau, de son développement et de son fonctionnement, un objet d'étude scientifique

Elle va être maintenue durant une bonne partie du XX^{e} siècle, et même renforcée avec les avancées de la génétique puis de la biologie moléculaire et cellulaire. Récemment, la (re)découverte des propriétés de plasticité nerveuse rassemble les différentes approches qui constituent aujourd'hui le champ des neurosciences, autour d'un modèle dit du calendrier cérébral. Ce dernier tente une synthèse reposant sur l'interaction entre facteurs environnementaux et facteurs génétiques dans la réalisation du phénotype cérébral. Si ce modèle conduit donc à repenser les termes d'un débat scientifique tels qu'ils ont été posés au XIX^{e} siècle, le débat social avec lequel il rentre en résonance n'a pas perdu de sa vigueur. Car les débats qui ont animé les sciences du cerveau n'ont cessé depuis au moins deux siècles de rencontrer et d'interagir avec des débats de société, à laquelle la compréhension des comportements et des fonctions mentales propres à l'Homme n'est évidemment pas indifférente.

Cette première partie se proposait de clarifier les relations entre connaissances scientifiques sur le cerveau et opinions. Classiquement on opère une distinction, ou plutôt une disjonction, entre faits et valeurs, condition d'objectivation de la connaissance scientifique par rapport à l'opinion. Nous retenons un modèle de continuité où il n'existerait pas d'un côté des connaissances épistémologiquement pures et de l'autre des opinions qui ne correspondraient pas à des formes de connaissance du monde. Penser le contraire serait supposer une clôture épistémologique complète des sciences du cerveau. Il n'en est rien et nous espérons l'avoir illustré largement. Plusieurs auteurs, et notamment Canguilhem, expriment d'ailleurs leurs hypothèses de recherche en mobilisant le terme d'« opinion ». A l'extrême on pourrait dire

que les opinions sont nécessaires à la construction de nouvelles connaissances scientifiques. Il a été reconnu l'importance de la créativité, de l'imagination dans l'émergence de nouveaux modèles scientifiques explicatifs.

Que l'on ne se trompe pourtant pas de propos. Il n'y a pas dans le modèle que nous convoquons d'identification de la connaissance scientifique à l'opinion. Il a été souligné que la question de leurs relations dépasse largement la vision simpliste de la transposition de l'un à l'autre. L'activité collective de production de connaissances rationnelles œuvre sans cesse à renforcer sa clôture épistémologique, c'est-à-dire la précision et la cohérence de ses paradigmes ainsi que des limites de validité des connaissances qu'elle produit. C'est aussi ce que fait, localement, chaque champ scientifique. C'est une condition d'existence des sciences. Mais selon le modèle convoqué, cette clôture est imparfaite, constitutivement en quelques sortes. La distinction entre connaissances scientifiques et opinions tient sans doute plus d'un idéal de scientificité que des conditions effectives du fonctionnement des sciences.

Le deuxième élément que nous retenons pour une analyse ultérieure réside dans l'intérêt qu'il faut porter à la production de normes scientifiques et de normes sociales lorsque nous nous interrogeons sur notre cerveau et sur son fonctionnement. De notre point de vue, les normes scientifiques produites par les neurosciences sont à tenter de cerner dans la façon dont elles interrogent le vivant, le cérébral en l'occurrence, que véritablement dans les connaissances, instables, qu'elles produisent. L'étude du normal dans sa relation au pathologique est à cet égard structurante. Cette piste n'a pas été et ne sera pas explorée plus avant, tant elle est vaste.

Nous relevons plutôt l'importance de la façon dont est envisagée le début et la fin de vie ainsi que la relation de l'organisme à son milieu : relation de relative indépendance, de détermination ou encore de projection sur le milieu. De même, la dialectique de la relation de l'organisme à son histoire, à son expérience, individuelle ou collective est essentielle. Elle inclut les approches ontogénétiques et phylogénétiques. Enfin, on doit être attentif à l'angle sous lequel les sciences du cerveau abordent leur objet : dans la recherche de régularités et/ou de variabilités par l'étude individuelle, ou par comparaisons interindividuelles et intraspécifiques, ou encore par comparaisons interspécifiques. Toutes ces dimensions de l'étude du cerveau peuvent être l'objet de productions de normes scientifiques. Et ces dernières sont susceptibles de rencontrer des normes sociales. Ce qui fonde la vivacité sociale des sciences du cerveau, c'est selon nous qu'elles interrogent des objets qui « ont à voir » avec le social. Nous pensons à la pathologie mais plus largement à la façon de penser l'individuel et le collectif (famille, nation, ethnie…), les phénomènes de génération. Les normes qui en structurent l'organisation sociale sont étudiées par la sociologie, selon des termes évidemment différents de ceux des neurosciences.

Nous devrons avoir à l'esprit, pour appréhender la médiation des relations entre sciences du cerveau et société, que la création de valeurs par l'opinion rencontre une création de valeurs par la science. C'est sans doute là l'un des enjeux de notre projet de recherche que de tenter de décrire comment une situation de médiation scientifique donnée « organise » et contraint cette rencontre. Ce travail se prolonge en effet sur une interrogation relative à la médiation des sciences du cerveau.

DEUXIEME PARTIE

MEDIATION DES NEUROSCIENCES : L'EXEMPLE DES EXPOSITIONS SUR LE CERVEAU

INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE[83]

Il a été précisé que les neurosciences fédèrent les recherches scientifiques matérialistes sur le cerveau depuis une trentaine d'années. Elles ont accumulé une masse considérable de connaissances nouvelles. L'histoire des sciences du cerveau conduit à penser que, depuis leur origine, les modèles scientifiques ayant proposé d'expliquer le fonctionnement du cerveau ont diffusé dans la société. C'est sans doute encore le cas aujourd'hui. La demande sociale croissante de recherches face au développement des pathologies neurodégénératives (sclérose en plaque et sclérose latérale amyotrophique mais aussi et surtout maladies d'Alzheimer et de Parkinson), pour des populations qui voient augmenter leur espérance de vie, force actuellement ce trait. L'intérêt que rencontrent les études sur le cerveau est donc en partie lié aux thématiques de santé qui s'y rapportent. L'épidémiologie des accidents vasculaires cérébraux, des tumeurs cérébrales, de l'épilepsie mais aussi des psychopathologies montre que les pathologies cérébrales traversent tout le corps social.

De fait, les médias, dans leur diversité, se sont aussi fait l'écho d'un intérêt constant pour le thème des recherches sur le cerveau. Nous interrogeons plus spécifiquement le traitement de cette thématique par les institutions de médiation scientifique et technique dans la période contemporaine. Les deux dernières décennies particulièrement ont vu se multiplier les expositions sur le cerveau. L'objectif de cette partie est donc, à partir de l'exemple d'un traitement médiatique singulier, l'exposition de sciences, de dégager quelques éléments qui permette d'orienter une analyse ultérieure d'une autre situation de médiation, singulière également : celle de la rencontre directe entre des neuroscientifiques et des lycéens.

S'il réinvestit la réflexion épistémologique menée antérieurement, le cadre d'analyse emprunté ici n'est pas moins résolument didactique, dans le sens où nous interrogeons les conditions de transmission des savoirs scientifiques dans un contexte d'éducation non formelle. La didactique des sciences s'est intéressée depuis longtemps à l'analyse de la médiation muséale. Elle est une des premières disciplines à avoir développé, en France, des recherches dans ce domaine, avant que celui-ci ne soit investi par d'autres approches disciplinaires, notamment les sciences de l'information et de la communication. Un des points forts de la perspective didactique est sans conteste l'étude des préconceptions d'un « public » à l'égard duquel on a des intentions éducatives, et la prise en compte de celles-ci dans l'action éducative.

Il s'agit ici d'analyser, dans une perspective comparative, les discours muséaux pour ce qu'ils traduisent des partis pris épistémologiques et didactiques de leurs auteurs. Car dans le contexte de l'exposition, il est impossible de garder le schéma d'un grand partage entre d'un

[83] Nous reprenons ici, en la développant, la réflexion présentée dans l'article Molinatti, G. et Girault, Y. (2007), « La médiation muséale des neurosciences : quatre expositions récentes sur le cerveau », *Culture & Musées*, numéro coordonné par J. Le Marec (sous presse).

côté un public qui incarnerait une sphère non scientifique dont on pourrait donc étudier les conceptions, et d'autre part une sphère professionnelle à priori scientifique dont il serait inutile de questionner les représentations.

C'est pourquoi nous revenons dans un premier chapitre sur la définition des conceptions en tant que modèle pour la recherche didactique, de manière à préciser plus spécifiquement comment les études de conceptions qui ont été mobilisées dans le champ de la muséologie des sciences. Nous tentons dans un deuxième temps une synthèse des études ayant pris pour objet les conceptions du cerveau en tentant de cerner la diversité de ces conceptions ainsi que leurs évolutions.

Ce que nous savons aujourd'hui des conceptions sur le cerveau, ainsi que les éléments les plus significatifs de l'analyse épistémologique menée précédemment permettront de préciser dans quels termes et selon quelle méthode nous interrogeons les discours muséaux proposés par quatre expositions récentes sur le cerveau.

Les partis pris épistémologiques et didactiques que traduisent ces discours muséaux seront alors relevés et discutés dans les chapitres suivants, notamment à la lumière des études de muséologie des sciences ayant envisagé d'autres champs de connaissances scientifiques. Les partis pris épistémologiques correspondent aux choix opérés sur les concepts scientifiques, élargis ici à leurs conditions de production. Quant aux partis pris didactiques, ils correspondent essentiellement à la prise en compte des conceptions des publics. Ces dernières regroupent les connaissances et les opinions que l'on a « en tête » à propos d'un objet d'étude scientifique.

La discussion de ces partis pris épistémologiques et didactiques doit permettre de préciser comment on peut envisager d'aborder une situation de médiation scientifique caractérisée par la rencontre directe de scientifiques et de non-spécialistes.
Le développement de ce type de rencontres est en effet une des caractéristiques de l'évolution de la médiation scientifique contemporaine. C'est ce dont nous tenterons de rendre compte dans un dernier chapitre, en prêtant une attention particulière, selon notre perspective, aux rencontres organisées entre scientifiques et élèves.

L'exemple de la médiation des sciences du cerveau, par le moyen des expositions scientifiques, se présente donc comme une étape exploratoire dans l'affinement de notre questionnement ultérieur de recherche.

CHAPITRE II-1
LES CONCEPTIONS COMME CONCEPT FEDERATEUR DE LA DIDACTIQUE DES SCIENCES

C'est au cours des années 1970 que s'autonomise en France, au sein des sciences cognitives, le champ de la didactique des disciplines scientifiques. La didactique des sciences emprunte nombre de démarches et de concepts à d'autres disciplines des sciences humaines et sociales (psychologie cognitive, psychologie sociale, sciences de la cognition, sciences du langage, sociologie…). Mais l'une des caractéristiques de la tentative de clôture paradigmatique de ce champ est d'avoir progressivement substitué au concept de « représentations », jugé trop polysémique, celui de « conceptions ». La dernière partie de ce travail sera l'occasion de revenir plus précisément sur la portée des études de représentations et en quoi elles se distinguent des conceptions. Car les conceptions occupent une place centrale dans les études en didactique, dont l'objet est l'appropriation et la mobilisation des savoirs scientifiques dans le cadre de l'éducation formelle ou non formelle.

Un premier niveau de formulation envisage les conceptions comme « *tout ce qu'une personne a en tête à propos de données ou démarches scientifiques, c'est-à-dire tous les systèmes explicatifs qui lui permettent de rendre compte des faits ou phénomènes correspondants* » (Clément, 1993b). En faisant le choix d'étudier les conceptions, les didacticiens se placent résolument dans une perspective constructiviste selon laquelle l'apprenant, loin d'être une page blanche sur laquelle s'inscrivent en se sédimentant de nouveaux savoirs, joue un rôle actif dans la construction de ses connaissances.

II-1-1 Genèse et évolution du concept de conception

Comme cela a déjà été souligné, le constructivisme s'est construit par opposition avec les courants héréditaristes et béhavioristes structurés respectivement par une détermination génétique des comportements et par le paradigme du couple stimulus-réponse. Il ne s'agit pas de revenir sur les apports épistémologiques des courants psychologiques et éthologiques dans la proposition de déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Rappelons seulement que le behaviorisme est d'abord fragilisé par les concepts d'imagerie mentale et de représentation proposés par Karl S. Lashley et Edward C. Tolman. Selon ces derniers, l'organisme « se propose » au monde, pour reprendre l'expression de Canguilhem. Dans le champ de l'éthologie, la théorie constructiviste est formulée en 1935 par N. Maier et T.C. Schneirla. La façon dont le comportement animal est questionné est recentrée autour du sens, de l'intention du mouvement animal, selon des modèles où l'organisme réagit comme un tout à des objets totaux.

Le succès du constructivisme doit aussi à la psychologie de la cognition humaine développée notamment par Jean Piaget avec la prise en compte du cadre de référence constitué par les acquis antérieurs dans l'appropriation de nouvelles informations (Piaget, 1976). C'est en partie en se référant à la psychologie génétique qu'André Giordan, Gérard De Vecchi et Jean-Louis Martinand proposent dès la fin des années quatre vingt aux didacticiens des sciences de préférer le concept de « conceptions » à celui de représentations (De Vecchi et Giordan, 1990 ; Giordan, 1986 ; Martinand, 1986). Cette dimension psychologique de l'appropriation de nouvelles connaissances se traduit par la nécessité pour l'enseignement de s'appuyer sur les éventuels conflits sociocognitifs qui se posent aux apprenants. Le constructivisme emprunte aussi à la réflexion de l'épistémologue et enseignant Gaston Bachelard (1938) qui avait utilisé le concept d'« *obstacle épistémologique* » pour préciser en quoi une connaissance se construit progressivement « contre » des opinions ou connaissances antérieures. Comme le rappelle Brigitte Peterfalvi (1997), les obstacles didactiques se présentent comme une « *nécessité fonctionnelle de la pensée* » qui offre une résistance au changement et à la réfutation. Il s'agit alors de passer de l'étude descriptive des conceptions à l'identification des obstacles qui les sous-tendent pour envisager les modalités didactiques permettant de les traiter. C'est d'ailleurs pour permettre de sortir d'un constat trop négatif de la seule identification des obstacles que Martinand (1986) propose le concept d'objectif/obstacle à l'acquisition de savoirs scientifiques. L'auteur veut en effet attirer l'attention sur l'aspect dynamique de la situation, à savoir la prise en compte des conditions de franchissement des obstacles didactiques identifiés.
L'affirmation du concept de « conceptions » vise ainsi à se démarquer d'un modèle cognitif où les représentations mentales sont entendues comme reflet (« l'image mentale ») d'une réalité extérieure pour se rapprocher d'une opération de conceptualisation dans laquelle le sujet joue un rôle actif. Ça n'est pas la moindre des dimensions constructivistes du concept de « conceptions ».

Pourtant Clément relève que dans la communauté des didacticiens les conceptions recouvrent des significations diverses. Il peut s'agir pour certains auteurs du « *déjà là conceptuel* » (Astolfi *et al.*, 1997), des « *idées préalables* » et du « *cadre de référence* » par rapport à un objet d'étude pour d'autres (Giordan et Martinand, 1988), ou plus spécifiquement des connaissances d'un individu et des écarts par rapport aux connaissances scientifiques comme c'est le cas dans la tradition anglo-saxonne des « misconceptions » ou fausses conceptions. On peut embrasser l'ensemble de ces acceptions en disant que les conceptions réunissent l'ensemble de l'univers conceptuel d'un individu. Face à ce qu'il nomme des « *ambiguïtés terminologico-conceptuelles* », Clément proposait de définir les conceptions comme « *tous les aspects conceptuels de la mémoire à long terme* » dont une partie, les « conceptions conjoncturelles » sont mobilisées « en mémoire de travail » dans une situation précise : apprentissage, réalisation d'une tâche ou encore entretien (Clément, 1993b, p. 21). S'il est possible de relativiser l'apport de certains modèles issus de la psychologie cognitive, dans la théorisation des conceptions, et particulièrement les dimensions typologiques de la mémoire (mémoire à long terme et à court terme, mémoire épisodique et mémoire sémantique, mais la typologie s'est encore étoffée depuis) nous reconnaissons dans la clarification de Clément deux apports essentiels. En premier lieu, l'impasse conceptuelle qui consisterait à distinguer comme des entités mentales différentes les connaissances

scientifiques d'une part et les conceptions non scientifiques d'autre part. Il précise en effet qu'« *il serait absolument absurde de postuler que les structures mentales humaines sont spontanément organisées en structures mentales distinctes séparant ce qui est scientifique de ce qui ne l'est pas* » (Clément, 1993b, p. 28).
En deuxième lieu nous rejoignons l'acception élargie que Clément prête au terme de conceptions qui sont envisagées comme un tout incluant certes des connaissances scientifiques mais aussi des systèmes de valeurs, des croyances, des idéologies. Les conceptions doivent ainsi être appréhendées dans la diversité de leurs dimensions rationnelles, esthétiques, émotionnelles et affectives en prenant en compte le fait q'elles sont en permanence réactualisées (Clément dirait « renforcées »).

C'est dans cette perspective que Clément propose d'analyser les conceptions comme le résultat de l'interaction entre trois pôles structurants que sont les connaissances, les valeurs et les pratiques (triangle KVP : Knowledge, Values, Practices). Si les connaissances de références sont les connaissances scientifiques, il s'agit ici de pouvoir approcher la « *personnalisation de l'assimilation individuelle de connaissance* ». Ce modèle permet de prendre en compte les dimensions affectives et motivationnelles qui interviennent nécessairement dans l'apprentissage de connaissances scientifiques. Les interactions entre connaissances et systèmes de valeurs, propres à un individu, sont reconnues comme déterminantes dans l'appropriation des savoirs. Nous le verrons par la suite, les travaux de Clément ont permis de mieux cerner la nature de ces interactions, particulièrement en ce qui concerne les conceptions relatives au cerveau et à son fonctionnement.
C'est essentiellement, selon une approche de type comparatif, menée dans différents pays européens et méditerranéens, qu'il s'attache avec ses collaborateurs à étudier les conceptions des élèves et des acteurs du système éducatif sous le prisme des interactions entre connaissances, valeurs sociales dominantes historiquement situées (Ndiaye et Clément, 1998 ; Abou Tayeh et Clément, 1999 ; Clément et Savy, 2001)…

Clément met également en œuvre ce modèle pour étudier, dans une perspective épistémologique, l'évolution des conceptions des chercheurs scientifiques. Dans une étude portant sur l'analyse d'un article, publié en 1995 dans la revue *Nature* (n° 373, avec le titre « *Gender and langage* » en première de couverture), il montre notamment comment la présentation spectaculaire des données de neuroimagerie (IRM fonctionnelle) procède d'une naturalisation anatomique et fonctionnelle des différences entre hommes et femmes. La mise en avant des différences et la mise sous silence des non-différences traduisent selon l'auteur un alliage entre sciences et idéologie sexiste (Clément, 2001).
Par ailleurs, ce modèle permet d'envisager en quoi les interactions entre les pratiques professionnelles, personnelles et/ou sociales et les connaissances, c'est-à-dire l'usage qu'un individu peut faire de ses connaissances, en conditionnent l'appropriation, la mobilisation et la transformation. Pour autant le pôle « pratiques » sociales est rarement envisagé dans les études de conception proposées.

Disons-le clairement, la mobilisation du concept de « conception » est à comprendre dans sa dimension opératoire au sens où la compréhension de la structuration des conceptions est identifiée comme un enjeu crucial pour qui se veut « *comprendre et maîtriser les mécanismes d'acquisition, de structuration et de mobilisation des connaissances scientifiques* » (Clément,

1993b, p. 28). Et nous pourrions ajouter que cette compréhension et cette maîtrise s'inscrivent pour les didacticiens dans une logique d'intervention didactique visant à améliorer l'appropriation des connaissances scientifiques.

Les implications méthodologiques et les limites interprétatives de la mobilisation du concept de « conceptions » feront par la suite l'objet d'une réflexion plus approfondie. Mais avant cela nous présentons une revue des recherches didactiques consacrées plus spécifiquement à l'étude des conceptions dans le champ de la muséologie des sciences.

II-1-2 Didactique des sciences et muséologie

En France, dès les années 1980, la didactique des sciences s'est s'intéressée aux expositions proposées par les institutions de culture scientifique et technique au sein d'un champ interdisciplinaire émergent, la muséologie des sciences, incluant des approches issues de la psychologie, de la sémiologie, de la linguistique ou encore de la sociologie.
Les principaux travaux des didacticiens se sont focalisés sur les questions d'appropriation de savoirs scientifiques par les différents publics des espaces muséaux, que ces publics soient scolaires ou non. Dans la perspective constructiviste qui est privilégiée, tout visiteur d'une exposition ne peut s'approprier des contenus scientifiques qu'à partir de ce qu'il a déjà en tête, à partir de ses propres conceptions. La connaissance préalable de ces conceptions est nécessaire pour adapter les contenus de l'exposition et leurs présentations. C'est ainsi que de nombreuses études de conceptions des publics ont été menées, très souvent en lien avec l'évaluation préalable des expositions (on pense notamment à Girault, 1986, Giordan, 1986, Van Blyenburgh, 1989, Le Marec, 1992, Simonneaux, 1995)...

La prise en compte des conceptions des visiteurs a ainsi permis de théoriser une nouvelle stratégie de conception muséologique centrée sur le diagnostic-pronostic didactique initialement proposé par Yves Girault (1989) dans sa thèse sur les bandes dessinées scientifiques, puis développé par Giordan (1998). Dans cette optique, les concepts structurants, les intentionnalités, les savoirs sur le savoir des visiteurs, les situations de confrontation, les « aides à penser » proposés par l'exposition sont identifiés comme autant de paramètres muséologiques à optimiser pour permettre de prendre en compte et de transformer les conceptions des visiteurs.

C'est donc dans le cadre de l'évaluation préalable des expositions que les études de conceptions des visiteurs ont été le plus développées. Même si plusieurs travaux de recherche sur conceptions se sont inscrits dans des évaluations formatives ou sommatives. Les recherches en évaluation formative ou « participante » se donnent comme objectif d'évaluer l'impact des dispositifs muséaux sur l'évolution des conceptions de visiteurs pour en améliorer la présentation (Clément, 1993a). Quand aux évaluations sommatives qui visent à rendre compte des éventuels changements conceptuels consécutifs à une visite d'exposition, par une comparaison de données recueillies avant et après la visite, elles ont été relativement peu mises en œuvre, eu égard à leur lourdeur méthodologique. Le succès des études de conception a fait de ces approches la principale composante des études préalables en contexte muséal. Citons dans cette perspective les travaux de Jack Guichard sur l'évolution des conceptions de jeunes enfants suite à l'utilisation de dispositifs muséaux mis en œuvre à la

Cité des sciences et de l'Industrie. Guichard présente dans sa thèse les études préalables de conceptions d'enfants de 6 à 12 ans qui ont orienté la conception d'éléments d'exposition innovants et adaptés (Guichard, 1990). Ces études préalables pointent par exemple, dans les conceptions des enfants, les obstacles à la compréhension de l'organisation du squelette et de la réalisation du mouvement (articulations, relations entre muscles et os). Elles ont ainsi permis de proposer des dispositifs interactifs centrés sur le dépassement de ces obstacles, notamment l'utilisation de l'image du squelette qui fait du vélo en même temps que l'enfant, dans un « miroir » (Guichard, 1993 ; 1995).

Notons qu'un autre courant de la didactique des sciences interroge également les phénomènes d'apprentissage en contexte muséologique. Il s'agit de l'analyse des processus de transposition didactique externe et interne développés par Yves Chevallard (1985). Alors que la transposition interne vise à analyser les transformations opérées sur les savoirs lors de leur mise en exposition, la transposition externe est entendue comme l'ensemble des remédiations opérées sur les savoirs savants de référence pour en faire des savoirs à enseigner ou à muséographier.

Peu de recherches ont travaillé dans cette perspective. Eric Triquet et Pierre Clément (1990) se sont appuyés sur un enregistrement exhaustif de toutes les discussions entre scientifiques et concepteurs d'une exposition, « *Le cerveau, un continent nouveau* », proposé par le centre de culture scientifique technique et industrielle de Grenoble et par l'INSERM. Cette recherche se proposait d'étudier comment les thèmes initialement envisagés (en fonction des attentes du public, étudiées antérieurement par Clément) avaient été finalement retenus ou remplacés par d'autres qui convenaient mieux aux scientifiques. Dans sa thèse, Triquet (1993) développe et discute de la notion de transposition muséale comme processus de négociations entre commissaires scientifiques, muséologues et muséographes. Selon une perspective proche, mais sur une autre thématique, Christine Morrier (1994) a analysé les projets de modifications du parc de Samara dans la Somme, en étudiant les conceptions des différents types de décideurs sur les objectifs et contenus scientifiques possibles de ce parc qui est aussi un lieu muséal.

Cependant comme Daniel Beaufils (2007) a déjà souligné que : » *la question pour les disciplines expérimentales n'est pas aussi simple, du fait qu'elles ne peuvent se réduire à un texte du savoir et que la connaissance est multiforme autour d'un phénomène ou d'un objet. La référence à des pratiques scientifiques socialement identifiées est une des possibilités* ».
Il nous semble en effet que *« la réussite de l'exposition est liée à la capacité à prendre en compte les références des publics afin que ce qu'ils voient et font trouve une signification immédiate, ce qui n'est possible que si cela se raccroche à leurs pratiques »* (Guichard et Martinand, 2000). De ce fait, le principe de transposition didactique auquel nous nous référons ne se cantonne plus aux seuls savoirs mais il est étendu aux « *pratiques sociales de référence* » des visiteurs, comme le propose notamment Martinand.

Même si d'autres courants de la didactique des sciences ont envisagé la question de l'appropriation et de la mobilisation des connaissances scientifiques dans un cadre qui n'est pas le cadre scolaire, nous relevons que la contribution de la didactique au champ de la

muséologie des sciences correspond essentiellement à l'étude des conceptions menées dans le cadre des évaluations préalables[84].

Dans le cadre d'une réflexion didactique sur la médiation muséale des neurosciences, il semble donc tout d'abord nécessaire de dresser une cartographie de ce que ces études permettent de cerner de la diversité des conceptions sur le cerveau. C'est pourquoi les études de conceptions de différents publics ayant porté plus spécifiquement sur les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral font l'objet, dans le deuxième chapitre, d'une présentation plus approfondie.

[84] Notons que bien que le concept de « conceptions » ait été façonné dans un contexte de rupture avec une vision behavioriste de l'apprentissage, il n'en reste pas moins que ce concept peut s'accommoder d'un modèle de type transmissif d'un message depuis un émetteur (l'exposition ou l'enseignant) vers un récepteur (le visiteur ou l'apprenant). La mobilisation de l'étude des conceptions dans le contexte de l'évaluation préalable en muséologie, et plus encore dans celui de l'évaluation sommative, place certes le visiteur au centre des processus d'apprentissage, dans lequel ce dernier joue un rôle actif. Mais elle n'abolit pas nécessairement la vision selon laquelle l'apprenant se voit prescrire un apprentissage. Il s'agit pour l'émetteur, par une meilleure connaissance de l'univers conceptuel des récepteurs, d'adapter le message de façon à ce que les conditions de sa réception soient optimisées.

CHAPITRE II-2
DIVERSITE ET EVOLUTION DES CONCEPTIONS SUR LE CERVEAU

Pour qui s'interroge, dans une perspective didactique, sur la médiation des neurosciences, il apparaît pertinent de cerner le capital de familiarité que les différents publics, à savoir les visiteurs potentiels (adultes, enseignants, étudiants, adolescents, enfants…) pour ce qui est de la médiation muséale, entretiennent avec les sciences du cerveau. Nous proposons ici une synthèse bibliographique des études ayant pris pour objet les conceptions que les visiteurs/apprenants ont à propos du cerveau. En complément de cette revue de bibliographie, nous reprenons en les prolongeant les principales conclusions des études que nous avons réalisées dans le cadre de l'obtention du diplôme d'études approfondies de muséologie des sciences proposé par le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN). Il s'agira de rendre compte des conceptions que les adolescents plus spécifiquement ont du cerveau, mais en insistant sur leurs propriétés dynamiques.

Au-delà d'une cartographie de la diversité et de l'évolution des conceptions sur le cerveau, ces études permettent d'identifier un certain nombre d'obstacles didactiques à l'apprentissage de savoirs nouveaux dans le domaine des neurosciences.

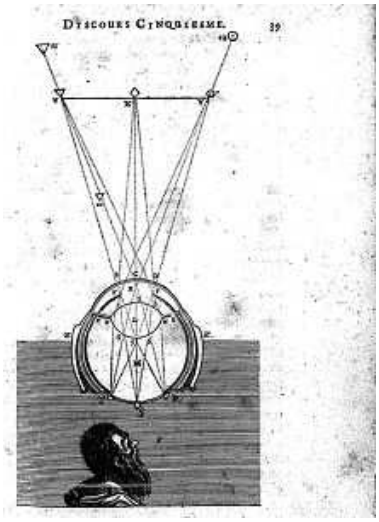
II-2-1 Quelques régularités des conceptions sur le cerveau

D'une manière très générale, on peut affirmer que la thématique du cerveau rencontre un intérêt réel auprès d'une diversité de visiteurs des expositions scientifiques. Ainsi dans une évaluation préalable menée par Joëlle Le Marec et ses collaborateurs (entretiens exploratoires qualitatifs auprès d'un échantillon de dix visiteurs de la Cité des sciences et de l'industrie, puis entretiens sur les attentes et représentations d'un échantillon de cinquante personnes) autour du thème « *L'homme et la santé* », il a été montré que les visiteurs interrogés jugent dans leur majorité « très intéressante » la problématique du cerveau. C'est aussi le thème de santé humaine pour lequel les personnes interrogées se sentent le moins informées. Le cerveau revêt pour les non-spécialistes un caractère mystérieux presque fascinant qui repose en partie sur son extrême complexité. Car bien que constitué de « parties » qui sont le siège de fonctions distinctes, les personnes interrogées relèvent « *le mystère des parties inexplorées qui renvoient à un imaginaire topographique propre à favoriser les évocations d'explorations et de découvertes* » (Le Marec *et al.*, 1992, p 17). Les auteurs soulignent par ailleurs l'inviolabilité et la sacralisation de ce territoire telles qu'elles s'expriment chez certains, essentiellement en raison de son lien avec l'âme humaine. Dans ce sens, le cerveau incarne ainsi la spécificité humaine.

Par ailleurs, les multiples travaux de Clément et de ses collaborateurs sur les conceptions de divers publics à propos du cerveau font figure de référence, tant au regard de l'importance que de la diversité des données empiriques analysées (Clément, 1994 ; Clément, 1997 ; Clément *et al.*, 1998 ; Forissier et Clément, 2000…). Nous reprenons également les conclusions des études par questionnaire réalisées par l'équipe de muséologie et médiation des sciences du MNHN dans le cadre de l'évaluation préformative de l'exposition « *Pas si bêtes 1000 cerveaux, 1000 mondes* » (Hergueta *et al.*, 1997)[85]. Sont aussi intégrées, pour ce qu'elles ont de commun avec les autres publics, les conceptions des adolescents que nous avons interrogés en entretiens semi-directifs.

Pour une grande majorité des personnes interrogées, le mot « cerveau » est d'emblée interprété comme « cerveau humain ». Comme nous venons de le souligner, la tendance à l'anthropomorphisme est en effet une caractéristique des conceptions sur le cerveau. De plus, le lexique le plus fréquemment associé au cerveau est caractérisé par la domination des mots intelligence, neurone, tête, pensée, cervelle, commande et mémoire. Les pathologies cérébrales sont par ailleurs souvent citées. Plus précisément, les conceptions des visiteurs potentiels se regroupent notamment autour d'une persistance des conceptions dualistes concernant les rapports entre le cerveau et l'âme. Ces conceptions dualistes expriment une distinction entre le corps et l'âme, entre la matière et la pensée, à laquelle est rarement associé le cerveau. Comme le remarque Clément, elles intègrent pour partie un modèle proche de celui introduit par Descartes, en situant l'homme entre spiritualisme et mécanisme. Nous avons déjà évoqué ce modèle historique (section I-4-1). La représentation schématique reproduite ci-dessous exprime clairement cette dualité entre mécanisme matérialiste (les propriétés optiques de l'œil) et intendance de l'âme héritée de dieu (le personnage barbu situé en bas de la reproduction).

Figure 3 : La perception visuelle selon Descartes



René Descartes, (1637),
Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la vérité dans les sciences, plus la Dioptrique, les Météores et la Géométrie qui sont des essais de cette méthode, Leyde : J. Maire.

Reproduction Planche p. 39 : manière dont les images se forment sur le fond de l'oeil. Traité de dioptrique (Bibliothèque Nationale de France).
Disponible en ligne :
http://gallica.bnf.fr/ark :/12148/btv1b21000448/f17.item

85 Il s'agit de questionnaires distribués en 1997 auprès de 140 adultes de la région de Nice, puis de 183 personnes (adolescents et adultes) en région parisienne et enfin auprès de 160 élèves de cours moyen de la région parisienne. Les personnes interrogées devaient proposer des associations libres avec le mot « cerveau » et leurs attentes concernant une future exposition sur le cerveau. Il leur était également demandé de choisir parmi une liste de propositions des synonymes du mot « cerveau », des animaux qui selon eux possédaient un cerveau, des activités dans lesquelles le cerveau intervient et susceptibles de modifier le cerveau. Des questions ouvertes étaient proposées relativement aux fonctions du cerveau et aux différences de potentialités cérébrales chez les nouveaux nés.

Les conceptions autour des relations entre cerveau et pensée se nourrissent des relations entre les connaissances scientifiques et les autres connaissances (philosophiques, idéologiques, religieuses…). C'est pourquoi le dualisme corps/esprit est une constante des conceptions des non-spécialistes dans les sociétés monothéistes, que leur culture religieuse soit musulmane ou chrétienne (Abou Tayeh, 2003 ; Abou Tayeh et Clément, 1999). En ce sens le spiritualisme constitue un obstacle réel à l'appréhension des approches modernes du fonctionnement cérébral. Ce dernier suppose en effet un réductionnisme des états mentaux aux états cérébraux.

Une deuxième famille d'obstacles se rapporte aux déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Les travaux initiés à Genève à la fin des années 1980, par Ninian Hubert Van Blyenburght avaient déjà pointé la croyance selon laquelle les caractères et les comportements sont déterminés par un facteur biologique. L'étude des conceptions autour des déterminismes des différences interindividuelles chez l'homme développée au cours de sa thèse a été mobilisée comme évaluation préalable à l'exposition « *Tous parents tous différents* » présentée au Musée de l'Homme de Paris. La majorité des personnes interviewées invoque que les caractéristiques intellectuelles, et particulièrement l'intelligence, sont partiellement déterminées par l'hérédité (Van Blyenburgh, 1989, p. 203-222). Il s'agit là d'une conception préformiste, déjà ancienne puisqu'elle structure, dès le XIX^{e} le débat inné/acquis[86]. Ces conceptions ont été largement nourries, jusqu'à la fin du XX^{e} siècle, par l'avènement de la génétique, puis le développement de la biologie cellulaire et moléculaire, leur enseignement et leur médiation.

Yves Girault et Sophie René de Cotret relèvent ainsi, dans le contexte québécois, une persistance des conceptions raciales dans l'enseignement. S'appuyant sur la réflexion de Blondin[87] relative à l'apprentissage du racisme dans les manuels scolaires, ces auteurs soulignent la mobilisation statique et stéréotypée du concept de « races humaines », entendues comme entités objectives, sans d'ailleurs que ne soit proposée, le plus souvent, une définition de ce concept. Ils s'appliquent alors à identifier les principaux obstacles didactiques, notamment religieux (pour ce qui concerne les origines de l'Homme et le créationisme notamment), conceptuels (la perception des temps géologiques dans les processus d'hominisation par exemple mais aussi l'importance accordée aux différences morphologiques ou le passage d'une conception typologique de l'humanité vers une conception populationnelle) et mathématiques[88] (la représentativité d'un échantillon choisi au hasard, le concept même de hasard ou encore les conceptions erronées de la moyenne notamment lorsqu'elle est opposée à un cas particulier) qui entretiennent les conceptions racialistes (Girault et René de Cotret, 1993).

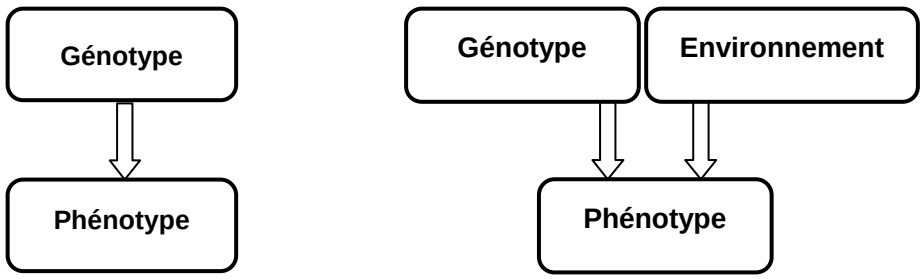
[86] Nous renvoyons le lecteur à la première partie de ce travail.

[87] Selon Blondin : « *si pris séparément, les manuels scolaires semblent exempts de préjugés ou attitudes racistes, c'est globalement qu'ils forment un système très cohérent et très efficace, permettant de transmettre cette idéologie sous la forme d'une conception du monde où la race est le premier principe explicatif* » (Blondin, 1990 cité par Girault et René de Cotret, 1993).

[88] Pour les aspects mathématiques et plus précisément les conceptions relatives aux statistiques et aux probabilités, voir également Girault et Girault, 1999.

Par ailleurs, des travaux récents, menés auprès d'enseignants de sciences de la vie et de la terre, ont permis de préciser le type de causalités qui sous-tendent leurs conceptions. Pour une majorité d'enseignants, un modèle linéaire causal permet de rendre compte que le génotype détermine le phénotype. Pour la moitié d'entre eux un modèle additif permet également de rendre compte de l'influence de l'environnement sur la réalisation du phénotype. Seule une minorité d'enseignants invoquent un modèle complexe, plus proche des modèles scientifiques actuels, d'interactions entre génotype et environnement dans la réalisation du phénotype (Forissier et Clément, 2000). Ces modèles peuvent être résumés de manière schématique dans la figure suivante.

Figure 4 : Conceptions de futurs enseignants sur le déterminisme génétique du phénotype (d'après Forissier et Clément, 2000)



Modèle linéaire causal

Modèle additif

Notons qu'une question plus précise, envisagée dans le questionnaire proposé par l'équipe de recherche en muséologie et médiation des sciences du MNHN concernait spécifiquement les capacités cérébrales des nouveaux-nés. Cette question a fait apparaître des confusions et parfois un embarras quant aux différences génétiques entre cerveaux humains. L'argument génétique est aussi bien utilisé pour justifier la différence que l'identité des cerveaux à la naissance. La moitié des personnes interrogées considèrent que les cerveaux sont identiques à la naissance et 20 % d'entre elles précisent que c'est seulement l'éducation qui explique les différences entre individus. Certaines personnes, y compris des personnes ayant une formation universitaire en science, semblent embarrassées à l'idée qu'il puisse exister des différences interindividuelles de propriétés cérébrales liées à des facteurs génétiques ou au sexe (concernant le volume du cerveau par exemple). Il s'agit ici de l'expression d'un positionnement d'ordre égalitariste ou anti-sexiste, qui nie la prise en compte de données scientifiques. Selon les auteurs, le plus étonnant reste que parmi les 189 personnes interrogées, aucune n'a critiqué la formulation de cette question qui était volontairement floue de manière à provoquer le questionnement. Que signifie en effet « avoir les mêmes capacités cérébrales » ?

Par ailleurs, pour la quasi-totalité des personnes interrogées, le concept de plasticité, susceptible de rendre compte des phénomènes d'épigenèse cérébrale, est ignoré. Ce concept structurant des neurosciences modernes apparaît donc comme un objectif didactique majeur.
L'anthropomorphisme, le spiritualisme et l'importance accordée aux déterminismes génétiques du développement et du fonctionnement cérébral, jusqu'à l'héréditariste pour certains, peuvent donc être identifiés comme des composantes largement partagées des

conceptions des non-spécialistes sur le cerveau. Ces constantes des conceptions sur le cerveau sont donc susceptibles de constituer des obstacles didactiques à l'acquisition de connaissances émergentes dans le champ des neurosciences.

Au-delà de ces caractéristiques partagées par un large public, il peut être intéressant de préciser la spécificité des conceptions sur le cerveau de publics plus spécifiques et notamment les jeunes publics.

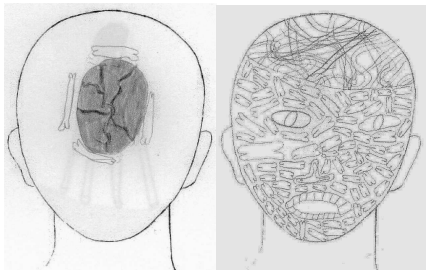
II-2-2 Les conceptions de jeunes enfants sur le cerveau

Il existe relativement peu de données de recherche qui permettent de savoir comment les enfants se représentent l'objet « cerveau ». L'étude, réalisée auprès de 160 élèves de cours moyen de la région parisienne par l'équipe de muséologie des sciences du MNHN, montre que pour les enfants les plus âgés, le cerveau est impliqué dans les situations « intellectuelles » (parler, compter…). Le cerveau apprend, il commande et il contrôle. Mais le cerveau est cependant très minoritairement impliqué dans les émotions (aimer par exemple). Les enfants s'interrogent sur la composition de leur cerveau. La moitié des élèves consultés pensent que les animaux n'ont pas la même intelligence que les humains. Ils argumentent pour cela des traits de culture (s'habiller, manger avec une fourchette, écrire…) ainsi que la plus petite taille des cerveaux animaux par rapport aux cerveaux humains.
On retrouve dans l'importance accordée au rôle de « commande » ou de « contrôle » du cerveau des conceptions dominantes relevées par ailleurs (Mein et Clément, 1988) qui reposent sur le modèle du cerveau – ordinateur. Dans ce cas, des analogies avec les fils, l'existence d'une mémoire, d'une « unité centrale » sont évoquées. Un autre modèle est parfois convoqué selon ces auteurs, modèle qu'ils qualifient de « processus entéroïde » puisqu'il mobilise des analogies avec les intestins, les « boyaux de la tête ».

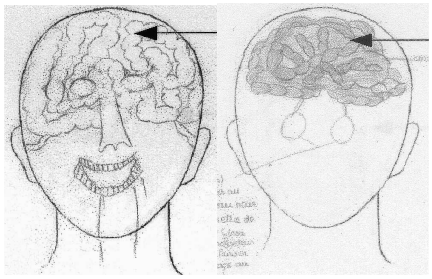
Concernant les très jeunes enfants il semble qu'ils se représentent l'intérieur de leur cerveau comme composé majoritairement de « tuyaux », de « boyaux » et d'un ou de plusieurs « os » organisés de manière variable. C'est ce dont témoigne l'analyse de Christine Savy (2005) sur des dessins (figure 5) réalisés par des élèves de cours préparatoire, bien que la consigne qui leur était proposée (« dessine ce que tu as dans la tête ») ne soit pas exempte d'ambiguïté.

Figure 5 : Conceptions de jeunes enfants sur le cerveau

Modèle du « cerveau – ordinateur » (Affiche pour la campagne nationale du Neurodon)



Des tuyaux et des os dans le cerveau. Elèves de cours préparatoire (d'après Savy, 2005)



Modèle du cerveau entéroïde. Elèves de cours moyen (d'après Savy, 2005)

II-2-3 Chez les adolescents, des conceptions… qui ne sont pas figées

L'objectif de ce paragraphe est de préciser les conceptions des adolescents sur le thème du cerveau mais en prêtant une attention particulière à leurs évolutions. Dans cette perspective, des entretiens semi directifs ont été réalisés auprès d'adolescents en 2001 puis en 2005. Les entretiens ont été réalisés dans des lycées d'enseignement général et technologique de la région Provence Alpes Côte d'Azur (Marseille, Aix en Provence, Briançon).

En 2001, seize entretiens semi directifs[89] ont permis d'interroger des groupes de trois à huit lycéens sur leurs conceptions du cerveau. En 2005, nous avons rencontré, en entretiens semi directifs toujours, dix huit groupes de cinq à sept lycéens de première scientifique de la même région. En effet, les programmes d'enseignement scientifique de lycée dans le domaine

[89] Il s'agit d'entretiens menés dans le cadre d'une évaluation préalable à l'exposition « Cerveau 2001 » proposée par le Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix en Provence. La moitié des soixante quatre lycéens rencontrés étaient inscrits en classe de première scientifique de l'enseignement général. Les adolescents interrogés devaient proposer des associations libres avec le mot « cerveau » et préciser leurs attentes concernant une future exposition sur le cerveau. Les adolescents ont été questionnés plus précisément sur l'organisation et le fonctionnement et les pathologies cérébrales que sur les différences interindividuelles de ce fonctionnement et leurs déterminismes (Molinatti, 2001, non publié)

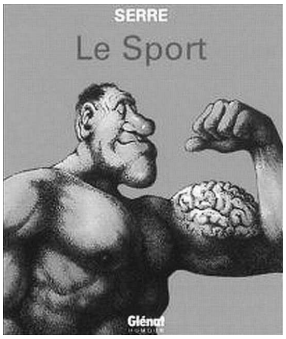
des neurosciences ont fait l'objet, nous y reviendrons, d'un important remaniement au cours de la réforme de la rentrée 2001. Il s'agissait donc d'en évaluer l'impact sur les conceptions des lycéens.

Chez les adolescents, nous avons initialement pointé les limites de la culture scolaire puisque nombre de notions telles que celles de neurone, de message nerveux ne sont pas assimilées par une majorité d'adolescents malgré un vernis lexical. La difficulté à envisager l'intégration des neurones dans un réseau de connexions apparaît notamment comme un obstacle récurant à la compréhension des mécanismes cérébraux tels que l'intégration nerveuse. Le neurone est parfois connu dans les détails de son architecture cellulaire voire moléculaire (canaux ioniques) sans pour autant que ses fonctions de communication ne soient appréhendées. Par ailleurs le message nerveux est souvent assimilé à une « image sensorielle », au sens presque photographique du terme[90]. Les adolescents mobilisent souvent le modèle du cerveau-muscle qui commande, qui actionne. Par ailleurs, le modèle "entéroïde" du cerveau-intestin, évoqué par les enfants, ne l'est plus par les adolescents.

Mais ce qui caractérise sans doute le plus largement leurs conceptions, c'est le recours au modèle du cerveau-muscle (figure 6) qui commande, qui actionne mais aussi qui est d'autant plus développé que l'on s'en sert. Nous avons confirmé sur ce point des résultats d'études antérieures avançant qu'une l'analogie relative aux mécanismes d'apprentissage est impliquée dans cette métaphore (Mein, 1988). On pouvait en tout cas y voir une manière de reconnaître au cerveau une forme d'adaptabilité, de modulation de son activité. Cependant la plasticité cérébrale n'était envisagée par aucun des lycéens interrogés à cette époque.

Par ailleurs une autre constante de la cartographie des conceptions des adolescents sur le cerveau est celle des fameux « *x % du cerveau utilisés* ». Bien que sans aucun fondement scientifique, il semble que pour une majorité d'adolescents, le cerveau fonctionne de manière modulaire avec certaines zones au repos alors que d'autres sont en activité[91].

Figure 6 : Une illustration du modèle du « cerveau-muscle », convoqué par les adolescents



Claude Serre, « *Le sport* », *Ed. Glénat, 2002*

Les fréquentes références aux pathologies cérébrales sont citées indépendamment du niveau ou de la spécialité de formation. Leurs symptômes ne sont évoqués que par un tiers des

[90] Ses propriétés chimio-électriques, spatiales et temporelles ne sont jamais évoquées. Nous identifions là des obstacles à l'appréhension de concepts tels que le traitement des messages nerveux par des aires cérébrales spécialisées et interconnectées.

[91] On peut y voir une interprétation abusive des images fonctionnelles de localisations cérébrales qui présentent un codage de zones actives pour une tâche donnée, étant sous-entendu qu'il s'agit d'une différence statistique d'activité entre ces zones et le reste de l'encéphale. Nous revenons par la suite sur certains des problèmes posés par la médiatisation et l'enseignement des données de neuroimagerie.

adolescents interrogés et leurs causes organiques sont, pour ainsi dire, ignorées de ce public. C'est ainsi que les maladies comme les syndromes d'Alzheimer, de Parkinson et l'encéphalopathie spongiforme bovine (plus que sa variante humaine ou maladie de Creutzfeldt-Jacob) sont citées dans tous les entretiens. Dans ce domaine, les adolescents font souvent référence à des personnes célèbres (le pape, Mohammed Ali…) et à des données de neuroimagerie sans que le statut de ces images (mode de construction, codage…) ne leur soit connu. Les tumeurs cérébrales sont citées dans la moitié des entretiens et pour une moitié d'adolescents en référence à une série télévisée. Les conceptions relatives aux pathologies cérébrales semblent ainsi correspondre à des savoirs médiatisés superficiels. Les accidents vasculaires cérébraux, leurs origines et conséquences, sont cités par une minorité d'adolescents.

Les douze entretiens semi directifs menés en 2005 auprès de groupes de 6 à 8 lycéens inscrits en classe de première scientifique de l'enseignement général permettent d'approcher l'évolution des conceptions des adolescents sur le thème du cerveau. S'ils confirment largement les résultats précédents, une différence apparaît. Elle concerne les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Les adolescents interrogés sur ce thème en 1997 par l'équipe de médiation des sciences du MNHN puis en 2001 par nos soins se prononçaient majoritairement pour une identité des cerveaux à la naissance, que cette identité soit génétique ou non. Environ 20 % d'entre eux convoquaient le rôle de l'environnement et de l'éducation dans le déterminisme du développement cérébral. En 2005, la majorité des 93 adolescents interrogés mobilisent des conceptions qui font intervenir le déterminisme génétique et l'épigenèse comme causalité linéaire double du fonctionnement cérébral. On peut remarquer que dans de nombreux cas, il semble « socialement incorrect » d'avancer un déterminisme génétique du fonctionnement cérébral. C'est un obstacle possible, pour certains adolescents, à l'appréhension d'un modèle d'interaction entre génotype et environnement dans la réalisation du phénotype cérébral.

Par ailleurs l'influence des facteurs de l'environnement est largement argumentée. Ce qui apparaît comme une évolution des conceptions, c'est que plusieurs adolescents proposent des supports, des mécanismes à l'épigenèse cérébrale. La plasticité cérébrale est souvent associée aux mécanismes d'apprentissage :

> Plus on apprend, plus ça se connecte
> Notre cerveau évolue au cours de notre vie, il y a des nouvelles connexions, les neurones se renouvellent (adolescentes, lycée d'altitude, Briançon, Première S).

Et encore, pour apprendre, il faut :

> Pour apprendre, il faut faire des connexions, des synapses (adolescent, lycée Saint Charles, Marseille, Première S).

Sans que soit nécessairement proposé un processus d'épigenèse, plusieurs lycéens avancent qu'il faut « *entretenir* » le cerveau, l' « *entraîner* », le « *faire travailler le cerveau* » pour qu'il se développe « *c'est comme un muscle* » (adolescents, lycée d'altitude, Briançon, Première S). Enfin l'utilisation partielle des capacités du cerveau reste une constante des représentations et on peut confirmer que certains adolescents y conçoivent un support de l'épigenèse :

> A la base, rien n'est établi. D'ailleurs Einstein disait que le cerveau était utilisé à 70 % (adolescent, lycée Vauvenargues, Aix en Provence, Première S).

Pour interpréter cette évolution, les études de conceptions d'adolescents concernant le cerveau ne peuvent faire l'économie d'un rappel des programmes d'éducation formelle qui concernent cette thématique. L'étude du système nerveux est abordée au lycée en classes de première de l'enseignement général uniquement. Dans les nouveaux programmes de première, section scientifique, sont traités les circuits neuroniques médullaires mobilisés au cours du réflexe myotatique, les messages nerveux (nature et propriétés) mais aussi la part du génotype dans le fonctionnement du système nerveux et la plasticité du système nerveux central, abordée à partir de l'étude du cortex sensoriel. L'horaire global représente une vingtaine d'heures (*BOEN*, HS n° 7, 31.08.2000). L'intégration, dans les programmes officiels, de l'étude des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral est marquée par le concept d'individuation. Contrairement aux enseignements antérieurs du thème, le modèle d'identité génétique est explicitement relativisé. Il semble palpable que l'évolution des programmes d'enseignement est une composante réelle de l'introduction de la plasticité dans le répertoire des adolescents lorsqu'ils évoquent le cerveau. Ceci est vrai en ce qui concerne les mécanismes de la plasticité neuronale comme en ce qui concerne le déterminisme génétique et l'épigenèse comme causalités linéaires additives du fonctionnement cérébral[92].

II-2-4 Les conceptions sur le cerveau et les opinions ou les systèmes de valeurs

Les études de conceptions sur le cerveau auxquels nous avons fait référence sont à envisager dans leur diversité et dans leur évolution. Elles témoignent surtout d'une attention particulière des non-spécialistes pour l'organe cerveau. Parmi les obstacles didactiques qui émergent de ces études, nous retenons la persistance du dualisme corps/esprit, le déterminisme linéaire causal du développement et du fonctionnement cérébral que ce soit dans sa conception préformiste génétique ou épigénétique ou additive, ainsi que la très discrète référence aux mécanismes de plasticité cérébrale. Sur ce dernier point, nous insistons sur l'évolution des conceptions que nous avons mises en évidence en milieu scolaire.

En ce qui concerne le déterminisme du fonctionnement cérébral, il est à remarquer que certaines conceptions relevées dans nos travaux peuvent être mises en relation avec des discours scientifiques relayés par les médias. Les conceptions exprimant une forme d'innéisme génétique sont ainsi parfois légitimées par la médiatisation de recherches scientifiques relatives aux déterminismes génétiques de comportements humains (gène du crime, de l'homosexualité, de l'intelligence, différences hommes/femmes…). Par ailleurs, nous avons vu que, chez les adolescents, les conceptions sur le cerveau et notamment celles relatives aux pathologies cérébrales empruntent largement à la culture médiatique qui légitime certains discours[93]. A travers le modèle du cerveau-muscle par exemple, il peut être fait référence aux performances cérébrales, aux capacités d'adaptations du cerveau.

[92] Sur ce dernier point, nous avons vu plus haut que c'est également une conception dominante chez les enseignants de sciences de la vie et de la terre. Ajoutons que la physiologie du système nerveux, et à fortiori son enseignement, sont réputés difficiles par les enseignants. De plus, le cadre proposé par les programmes officiels, l'enseignement des neurosciences souffre d'un déficit d'instrumentation.

[93] Pour plus de la moitié des adolescents interrogés, il est fait référence à la série télévisée *Urgences* diffusée par France 2. Par ailleurs les adolescents interrogés sur les émissions scientifiques les plus regardées citent

Autrement dit, les études de conceptions réalisées confirment l'omniprésence des opinions, des systèmes de valeurs, voire des idéologies, dans ce que les non-spécialistes ont « en-tête », quand ils évoquent cet organe.
Il semble que ce soit particulièrement le cas lorsqu'il est question des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. La convocation de raisons biologiques pour « expliquer », légitimer, des différences réelles ou imaginaires entre les individus selon leur « race », leur sexe ou leur statut social n'est pas chose rare. On retrouve finalement chez différents publics certains des éléments relevés dans la partie précédente quand nous envisagions ce que les écrits scientifiques peuvent traduirent des interactions entre sciences et idéologie. L'approche historique et épistémologique que nous avions développée offre en effet le recul nécessaire à la mise en évidence de ce que certains discours scientifiques portent d'idéologie déterministe. Nous ne revenons pas sur ces éléments déjà largement envisagés et nous renvoyons le lecteur au chapitre I-5 (sections I-5-1 et I-5-4).

II-2-5 Dans quels termes sont interrogées les expositions retenues ?

Les interactions entre sciences du cerveau, systèmes de valeurs et idéologies ont retenu l'attention de nombreux auteurs ayant fait œuvre de philosophie voire de sociologie des sciences. Pour autant la façon dont les pratiques d'enseignement et de médiation des sciences s'approprient, transforment ou (re)construisent ces interactions demeure à notre sens une perspective de recherche à développer.

Ainsi, le lien entre la dynamique de développement des neurosciences et la représentation de ce domaine de recherche dans les musées de sciences et centres de culture scientifique, technique et industrielle reste à analyser. Par rapport au thème particulier des neurosciences, les musées obéissent-ils à une politique de vulgarisation pensée comme accroissement de bagage de connaissances scientifiques de base ou bien répercutent-ils les débats et controverses qui caractérisent nécessairement le développement d'une communauté scientifique qui a émergé progressivement ? La première dimension de notre questionnement de recherche se focalise donc sur les partis pris épistémologiques opérés par les commissaires scientifiques des expositions contemporaines sur le cerveau. Il s'agit d'interroger le processus de transposition didactique externe effectuée par les commissaires scientifiques, muséologues et muséographes, processus entendu comme l'ensemble des remédiations opérées sur les savoirs savants de référence pour en faire des savoirs à exposer (Chevalard, 1985).

C'est pas sorcier, diffusée par France 3 dans laquelle deux émissions ont été programmées sur le thème du cerveau : *Le sommeil*, *Les sorciers se prennent la tête* et *J'ai la mémoire qui flanche*). L'émission *E=M6* diffusée par la chaîne M6 est également souvent citée. Cette émission a consacré plusieurs numéros au thème du cerveau dont : *Les illusions d'optique* (mars 2003), *Voyage au cœur de notre cerveau* (septembre 2003), *Les méduses ont-elles un cerveau* (juillet 2004), *Les aliments de la mémoire*, *Comment le cerveau apprend ?* (Septembre 2004). Par ailleurs plusieurs émissions *E=M6* ont été programmées sur les différences Hommes / Femmes : *Pourquoi les hommes ont ils du mal à parler et à agir en même temps ?* (Février 2004), *Hommes / Femmes, ce qui nous sépare* (septembre 2001), *Orientation, les femmes sont incapables de lire une carte routière !* (Septembre 2002), et enfin *Pourquoi les hommes et les femmes ne se comprennent pas ?* (Septembre 2002).

Le courant de la didactique des sciences dans lequel nous nous situons interroge également les phénomènes d'apprentissage dans un cadre impliquant le muséologue ou le commissaire de l'exposition, le savoir muséographié et le visiteur. La deuxième dimension de notre questionnement envisage donc la prise en compte, au sein des expositions, des conceptions des visiteurs potentiels. Pour être plus précis, nous nous proposons de rendre compte de la façon dont les expositions contemporaines sur le cerveau intègrent ce que nous connaissons des obstacles didactiques à l'apprentissage de connaissances émergentes en neurosciences. Ce sont donc les partis pris didactiques des différentes expositions soumises à l'analyse que nous tenterons de dégager.

Suivant ces deux axes d'analyse, une attention particulière sera accordée à ce que les discours muséaux traduisent de l'évolution des relations entre connaissances scientifiques sur le cerveau et systèmes de valeurs ou idéologies, vis-à-vis desquels les premières sont particulièrement perméables. Car, de notre point de vue, les connaissances scientifiques sur le cerveau peuvent elles-mêmes promouvoir, ou s'appuyer sur, des représentations du cerveau inscrites dans des cultures et des idéologies. Il s'agit tout à la fois d'épouser un courant de recherche et une approche disciplinaire qui se sont fortement impliqués, depuis plusieurs décennies, dans l'analyse de la muséologie des sciences, et de prendre en compte la montée d'une sensibilité à la dimension sociale et culturelle des savoirs scientifiques dans l'analyse des modalités de leur diffusion. Cette double approche doit donc permettre de préciser les objectifs didactiques que l'on peut raisonnablement dégager de l'analyse comparée des discours muséaux que nous retenons, tout en les interrogeant à la lumière de ce que nous savons des conceptions/obstacles qui y sont attachés.

C'est pourquoi la grille d'analyse des expositions retenues repose d'une part sur les éléments qui émergent de l'approche historique et épistémologique envisagée dans la partie précédente et d'autre part sur les caractéristiques des conceptions de non-spécialistes sur le cerveau, telles que nous venons d'en esquisser une synthèse. Ainsi, les éléments que nous retenons pour une analyse didactique comparée de quatre expositions contemporaines sur le cerveau peuvent être résumés de la manière suivante :

Figure 7 : Éléments pour une analyse didactique comparée de quatre expositions sur le cerveau

Objectifs didactiques	**Conceptions/obstacles**	**Eclairages épistémologiques**
Approche matérialiste des fonctions cérébrales	- Conceptions dualistes	- Localisationisme - Contribution de la neuroimagerie
Plasticité cérébrale anatomique et fonctionnelle, développementale et réactionnelle (différentes échelles d'organisation)	- Modèle du cerveau-muscle - Méconnaissance de l'organisation des composants du système nerveux	- Pluridisciplinarité - Relation historique avec la théorie cellulaire du système nerveux, réflexologie.
Interactions génotype/facteurs de l'environnement comme déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral	- Causalité linéaire simple (environnement ou gènes) ou additive dans la détermination du phénotype - Systèmes de valeurs, idéologies	- Spiritualisme et innéisme génétique - Epigenèse/préformation versus paradigme de la complexité des relations de l'organisme à son milieu - Idéologies scientifiques

Ces éléments d'analyse permettent d'interroger les discours muséaux qui structurent les expositions visitées (choix des expôts, naturalia et artificiala, textes des cartels et panneaux explicatifs…) mais aussi les textes périphériques (catalogue, ouvrages de vulgarisation rédigés par les commissaires scientifiques, sites web…).
L'analyse comparée ne se donne évidemment pas comme objectif d'évaluer les expositions retenues. Il est ici question de dessiner et de discuter les régularités qui émergent de la comparaison de différentes expositions sur une même thématique en termes de partis pris épistémologiques et didactiques.

Pour compléter cette méthode d'analyse, nous nous référons à une exposition proposée dans la section « Human biology » de la Life Gallery au Natural History Museum de Londres et qui se propose d'expliquer « *how the brain and other organs work together* ». Cette exposition permanente, conçue à la fin des années 1980, permettra essentiellement de confirmer la nature des concepts que nous retiendrons comme émergents, en termes muséaux, dans les expositions récentes.

CHAPITRE II-3
ANALYSE COMPAREE DE QUATRE EXPOSITIONS SUR LE CERVEAU

Avant de développer les régularités qui se dégagent des discours muséaux, entendues en termes de choix épistémologiques et didactiques, il convient de présenter les expositions qui retiennent notre attention ainsi que le contexte général de médiation muséale des neurosciences dans lequel elles s'inscrivent.

II-3-1 Les expositions retenues et le contexte de médiation muséale

Au-delà du fait que les expositions retenues partagent le même objet : vulgariser les connaissances nouvelles sur le cerveau, ces expositions ont toutes été proposées par des grandes institutions de médiation scientifique dans une période récente (1999 à 2006). Elles participent donc de manière significative d'un panorama national contemporain de la volonté institutionnelle de mettre les neurosciences en exposition.
Les expositions qui constituent notre corpus d'analyse sont :

– l'exposition « *Pas si bêtes, mille cerveaux, mille mondes* » (MCMM), présentée au Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) à Paris, du 06/10/1999 au 10/07/2000,
– l'exposition « *Cerveau 2001* » (C2001), présentée Muséum d'histoire naturelle d'Aix en Provence (MNHNAP), du 23/06 au 26/10/2001,
– l'exposition « *Cerveau Intime* » (CI), présentée à la Cité des Sciences et de l'Industrie (CSI) à Paris du 22/10/2002 au 31/08/2003
– l'exposition « *Planète cerveau* » (PC), présentée au Musée de l'Homme (MH) à Paris du 21/09/2005 au 22/01/2006.

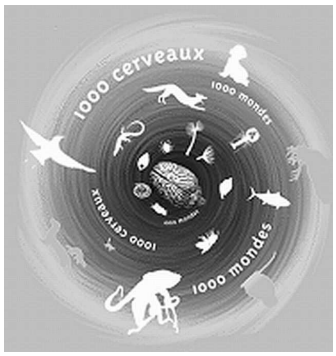
Ces expositions s'inscrivent dans un contexte de médiation muséale que l'on peut tenter de cerner, même succinctement. La plus ancienne exposition sur le cerveau qui soit documentée a été présentée en 1941 au Palais de la découverte (Babou et Le Marec, 2003). Pour autant, depuis les années 1990, on observe en France une augmentation du nombre d'expositions scientifiques consacrées au cerveau. Il faut y voir l'expression de l'institutionnalisation récente des neurosciences. Deux tendances muséales principales se dessinent lorsque l'on recense ces expositions.

D'une part, des expositions se limitent à un champ particulier des neurosciences, souvent une modalité sensorielle. De nombreuses expositions itinérantes ont ainsi été proposées à la fin des années 1990 (Exporégie 2000)[94]. D'autre part, certaines expositions ont une

[94] Citons « *Né pour sentir* » (neurobiologie de l'odorat), « *Vision des couleurs* » (traitement rétinien et cérébral des images et leurs utilisations), « *Jeux de couleurs* » (approche physique et biologique de la perception

perspective plus généraliste « *Balade en cerveau* » (approche connectiviste du cerveau humain, sa plasticité et sa phylogénie, CCSTI PACA, 1999)[95]. C'est dans cette perspective que nous situons les expositions retenues ici.

Figure 8 : Affiches de présentation des quatre expositions sur le cerveau retenues[96]



« ***Pas si bêtes, mille cerveaux, mille mondes*** » (MCMM), MNHN

« ***Cerveau 2001*** » (C2001), MNHNAP

« ***Cerveau Intime*** » (CI), CSI

« ***Planète cerveau*** » (PC), MdH (à droite)

Par ailleurs, depuis plusieurs années, la Société des Neurosciences organise la *Semaine du cerveau* dans les principales villes de France possédant des pôles de recherche en

---

des couleurs), « *Trompe Sens* » (dispositifs d'illusions auditives, visuelles et tactiles), « *Le roi sommeil* » (propriétés et fonctions du sommeil). Mais aussi : « *Expression et comportement* », « *Désir d'apprendre* », « *Jeux de lumière* » (CCST Grenoble), « *Communication animale* » (Palais de la découverte, 1999), « *Agir sur le cerveau* » (neurobiologie des émotions et des drogues, cycle 'oser le savoir', CSI, 2000), « Exploradome » (dispositifs d'illusions visuelles, Exploratorium de San Francisco, 2001).

[95] C'est, à notre connaissance, la première exposition hexagonale qui aborde explicitement la plasticité cérébrale.

[96] Au-delà des publications, les documents périphériques aux expositions, que nous avons utilisés, sont les suivants :

- Site web, présentation de l'exposition « *Pas si bêtes, mille cerveaux, mille mondes* », http://www.mnhn.fr - Catalogue de l'exposition « *Cerveau 2001 : art et science* », Muséum d'Aix en Provence,

Gahéry Yves, 2001, Synopsis de la partie neurobiologie (non publié) ; Boëtsch Gilles, 2001, Synopsis de la partie anthropologie (non publié)

- Site web, présentation de l'exposition « Cerveau intime » et communiqué par M. Jeannerod., http://www.cite-sciences.fr

- Site web, présentation de l'exposition « Planète cerveau », http://www.planete-cerveau.fr/

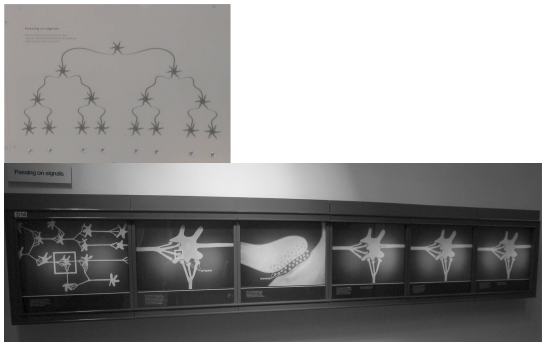
neurobiologie. Il s'agit de cycles de conférences, d'interventions dans les lycées, de projections de documentaires animés par des scientifiques… Depuis 2004, la campagne nationale du Neurodon, organisée par la Fédération pour la Recherche sur le Cerveau, complète cette offre. Ces manifestations sont en général intégrées au dispositif national de la *Semaine de la science* sur lequel nous revenons largement par la suite.

Si l'on accepte de prendre comme référent historique l'exposition généraliste proposée au Natural History Museum de Londres, il faut rappeler que la trame narrative de cette dernière est structurée en trois parties : l'approche anatomique et cellulaire du système nerveux, la neurophysiologie des fonctions sensorielles et motrices, et enfin la psychologie de la mémoire. Mais si le choix de présenter la mémoire traduit la volonté de rendre compte de l'émergence des sciences cognitives, celle-là est envisagée sous son approche purement psychologique. Il n'est pour ainsi dire pas présenté d'éléments neuropsychologiques, c'est-à-dire relatifs aux corrélats physiologiques de cette fonction. En revanche le traitement cortical des informations sensorielles et motrices est largement présenté (figure 9). A ce titre, la proposition de discours neuropsychologiques est une tendance qui se confirme dans les expositions récentes que nous avons analysées.

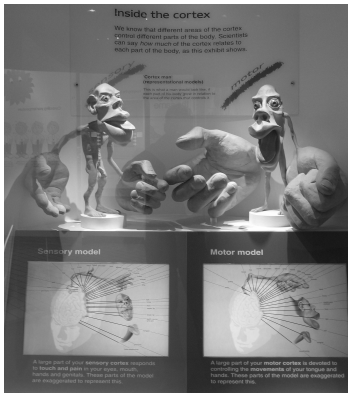
Par ailleurs la mise en exposition de l'organisation cérébrale, en réseaux de neurones interconnectés, repose sur une iconographie riche (figure 9) illustrant la structure cellulaire neuronale. Le concept d'intégration neuronale (propriété du neurone à intégrer différents messages afférents pour produire, ou ne pas produire des messages efférents) fait l'objet d'un développement particulier. Ces réseaux, et les connexions interneuronales qui les organisent, sont par ailleurs présentés de manière fixe, rigide. La plasticité cérébrale, à différents niveaux d'organisation comme nous le verrons, apparaît ainsi comme un concept émergent, dont la présentation est partagée par les expositions récentes qui constituent notre corpus.

Figure 9 : L'organisation des réseaux neuronaux et les fonctions sensorielles et motrices au niveau cérébral. (Section « Human biology, Natural History Museum de Londres)

Des neurones organisés en réseaux … sans plasticité. Les réseaux sont figés.



Natural History Museum, Londres



Les homonculus moteurs et sensoriels (à droite) représentent l'importance des territoires des aires corticales somatosensorielles et motrices des différentes régions du corps. Ils illustrent l'importance accordée au traitement cérébral des fonctions sensorielles et motrices.

II-3-2 Discours muséaux et neuropsychologie

Les commissaires scientifiques des expositions retenues adhèrent à une épistémologie moniste. Le dépassement des conceptions dualistes était déjà identifié comme objectif de connaissance par les commissaires de l'exposition *« La fabrique de la pensée : la découverte du cerveau, de l'art de la mémoire aux neurosciences »* présentée à la Cité des Sciences d'avril 1990 à janvier 1991[97]. Ce dépassement n'apparaît pas toujours de manière explicite dans les expositions que nous analysons. C'est particulièrement le cas pour l'exposition MCMM, même si l'approche phylogénétique qui constitue la trame narrative de cette exposition présente les fonctions mentales comme les produits de l'évolution de structures cérébrales.

Les conceptions dualistes, qui s'expriment chez différents publics, sont plutôt prises en compte par une mise en exposition dite « sensible », que l'on pourrait qualifier d'« immersion ». Elle se traduit souvent par une muséographie où se mêlent art et sciences. Il n'est pas rare que les expositions sur le cerveau privilégient, et c'est une spécificité, cette approche qui se revendique à la fois comme scientifique et artistique (peinture, théâtre, installations…). Elle avait retenu l'attention du commissaire scientifique de l'exposition « *La douleur au-delà des maux* » proposée à la Cité des Sciences et de l'Industrie en 1992. J.P. Natali justifiait l'intérêt d'une telle approche par la possibilité de faire ainsi appel, via les formes artistiques, aux émotions de chacun et à des souvenirs vécus (Natali, 2000a)[98].

L'exposition Cerveau Intime et dans une moindre mesure l'exposition Cerveau 2001 s'inscrivent dans cette perspective. C'est ainsi que l'exposition Cerveau Intime se présente comme « *une installation artistique dont la scénographie, en faisant largement appel aux sens, affirme le caractère indissociable du corps et de l'esprit, de la raison et de la passion* ». A cette fin, douze installations artistiques sont proposées au visiteur (contre 14 documents audiovisuels, sonores, diaporamas ; 17 textes et iconographies, 6 jeux multimédia et 2 naturalia). Notons que dans le cas de cette exposition, le dépassement des conceptions dualistes n'est cependant pas explicité comme tel au visiteur.

L'exposition C2001 propose une triple approche, neurophysiologique, anthropologique et artistique, présentée dans trois lieux différents du centre ville d'Aix en Provence[99]. Dans

[97] Cette exposition a fait l'objet de nombreuses publications sous la direction du commissaire Pietro Corsi et de Jean-Pierre Changeux. Elle repose sur une réflexion historique et épistémologique qui se propose d'illustrer « *le passage progressif d'une analyse exclusivement philosophique des fonctions cérébrales, à l'apparition d'une approche rigoureusement anatomo-physiologique, pour parvenir enfin à l'extraordinaire développement des idées et des recherches en neurosciences* » (Corsi, 1990, Avant propos).

[98] On retrouve également cette approche dans les deux expositions chronologiques d'art et de science conçues au Grand Palais : « *L'âme au corps* » (les grandes fonctions cérébrales, approche artistique et neuropsychologique, 1993) ; et « *Génie et folie en Occident* » (la mélancolie entre création artistique et humeur, affection, puis maladie depuis l'antiquité à nos jours, 2006). Mais la perspective est ici très différente puisque le commissaire, Jean Clair, est conservateur et historien de l'art et non pas un scientifique.

[99] En plus du commissaire neurobiologiste, l'équipe de conception comprenait Gilles Boëtsch, anthropologue au CNRS de Marseille, Jean-Paul Ponthot, directeur de l'Ecole Supérieure d'Art d'Aix en Provence et Gilles Cheylan, conservateur du muséum d'histoire naturelle d'Aix en Provence et commissaire général de l'exposition, Les trois lieux retenus sont : *« Cerveau des origines / Boîte noire »* au muséum d'histoire naturelle

chaque lieu, la double approche artistique et scientifique a été adoptée sans qu'un propos muséal commun ne soit dégagé. Au-delà du problème posé par la lisibilité du discours muséal, on peut avancer que le dualisme est ici muséographié. Le choix de ne pas proposer un discours unifié intégrant les approches issues des sciences expérimentales, des sciences humaines et des disciplines artistiques semble traduire, sur ce point, une absence de consensus entre les différents commissaires.

Il a déjà été souligné l'importance de l'avènement des techniques de neuroimagerie (Imagerie par Résonance Magnétique –IRM– notamment) dans le développement de la psychobiologie. Les nombreuses données d'imagerie cérébrale fonctionnelle proposent en effet des corrélats physiologiques pour plusieurs fonctions cognitives (mémoire et apprentissage, langage, empathie…). Les expositions retenues mobilisent abondamment les images issues de ces techniques. Dans l'exposition C2001, onze bustes présentent des images d'IRM en position anatomique ainsi que treize images cérébrales associées aux textes (figure 10)[100]. C'est également le cas dans les expositions CI et PC qui présentent treize images cérébrales pour la première et plus de cinquante images cérébrales pour la seconde ![101] Comparativement, le recours aux données de l'imagerie cérébrale est bien moindre dans l'exposition MCMM. Les expositions CI et C2001 présentent ces méthodes modernes d'investigation. Il s'agit d'un inventaire des différentes techniques d'imagerie cérébrale. L'exposition C2001 souligne la parenté de leur paradigme de construction avec le modèle historique du localisationisme de Franz Joseph Gall. Les données de neuroimagerie constituent donc le type d'iconographies majoritairement associées aux textes scientifiques, dans une perspective d'inscription cérébrale des facultés cognitives.

D'une manière générale, on peut remarquer que les problèmes de lecture (paradigmes d'acquisition, traitements statistiques, plan de coupe, codage couleur,…) et d'interprétation de ces images ne font pas l'objet d'une attention particulière, alors même que cette lecture ne peut s'appuyer sur les pratiques de référence des visiteurs puisque les images concernées sont de réelles constructions[102]. Signalons cependant que l'exposition PC s'attache à préciser le

(100 m2) ; *« Cerveau, monde intérieur / Effraction »* à l'espace Sextius (250 m2) et *« Cerveau, monde sensible / Machine »* à l'école supérieure d'art d'Aix (140 m2). L'approche artistique est matérialisée par des prêts, des créations d'artistes et des productions des étudiants de l'Ecole Supérieure d'Art.

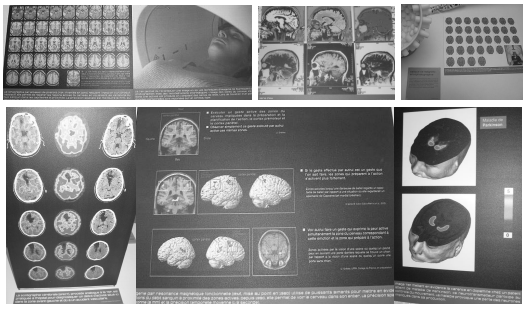
[100] Les images cérébrales, disposées sur le plan de coupe correspondant de bustes tronqués, présentent des résultats scientifiques relatifs à l'étude de la mémoire (visuelle, auditive), de la perception visuelle, de la lecture (différences masculin / féminin), du langage et de l'apprentissage. Les autres images cérébrales proposées sont : deux images anatomiques (cerveau masculin / cerveau féminin ; cerveau droit / cerveau gauche ; troubles de la mémoire) et onze images fonctionnelles (le langage ; cerveau masculin / cerveau féminin – différences concernant le langage – ; cerveau droit / cerveau gauche, deux occurrences ; troubles de la mémoire, deux occurrences ; maladies mentales, quatre occurrences).

[101] Il s'agit des expôts suivants : atlas, activité cérébrale, mémoires, mémoire olfactive, neurobiologie du plaisir, drogues, neurochimie, pensée, action, « intelligences », rêve.

[102] Nous avons coordonné au sein de l'ERTé Acces (Institut National de la Recherche Pédagogique, Lyon) et avec le soutien du Ministère de l'Education Nationale, le développement d'un logiciel de visualisation ainsi qu'une banque de données d'imagerie cérébrale, dans la perspective d'une instrumentation de l'enseignement des neurosciences au lycée. Les principaux obstacles identifiés à la « lecture » des images cérébrales portent sur les problèmes posés par la taille, la résolution, le contraste (différence de signal détectable entre deux points) ainsi que l'orientation (coupe transversale, longitudinale, radiale de l'encéphale) de ces images. Il apparaît également nécessaire d'identifier le statut de l'image (image individuelle ou moyenne ; anatomique ou fonctionnelle). Dans le cas d'une image fonctionnelle, nous relevons la nécessité d'identifier l'opération cognitive qui a été isolée au cours du protocole d'acquisition de manière à pouvoir exploiter la signification fonctionnelle de l'image selon son mode de codage couleur.

mode de construction de ces images qui sont toujours présentées avec des aides à la lecture (orientation, plan de coupe) pour le visiteur. De même dans l'exposition C2001, une aide à la lecture est proposée puisque les coupes anatomiques et fonctionnelles sont présentées sur des bustes tronqués (figure 10), ce qui rend leur orientation plus aisée.

Figure 10 : les données de neuroimagerie, une constante des expositions récentes sur le cerveau, au service de la présentation du paradigme neuropsychologique



Une iconographie dominée par les données de neuroimagerie…
Exposition « *Planète Cerveau* » (MdH) : plus de cinquante images cérébrales

La présentation d'images cérébrales fonctionnelles sur des bustes tronqués pour faciliter la lecture
Exposition « *Cerveau 2001* » (MHNAP)

Par ailleurs l'exposition C2001 est la seule à expliciter le statut épistémologique de ces constructions en soulignant en quoi les résultats qu'apportent ces techniques se distinguent de ceux du localisationisme strict des fonctions cérébrales, développé au XIX^{e} siècle par Gall.

Enfin, la volonté de présenter un discours moniste se traduit parfois par un réductionnisme et un localisationisme extrêmes qui conduisent à questionner les conceptions des commissaires scientifiques. C'est ainsi que dans l'exposition PC, un expôt présente une série de photographies polychromes de neurones ou de régions corticales sur lesquels sont inscrits les textes suivants :

> Ici se dessinent les rêves
> Ici s'apprécie la musique
> Ici se prennent les grandes décisions
> Ici germent les idées
> Ici naissent les plus belles émotions
> (Exposition Planète Cerveau)

Les objectifs didactiques de la visualisation des données de la banque sont ainsi : la compréhension des principales étapes de construction des images cérébrales (normalisation spatiale, construction d'une image moyenne, construction d'un « calque » fonctionnel superposable à une image anatomique). Les notions qui peuvent être abordées avec l'utilisation de cette banque sont : la variabilité interindividuelle anatomique et fonctionnelle ; la localisation et l'organisation des régions corticales primaires (somesthésie, vision, motricité) ; la plasticité anatomique et fonctionnelle du système nerveux central ; la coactivation de différentes régions cérébrales au cours de la réalisation d'une tâche cognitive (langage).

Pour plus de détails consulter le site : http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences

Voir aussi à ce sujet Molinatti *et al.*, 2004 et Molinatti, 2006 pour une présentation des difficultés didactiques posées par ce type de constructions. Pour une réflexion plus approfondie sur le statut des images médicales du cerveau dans l'enseignement et les difficultés didactiques associées aux localisations cérébrales, voir la thèse de doctorat proposée par Véronique Mafféo (1999).

Voir enfin Poline *et al.*, 2005 pour ce qui concerne les limites de validité des images cérébrales.

Ces choix épistémologiques traduisent la réduction matérialiste des fonctions mentales à leurs corrélats physiologiques ainsi qu'aux structures qui les supportent.

Enfin notons que dans cette exposition, un espace est clairement attribué à l'histoire des sciences du cerveau (*Zone 2 : la bibliothèque organique, sur la piste des explorateurs)*. Il nous semble cependant que la juxtaposition des modèles actuels (au sein des 6 autres zones) et passées (Zone 2), en absence de tout élément d'analyse critique explicite et de mise en perspective historique, tend à relativiser les divers discours scientifiques présentés sur le cerveau, sans offrir au visiteur la possibilité de disqualifier certains modèles historiques qui sont apparus comme des impasses scientifiques, parfois légitimantes d'idéologies racialistes par exemple.

II-3-3 Discours muséaux et plasticité cérébrale

Le concept émergent de neuroplasticité semble avoir été identifié comme un objectif didactique par les commissaires des quatre expositions retenues. La plasticité est ainsi envisagée aux différentes échelles d'organisation du système nerveux (de l'organe cerveau à l'échelle moléculaire), et peut être développementale (liée à l'ontogenèse cérébrale) ou réactionnelle (suite à une lésion par exemple).
C'est particulièrement le cas des expositions PC et MCMM. Cette dernière présente la plasticité cérébrale comme un support pour la mémoire et l'apprentissage :

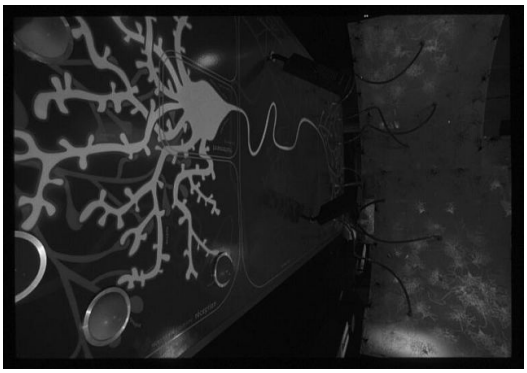
> Tout au long de la vie, l'activité cérébrale modifie les connexions entre les cellules nerveuses, et des réseaux de neurones se forment ou se renouvellent. L'usage modèle l'efficacité des synapses […] Cette plasticité du système nerveux est parfois limitée dans le temps. (Exposition Mille Cerveaux Mille Mondes)

Un multimédia interactif (figure 11) est proposé au visiteur, pour appréhender les mécanismes de plasticité cellulaire impliqués dans les phénomènes d'habituation et de sensibilisation observés chez un mollusque : l'aplysie. Par ailleurs, un expôt et un dispositif interactif sont consacrés à l'organisation en réseau de neurones du système nerveux, à la notion d'intégration neuronale et à l'épistémologie de la théorie cellulaire développée dès la fin du XIX^{e} siècle par Santiago Ramon y Cajal. Il s'agit là d'un objectif/obstacle identifié et pris en compte par les concepteurs[103].

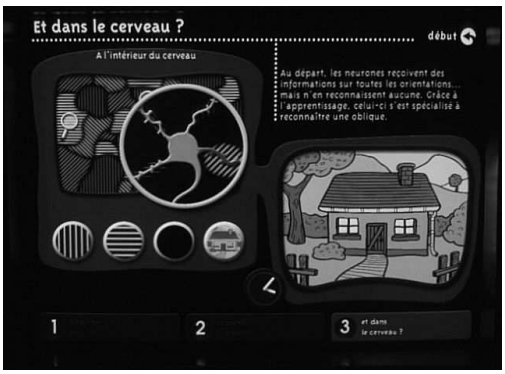
[103] Cet obstacle était tellement explicité par les concepteurs qu'au niveau de la politique culturelle, il avait été décidé (Girault et Lemire, entretien privé) de produire une pièce de théâtre en osmose avec les thématiques de l'exposition, qui reprenne notamment les notions de « mondes » et de « plasticité cérébrale » dépistées comme obstacles dans nos enquêtes auprès du public. Ainsi, tous les jeudis en nocturne l'auditorium s'est transformé en salle de spectacle pour accueillir « Shakespeare Galerie ou la Pensée en formes » pièce de Chantal Mélior dont les dialogues étaient issus d'ouvrages de scientifiques et psychiatres de renom, comme A. Berthoz, J-P. Changeux, B. Cyrulnik, S. Jay Gould, A. Prochiantz, H. Rubinstein, J-D. Vincent, E. Zarifian… mêlés à des textes du non moins célèbre Shakespeare ! (www.theatre-du-voyageur.com).

Théâtre, musique, danse se proposaient de décrire d'une façon ludique ou émouvante les fonctionnements cérébraux des circuits de la peur, les différences de perception, la plasticité cérébrale, l'apprentissage, l'imprégnation, les hormones…

Figure 11 : La neuroplasticité, un objectif/obstacle didactique identifié dans l'exposition « Milles cerveaux milles mondes » (MNHN)



Le neurone est inscrit dans un réseau d'interconnexion qui permet d'appréhender sa fonction d'intégration (expôt interactif) Photographies : MNHN



Les connexions interneuronales possèdent des propriétés de plasticité. Exemple de la plasticité synaptique dans les phénomènes de mémorisation et d'apprentissage (multimédia interactif)

Dans l'exposition CI, la plasticité du cerveau est présentée comme un élément essentiel de la construction de l'individualité. L'individualité structure d'ailleurs la trame narrative de cette exposition. La muséographie se présente ici sous forme de cinq modules : « *ce qui agit en moi, ce que je ressens, ce que je sais, ce que je pense, ce que je suis* ». Le commissaire Marc Jeannerod précise : « *grâce à sa plasticité, il se construit en fonction de cet apport éducatif, parental, social qui fait mon individualité* ». Pour autant, l'exposition n'explicite pas d'obstacles clairement identifiés à l'appréhension du concept de plasticité.

L'explicitation du concept de plasticité cérébrale est beaucoup plus « discrète » dans l'exposition C2001. Il s'agit d'une présentation encyclopédique des connaissances scientifiques actuelles sur le cerveau (35 panneaux, environ 300 mots par panneau). Deux panneaux abordent la plasticité « *Ontogenèse du cerveau* » et « *La mémoire* ». Il est précisé que :

> Les possibilités importantes d'organisation neuronale (plasticité) autorisent durant cette période néonatale et la petite enfance un enrichissement considérable des acquisitions et des savoirs faire.

Ou encore que :

> La mémoire bénéficie de la plasticité cérébrale qui offre des possibilités de connexions entre neurones quasi illimitées (Exposition Cerveau 2001).

Il semble par ailleurs que les obstacles à l'appréhension du concept de plasticité n'aient pas été identifiés. Ainsi, si l'organisation et la physiologie du neurone sont abordées, son inscription dans un réseau ainsi que la notion d'intégration neuronale ne font pas l'objet d'un développement particulier. Par ailleurs plusieurs éléments concourent à une forme de « neurorigidité ». Un mannequin interactif et un panneau présentent la réflexologie (*Le circuit du réflexe rotulien*). Enfin dans cette exposition où le localisationisme fait l'objet d'un développement important (iconographie de neuroimagerie, bustes de phrénologie), le cerveau apparaît comme une structure « figée ».

Nous avons précisé que les conceptions largement répandues du type « cerveau muscle » dont on n'« utilise que quelques pour cent », étaient souvent mobilisées par les publics potentiels comme modèles explicatifs de l'épigenèse cérébrale. Ces conceptions ne sont pas

discutées dans les expositions retenues. On peut même penser que le recours aux données d'imagerie cérébrale, sans qu'un effort didactique ne soit fait pour expliciter leur paradigme de construction, renforce ces conceptions qui apparaissent en contradiction avec notre connaissance contemporaine du fonctionnement cérébral.

II-3-4 Discours muséaux relatifs aux déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral

La question des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral est abordée dans les quatre expositions retenues. Sans apparaître à proprement parler comme un objectif didactique, il est indéniable que les choix épistémologiques des concepteurs de ces expositions traduisent une volonté de clarifier cette dimension des connaissances sur le cerveau, eu égard à son importante résonance sociale.
L'exposition CI présente ainsi la complexité des interactions génome/environnement dans la réalisation du phénotype cérébral comme phénomène explicatif de l'individualité :

> Ces changements [d'organisation neuronale : ndr], même s'ils sont encadrés par des programmes génétiques, sont nécessairement soumis à de nombreux facteurs, internes ou externes, qui varient d'un individu à l'autre (Jeannerod, 2002).

Par ailleurs, les commissaires de cette exposition proposent de dépasser les obstacles des visiteurs potentiels concernant la recherche de déterminismes matérialistes du développement et du fonctionnement cérébral. Le commissaire Marc Jeannerod précise en effet :

> Il existe de multiples possibilités d'échapper au dilemme du déterminisme. En cherchant à départager le rôle du génome, du corps, du cerveau, de l'histoire personnelle et collective dans notre fonctionnement mental et psychique, nous verrons se dessiner la part d'autonomie, de liberté, dont chacun de nous dispose pour affirmer son individualité.

C'est essentiellement le déterminisme génétique qui est ici relativisé. Il est ainsi rappelé que :

> L'expression d'un gène, dans sa chronologie comme dans son intensité, dépend de multiples interactions à l'intérieur même du génome, entre le génome et ses effets sur l'organisme et aussi entre l'organisme et le monde extérieur.

On peut lire également que :

> Deux jumeaux homozygotes, possédant en principe le même génome et dont les cerveaux se sont développés au même rythme (nous savons que ce n'est en fait pas le cas), qui seraient élevés dans la même famille et partageraient les mêmes événements, n'auraient pourtant pas la même expérience du monde (Site web exposition Cerveau Intime, communiqué de M. Jeannerod, 2002)

Les trois autres expositions retenues sont moins explicites sur la question des déterminismes matérialistes du développement cérébral. La trame narrative de l'exposition MCMM s'organise autour de trois questions : 1) *Qui a un cerveau ?* 2) *A l'intérieur du cerveau* 3) *A chacun son monde : monde de réflexe, monde de programme, monde d'innovation et de culture*. Dans ce cas, c'est donc la perspective phylogénétique qui a été choisie comme fil conducteur. Selon cette perspective, l'augmentation du nombre de neurones et la complexification des systèmes nerveux expliquent l'augmentation des capacités cérébrales au cours de l'évolution :

> Nombre d'autres réseaux nerveux, notamment dans l'espèce humaine, ont une configuration moins programmée ; elle se construit et se modifie avec l'expérience de l'individu (Buisseret, 1999).

Alors que l'exposition CI met en avant l'individualité et la diversité à l'intérieur de l'espèce humaine, c'est sur la diversité interspécifique des propriétés du système nerveux que se focalise l'exposition MCMM. On retrouve dans ce cas le modèle des cerveaux hiérarchisés qui emprunte à la théorie darwinienne de l'évolution. Dans ce sens, l'échelle interspécifique peut être un obstacle au dépassement des conceptions causales linéaires éventuellement additives de détermination du phénotype cérébral par les gènes et par les facteurs de l'environnement.

Notons à ce propos que trois des quatre expositions retenues (MCMM, C2001 et PC) présentent une approche phylogénétique des systèmes nerveux dans le règne animal. Selon ce point de vue, les cerveaux de primates, et particulièrement le cerveau humain, sont présentés comme très développés (relativement à la taille de l'organisme), ce qui est mis en relation avec les capacités cérébrales de ces espèces. Les discours muséaux, lorsqu'ils abordent la question des différences interindividuelles de volume cérébral au sein de l'espèce humaine, précisent qu'elles ne peuvent être corrélées avec des différences de fonctions cérébrales (entre hommes et femmes par exemple). On peut ainsi lire :

> Au sein de l'espèce humaine la dimension du cerveau varie comme varient la taille et la couleur des yeux. Elle n'influe pas sur la capacité de comprendre le monde et d'agir sur lui (Exposition Planète Cerveau).

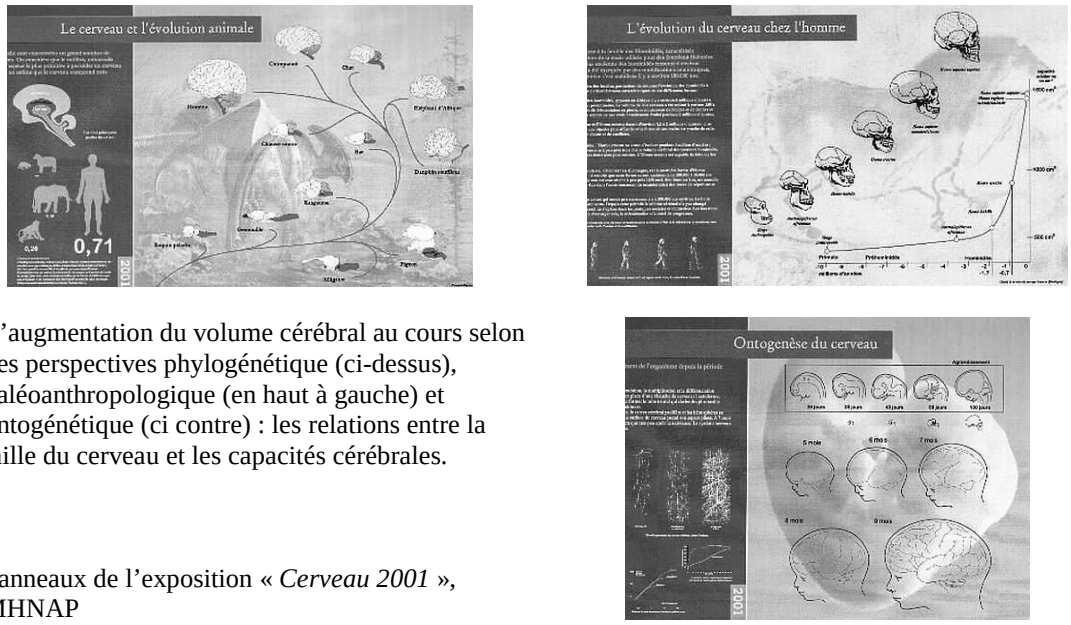
Nous avançons que se dessine une réelle difficulté, pour le visiteur, à appréhender l'apparente contradiction entre ces comparaisons interspécifiques et intraspécifiques de volumes cérébraux et leur corrélation avec des différences de capacités cérébrales. Appliqué à l'espèce humaine, ce type d'argument se rapprocherait en effet de la craniologie (relation entre le poids et/ou la taille du cerveau et les performances cérébrales) qui justifia des idéologies racialistes et sexistes. Ainsi, dans l'exposition C2001, trois panneaux sont dédiés à l'évolution phylogénétique et ontogénétique de la taille du cerveau, mises en relation avec la performance des fonctions cérébrales (figure 12).

L'exposition C2001 est pourtant la seule des quatre expositions retenues à aborder la question des interactions entre conceptions scientifiques des déterminismes du fonctionnement cérébral et idéologies. Nous avons mentionné que cet aspect est essentiel dans la construction épistémologique de la question. Alors que les expositions CI et MCMM n'abordent pas la question, une approche réflexive est développée dans la partie anthropologie de l'exposition C2001. Quatre panneaux sont ainsi consacrés à l'épistémologie du localisationisme (« *L'organologie et la phrénologie* » ; « *La collection de F. J. Gall* ») et à sa diffusion sociale (*« Mesures anthropométriques »* et « *L'anthropologie criminelle* »). Il est précisé que :

> La deuxième moitié du XIX^{e} siècle ne fut pas seulement l'ère de l'évolution anthropologique, la croyance en des mesures rigoureuses qui garantissent une précision irréfutable s'empara des sciences humaines. […] Les mensurations du crâne et de son contenu furent d'une importance considérable, outre la classification des races, était-il possible d'associer des caractères physiques, des caractères moraux avec des comportements criminels chez l'homme ? De nouveaux critères de jugements apparaissent, analysés par la craniométrie, la craniologie et la psychométrie (Exposition Cerveau 2001)

Par ailleurs cette exposition présente vingt bustes en plâtre issus de la collection de phrénologie du Muséum d'histoire naturelle d'Aix-en-Provence. Le moulage du crâne de Mata Hari, l'une des plus célèbres victimes de l'anthropologie criminelle[104], est également présenté et un panneau situe cet objet dans le contexte idéologique du début du XX^{e} siècle (figure 13).

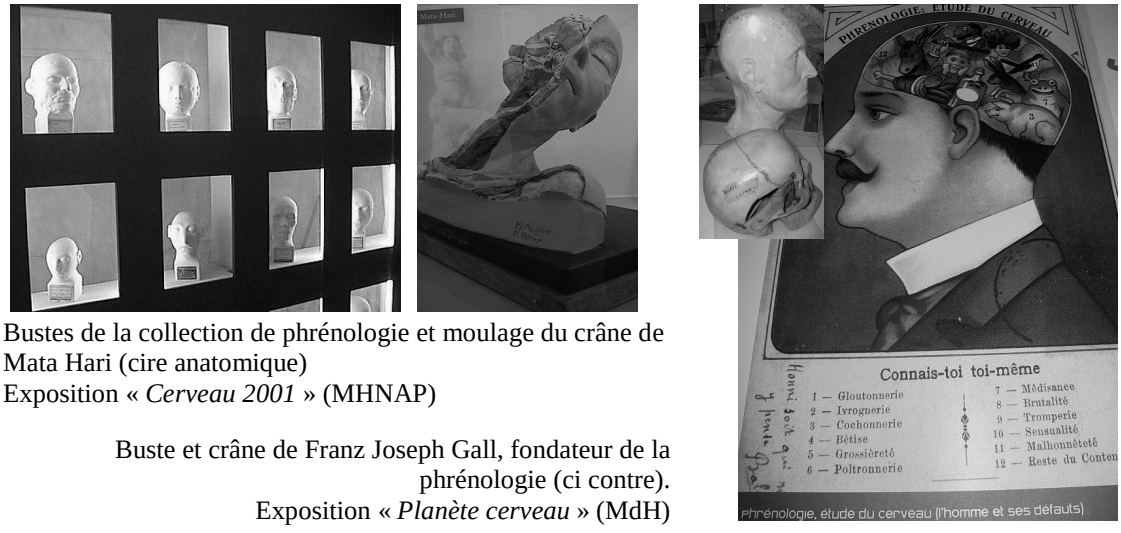
Figure 12 : Taille de l'encéphale : perspectives phylogénétiques et ontogénétiques



L'augmentation du volume cérébral au cours selon des perspectives phylogénétique (ci-dessus), paléoanthropologique (en haut à gauche) et ontogénétique (ci contre) : les relations entre la taille du cerveau et les capacités cérébrales.

Panneaux de l'exposition « *Cerveau 2001* », MHNAP

Figure 13 : la phrénologie, une des facettes de l'histoire des sciences du cerveau la plus souvent abordée dans les expositions



Bustes de la collection de phrénologie et moulage du crâne de Mata Hari (cire anatomique)
Exposition « *Cerveau 2001* » (MHNAP)

Buste et crâne de Franz Joseph Gall, fondateur de la phrénologie (ci contre).
Exposition « *Planète cerveau* » (MdH)

[104] Il est précisé que « *La France traverse une période tourmentée et Mata Hari avait tout du bouc émissaire providentiel. Elle est arrêtée le 13 février 1917 et présentée comme le plus redoutable agent allemand. […] son procès s'ouvre en pleine crise nationale : désertions, mutinerie. Elle est condamnée à mort et exécutée le 15 octobre. Personne n'ayant réclamé son corps, celui-ci a été livré à la faculté de médecine pour y être disséqué. Ce début de XX^{e} siècle est imprégné par l'anthropologie criminelle de Cesare Lumbroso, les têtes de « criminels » sont disséquées, moulées et étudiées.* »

L'exposition PC présente également la phrénologie en exposant le crâne de Franz Jozeph Gall (figure 13) ainsi qu'un buste d'époque figurant les localisations des « *facultés morales et intellectuelles* » à la surface du scalp. Ces naturalia sont accompagnés d'un texte qui précise que « *bien que la théorie soit une impasse scientifique, l'idée de localiser les fonctions cérébrales était née* ». Il n'est cependant pas fait mention des implications idéologiques de ce modèle et de sa mobilisation sociale. D'ailleurs l'ensemble des techniques d'investigation cérébrale (sous les items *représenter, mesurer, localiser, tester, délimiter, cartographier, stimuler, simuler, voir le cerveau)* est présenté selon une chronologie historique en rappelant les contributions scientifiques spécifiques de chacune d'entre elles. Mais tant la participation de ces investigations à légitimer des idéologies racialistes ou sexistes, et l'histoire montre qu'elles sont nombreuses, que les inégalités qu'elles ont participé à justifier sont absentes de cette exposition. Autrement dit, le fait que des éléments d'histoire des sciences du cerveau sont envisagés dans les expositions ne suppose pas nécessairement que soit développé un discours réflexif sur les relations entre modèles scientifiques du fonctionnement cérébral et société. Absence de réflexivité qui peut s'exprimer sur les implications sociales des modèles historiques mais aussi et surtout sur les modèles actuels.

Nous identifions dans les discours muséaux des choix épistémologiques dont sont le plus souvent exclues les relations entre sciences du cerveau et société. Quand bien même un modèle historique est présenté de manière réflexive de ce point de vue, la phrénologie par exemple, il semble que la mise en exposition des sciences du cerveau évite soigneusement d'interroger le visiteur sur les implications sociales de son développement contemporain[105].

[105] Pourtant nombreuses sont les interrogations éthiques qui accompagnent l'avancée des neurosciences comme nous l'avons souligné dans la première partie de ce travail (section I-1-1).

CHAPITRE II-4
LES EXPOSITIONS SUR LE CERVEAU : ENTRE CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET OPINIONS ?

Les quatre expositions comparées proposent des partis pris qui dépendent en partie de l'histoire et de la culture de l'institution muséale concernée. En effet, la nature des collections oriente à l'évidence le propos muséal. Que l'on pense à la perspective phylogénétique mise en avant dans l'exposition proposée par le MNHN, ou encore à l'importance de la collection de bustes de phrénologie pour ce qui concerne celle conçue au MHNAP. Pour autant, dans leur diversité, les expositions retenues partagent des partis pris épistémologiques communs. Il apparaît que les objectifs retenus (monisme, plasticité cérébrale, interactions entre génotype et environnement dans la réalisation du phénotype cérébral) ont été identifiés comme des objectifs essentiels de médiation. Il s'agit de concepts qui se sont affirmés avec l'émergence des neurosciences modernes et qui font l'objet d'un consensus dans la communauté de recherche.

On peut en revanche soulever combien est diverse la prise en compte des conceptions des visiteurs potentiels dans la présentation de ces concepts. Il en va ainsi du monisme où la réduction des états mentaux à leurs corrélats neurophysiologiques peut être présentée sur un spectre allant du réductionnisme matérialiste sans équivoque, au discours juxtaposant art et sciences. Car la mise en exposition des connaissances sur le cerveau se prête volontiers à la production de discours hybrides mêlant connaissances scientifiques et productions artistiques. Il peut s'agir de discours juxtaposés, pris en charge par des commissaires différents, scientifique et artistique, comme c'est le cas dans l'exposition C2001. Auquel cas on peut légitimement s'interroger sur la cohérence et la complémentarité des propos. Il est parfois question d'un discours mixte où le commissaire scientifique s'exprime à titre d'auteur. L'exposition CI en est un exemple. Autant dire que nous sommes critique quand à la posture du scientifique qui se présente comme auteur. Le commissaire scientifique d'une exposition tire en effet sa légitimité de la communauté de recherche à laquelle il appartient. Il en est donc en quelque sorte le représentant institutionnel auprès des publics, ce qui ne va pas nécessairement de pair avec une entreprise individuelle de création. Mais rappelons que dans un cas comme dans l'autre, seules des études menées auprès des publics pourraient permettre d'évaluer la lisibilité de ce type de discours.

L'analyse comparée des expositions soulève également dans quelle mesure certains discours peuvent apparaître contradictoires pour les visiteurs. C'est à notre sens le cas des concepts de réflexologie versus plasticité ; de localisationisme strict (modèle historique de Gall) versus localisationisme distribué des fonctions cérébrales ou encore des relations entre volume du cerveau et facultés cérébrales à l'échelle interspécifique versus intraspécifique. Si les partis pris épistémologiques sont clairement affirmés, ils ne semblent pas toujours assumés

pleinement dans la mesure où des contradictions apparentes peuvent être révélées par leur simple juxtaposition au sein d'une même exposition. En tout état de cause, ces éléments invitent à une clarification des partis pris épistémologiques de manière à préciser en quoi ils peuvent apparaître contradictoires sans pour autant l'être nécessairement. Nous identifions là l'expression d'ambiguïtés susceptibles de légitimer la mobilisation, parfois idéologique, de connaissances scientifiques sur le cerveau. Car si les expositions retenues partagent la volonté de montrer l'absence de fondements neurobiologiques aux théories racialistes – en mettant en scène le plus souvent l'aventure phrénologique du XIX^{e} siècle – cela ne constitue pas pour autant un gage quand à leur incapacité à participer à la légitimation scientifique de discriminations sociales liées au sexe ou à la maladie mentale notamment. C'est bien dans ce sens que les contradictions apparentes des discours muséaux sont à questionner. Et de ce point de vue la question, extrêmement délicate, de la frontière normative entre gros et petit cerveau, entre normal et neuropathologique et de sa médiation muséale mérite sans aucun doute des études plus spécifiques.

Finalement, et bien que ce propos soit à nuancer, il apparaît que la vulgarisation muséale des neurosciences procède plus d'une actualisation des connaissances scientifiques de base à la lumière des études récentes sur le cerveau qu'elle ne répercute les débats et controverses nécessaires de la communauté scientifique concernée. C'est une muséologie de résultats faisant l'objet d'un consensus plus qu'une muséologie des neurosciences au sens de leur nature, de leurs objets, de leurs méthodes et de leur fonctionnement. Il n'est que rappeler l'exemple de la présentation des données de neuroimagerie, largement majoritaire dans l'iconographie des expositions prenant le cerveau pour objet. Les images cérébrales constituent le mode privilégié d'administration de la preuve scientifique, au service de données récentes sur le développement et le fonctionnement cérébral. Il semble qu'à la limite, peu importe que le visiteur soit informé des hypothèses fortes qui président à la construction de ces images (normalisation pour les images moyennes, tests statistiques pour les images fonctionnelles…) et les nécessaires limites interprétatives qui en découlent. Il n'est ainsi pas rare que ces images soient présentées sans que l'orientation du plan de coupe ou la signification de leur mode de codage couleur ne soient précisées, à la manière d'une carte sans légende. Il s'agit sans doute d'éléments de sens commun pour les scientifiques qui manipulent ces images, mais en va-t-il ainsi du visiteur non-spécialiste qui tente de les décoder ?
Dans cette perspective il semble que les expositions analysées ont été conçues pour combler les déficits (le « deficit model » proposé par Irwin et Wynne, 1996) de connaissances supposés des visiteurs potentiels selon un modèle de médiation linéaire, de transfert de connaissances des scientifiques vers les non-spécialistes. Les expositions récentes sur le cerveau viennent ainsi conforter le constat dressé par Paul Rasse d'une forme de médiation des sciences centrée sur un savoir spécialisé, « *sans que le public n'ait jamais accès aux conditions sociales de sa production, ni pour y participer, ni même pour en comprendre les mobiles et le mouvement constitutif* », situant la science « *au-dessus du débat argumentatif, hors de tout contexte économique ou social* » (Rasse, 1999, p. 121-122).

Car c'est bien sous couvert d'une immunité sociale et idéologique des sciences du cerveau que se présentent les expositions que nous avons retenues pour analyse. Certes, ces expositions présentent des éléments qui rencontrent une forte résonance sociale, les

pathologies neurodégénératives notamment. Mais nous avons vu que les institutions muséales évitent le plus souvent de développer des discours visant à expliciter les relations entre sciences du cerveau et société. Et si le propos muséal met en scène l'histoire de ces relations, comme c'est le cas pour la phrénologie, ils ne rendent pas compte des enjeux des usages contemporains des neurosciences. D'ailleurs, une seule des expositions analysées (C2001) propose aux visiteurs une analyse réellement réflexive visant à clarifier les interactions entre sciences du cerveau et idéologies de discrimination sociale. Il n'est pas inutile de rappeler que ce discours réflexif émane d'un commissaire scientifique anthropologue et non pas issu des sciences expérimentales. Parce qu'elles ne prennent en compte qu'à la marge les conceptions des visiteurs, les expositions sur le cerveau ne sauraient permettre à ces visiteurs de dépasser leurs obstacles didactiques pour s'approprier des connaissances nouvelles. Mais bien au-delà, se faisant, les institutions muséales ne valorisent pas les savoirs des non-spécialistes tout en laissant vide l'espace interprétatif des relations entre sciences du cerveau et société.

Doit on en conclure que les musées et centres de culture scientifique, par leur incapacité à dépasser leur construction historique comme entreprise de légitimation d'une élite sociale stérilisant et sacralisant le débat (Rasse, 1999), ne sauraient se constituer en « espace public » de débat sur les relations entre sciences et société ?

Certes le chemin peut sembler long pour que les musées de sciences, de *Temples* de la connaissance qui administrent des messages en s'assurant de la qualité de leur réception, se constituent en *Forum*, lieu de délibération des implications sociales des sciences[106]. C'est ce que soulignent plusieurs travaux chercheurs en muséologie des sciences. Ainsi lorsque Cécile Debard et Yves Girault interrogent les représentations sur l'environnement de personnels (chercheurs en sciences expérimentale, en sciences humaines et muséologues) du Muséum National d'Histoire Naturelle, ils interrogent le paradoxal consensus que traduisent les expositions alors même qu'une diversité de postures épistémologiques caractérise cette institution. Pour les auteurs, cette caractéristique traduit une culture institutionnelle dans laquelle le débat entre chercheurs de disciplines différentes n'est pas développé, mais aussi le fait que plusieurs chercheurs sont réticents à l'idée de voir le Muséum se transformer en lieu de forum sur les questions environnementales (Debard *et al.*, 1998 ; Girault et Debard, 2001).

Rappelons qu'il n'a pas ici été question d'analyser les raisons institutionnelles et sociales susceptibles de déterminer l'opération de déconnexion entre sciences et société qui caractérisent les discours de médiation muséale des neurosciences retenus. C'est comme le propose Jacqueline Eidelman et Michel Van Praët du coté de la sociologie de l'organisation de la recherche qu'il faudrait se pencher pour analyser les spécificités de cette forme de médiation des sciences. Tant il est vrai que « *longtemps conçus comme le fer de lance d'une politique de légitimation de la cité savante et de sa professionnalisation, les musées scientifiques ont largement été maintenus sous sa férule, tenus à l'écart des autres formes de la diffusion non formelle, détournés de toute lecture critique de la production scientifique, empêchés de formuler un discours qui leur soit propre* » (Eidelman et Van Praët, 2000, p. 6). Pour légitime et essentiel que soit un questionnement relatif à l'autonomisation du champ muséal vis à vis de celui de la recherche, là n'est pourtant pas notre perspective de recherche.

[106] Rappelons que la paternité de l'expression « Temple ou forum » appliquée aux musées revient à Duncan, Cameron, dans un article historique intitulé « *The museum : a temple or the forum* », Journal of World History, 14, 1, 1972.

Si les expositions n'apparaissent à l'évidence pas comme la modalité de médiation des sciences la plus appropriée pour mettre en débat les relations entre sciences et société, il serait abusif de penser qu'elles ne peuvent par nature jouer ce rôle, au moins dans leur capacité à constituer un contexte susceptible de clarifier les enjeux des questions envisagées. Y compris lorsque ces expositions prennent le cerveau pour objet. On peut évoquer l'exposition récente « *La vérité en question ? Votre opinion !* », présentée au centre de sciences de l'Ontario (Toronto) et associée à l'exposition « *Le cerveau en marche* » [107]. Le visiteur est en effet confronté à un discours réflexif structuré autour de deux modules « *Sciences et préjugés* » et « *Préjugés et discriminations* » au sein desquels est discutée la notion de vérité scientifique, au regard des relations historiques et contemporaines entre sciences et idéologie raciste ou sexiste[108]. Un expôt constitué de deux crânes placés sur une balance Roberval souligne toute l'actualité de la question comme en témoigne le cartel qui l'accompagne « *Peut-on mesurer la valeur d'un être humain ? Les scientifiques mesurent encore les crânes pour mesurer l'intelligence* ».

L'objet de ce type d'exposition est donc bien d'aborder explicitement, pour elle même, la complexité des relations entre sciences et société en s'affranchissant d'un impératif de valorisation de l'activité scientifique. Cette exposition est sans doute à inscrire dans un contexte plus large. Car la « révolution de la muséologie des sciences » annoncée par Bernard Schiele et par les chercheurs qui interrogent à l'échelle internationale les politiques culturelles des musées de sciences (Schiele et Koster, 1998) semble bien se confirmer dans la mesure où l'occurrence des expositions prenant pour objet des thématiques en liens explicites avec des préoccupations sociales n'a cessé de croître durant la dernière décennie. De récepteurs des discours muséaux, les visiteurs sont alors considérés comme acteurs par leur capacité à se constituer en publics, à questionner les sciences et l'usage social qu'ils ont des connaissances scientifiques. C'est ainsi bien à un renversement de point de vue qu'invite Joëlle Le Marec lorsqu'elle propose de considérer « *la légitimation d'un savoir d'usager, un savoir d'ignorants par rapport aux savoirs de spécialistes* » que revendiquent les visiteurs au cours des études de représentations (Le Marec, 1998, p. 395).

A l'évidence, les professionnels de musées et centre de culture scientifique se sont donc saisis de l'intérêt des publics pour les sciences envisagées comme fait de société. L'émergence d'une attention croissante pour les thèmes sciences et société (thématiques environnementales et de santé particulièrement) s'est traduite par l'entrée des « actualités scientifiques » dans l'espace de médiation muséale des sciences. En témoignent les journées d'études professionnelles organisées en 2003 par l'Office de Coopération et d'Information

[107] Cette dernière partage les similitudes relevées dans les expositions analysées dans ce travail à l'exception notable de l'explicitation de l'objectif didactique moniste qui est envisagé en partant des conceptions des visiteurs (la question des relations entre le corps et l'esprit est introduite comme telle) et de l'accompagnement didactique des données de neuroimagerie (aide à l'orientation des plans de coupe, principe de construction des images, explicitation du codage).

[108] Dès son arrivée dans le sas d'entrée de l'exposition le visiteur est photographié (avec l'avertissement : « attention, vue la nature de l'exposition, on va examiner tous les participants ») puis questionné (« On vous a classé. Etait-ce scientifique ? Etait-ce juste ?)

Soulignant l'importance des philosophes dans l'émergence des sciences occidentales, des textes sont présentés pour en souligner le caractère volontiers sexiste (Platon, Aristote, Rousseau, Kant, Darwin…) ou raciste (Linné, Hume, Kant, Cuvier, Agassiz…). Des entretiens avec des chercheurs questionnés sur la définition de la science, sur leur responsabilité morale et éthique et sur leur rôle dans la légitimation de certaines idéologies.

Muséographiques sur le thème « *Faut-il traiter l'actualité scientifique et comment ?* » Au-delà des discussions portant sur « ce qui fait actualité », ont pu s'exprimer des réelles divergences de points de vue de la part des acteurs de la médiation des sciences sur les motivations et objectifs d'un tel programme – entre simple actualisation des connaissances, information des publics et réelle mise en débat des implications sociales des sciences – sur les modalités de traitement des actualités scientifiques et sur la posture des médiateurs. La mise en scène de l'actualité scientifique dans les institutions muséales commence d'ailleurs à faire l'objet de recherches en sciences de la communication (Grison, 2007)

Cependant, il nous semble que la prise en charge, par les scientifiques notamment, de l'intérêt des publics pour les thèmes sciences et société est aussi à rechercher dans les occurrences d'échanges directes avec les publics. Au média « froid » qu'est l'exposition, on peut ainsi opposer une médiation « chaude », assurée par les chercheurs eux-mêmes (Rasse, 1999). L'une des caractéristiques manifeste de la médiation scientifique contemporaine est en effet la montée en puissance des rencontres entre les scientifiques et les non-spécialistes.
C'est pourquoi nous terminerons cette deuxième partie en essayant de rendre compte du développement récent des rencontres entre scientifiques et non-spécialistes, dont l'organisation est d'ailleurs en partie prise en charge par les musées et centres de culture scientifique et technique.

CHAPITRE II-5
LES CHERCHEURS A LA RENCONTRE DU PUBLIC : UNE TENDANCE CONTEMPORAINE DE LA MEDIATION DES SCIENCES

Depuis le début des années quatre vingt dix, le paysage de la culture scientifique et technique est clairement marqué par une montée en puissance de l'organisation de rencontres directes entre chercheurs et grand public. Ce mouvement est particulièrement incarné par la pérennisation de la *Fête de la science*, organisée à l'échelle nationale, et mobilisant une diversité d'acteurs de la médiation scientifique et technique autour de l'organisation d'interactions entre scientifiques et non-spécialistes. Il s'agit ici de décrire la diversité contemporaine des offres culturelles de ce type, en discutant, plus précisément, des rencontres qui se présentent, explicitement, comme procédant d'une mise en débat des relations entre sciences et société.

De manière à cerner avec plus de distance les enjeux que recouvre la montée de ce mouvement où les chercheurs sont au « contact » du grand public, il sera alors nécessaire de préciser la façon dont il s'inscrit dans une évolution historique des grands courants de médiation scientifique et technique.

II-5-1 Le développement des rencontres entre les chercheurs et le grand public

Une volonté affirmée par le monde de la recherche scientifique d'aller « à la rencontre » du public

La *Fête de la science* constitue sans doute la manifestation de culture scientifique et technique qui illustre le plus largement l'affirmation d'une volonté politique forte de « *rapprocher le citoyen de la science et de ses acteurs* ». Crées en 1991 à l'initiative d'Hubert Curien, ministre de la Recherche et de l'Espace, sur le modèle de l'ouverture au public des jardins du ministère, elles sont institutionnalisées l'année suivante sous la forme d'une manifestation de trois jours intitulée *Science en fêtes*. L'opération est depuis reconduite chaque année et elle réunit plus d'un million de participants. Les organisateurs de la manifestation précisent, par exemple, que l'édition 2004 a rassemblé 1,1 million de visiteurs, dont 336 000 scolaires, ainsi que 7 026 chercheurs et autres personnels de recherche.[109]

[109] L'année 1996 est caractérisée par une fréquentation nationale record de 1694400 visiteurs. Les chiffres sont issus du Ministère délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche :
http://www.recherche.gouv.fr/fete/2006/index.htm (site consulté le 27 juillet 2007)

Lorsqu'en 2000, Roger Gérard Schwartzenberg, ministre de la Recherche, pérennise l'événement en le renommant *Fête de la Science*, il réaffirme, dans son discours d'inauguration, le principe d'un rapprochement entre sciences et société :

> La science doit aller à la rencontre du public et "descendre dans la rue". Elle doit être une science désanctuarisée. Elle doit être une science publique, une science vivante et conviviale. Bref, une science partagée par la société. Ce qui est en jeu, c'est le droit de savoir, pour disposer du pouvoir de décider[110].

L'objectif est pour le moins ambitieux.

Les acteurs de la communauté scientifique sont ainsi invités à « ouvrir les portes » des laboratoires de recherche (« sites du savoir scientifique et technologique » rattachés aux grands organismes de recherche, aux pôles scientifiques et technologiques, aux universités et aux grandes écoles) et à aller à la rencontre des publics dans des lieux, organisés pour cela, les « villages des sciences ». La volonté de placer les scientifiques au centre de la *Fête de la science* est manifeste dans l'énoncé des règles de labellisation ministérielle des différentes propositions selon lesquelles « *Chaque projet doit inclure l'implication de scientifiques dans le montage et le déroulement des opérations* ». Cette manifestation est cependant souvent coordonnée par les centres de culture scientifique, technique et industrielle. A ce titre elle est organisée par des médiateurs scientifiques professionnels mais aussi bénévoles, lorsque sont impliquées des associations d'éducation populaire ou de loisirs scientifiques.

La *Fête de la science* est ainsi déclinée en région en s'appuyant, pour mailler le territoire, sur le transfert de compétences aux collectivités territoriales, et elle mobilise les entreprises et les industriels locaux de manière à illustrer les liens entre « *science, recherche et développement économique* »[111].

La diversité des animations proposées dans les *Fêtes de la science* (conférences, stands, expositions, débats…) ne doit cependant pas faire oublier qu'y sont surtout présentés les travaux des chercheurs, l'avancée des sciences. La conférence classique, frontale, par un

---

Notons également que des fêtes ou festivals scientifiques sont organisées sur un principe similaire dans la majorité des autres pays européens. Voir le site Cordis, portail du Service communautaire d'information sur la recherche et le développement : http://www.cordis.lu/scienceweek/nearyou02.htm (site consulté le 27 juillet 2007)

[110] La contribution de la « Fête de la science » à la formation à la citoyenneté est ainsi clairement exprimée : « *Il faut "repolitiser la science", c'est-à-dire lui faire retrouver sa place dans la Cité, dans le débat civique et politique. Comme il importe en démocratie. […] Nos concitoyens doivent être pleinement informés des avancées mais aussi des incertitudes de la recherche scientifique, pleinement informés de ses enjeux. Ils doivent pouvoir en débattre avec les chercheurs et avec les responsables politiques. Nos concitoyens aspirent à débattre et à participer à la décision sur les applications de la génomique et de la post-génomique, sur les recherches éventuelles sur les cellules souches embryonnaires, sur les OGM ou sur le devenir des déchets radioactifs.* »

R.-G. Schwartzenberg ; Discours d'inauguration de la Fête de la Science (Paris, Palais de la Découverte, 16 octobre 2000) et de clôture du Colloque international « Science et Société » (Paris, La Sorbonne, 1er décembre 2000). Site du Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche :

http://160.92.130.199/discours/2000/cscsiesoc.htm et http://160.92.130.199/discours/2000/fete/fetesc.htm (site consulté le 27 juillet 2007)

[111] Notons également que, depuis le ministère de Claude Allègre, les institutions éducatives sont plus largement associées à cette manifestation, pour permettre « *aux plus jeunes de prendre un contact direct avec les chercheurs et, au-delà, avec la recherche scientifique* ». De manière à toucher le public scolaire, la manifestation a ainsi vu sa durée étendue à une semaine : la *Semaine de la Science*, telle qu'elle a été transitoirement rebaptisée en 1998. Cette volonté se traduit par l'invitation des enseignants à accueillir des chercheurs au sein de leur classe.

chercheur de son domaine d'expertise, de son parcours et de son activité de recherche, suivie en général d'une séance de réponses aux questions des auditeurs, apparaît ainsi comme la modalité de communication la plus répandue. On est évidemment assez loin des ambitions de « partage »annoncées plus haut dans les déclarations de politique générale. Où du moins, si le scientifique a tout à partager, son auditoire n'a, selon cette modalité de communication unidirectionnelle, rien ou pas grand-chose à lui proposer, tout au plus des questions. Cela ne veut évidemment pas dire que ces expériences ne participent pas de ce que l'on pourrait appeler l'éducation scientifique citoyenne dans la mesure où y sont présentés des savoirs scientifiques. Mais, selon notre restriction de problématique, nous focalisons notre point de vue sur les situations de médiation qui ambitionnent explicitement d'envisager les relations entre sciences et société.

Il semble que ce soit plutôt dans les *Cafés des sciences* que sont envisagées explicitement ces relations. La politique mise en avant dans les *Cafés des sciences* rappelle que « *L'éthique, c'est l'affaire de tous ! (Chercheurs, collectivités territoriales, industriels et citoyens)* » et que, selon la charte déontologique de la manifestation, « *lorsque les thèmes traités font l'objet de débats (énergie nucléaire, OGM, clonage, etc.), les porteurs de projets sont invités à vérifier le caractère impartial et équilibré de l'information donnée au public.* »
Prenant modèle sur les cafés philosophiques, ces lieux de débats entre chercheurs et grand public sont définis comme des réunions autour d'un verre entre « *le public et des chercheurs choisis pour leur différence de point de vue* ». Réunions au cours desquelles les citoyens sont invités à « *orienter le débat vers les questions d'actualité qui leur semblent inconnues, préoccupantes ou paradoxales* » et les scientifiques à « *s'engager dans le débat, faire partager leur expérience et leur savoir* ».

Initialement associés à la *Fête de la Science*, les *Cafés Sciences* fonctionnent toute l'année dans de nombreuses villes de France. Ainsi le *Café sciences & citoyens* de Lyon organise chaque mois un débat avec rencontre d'un scientifique, sur une thématique le plus souvent orientée autour des relations entre sciences et société. Crée en 1997, le pilotage en est assuré par l'association Mille et une Sciences qui regroupe des membres du Club CNRS « *Sciences et citoyens* » et de l'université de Lyon, et s'appuie sur un conseil scientifique. Dans la méthodologie utilisée, l'équipe d'organisation précise la problématique générale de la rencontre : réunir un ou plusieurs chercheurs ou autres personnes jugées compétentes pour intervenir dans le débat et animer les discutions. Les objectifs des organisateurs sont orientés vers le développement d'une citoyenneté scientifique en abordant une diversité de dimensions des relations entre sciences et société. Il s'agit de « *nouer des liens effectifs entre sciences et société civile, permettre à des chercheurs et des citoyens de se rencontrer et de confronter leurs idées. […] en évitant le côté cours magistral des conférences* ». Selon l'un des animateurs, le choix du café comme lieu de débat est motivé par le fait qu'il représente « *en France cet endroit d'échanges informels mais potentiellement riches d'idées* », et qu'il se prête plus facilement que le laboratoire ou la salle de conférence à « *montrer une image réaliste des sciences en train de se faire, pour démentir l'image rigide et froide* » (Jensen, 1998)

Les intitulés des thématiques de ces rencontres révèlent parfois une focalisation sur des connaissances nouvelles, émergentes. Mais pour bon nombre d'entre elles, il s'agit d'aborder explicitement les relations entre sciences et société, qu'il s'agisse des questions environnementales, énergétiques, de santé publique, d'éthique ou des questions du

financement de la recherche, de ses relations avec la sphère économique et politique, des enjeux de sa vulgarisation[112]. Précisons que des rencontres de ce type, entre scientifiques et non-spécialistes, focalisées sur les relations entre sciences et société, sont organisées dans plusieurs pays de l'union européenne[113].

Un mouvement accompagné par les structures de médiation scientifique et technique

Au-delà du fait qu'elles soient impliquées, pour certaines, dans l'organisation de la *Fête de la science*, les grandes institutions de médiation scientifique et technique ne sont pas restées en marge, dans leur politique propre de communication, de ce mouvement de rapprochement entre scientifiques et non-spécialistes. Le Conservatoire National des Arts et Métiers a ainsi hébergé durant l'année 2000, l'ensemble des 366 conférences scientifiques quotidiennes constituant *l'Université de tous les savoirs* (UTLS). Les conférences proposées, par des spécialistes renommés de différentes disciplines, ont bénéficié d'une large couverture médiatique (radiophonique, télévisuelle, Internet) et de la publication de l'intégralité des conférences par les éditions Odile Jacob. Chaque conférence est organisée sur le modèle d'une présentation magistrale de cinquante minutes suivie d'un échange entre les membres du public et le chercheur. Devant le succès rencontré (en moyenne 600 personnes par jour assistent aux conférences), cette manifestation a été reconduite depuis 2001 sous le nom de *l'Université de tous les savoirs-la suite* hébergée par l'université René Descartes (Paris V), à un rythme hebdomadaire puis quotidien pendant la période estivale 2001, pour privilégier une

[112] Les thématiques débattues concernent par exemple, dans le domaine de l'environnement, le climat (mars 2003, janvier 1998), la pollution (octobre 2004, avril 2001, novembre 1997) la désertification (mai 2004); ou des choix énergétiques (nucléaire : mars 1999 et mai 2004, l'hydrogène : décembre 2003) etc. Dans le domaine de la santé sont envisagées les épidémies (Sras, grippe aviaire : avril 2004 et 2006 ; le Sida : mars 2004, octobre 2006), le cancer (mars 2004), l'obésité (juin 2006), le dopage dans le sport (octobre 1999), la vaccination (avril 1998) etc. Les questions des politiques environnementales et de santé ont fait l'objet de plusieurs rencontres, par exemple, le principe de précaution (mars 2003) ou le développement durable (mai 2003, juillet 2001). Au-delà de ces thématiques « classiques » où sont perçues les interconnexions entre sciences et société ont également été traitées des questions bioéthiques comme la manipulation du vivant (février 2006, avril 2005) y compris génétique (février 2001, octobre 2000, mars 1998) ou encore les essais thérapeutiques (juin 2001). Certaines dimensions sociales des sciences ont aussi étaient envisagées pour elles-mêmes : le financement de la recherche (mai 2003), les relations entre sciences, économie et pouvoirs politiques (octobre 2005, octobre 2004, octobre 2001, juin 1998) et plus précisément, la place de l'expertise scientifique (juin 2001), la fonction sociale de la recherche scientifique (octobre 2002), mais aussi la fraude scientifique (décembre 2004) et les questions de vulgarisation (octobre 1997) et de circulation des savoirs (novembre 2004).

Voir le site http://www.1001-sciences.org/index.html (site consulté le 27 juillet 2007).

Le café des sciences de Lyon apparaît être le plus anciennement actif dans l'organisation de rencontres entre chercheurs et grand public autour de thématiques sciences / société, mais il en existe dans la majorité des grandes métropoles.

[113] Mais on peut citer également le concept de rencontres, lancé en 1998 à Leeds, par le chimiste Duncan Dallas qui les décrits dans ces termes : « Ici, pour le prix d'une tasse de café ou d'un verre de vin, chacun peut venir discuter des idées scientifiques et des développements qui changent nos vies ». Depuis 2001, sur ce modèle, le *British Council* invite les jeunes chercheurs britanniques à intervenir dans les établissements scolaires et dans des cafés scientifiques. Dans le cadre du programme *Rise* une douzaine de pays européens organisent ainsi des rencontres de ce type. Voir à ce sujet me magazine le la recherche européenne, RDT info, numéro spécial Communication, novembre 2005. Disponible en ligne à l'adresse suivante : http://ec.europa.eu/research/rtdinfo/special_comm/index_fr.html (site consulté le 27 juillet 2007).

formule de trois ou quatre séries annuelles, d'environ quinze à vingt conférences chacune depuis 2002. Plus de 600 conférences ont été organisées dans le cadre de l'UTLS à ce jour[114].

On peut également citer les initiatives mises en place par la Cité des Sciences et de l'Industrie dans le cadre du *Collège de la Cité*. Il s'agit d'un cycle de conférences, cours, séminaires, souvent en liaison avec les thématiques des expositions, mettant en avant une médiation humaine en direct. Depuis 2001, plus de 350 conférences ont été organisées à la Cité. Elles ont regroupé en moyenne plus de 200 participants autour de thématiques dans lesquelles les interactions entre sciences et société occupent une place importante. Au cours de la saison 2002-2003, l'exposition « Cerveau intime », que nous avons déjà présentée, était ainsi accompagnée de conférences, cours, colloques et débats qui annoncent un « *partage du savoir direct avec les scientifiques* »[115].

De même, en 2001, le Muséum National d'Histoire Naturelle a renoué avec la tradition des *Cours Publics*, en organisant des cycles de conférences assurées par des professeurs de l'établissement. Devenues depuis les *Amphis du Muséum*, ces manifestations sont l'occasion d'une rencontre entre le grand public et les scientifiques, mais toujours autour de leurs thématiques de recherche (paléontologie, évolution, géologie, océanologie, préhistoire, zoologie, biologie végétale…) sans que ne soient explicitement envisagées les relations entre sciences et société (Lafon, 2001).

Notons également que le Palais de la Découverte, à travers l'opération « *Un chercheur, une manip* », pérennise une orientation de communication, à savoir la volonté de « montrer la science en train de se faire », qui était déjà, nous y reviendrons, à l'origine de sa création. Des scientifiques se déplacent au Palais pour présenter leurs établissements de recherches ainsi que quelques unes de leurs expériences « *choisies pour leur intérêt et leur côté spectaculaire* », ce qui doit permettre aux visiteurs du Palais « *de pénétrer dans l'univers des laboratoires de recherche* »[116].

Enfin, nous pouvons mentionner l'initiative développée par l'*Expérimentarium* de Dijon qui organise depuis 2001 des rencontres d'une demi-journée durant lesquelles les publics, en petits groupes, ont l'occasion d'échanger avec des chercheurs en sciences humaines et sociales, en sciences de la matière et en sciences de la vie et de la terre. L'originalité de cette expérience réside dans le fait que se sont des jeunes chercheurs doctorants, préparés à la

---

[114] *L'Université de tous les savoirs* a été mise en place sous la direction du philosophe Yves Michaud et à l'initiative de Jean-Jacques Aillagon, alors président de la Mission interministérielle pour célébrer l'an 2000 en France. L'ensemble des conférences est accessible au téléchargement sur le site : http://www.tous-les-savoirs.com/index.php (site consulté le 28 juillet 2007).

[115] L'exposition « Cerveau intime » constitue, à la suite de « L'homme transformé » et « L'homme et les gènes », le troisième volet du programme « Les défis du vivant ». Ce programme revendique une « *nouvelle forme de médiation* » en associant aux expositions des interventions de chercheurs regroupées au sein du Collège de la Cité. Ainsi l'exposition « Cerveau intime » était accompagnée de conférences (*Le moi synaptique* ; *Psyché dans tous ses états* ; *Le sommeil et le rêve : données récentes* ; *La représentation de l'autre*), de cours (Le *cerveau, l'esprit, le soi : un état des recherches dans les sciences cognitives* ; *Penser, agir, percevoir* ; *Psychanalyse et neurosciences : questions actuelles* ; *Le cerveau : nouvelles données* ; *A la recherche de la mémoire* ; *Les origines du langage et de la construction du sens*) et de débats (*Emotions et vérités : que nous révèlent nos émotions ?*)… Site web, présentation de l'exposition « *Cerveau intime* » et communiqué par M. Jeannerod., http://www.cite-sciences.fr (site consulté le 28 juillet 2007).

[116] Ces rencontres ne se présentent pas explicitement comme abordant les interactions entre sciences et société mais sont plutôt organisées en domaines disciplinaires des sciences de la matière et de la nature (chimie, physique, sciences de la vie, sciences de la terre, astronomie / astrophysique). Voir le site : http://www.palais-decouverte.fr/index.php ?id=357 (site consulté le 28 juillet 2007).

communication avec des non-spécialistes, qui sont invités à présenter leurs travaux de recherche[117].

Des rencontres entre chercheurs et grand public dans le domaine particulier des Neurosciences

En ce qui concerne plus spécifiquement les sciences du cerveau, une manifestation dédiée, la *Semaine du cerveau*, est organisée chaque année en mars à l'échelle nationale et européenne. Depuis maintenant une dizaine d'années, l'offre de culture scientifique se décline dans plus de quinze villes françaises, autour de conférences, d'expositions, d'ateliers scientifiques, de débats (bistrots ou bar des sciences) et d'interventions dans les établissements scolaires. Organisée et soutenue en France conjointement par l'European Dana Alliance for the Brain[118] et la Fédération pour la Recherche sur le Cerveau[119] sous la responsabilité de la Société des Neurosciences[120], cette manifestation fait écho à la campagne nationale du *Neurodon*.

Bien que les neuroscientifiques participent à la *Fête de la science*, la *Semaine du cerveau* constitue donc pour eux un moment fort de rencontres avec le grand public. La grande majorité des formules proposées privilégie la conférence de chercheurs, suivie d'une séance

[117] Depuis 2001, plus d'une centaine de jeunes chercheurs ont rencontré des non-spécialistes au sein de l'*Experimentarium*, mais aussi sur le marché de Dijon ou dans les établissements scolaires de la région.

Voir le site : http://www.u-bourgogne.fr/experimentarium/ (site consulté le 28 juillet 2007).

Les promoteurs de cette initiative, Daniel Raichvarg et Lionel Maillot, relèvent l'importance de cette formation à la communication dans la professionnalisation des jeunes chercheurs (Communication lors des XXVIII[èmes] Journées Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques, Techniques et Industrielles, Chamonix, avril 2006). Nous reviendrons sur la fonction métacognitive que peut jouer, pour les chercheurs, l'activité de communication avec des non-spécialistes.

[118] Fondée en 1950 par l'industriel new-yorkais Charles A. Dana, dont il fut le premier président, la "Dana Foundation" soutient particulièrement la Dana Alliance for Brain Initiatives et l'European Dana Alliance for the Brain (EDAB), visant à promouvoir la recherche scientifique sur « *le cerveau normal, mais aussi les causes, le diagnostic, le traitement et la prévention des maladies pouvant l'affecter* ».

L'EDAB a été crée en 1997 lors du Forum économique mondial de Davos en Suisse. Elle se donne également comme objectif de « mieux profiler » la recherche en Neuroscience, en en faisant publicité auprès du public et des décideurs. Les chercheurs associés se sont ainsi engagés « *à sensibiliser l'opinion aux maladies du cerveau et à présenter les neurosciences de manière accessible* ». Voir le site : http:// www.dana.org (site consulté le 28 juillet 2007).

[119] La Fédération pour la Recherche sur le Cerveau (FRC) est issue de l'union, en 2000, de cinq associations (l'Association France Alzheimer, la Fondation Française pour la Recherche sur l'Epilepsie, l'Association France Parkinson, l'Association pour la Recherche sur la Sclérose en Plaques et l'Association pour la Recherche sur la Sclérose Latérale Amyotrophique) dont 10 des membres participent au conseil d'administration. Elle représente plus d'un million de malades. Dans un contexte de vieillissement de la population où les maladies neurodégénératives occupent une place croissante, elles intéressent aussi 6 millions de personnes qui constituent l'entourage proche des malades. Le conseil scientifique est composé de quinze chercheurs et le conseil d'administration comporte 15 membres, 10 représentants des associations (deux par association, un fondamentaliste et un clinicien) et 5 personnalités extérieures. La FRC se donne comme missions principales d'optimiser l'aide à la recherche fondamentale et clinique et de constituer un organe représentatif auprès des pouvoirs publics. C'est la FRC qui organise la campagne nationale du Neurodon.

Voir le site : http://www.frc.asso.fr/rub2_pres.html (site consulté le 28 juillet 2007).

[120] La Société des Neurosciences, créée le 4 mai 1988, est une association scientifique loi 1901. Elle regroupe plus de 2500 membres, des chercheurs francophones, et se donne pour objectif de promouvoir « *le développement des recherches dans tous les domaines des neurosciences* », en favorisant les interactions entre chercheurs, la diffusion des connaissances scientifiques et le soutien aux recherches en neurosciences par les organismes publics et les établissements du secteur privé. Voir le site : http://www.neurosciences.asso.fr (site consulté le 28 juillet 2007).

de questions et de discussion avec le public. Au cours de la *Semaine du cerveau,* les relations entre sciences et société sont essentiellement débattues dans les *bistrots, cafés* ou *bar des sciences* ainsi que dans les débats grand public, en général introduits par un film (Ciné-débats)[121]. Il n'est pas rare que l'organisation de ces débats soit assurée par les acteurs qui animent toute l'année les *bars des sciences*. C'est par exemple le cas, à Lyon, du *Café sciences & citoyens*, déjà évoqué, où ont été organisés des débats en résonance avec la *Semaine du cerveau* sur les thématiques suivantes : « Voir dans le cerveau » (mars 2000), « Drogues et dépendances » (mars 2001), « Les maladies du cerveau » (mars 2003), « Cerveau et plaisir » (mars 2004)[122].

La volonté d'envisager les relations entre sciences du cerveau et société n'apparaît donc qu'à la marge, dans la médiation des neurosciences caractérisée par des rencontres entre chercheurs et grand public. La modalité de rencontre la plus répandue est la conférence de spécialiste où sont surtout présentées des connaissances de sciences. En effet la programmation de conférences telles que celle donnée par Hervé Chneiweiss à Grenoble[123] durant l'édition 2007 de la *Semaine du cerveau* (intitulée « *Au bonheur des cerveaux, ou du besoin d'une réflexion éthique sur l'usage social des neurosciences* ») fait figure d'exception dans ce paysage de médiation « chaude » des sciences du cerveau.

II-5-2 Des rencontres spécifiques entre chercheurs et élèves

Parce que notre objet de recherche se situe à la charnière entre éducation formelle et non formelle, il est à préciser comment les rencontres de chercheurs ont été aménagées spécifiquement pour le public scolaire. En effet, la majorité des structures de culture scientifique et technique ont décliné leur offre de médiation directe, par des scientifiques, en l'adaptant aux élèves de l'enseignement primaire et secondaire.

On peut mentionner l'existence des opérations telles que *La Main à la Pâte*, proposée aux élèves de l'école primaire. Crée sous l'impulsion du prix Nobel de sciences physiques, Georges Charpac, et inspirée d'une expérience menée à Chicago, *La Main à la Pâte* est

[121] A titre d'exemple, au cours de l'édition 2007 de la *Semaine du cerveau,* ont été programmés à l'échelle nationale, 51 conférences (soit plus des deux tiers des évènements), 11 débats grands publics ou ciné-débats (films « Le parfum », ou « Se souvenir des belles choses » autour donc de la mémoire, du vieillissement cérébral particulièrement, représentant 1 évènement sur 8), 7 expositions sur le cerveau, 5 bistrots ou bar des sciences (représentant 1 évènement sur 15) et des propositions d'intervention dans les établissements d'enseignement primaire et secondaire. Le suivi, depuis sa création en 2000, de la programmation de la *Semaine du cerveau* à Marseille vient confirmer cette photographie. Structurées depuis 2002 par des choix thématiques (« Mémoire », « Perceptions sensorielles », « Cerveau et médicaments », « Cerveau et émotions », « Cerveau et langage »), les manifestations proposent surtout des exposés scientifiques de connaissances de sciences et sur la science (comme c'est par exemple le cas lors des ateliers organisés en collaboration avec les « Petits débrouillards »).

[122] Notons que dans la cadre du *Café sciences & citoyens*, des neuroscientifiques sont aussi intervenus, hors *Semaine du cerveau,* sur des thématiques telles que : « Cerveau et conscience » (mai 1998), « La chimie de l'amour » (décembre 1999), « La douleur » (janvier 2001), « Le langage » (avril 2000), « Sommeil et rêves » (mai 2001), « La folie » (mai 2003), « Cannabis : interdit clinique ou politique ? » (juin 2004), « Le mental au secours du corps » (janvier 2005), « Les troubles de conduite chez l'enfant » (juin 2006) et « La sexualité : entre biologie et fantasmes » (novembre 2006).

[123] Durant cette même édition, une table ronde a aussi été programmée. Elle portait sur le thème « *Neurosciences et Société : Quels enjeux pour notre ville, notre région, notre pays ?* » et réunissait des politiques, des responsables d'organismes de recherche et des chercheurs grenoblois.

institutionnalisée en 1996 (circulaire du 16 juillet 1996, parue au *BOEN* du 5 septembre 1996). Bien qu'elle repose sur une collaboration étroite entre le monde de la recherche et celui de l'enseignement, la consultation de chercheurs apparaît plus polarisée sur la démarche scientifique que sur les relations entre sciences et société. De fait ce sont surtout des modules se rapportant aux sciences expérimentales qui sont proposés. La déclaration de principe propose d'engager les jeunes élèves dans une démarche d'investigation qui se présente comme la transposition de l'activité des chercheurs où « *les enfants argumentent et raisonnent, mettent en commun et discutent leurs idées et leurs résultats* »[124].

Mais nous nous focalisons ici sur les expériences de médiation « chaudes » qui envisagent explicitement les relations entre sciences et société. A cet égard, la perspective s'annonce différente en ce qui concerne l'opération « *Les petits débrouillards* », proposées aux élèves du primaire et du collège ainsi qu'à leurs enseignants. Inspirée d'une expérience canadienne et mise en place en France en 1984, les *Petits débrouillards* s'inscrivent dans la lignée des mouvements d'éducation populaire et revendiquent une activité militante. Si la démarche scientifique centrée sur l'expérimentation y est reconnue comme une activité centrale, à la base de la production de nombreux supports pédagogiques, les objectifs annoncés proposent également de « *former des citoyens actifs, capables d'opinions réfléchies et critiques, acteurs de la construction du monde de demain* ». C'est bien une contribution de la culture scientifique et technique à la formation des citoyens qu'avance cette expérience. Les thématiques de santé et d'environnement, caractérisées par leurs fortes implications sociales, sont ainsi largement abordées[125].

Les déplacements des scientifiques dans les classes, à la rencontre des élèves, organisées dans le cadre de la *Fête de la science* ou de la *Semaine du cerveau* ont déjà été mentionnés. L'initiative de ces rencontres est laissée au choix des enseignants qui invitent les chercheurs à venir échanger avec les élèves au sein des établissements, selon une offre dont l'information est en général relayée par l'institution éducative. Les évènements de ce type auxquels nous avons eu accès ont été majoritairement menés sur le modèle de la conférence scientifique. Les rencontres ne se donnaient pas comme objectifs d'aborder spécifiquement les relations entre sciences et société, même si certaines des questions scientifiques traitées recouvraient de

[124] Nous citons ici un extrait de la démarche pédagogique (point 2). Soutenue par le Ministère de l'Education Nationale et par l'Académie des sciences, la *Main à la Pâte* mobilise des scientifiques issus des universités et des grandes écoles. Voir le site : http://www.lamap.fr (site consulté le 28 juillet 2007).

[125] De nombreuses productions (malles pédagogiques, sites, CD-Rom, livrets pédagogiques) envisagent les problématiques environnementales et particulièrement les questions du réchauffement climatique et des énergies. Notons que plusieurs productions concernent plus spécifiquement les sciences du cerveau et leurs implications sociales : des expositions (« *Avec ou sans gênes* », 2001 ; « *Chemin des préjugés* », 2004…) mais surtout des livres édités chez Albin Michel Jeunesse (Collection Sciences en poche 2001 : « *Le goût et l'odorat* », 2001 ; « *Les mystères de la vision* » ; Collection Hors série 2003 : « *Le cerveau, complexe et fascinant* » ; et Collection 5/7 ans : « *Le goût et la cuisine* », « *La vue et les couleurs* », « *L'ouïe et la musique* », « *Le toucher et le corps* », « *L'odorat et la nature* », « *La nuit et le sommeil* »)

Voir le site http://debrouillonet.dyndns.org (site consulté le 28 juillet 2007).

Les *petits Débrouillards*, implantés en régions et supportés par un réseau international, ont reçu un soutien institutionnel (Ministères de l'Education Nationale, de la Recherche, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie Associative, du Travail, de l'Emploi et de la Cohésion Sociale et de l'Europe, de l'Ecologie et du développement Durable) depuis 1990. Ils possèdent également des partenaires scientifiques (le CNRS, le Muséum national d'histoire naturelle, la Cité des Sciences et de l'Industrie) et associatifs (l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie).

fortes implications sociales (drogues, dépendance et addiction par exemple). Ce en quoi ces rencontres participent d'une formation à la citoyenneté scientifique, mais selon une modalité de communication de type transmissif.

Par ailleurs, les *cafés des sciences* sont eux aussi déclinés en *cafés des sciences juniors*. L'association *Mille et une Sciences* a ainsi développé une méthodologie pour organiser des débats incluant la rencontre de spécialistes. La démarche est ici clairement orientée vers une éducation scientifique citoyenne. Elle : « *contribue à la formation de futurs citoyens et permet une approche interdisciplinaire* ». La rencontre entre élèves et spécialistes se prête à une « *confrontation d'univers* » différents (jeunes et enseignants, chercheurs, ingénieurs, techniciens et industriels) et deux objectifs majeurs sont identifiés : » *s'informer sur les enjeux scientifiques de demain,* […] *apprendre à analyser l'information " brute " pour la dépasser et se forger son opinion,* […] *approfondir le processus d'acquisitions de démarche scientifique par un processus d'apprentissage interactif* ».

D'un point de vue méthodologique, c'est sous l'impulsion des lycéens et de leurs enseignants qu'un sujet est proposé, et qu'une problématique est établie. Les élèves « *définissent avec Mille et une Sciences les profils de 3 intervenants en adéquation avec leur thématique, environ deux mois avant la tenue du débat* ». L'association limite son rôle à la recherche des intervenants invités et met en réseau les expériences similaires déjà réalisées dans d'autres lycées. La rencontre/débat, d'une durée maximale d'une heure trente, se tient au sein de l'établissement scolaire, dans un lieu convivial (cafétéria, self), autour d'une boisson. Elle est « *animée par un enseignant ou par un ou deux jeunes* » et implique un « *nombre optimum de participants* », « *aux alentours de cinquante* »[126]. Nous avons ainsi recensé, entre décembre 2002 et mai 2003, un peu plus de *trente cafés sciences juniors* organisés dans les lycées de la région lyonnaise. Les thématiques de débat se rapportent pour plus des deux tiers aux problématiques environnementales et de santé (pollutions, risques industriels et technologiques, catastrophes naturelles, traitement des déchets, l'eau, OGM, drogues et addictions, alimentation, sommeil). Elles concernent plus marginalement les questions proprement bioéthiques (bioéthique humaine, sciences et sports, dons et greffes), technologiques, astronomiques ou encore de communication scientifique. La quasi-totalité des rencontres réunit des scientifiques, majoritairement intéressés aux sciences de la vie, de la matière et de l'univers, et d'autres acteurs de la vie associative (représentants d'associations y compris de malades) et/ou du secteur privé. Les acteurs de la vie politique sont en revanche peu représentés.

Nous devons préciser que les interactions directes entre chercheurs et élèves, dont nous venons de développer un exemple, ont des antécédents dans la période récente. Depuis la fin des années 1980, l'Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale a mis en place les *Clubs INSERM Jeunesse* dont les antennes quadrillent le territoire national. Ces clubs sont définis comme des « *espaces de rencontres et de dialogues* » entre les jeunes et les scientifiques. Ils revendiquent, certes, une participation à la formation des lycéens relative à la démarche scientifique et au métier de chercheurs. Mais les objectifs recouvrent également la formation à la communication, pour que les jeunes deviennent « *eux-mêmes, des médiateurs de la science* » et puissent mener « *une réflexion personnelle et collective sur les progrès de*

[126] Voir le site http://www.1001-sciences.org/index.html (site consulté le 28 juillet 2007).
Ces actions sont soutenues par la délégation Rhône-Alpes du CNRS, le Pôle universitaire de Lyon (PUL), le centre de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI) et par le Rectorat de Lyon.

la recherche biomédicale et de ses applications en santé ». Dans cette dernière perspective, sont abordés des thèmes « *ancrés autour de sujets de recherche biomédicale et en santé s'inscrivant en résonance avec des questions de société* ». C'est d'ailleurs ce dont témoignent les intitulés des thématiques abordées durant les « rencontres annuelles » qui rassemblent les adolescents du réseau *Clubs Inserm* : « *De la recherche à nos assiettes* », « *Cancers : vers de nouvelles thérapies* », « *Objectif santé : voyage dans les biothérapies* », « *Des bactéries et des hommes* », « *La greffe : une solution pour la vie ?* », « *Maître cerveau sur son homme perché* », « *Les maladies infectieuses : hier, aujourd'hui, demain* », « *Santé pour tous : utopie ou projet de société ?* », « *De la recherche sur l'homme à la recherche avec l'homme* »…[127]

Le même type d'initiative a été proposé, dès le début des années 1990, par le Centre National de la Recherche Scientifique. Les *Clubs Jeunes Sciences & Citoyens* proposent aux lycéens et aux jeunes étudiants (18 à 25 ans) d'aborder « *les grandes questions soulevées par la recherche, aussi bien dans son approche la plus fondamentale que dans ses implications économiques, sociologiques et éthiques* ». Là encore, la volonté d'établir des « passerelles » entre recherche scientifique et société est mise en avant. La méthodologie réserve une place prépondérante aux chercheurs regroupés en conseil scientifique avec l'aval des délégations régionales du CNRS. Le fonctionnement des clubs doit inclure « *une ou deux conférences-débats ouvertes au public* » sur des sujets choisis par les étudiants ou « *suggérés par les scientifiques* », des « visites de laboratoires » et une action « portes ouvertes » durant laquelle les réflexions du club sont présentées au grand public. Enfin, chaque année, les étudiants participants (environ 500) réunissent des forums régionaux et se retrouvent lors des rencontres nationales CNRS *Jeunes Sciences & Citoyens*. L'originalité de la procédure réside essentiellement dans les thématiques de réflexion retenues, au nombre de dix par an. Ainsi, au cours des trois dernières années une importance à peu prés équivalente a été accordée aux questions d'environnement et de santé, aux questions ayant un ancrage fort dans les sciences humaines et sociales ou dans les sciences de la vie, de la matière et de l'univers[128]. Mais d'autres questions, focalisées sur le fonctionnement des sciences et sur leurs interactions avec la société, sont retenues[129]. On retrouve dans ces choix thématiques à la fois la diversité des

[127] Voir le site http://www.reseau-inserm-jeunes.org/ (site consulté le 28 juillet 2007).

[128] Voir le site du CNRS : http;//www2.cnrs.fr (site consulté le 28 juillet 2007).

Les thématiques des questions de santé et d'environnement sont : « *L'avenir autour de l'eau* », « *Risques énergétiques, survie de l'humanité ?* », « *Coup de chaleur sur la planète bleue : Comment gérer l'évolution de la biodiversité ?… Une nouvelle économie naissante ?* », « *Environnement et santé* » et « Les *nouvelles épidémies : la peste au 21e siècle ?* ». Celles ayant une dimension de sciences humaines et sociales marquée sont intitulées : « *Guerre ou paix entre les générations ?* », « *Société de l'information ou démocratie cognitive ?* », « *Les complexités* », « *Communautarisme et citoyenneté* », « *Religions, cultures et conflits* » et « *Comment vivre la transition démographique ?* ». Enfin celles ayant un ancrage fort dans les sciences expérimentales sont intitulées : « *Emotion et cognition* **», «** *L'évolution biologique aujourd'hui* », « *Peut-on penser sans le langage* ? », « *La mécanique quantique aujourd'hui* », « *Temps et durée : vitesse et lenteur* » et « *Les prochains défis de la physique* ». Notons également que certaines thématiques se focalisent sur des problématiques relevant des innovations technoscientifiques et de leurs implications : « *Les nanotechnologies* », « *L'exploration spatiale est-elle nécessaire ?* » ou encore « *Réalité virtuelle ou virtualité réelle ?* ».

[129] On peut par exemple citer : « *La recherche scientifique : un luxe ou une nécessité ?* », « *Quelle science pour un "Epanouissement durable" ? », « Les sciences humaines sont-elles des sciences ?* », « *Qu'est-ce qu'être chercheur aujourd'hui ?* », « *Quels savoirs pour construire l'avenir ?* », « *Validation et dérive de l'affirmation scientifique* », ou encore des questions éthiques et philosophiques : « *Le vivant est-il une marchandise ?* », « *Des animaux et des hommes* », « *Les humains font-ils partie de la Nature ? », « Naturelles, mathématiques et symboliques, les formes gouvernent-elles le monde ?* ».

champs disciplinaires regroupés au sein du CNRS, mais aussi la volonté d'engager une démarche réflexive sur l'inscription sociale des sciences.

Enfin, dans le cadre du prolongement de son activité, l'*Université de tous les savoirs (Utls au lycée)* vient de mettre en place en 2006-2007 une *Université de tous les savoirs au lycée*[130]. C'est à l'initiative des élèves, de leurs parents et de leurs enseignants que sont formulées des questions autour desquelles l'*Utls au lycée* organise une rencontre avec un ou deux chercheurs (l'un issu de sciences humaines et sociales et l'autre des sciences de la vie, de la matière et de l'univers le plus souvent) pour participer à un débat avec les élèves. Bien que les thématiques abordées renvoient surtout aux sciences humaines et sociales (« *Identités et communautarisme », « Histoire et subjectivisation » « Les religions », « Les relations internationales », « Le commerce équitable »*), les questions d'environnement, de santé (« *Le réchauffement climatique », « La question de l'eau », « Les risques d'épidémie planétaire », « Sport et dopage »…)* ou ayant trait à l'innovation technoscientifique (« *L'avenir de l'Internet », « L'exploration de l'espace et les missions spatiales »*…) sont également envisagées. L'objectif affiché est double : participer à la formation scientifique citoyenne des élèves (*« enjeux civiques et d'intégration culturelle »*) en développant leur esprit critique, mais aussi valoriser la science et les carrières scientifiques (« *problèmes de vocation et d'orientation, notamment vers les études scientifiques délaissées »*).

Ce rapide aperçu de la diversité des offres de culture scientifique et technique, bien que non exhaustif[131], traduit une volonté institutionnelle forte de (re)mettre les scientifiques au centre des dispositifs de médiation scientifique et technique en ménageant des rencontres directes et des échanges avec le grand public. Si la grande majorité de ces rencontres sont organisées sur le modèle de la conférence magistrale, centrée sur la diffusion de connaissances, nous venons de voir que plusieurs d'entre elles envisagent explicitement les relations entre sciences et société, et surtout selon une approche qui s'annonce comme délibérative plus que transmissive. C'est particulièrement le cas des rencontres organisées entre chercheurs et élèves lorsqu'elles revendiquent une contribution dans l'éducation à la citoyenneté scientifique. Celles-ci s'inscrivent alors souvent, mais pas systématiquement, dans une stratégie pédagogique globale où la rencontre d'un chercheur constitue une étape dans un processus de réflexion collective. Notons que cette revendication de contribution à la formation scientifique des citoyens est une constante des expériences dont nous venons de

[130] Voir les sites : ww.utls.fr et http://www.canal-u.fr/canalu/ (sites consultés le 30 juin 2007).

L'initiative a été en priorité, pour l'année 2007, adressée aux lycées de Paris et de l'Île de France, avec une extension prévue aux autres régions pour 2007-2008.

[131] On pourrait également mentionner les nombreux accompagnements scolaires des missions scientifiques (Clipperton, mission Santo, Antartica…).

De plus, les musées d'histoire naturelle comme les centres de culture scientifique techniques et industrielle et les associations de culture scientifique mais aussi les grands organismes nationaux de recherche (CNRS, INSERM, INRA, CEA…) organisent ainsi régulièrement des conférences avec des chercheurs, en relation ou non avec les expositions qu'ils proposent. Pour ne citer qu'une initiative récente, L'*Ecole de l'ADN* de Marseille, en collaboration avec le CCSTI, les collectivités locales et l'Association française contre les myopathies a inauguré du 11 au 22 avril 2006 une manifestation intitulée *Le printemps des chercheurs*. Autour de la sélection d'une vingtaine de « découvertes récentes » issues des laboratoires de recherche de la région, les chercheurs qui en sont les auteurs sont invités à les présenter lors de conférences ou dans des ateliers pratiques reconstituant les expériences réalisées. Les chercheurs sont également invités à se déplacer dans les classes des lycées et collèges de la région. Voir http://www.printempsdeschercheurs.fr/index.php (site consulté le 28 juillet 2007 30/03/2007)

rappeler l'existence. Elle accompagne parfois une volonté de valorisation de la recherche dans un contexte identifié comme critique, du point de vue des recrutements en filières de formation scientifique[132]. Enfin, il n'est pas rare que l'objectif affiché de formation à la citoyenneté scientifique soit associé à une volonté de montrer « la science en train de se faire », c'est-à-dire d'aborder la démarche scientifique, le plus souvent dans sa dimension expérimentale.

C'est bien dans ce courant de médiation que nous situons les rencontres entre chercheurs et lycéens, mises en place au sein de la structure *Hippocampe*, et qui constitueront notre objet d'étude principal.

[132] Notons que la désaffection des étudiants pour les filières scientifiques et technologiques, révélées par les rapports de Maurice Porchet (2002) et de Guy Ourisson (2002) notamment ne font pas consensus et ne sont, du moins, pas généralisables au contexte extra-hexagonal. Ainsi l'étude statistique fine menée par Martine Foisy et Yves Gingras (2003) montre que, dans le contexte québécois, les effectifs sont stables mais évoluent du point de vue du sexe ratio et, étant donné les modèles d'orientation des femmes, entraîne plutôt des redistributions d'effectifs au profit des sciences de la vie et de la santé.

CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

Rappelons avant toute chose que ce travail ne se donnait pas comme objectif d'évaluer l'impact didactique des expositions retenues. Leur contribution effective à la diffusion des connaissances sur le cerveau n'est donc pas remise en cause. A ce titre, ces expositions participent sans doute de la formation à la citoyenneté scientifique, au moins pour ce qui concerne l'information scientifique des publics.

L'analyse comparée de quatre expositions récentes sur le cerveau permet de se faire une idée, une opinion, de la façon dont les relations entre connaissances scientifiques et opinions sont envisagées par ce média spécifique. Les discours muséaux sur le cerveau ne se présentent pas comme l'exposition d'une opinion, d'un point de vue, celui de l'institution muséale, relatif aux relations entre neurosciences et société. D'ailleurs, ces expositions ne se situent pas par rapport aux conceptions des publics, dont on a vue qu'elles étaient prise en compte de manière très diverses dans les choix didactiques opérés. Et lorsqu'elles le sont, c'est plus en référence aux connaissances erronées (au sens des « misconceptions »), qu'aux opinions des visiteurs potentiels.

On ne peut pas dire non plus qu'y soit exposée une « vision du monde », celle des scientifiques, du moins dans le sens de la mise en scène d'un nécessaire débat scientifique. On a pu montrer, notamment à travers la large mobilisation de l'iconographie produite par la neuroimagerie, que les expositions retenues n'explicitent pas vraiment les méthodes, le fonctionnement des neurosciences, c'est-à-dire les normes qu'elles produisent. Les expositions sont plutôt envisagées comme des supports pour une actualisation des connaissances scientifiques sur le cerveau, qui font consensus dans la communauté de recherche à un moment donné. Est-ce à dire que ces discours muséaux ne sont pas porteurs d'opinions ? Nous ne le pensons pas. Ils sont au minimum porteurs d'une conception de clôture épistémologique franche et stable entre connaissances scientifiques et opinions. De ce point de vue, les expositions traduisent une opinion : celle de la nature autoréférencée des sciences, sans relation avec les opinions, largement en dehors de la société[133].

Parce qu'elles minorent le registre de l'opinion, sans pour autant expliciter la nature des neurosciences, les normes que ces dernières peuvent produire, on peut penser que les expositions sur le cerveau ne participent pas vraiment à alimenter un débat sur les relations entre neurosciences et société Elles peuvent tout au plus constituer un contexte, éventuellement favorable, à l'émergence d'un tel débat.

Reste que, pour qui s'intéresse, à ce qui se joue, en termes de médiation, lorsque sont envisagées les relations entre sciences du cerveau et société, le média exposition n'apparaît pas comme un objet où il est aisé d'analyser comment se « négocient » les relations entre connaissances scientifiques et opinions. C'est pourquoi notre réflexion se prolonge autour

[133] A l'exception notable des éléments relatifs aux pathologies cérébrales, souvent présentées, ce qui doit amener à relativiser le propos.

d'une autre modalité de médiation scientifique : celle des rencontres directes entre chercheurs et non-spécialistes. Il a été précisé que ces dernières se sont largement développées depuis une vingtaine d'années en France. Certaines de ces rencontres se proposent d'aborder explicitement les relations entre sciences et société, et à ce titre, de contribuer au développement de la citoyenneté scientifique.

C'est d'ailleurs une expérience de ce type, un ensemble de rencontres ayant rassemblé des neuroscientifiques et des lycéens, que nous prendrons désormais comme objet de recherches. Il s'agit de se demander très généralement en quoi ce mode de médiation peut se distinguer d'un média « froid » tel que l'exposition de science.
La médiation des sciences dans l'interaction directe participe-t-elle d'une clarification des relations entre le registre des connaissances et celui des opinions ? Donne-t-il à voir les sciences dans leur nature, dans leur fonctionnement, ou se contente-t-il d'une actualisation des données de recherche ? Quels sont les intérêts de telles rencontres pour les élèves qui y participent ? Les discours produits par les chercheurs dans le cadre d'une médiation directe présentent-ils des régularités ? Si c'est le cas, quelles sont-elles et quel sens peut-on leur donner ?

La diversité de ces questionnements invite à une analyse approfondie, qui interroge les données empiriques d'un exemple de médiation caractérisé par la rencontre entre chercheurs et non-spécialistes. Mais les questions que nous posons ici sont à situer sur des registres différents, c'est pourquoi elles seront abordées selon deux points de vue distincts. Il s'agit, d'une part, d'envisager les rencontres entre chercheurs et élèves, comme constituant des situations d'apprentissage pour ces derniers. La troisième partie sera ainsi consacrée à la dimension didactique des rencontres entre chercheurs et élèves. D'autre part ces rencontres peuvent être envisagées comme des situations de communication, de médiation des sciences. On peut alors interroger, dans une perspective communicationnelle, les discours de communication des scientifiques lorsque sont explicitement abordées les relations entre sciences et société. La dernière partie de notre travail sera consacrée à cette approche.

Avant d'engager ce travail, précisons que l'effort définitoire auquel appelle la structuration d'une pensée de recherche se doit aussi de délimiter… ce qui ne sera pas défini.
Ainsi nous utilisons indifféremment, par la suite, pour désigner les acteurs dont nous analysons les discours, les termes d'élève, de lycéen(e) et d'adolescent(e) ainsi que les qualificatifs de chercheur, scientifique et neuroscientifique ou neurobiologiste. C'est un choix qui peut être discuté, nous l'assumons. Il permet de ménager le confort de lecture, et d'écriture !

Par ailleurs, nous mobilisons par la suite un modèle de relations entre sciences et technique fort critiquable, à juste titre. On évoquera notamment les « articulations » entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques. Le modèle engagé a été largement remis en question par plusieurs auteurs[134] étant donné le niveau d'interdépendance entre sciences et techniques. On parle d'ailleurs de technosciences qui regroupent de manière

[134] Nous pensons notamment à Habermas, 1973 ; Morin, 1990 ; Levy-Leblond, 1996 et Sclove, 2003.

indissociable la production de savoirs et l'acquisition de savoir-faire. Nous sommes conscients de la limite de notre présentation de ces relations. Le choix du modèle retenu a été motivé par le fait que c'est le modèle majoritairement mobilisé par les chercheurs dans leurs discours de communication.

TROISIEME PARTIE

LA MISE EN DEBAT DES RELATIONS ENTRE SCIENCES DU CERVEAU ET SOCIETE : APPROCHE DIDACTIQUE DE L'ARGUMENTATION DES LYCEENS

INTRODUCTION DE LA TROISIEME PARTIE

Il a été souligné combien il apparaît difficile de faire abstraction de la dimension sociale des connaissances scientifiques sur le cerveau. Leur circulation au sein de la société est attestée par un large éventail de préoccupations relatives à leurs usages sociaux, des nombreuses « questions de santé » aux normes qu'elles produisent et qui sont susceptibles de légitimer des discriminations sociales. Les limites des expositions sur le cerveau dans leur capacité à inscrire les neurosciences en société ont été pointées. Les savoirs y sont exposés comme largement déconnectés du contexte social dans lequel ils s'élaborent et ils circulent, comme s'ils étaient revêtus d'une forme d'immunité idéologique. Mais la palette des modalités de communication des sciences dépasse très largement le cadre des expositions, et plusieurs formes de médiation scientifique prennent en charge les implications sociales du développement des neurosciences. Parce qu'elle épouse cette orientation, une série de rencontres entre neuroscientifique et adolescents, organisées au sein d'un centre de médiation, a été retenu comme objet de recherche. Ce faisant, nous prenons acte du fait que le développement de rencontres directes entre les chercheurs et les publics est sans conteste une tendance forte de la médiation scientifique contemporaine. Il traduit un investissement réel des chercheurs dans la volonté d'aller à la rencontre des non-spécialistes et notamment les élèves. Les rencontres interrogées s'inscrivent dans un protocole de débat dans lequel les lycéens sont engagés pour échanger sur les relations entre sciences et société.

Que ce soit en contexte d'éducation formelle ou non formelle des sciences, la mise en œuvre de débats est envisagée comme une possibilité pour aborder les questions dites socio-scientifiques. C'est d'ailleurs à la frontière entre éducation formelle et non formelle que se situe l'expérience de débats qui retient notre attention. Une quinzaine de débats sciences et société ont ainsi été menés au cours des années 2004 et 2005 au sein de la structure de médiation scientifique *Hippocampe*. Des lycéens, des chercheurs et des responsables d'association de malades ont participé à ces débats relatifs aux dilemmes sociaux posés par le développement des neurosciences. Parmi les questions de société controversées qui ont été abordées, nous nous sommes focalisés sur l'utilisation des cellules souches embryonnaires humaines, à la fois pour la recherche mais aussi dans la perspective du traitement de certaines pathologies neurodégénératives. C'est au titre de son inscription au registre des questions socio-scientifiques que nous avons retenu cette thématique.

Car la capacité à participer à des débats argumentés sur ces questions est appréhendée comme un enjeu de formation des jeunes citoyens. Il s'agit donc, dans cette partie, d'envisager une analyse des débats qui ont été menés selon la perspective de la didactique des questions socio-scientifiques. Plus précisément, nous interrogeons ici les conséquences de différentes modalités de contextualisation des débats sur l'argumentation des adolescents ainsi que sur leurs prises de décision relativement à un dilemme socio-scientifique donné. C'est donc bien sur les compétences argumentatives développées par les élèves autour de la mise en

débat d'une question socio-scientifique, dont le protocole est caractérisé par une interaction avec des scientifiques, que nous focalisons notre attention[135]. Il est à préciser que nous ne nous prêtons pas à une évaluation de l'impact didactique de la consultation d'un chercheur scientifique dans le cadre de la mise en débat de la question retenue. Ce type de questionnement sous entend en effet un modèle de communication de type transmissif, du scientifique au non-spécialiste (« top-down ») dont nous avons déjà envisagé les limites. Ce sont les protocoles didactiques de mise en débat d'une question socio-scientifique et plus précisément les conséquences de la « mise en scène » de la consultation d'un chercheur qui sont interrogées dans cette partie de notre travail. Cette étude est par ailleurs menée à la lumière des éléments d'analyse qui ont précédemment permis de clarifier la nature des relations entre connaissances scientifiques et opinions.

De manière à préciser les termes des questions de recherche qui retiennent notre attention, l'état de la réflexion de recherche relative aux objectifs et aux pratiques didactiques autour desquelles peut s'organiser l'enseignement des questions socio-scientifiques, sera présenté dans un premier temps.

Nous envisagerons alors les éléments qui permettent de caractériser, dans un contexte éducatif, les questions socio-scientifiques, ou questions scientifiques socialement vives. Il sera précisé en quoi les utilisations des cellules souches embryonnaires humaines peuvent être définies comme telles.

Il s'agira ensuite de décrire le contexte dans lequel ont été menés les débats sciences & société *Hippocampe*, les participants à ces débats ainsi que le mode de sélection et de recueil des données que nous nous proposons d'analyser.

Les principaux outils d'analyse des interactions verbales dont nous avons disposé ainsi que les cadres de pensée auxquels ils font référence seront abordés dans un quatrième chapitre, réservé donc à la présentation de notre méthode de travail.

L'analyse de l'argumentation des élèves et de leurs prises de décision est exposée dans les chapitres suivants. Différents « grains » d'analyse ont ainsi été mobilisés, depuis une analyse quantitative de l'ensemble des discussions collectives jusqu'à une analyse argumentative, qualitative, d'un débat particulier considéré comme « représentatif ».

Les résultats présentés dans cette partie seront alors discutés à la lumière d'autres études qui ont pu être menées dans le champ de la didactique des questions socio-scientifiques. Les implications de notre travail pour l'enseignement des questions socio-scientifiques ainsi que des pistes envisageables pour la mise en œuvre, avec les élèves, de débats sciences et société seront enfin proposées.

[135] L'analyse communicationnelle de cette interaction, envisagée du point de vue des interventions des chercheurs ayant participé à ces débats, fait l'objet d'un développement spécifique dans la quatrième et dernière partie.

CHAPITRE III-1
LA DIDACTIQUE DES QUESTIONS SOCIO-SCIENTIFIQUES : ETAT DE LA QUESTION

Cette étude s'inscrit dans le courant de recherche muséologique et didactique qui envisage les interactions Sciences-Technologies-Société (STS). Dans sa version éducative, ce courant s'est initialement développé dans les pays anglo-saxons, dès les années 1980, autour de la notion selon laquelle les dilemmes sociaux ayant des liens conceptuels avec les sciences donnent sens et contextualisent l'apprentissage de connaissances scientifiques envisagées comme « context knowledge » (1986). Selon les auteurs américains Sadler, Chambers et Zeidler (2004), l'objectif initial de ce mouvement peut être résumé de la manière suivante : « *If students identifye the interdependance of science and society in which they personnaly participate, they will find the science content to be relevant and will be apt to engage in meaningful learning* ».

Cette approche s'est cependant révélée trop restrictive pour aborder de manière critique la complexité implications morales et éthiques des questions envisagées. Que ce soit en situation d'éducation formelle ou non formelle, ce courant s'est alors interrogé plus largement sur les conditions de formation des citoyens pour une participation aux choix scientifiques et techniques de société. Il prend pour objet l'enseignement ou la culture scientifique se rapportant à l'ensemble des questions qui ont des bases scientifiques et qui ont potentiellement un large impact sur la société à différents niveaux, de l'individuel au collectif, de la prise de décision personnelle à la détermination d'une politique générale. L'objectif éducatif majeur que se donne cet enseignement scientifique se résumant à « *Helping students develop the skills necessary to negociate and offer informed opinions* » (Sadler *et al.*, 2004).

La filiation de la formation à la citoyenneté scientifique avec le développement récent des procédures visant à associer les citoyens aux choix scientifiques et techniques, dont il a été fait mention en introduction de notre travail, est manifeste. L'exemple le plus significatif de cette filiation est sans doute illustré par les travaux de l'un des initiateurs, en Europe, de l'enseignement des questions socio-scientifiques : le chercheur norvégien Stein D. Kolstø. Il n'est d'ailleurs pas surprenant que la montée d'une sensibilité à l'enseignement des questions scientifiques socialement vives se révèle précocement dans un pays scandinave. Le Danemark, avec la mise en place des conférences de consensus, fait en effet figure de précurseur dans le développement de protocoles impliquant les citoyens dans les choix scientifiques et techniques. C'est ainsi à une forme de transposition des conférences de consensus dans le monde de l'enseignement qu'invite Kolstø (2000) dans un récent rapport de

recherche. L'auteur y développe un modèle d'éducation aux questions socio-scientifiques dont le protocole s'inspire explicitement des conférences de consensus danoises[136].

Les intentions éducatives d'une telle formation à la citoyenneté scientifique de focalisent autour de la mobilisation des connaissances de sciences, c'est-à-dire la compréhension des concepts scientifiques qui sous-tendent les questions abordées, mais aussi sur la science, c'est-à-dire sur son fonctionnement. Ce dernier aspect inclut les dimensions sociales, morales et éthiques du développement des sciences. La capacité à exercer une citoyenneté scientifique repose également sur la maîtrise de compétences au sein desquelles les compétences argumentatives, qui se révèlent dans la pratique du débat entre pairs, occupent une place centrale. L'importance accordée aux compétences argumentatives repose sur le rôle fondamental de l'argumentation dans la formation et dans l'exposé d'opinions personnelles. Mais ces capacités reposent également sur la compétence à analyser des informations provenant de différentes sources. Au-delà des savoirs disciplinaires et des valeurs, les débats mobilisent chez les élèves des « savoir-faire » et des « savoir être » dont les plus importants semblent être les capacités à argumenter et à analyser les discours produits par différents acteurs. Avant de revenir plus en détail sur la pratique du débat, entendu comme dispositif didactique, et les compétences argumentatives qui y sont mobilisées, il nous semble nécessaire d'évaluer la prise en compte des questions socio-scientifiques dans les curricula. Ce sont surtout les programmes officiels de l'enseignement général des sciences de la vie et de la terre du système éducatif français qui sont envisagés ici.

III-1-1 La formation à la citoyenneté scientifique : un enjeu pour l'éducation

Plusieurs auteurs anglo-saxons porteurs du courant éducatif des études Sciences Techniques Sociétés ont milité pour l'introduction des questions socio-scientifiques (« *socio-scientific issues* ») dans l'enseignement des sciences. Il s'agissait alors d'affirmer la place centrale de ces questions dans le développement d'une citoyenneté responsable (Driver *et al.*, 2000 ; Kolstø, 2001a ; Zeidler, 1984…). Cette volonté est entrée en résonance avec les objectifs d'alphabétisation scientifique (« *scientific literacy* »), prônés par exemple par l'American Association for the Advancement of Science au début des années 1990. Les usages personnels et sociaux des connaissances ainsi que des modes de raisonnement scientifique sont clairement affirmés dans cette orientation éducative.

En France, bien que les « éducations à » (à la reproduction humaine, à la santé ou à l'environnement) aient été traditionnellement envisagées sous le spectre de leur inscription sociale depuis les années 1970, c'est surtout à partir de la dernière réforme des programmes

[136] Il précise ses objectifs de la manière suivante : "*In order to increase public participation in socio-scientific issues in recent years in several countries 'Consensus Conferences' have been arranged. In these conferences a group of lay people interact with different experts before trying to work out a consensual statement on the issue at stake. […] The idea of putting the main emphasis on presentation and the quest for consensus is inspired by the consensus conference model developed by the Danish Technology Council. During the 1990s this Council has arranged a number of so-called consensus conferences in Denmark*" (Kolstø, 2000).

Notons qu'en France, selon une perspective voisine, Laurence Simonneaux propose aux adolescents de l'enseignement agricole de débattre de la transgenèse animale en faisant une « *analogie avec la conférence de citoyen qui s'est déroulée en France sur les biotechnologies* » (Simonneaux L., 2003).

que l'enseignement des interactions entre sciences et société fait son apparition dans les instructions officielles de l'enseignement général de sciences de la vie et de la terre de lycée. Ainsi, le préambule du programme de la classe de seconde applicable à compter de l'année scolaire 2000-2001 s'ouvre sur l'injonction suivante : « *le programme vise à apporter les éléments de connaissance et plus largement de culture permettant de saisir les enjeux éthiques et sociaux auxquels est confronté le citoyen de notre temps.* ». Cet objectif transversal se retrouve dans différentes thématiques du programme[137]. Mais il est surtout palpable dans l'introduction de « Thèmes au choix » focalisés sur des « *sujets locaux ou d'actualité* ». Les sujets suivants, dont le traitement, au choix, est obligatoire, sont ainsi proposés : l'évolution de l'épaisseur de la couche d'ozone, les gaz à effet de serre, la qualité de l'air dans une ville, la progression des fronts de désertification ou de déforestation, l'érosion des sols liée à la déforestation pour ce qui concerne les questions d'environnement et les thérapies géniques, les empreintes génétiques, les organismes transgéniques, pour ce qui concerne les questions de santé et de bioéthique. (Extraits *BOEN*, n° 6, 12 Août 1999, hors série). L'analyse des travaux du groupe d'experts des programmes de sciences de la terre fait apparaître que l'orientation culturelle de l'enseignement scientifique inscrit la réforme 2000 comme une réponse à la crise de cet enseignement. Ce sont tout autant les contextes scientifiques et socio-institutionnels de la discipline que la forte médiatisation des thèmes d'environnement qui semblent avoir concouru à l'introduction des questions socio-scientifiques dans les programmes d'enseignement général de sciences de la vie et de la terre du secondaire (Urgelli, 2004).

Cette orientation culturelle de l'enseignement des sciences est maintenue en classes de première non scientifique. Ainsi en série économique et sociale, l'enseignement de biologie a pour objectif « *d'apporter des connaissances et une démarche, celle des raisonnements scientifiques, au travers de thèmes qui touchent à la responsabilité individuelle et collective face aux grands problèmes actuels de société* ». Il s'agit d'aborder différents sujets de santé humaine tels que la communication nerveuse et « *les problèmes soulevés par l'utilisation de molécules exogènes (médicaments et drogues)* » ou le contrôle neurohormonal de la reproduction jugé « *d'une grande importance pour les adolescents, au regard des problèmes de santé individuelle sous-jacents ainsi que des conséquences sociales et éthiques qu'il évoque* » ou encore la génétique et les biotechnologies qui « *permet d'aborder une réflexion critique sur l'étude des génomes et sur l'utilisation des biotechnologies particulièrement d'actualité dans le domaine biomédical et dans celui de l'éthique* » (Extraits *BOEN*, n° 7, 31 Août 2000)[138].

---

[137] Nous pensons particulièrement au thème 1 : « La planète Terre et son environnement » et l'accent mis sur la compréhension de l'effet de serre est l'occasion d'aborder des connaissances « *nécessaires à la compréhension de l'environnement, de son évolution et à la perception de sa fragilité* », et dans une moindre mesure au thème 3, « Cellule, ADN et unité du Vivant » dans lequel sont abordés les connaissances relatives à la transgenèse.

[138] Notons également qu'au-delà des trois thèmes obligatoires déjà envisagés, un thème est à choisir parmi les trois suivants : « Une ressource naturelle : le bois », « Alimentation, production alimentaire, environnement » et enfin « Une ressource indispensable : l'eau ». Ces thèmes environnementaux doivent respectivement permettre d'envisager « *les principes d'une exploitation scientifique raisonnée et d'une protection de la biodiversité des* ressources », l'alimentation mondiale *« en considérant à la fois l'individu et son environnement proche et global* » et la « *fragilité de l'environnement, importance des activités humaines au regard des équilibres naturels* ».

Il est suggéré qu'une « *interaction avec l'enseignement de géographie et de sciences économiques peut être mise en place à partir de ces thèmes* » (Extraits B.O.E.N, n° 7, 31 Août 2000).

Le programme de sciences de la vie et de la terre de première, section littéraire, s'inscrit dans une perspective similaire. Ainsi le thème « La représentation visuelle du monde », doit fournir aux élèves « *les bases d'une réflexion plus philosophique, par exemple sur la distinction entre "monde réel" et "monde perçu"* » que construit le cerveau ; tout comme le thème « l'alimentation et l'environnement » où il s'agit d'amener les élèves à s'interroger sur « *la place et la responsabilité de l'homme et de ses activités dans le monde* »[139]. Ce programme est introduit de la manière suivante :

> Quelle que soit leur formation initiale, nos contemporains auront en tant que citoyens, à participer à un nombre croissant de choix de société dans lesquels la science est impliquée. Il est évidemment hors de question de prétendre donner au lycée la maîtrise des connaissances scientifiques impliquées dans ces débats : qu'il s'agisse de l'environnement ou des manipulations génétiques, les problèmes sont trop difficiles, et en général mal maîtrisés, dans leurs conséquences à long terme, par les scientifiques eux-mêmes. Il est cependant possible de fournir, même à des élèves qui ont décidé de centrer leurs études secondaires hors du champ des sciences expérimentales, un certain nombre de clefs pour se repérer dans les enjeux de société à venir (Extraits *BOEN*, n° 7, 31 Août 2000).

Il est intéressant de noter sur ce point la place accordée à la maîtrise des connaissances scientifiques dans la façon dont est envisagée une formation à la citoyenneté scientifique. C'est en effet du fait de leur caractère jugé « difficile » (à fortiori puisque non maîtrisés par les « scientifiques eux-mêmes » !) bien plus que du fait de leur caractère provisoire et soumis à débat qu'il apparaît « évidemment hors de question » d'envisager la maîtrise des connaissances scientifiques par les élèves. Comme si parmi les « clefs » évoquées ne figurait pas, justement, la capacité à appréhender l'instabilité nécessaire des connaissances scientifiques.

Les interactions entre sciences et société sont envisagées de manière plus discrète en classes de première[140] et de terminale scientifique. En ce qui concerne l'enseignement obligatoire de terminale, il est précisé que « *la connaissance des mécanismes régulateurs du cycle menstruel permet la maîtrise de la procréation qui par certains de ses développements pose des problèmes éthiques.* » (Partie I.6, « Procréation ») ou encore que « *Produit récent de l'évolution biologique, l'Homme a les moyens d'avoir une influence sur l'avenir de la planète.* »), (Partie I.8, « Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps »). Mais ces interactions sont essentiellement abordées dans l'enseignement de spécialité[141].

---

[139] Au-delà des deux thèmes obligatoires déjà envisagés dans le programme de première section littéraire, un thème est à choisir parmi les deux suivants : « le contrôle neurohormonal de la reproduction et ses conséquences, de la régulation des naissances à la procréation médicalement assistée » et « génétique et biotechnologie ». Les interactions entre sciences et société sont envisagées dans le même esprit que celui du programme de première section économique et sociale (Extraits *B.O.E.N*, n° 7, 31 Août 2000).

[140] Dans les programmes de première scientifique, seule la partie 3 du thème 1, intitulée « La régulation de la glycémie et les phénotypes diabétiques », envisage explicitement les interactions entre sciences et société : « *La connaissances précise des gènes de susceptibilité au diabète et de leur polymorphisme entre dans le cas de la médecine prédictive. L'utilisation de cette connaissance soulève des problèmes éthiques importants* » (Extraits *B.O.E.N*, n° 6, 29 août 2002, hors série, p. 96-105).

[141] Le thème 1, « Du passé géologique à l'évolution future de la planète » du programme de l'enseignement de spécialité sciences de la sie et de la terre propose la présentation de données d'observations et de mécanismes physiques et chimiques (variation de la teneur en CO2 atmosphérique, effet de serre…) nécessaires pour appréhender les modèles de prévision des climats du futur, envisagée comme « *un enjeu à la fois de recherche scientifique et de société* ». Les documents d'accompagnement des programmes précisent d'ailleurs que « *La prévision des climats du futur est un enjeu à la fois scientifique et sociétal et fait l'objet de conventions,*

L'affirmation de la contribution de l'enseignement scientifique à la formation à la citoyenneté est par ailleurs manifeste dans la réforme 2005 des programmes de collège. Dans un souci de cohérence verticale, l'« Introduction commune à l'ensemble des disciplines scientifiques » (*BOEN*, n° 5, 25 août 2005, hors série, Annexe I, p. 4-7) affirme le caractère culturel de cet enseignement. Lequel, au travers des thèmes de convergence environnementaux, de santé et de sécurité, vise à contribuer à la formation de la « *responsabilité* » et de la « *citoyenneté* ». Les programmes de sciences de la vie et de la terre de la sixième à la troisième définissent ainsi les objectifs éducatifs de formation à la citoyenneté :

> Il s'agit de former les élèves à adopter une attitude raisonnée fondée sur la connaissance et de développer un comportement citoyen responsable vis à vis de l'environnement (préservation des espèces, gestion des milieux et des ressources, prévention des risques) et de la vie (respect des êtres vivants, des hommes et des femmes dans leur diversité) ». Une formation à l'histoire des sciences y est également envisagée pour faire réfléchir les élèves « sur la façon dont se construisent les savoirs, de manière rarement linéaire et progressive mais par tâtonnements, par remise en cause de théories incomplètes ou erronées (*BOEN*, n° 5, 9 sept. 2004, hors série, p. 18-27 et *BOEN*, n° 5, 25 août 2005, hors série, Annexe III, p. 23-38).

Cette orientation générale est renforcée par la loi d'orientation et de programmation pour l'avenir de l'école du 24 avril 2005 définissant un « socle commun de connaissances et de compétences » dont « *une culture humaniste et scientifique permettant le libre exercice de la citoyenneté* » et « *la maîtrise de compétences civiques et sociales* » font partie[142]. La loi d'orientation promeut un partenariat avec les élus et les associations ainsi qu'une éducation aux médias pour une école « *à l'écoute de la Nation* » visant à « *transmettre aux jeunes des valeurs et des connaissances, pour les préparer plus efficacement à leur rôle de citoyen et à leur avenir professionnel*. » Notons que ce texte reprend la généralisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable prônée à la rentrée 2004 par la *Stratégie Nationale du Développement Durable* en s'appuyant sur les trente ans d'existence de l'éducation à l'environnement, et dans laquelle sont envisagés des « temps de débat » autour

---

d'accords et de protocoles internationaux. […] *Les scénarios d'évolution de la température moyenne de la Terre qui, outre la variabilité naturelle du climat, prennent en compte l'impact de l'activité humaine, suggèrent un réchauffement au cours du XXI^e siècle de l'ordre de 2 à 5°C* ».

Par ailleurs, le thème 2 de ce même programme, « Des débuts de la génétique aux enjeux actuels des biotechnologies », précise qu'il convient d'aborder la transgenèse et la construction d'organismes génétiquement modifiés (OGM) ainsi que les biotechnologies et la génétique humaine (dépistage et diagnostic génétique). Les activités envisagées pour aborder ces questions sont présentées de manière pour le moins succincte : « *Dans un texte ou une étude expérimentale, repérer les problèmes soulevés par les OGM et argumenter scientifiquement.* »

Ou encore dans le document d'accompagnement : « *La révolution technologique des années 70 a ouvert la voie : aux manipulations du génome et à la création des organismes génétiquement modifiés (OGM), au séquençage du génome et donc à la possibilité de caractériser génétiquement les individus. Cette approche des applications de la biologie moléculaire ne doit pas être conçue uniquement sous l'angle scientifique mais doit permettre de prendre en compte les problèmes de société et les enjeux éthiques qui y sont associés. L'étude d'un exemple de thérapie génique chez l'Homme permet d'expliquer la différence entre transgenèse somatique (non transmissible à la descendance) et transgenèse germinale qui est refusée pour des raisons éthiques renforcées par un interdit formulé dans la loi de bioéthique de 1994* ».

Extraits du BOEN, n° 5 30 août 2001, hors série, Ministère de l'Éducation nationale / Direction de l'enseignement scolaire, 16 novembre 2001, « L'accompagnement du nouveau programme de terminale S ».

[142] Voir le Journal Officiel n 96 du 24 avril 2005, voir également le décret n° 2006-830 du 11 juillet 2006 définissant le socle commun. Rappelons que l'idée de socle commun n'est pas nouvelle et qu'elle remonte au plan Langevin-Wallon de 1947. En 1994, le Conseil national des programmes dans son rapport "Idées directrices pour les programmes du collège" avait de nouveau proposé de définir un socle commun de connaissances.

des questions d'environnement (*BOEN*, n° 28 du 15 juillet 2004, Circulaire n° 2004-110 du 8-7-2004). Bien que les programmes des sciences de la vie et de la terre dans le secondaire traduisent l'affirmation d'un intérêt pour l'éducation aux interactions entre sciences et société, cette tendance se fait moins sentir au fur et à mesure de la spécialisation scientifique des enseignements où le savoir pour le savoir, c'est-à-dire qui s'absout de ses conditions de production et de circulation sociales, reste la perspective dominante.

Par ailleurs, si l'introduction dans l'enseignement disciplinaire d'une forme d'éducation à la citoyenneté scientifique met en avant la « liberté » pédagogique de l'enseignant, il semble que ce soit pour mieux masquer l'absence de propositions concrètes d'activités didactiques adaptées et d'une formation des enseignants allant spécifiquement dans ce sens. La prise en charge des questions socio-scientifiques par les enseignants de sciences expérimentales apparaît problématique au regard de leur formation disciplinaire dominée par les connaissances conceptuelles bien plus que par des éléments relatifs à la nature des sciences ou à leur dimension sociale et à leurs relations aux valeurs morales et éthiques. C'est donc bien à des collaborations pluridisciplinaires qu'invite l'enseignement des questions socio-scientifiques. Sans cette collaboration nécessaire entre différentes disciplines, l'enseignement des questions socio-scientifiques risque d'être centré sur leur dimension scientifique, et sans nul doute positiviste, au détriment des aspects sociaux, économiques et éthiques. Mais n'est ce pas là finalement l'orientation implicite des programmes disciplinaires, comme semble en témoigner l'utilisation de l'adverbe *scientifiquement* dans l'injonction suivante : « *Ce thème doit permettre de poser scientifiquement des questions sur "Quels aliments pour nourrir demain six milliards d'hommes ?"* » (Thème « Alimentation et environnement », programme de science de la vie et de la terre, classe de première série économique et sociale, extrait *BOEN*, n° 7, 31 Août 2000) ?

De toute évidence les questions socio-scientifiques ont fait leur entrée, en tant que telles, dans l'enseignement général de lycée sans qu'une réelle réflexion didactique n'ait été menée sur les objectifs d'une telle formation, sur les pratiques pédagogiques qui peuvent être mise en œuvre ainsi que sur la formation des enseignants concernés. C'est d'ailleurs les conclusions que tiraient les membres de l'inspection générale de sciences de la vie et de la terre dans un rapport publié en 2001 et intitulé « *Exercer les élèves au savoir, éduquer aux responsabilités individuelle et collective* ». En se basant sur l'analyse de rapports d'inspections individuelles effectuées dans des classes de collèges et de lycées par des Inspecteurs Académiques et par les Inspecteurs Pédagogiques Régionaux de sciences de la vie et de la terre, les rédacteurs soulèvent que « *la prise en compte de la dimension civique des disciplines est actuellement quasi inexistante* » et que « *la pluridisciplinarité, essentielle à l'éducation civique, n'est que très rarement mise en œuvre* ». Les causes invoquées pour expliquer la difficulté de la mise en pratique d'une éducation à la citoyenneté impliquant l'ensemble des disciplines sont les manques « *de disponibilités horaires communes* », « *d'une équipe pédagogique constituée* » et « *d'expérience suffisante des enseignants* ». Il est alors envisagé d'aménager l'épreuve professionnelle des concours de recrutement et les formations des enseignants, lesquels déclarent en effet très généralement « *n'avoir pas eu l'occasion de réfléchir aux finalités civiques des programmes qu'ils sont chargés d'enseigner.* ». Les pratiques pédagogiques doivent intégrer une culture argumentative et non factuelle en reconnaissant que

> L'un des buts de l'éducation est de former à l'argumentation et donc à la pratique de la lucidité critique, condition de la conscience citoyenne. L'apprentissage de l'argumentation est aussi un

apprentissage de la communication, du débat (savoir écouter l'argument de l'autre, savoir convaincre, savoir respecter les opinions différentes), en même temps qu'une préparation à apprendre tout au long de sa vie (Rapport 2000-2001, I.G.E.N., SVT, « Exercer les élèves au savoir, éduquer aux responsabilités individuelle et collective »).

Pour ce qui nous intéresse plus spécifiquement, il est à noter que les instructions officielles rappellent toute l'importance, dans l'éducation à la citoyenneté scientifique du recours aux musées scientifiques, muséums d'histoire naturelle et centres de culture scientifique, technique et industrielle (CCSTI), principaux organismes acteurs de la « Mission de la culture, de l'information scientifique et technique et des musées » (dénommée ainsi depuis 1999) mise en place progressivement depuis 1982 par les Ministères de la Recherche et de l'Education Nationale. C'est également avec un objectif affiché de « *percevoir la dimension sociale, économique, éthique de la science et de la technologie* » que le Ministère de l'éducation prône un rapprochement entre les mondes de la recherche et de l'enseignement en favorisant des « Actions éducatives et innovantes à caractère scientifique et technique et ateliers scientifiques et techniques » (Circulaire n° 2001-046 du 21 mars 2001, Ministère de l'Education Nationale).

L'introduction dans l'hexagone, depuis une dizaine d'années, des recherches en didactique sur les questions socio-scientifiques doit beaucoup aux travaux de Laurence Simonneaux au sein de l'équipe de l'Ecole Nationale de Formation Agricole. Les objectifs d'un tel programme sont clairement précisés : *« former des personnes qui, informées sur les méthodes de recherche, sur leurs applications et éventuelles répercussions, soient capables de prendre des décisions argumentées lorsque les faits sont incertains et de participer aux débats »* (Simonneaux, 2003 p. 1). La contribution de ce mouvement de recherche n'est sans doute pas étrangère à une approche plus pragmatique et mieux accompagnée de la formation à la citoyenneté scientifique dans l'enseignement agricole. La mise en place des nouveaux programmes 2000 définis par le Ministère de l'Agriculture et de la pêche envisage à cette fin « *l'analyse contradictoire de la fiabilité des connaissances (exemples actuels des OGM, effet de serre…)* » de manière à mettre en évidence « *la relativité des connaissances dans des domaines complexes et/ou mal maîtrisés* » (Note de service n° 2000-2072 du 18 juillet 2000, Ministère de l'agriculture et de la pêche).

L'introduction des questions socio-scientifiques dans l'enseignement général des sciences de la vie et de la terre, si elle ne veut pas rester cantonnée à une simple déclaration de principe et demeurer centrée sur les connaissances scientifiques, doit donc à notre sens être éclairée par des travaux de recherche en didactique des sciences. Ces travaux, encore peu nombreux, doivent permettre de clarifier les objectifs d'un tel enseignement, d'en mesurer les limites, d'évaluer les pratiques pédagogiques qui peuvent être mises en œuvre et de participer à la formation des enseignants en ouvrant des pistes de réflexion.

Le cadrage de telles réflexions invite en premier lieu à préciser la nature et les caractéristiques principales des questions socio-scientifiques prises comme support d'une éducation à la citoyenneté scientifique.

III-1-2 La nature des questions socio-scientifiques : implications pour une recherche didactique

Dans un récent ouvrage consacré à l'enseignement des questions socio-scientifiques (socio-scientific issues : SSI), les auteurs britanniques Mary Ratcliffe et Marcus Grace s'attachent à cerner les caractéristiques de ces questions. Il s'agit d'un ensemble de questions ayant un ancrage scientifique fort et se présentant comme des dilemmes caractérisés par un large impact sur la société. De fait, ce sont donc les questions qui touchent à la santé, à l'environnement et aux innovations technoscientifiques qui sont regroupées sous ce vocable. Les bases scientifiques qui sous-tendent les SSI font souvent référence à des savoirs non stabilisés, faisant l'objet de débats au sein de la communauté de recherche. Il n'est pas rare que ces questions, centrées sur une problématique précise (« topical »), aient un caractère transitoire, soumis à l'avancée des connaissances. L'enseignement des questions socio-scientifiques ne peut donc faire fi d'une réflexion sur la nature et sur le fonctionnement de la science (Ratcliffe et Grace, 2003).

Par ailleurs, les questions socio-scientifiques impliquent la formation d'opinions quant aux choix personnels ou de société parce qu'elles correspondent à des attentes politiques, qu'elles aient une dimension locale, nationale ou globale. Pour les chercheurs et éducateurs anglo-saxons, ces questions font appel à des analyses de type coûts/bénéfices dans lesquelles doivent être pris en compte les facteurs de risques qui mobilisent des raisonnements probabilistes. Mais le raisonnement autour des questions socio-scientifiques mobilise aussi des valeurs, un positionnement moral et éthique. Cette dernière dimension est centrale dans notre questionnement de recherche, c'est pourquoi nous revenons ci-après sur les relations entre opinions et connaissances lorsque ce type de questions est abordé en contexte éducatif.

Enfin, les questions socio-scientifiques sont caractérisées par une large couverture médiatique. Cette propriété fait de l'enseignement de ces questions une entrée pour l'éducation aux médias dans laquelle le statut de la preuve et l'évaluation des sources d'information revêtent un caractère central. D'autant plus que, comme le rappelle la sociologue Dorothy Nelkin, « *the media sensationalizes sciences* » en mettant en scène les controverses. Selon cet auteur, les journalistes participent non seulement à introduire des biais de jugement mais aussi et surtout définissent les termes légitimes dans lesquels doivent se poser les questions autour d'un dilemme socio-scientifique (Nelkin, 1995).

L'école française de didactique des questions socio-scientifiques mobilise plutôt, à la suite d'Alain Legardez et d'Yves Alpe (2001), le concept proche mais non équivalent de « questions socialement vives. » Une question socialement vive (QSV) est « doublement » vive :

- dans la société, d'une part, où elle « *interpelle les pratiques sociales des acteurs scolaires (dans et hors institution) et renvoie à leurs représentations sociales* », où elle « *est considérée comme un enjeu de société et suscite des débats* » tout en faisant « *l'objet d'un traitement médiatique tel que la majorité des acteurs scolaires en ont connaissance* » ;
- dans les savoirs de référence, d'autre part, où elle est l'objet de « *controverses entre spécialistes des champs disciplinaires ou entre les experts des champs professionnels* ».

Cette école, fortement marquée par les spécificités didactiques disciplinaires, propose de distinguer les questions sociales, économiques, historiques, environnementales, biologiques, etc., socialement vives. Simonneaux (2004) remarque que ces questions, lorsqu'elles se

rapportent aux sciences expérimentales particulièrement, peuvent être considérées comme « triplement » socialement vives puisqu'« *en classe les enseignants se trouvent souvent démunis pour les aborder* ». La proximité des concepts soutenus par les vocables de « questions scientifiques socialement vives » et de « questions socio-scientifiques » nous est apparue suffisante, pour que nous les utilisions indifféremment par la suite.

Les questions socio-scientifiques : entre connaissances et opinions

Nous l'avons vu, l'un des critères épistémologiques de démarcation de la connaissance scientifique réside dans sa distinction de l'opinion. Nous avons discuté également de la fragilité de cette distinction. Dans le champ de connaissances qui retient notre attention du moins, les sciences du cerveau, l'interdépendance entre connaissances et opinions est incontournable. Il n'en reste pas moins que l'enseignement secondaire s'est aussi construit sur une dichotomie entre présentation de données scientifiques, dévolue classiquement à l'enseignement des sciences expérimentales, et considération des questions de société, prise en charge par les autres disciplines. Il n'est qu'à demander à un lycéen du système éducatif français quels sont les enseignements scientifiques qui lui sont proposés pour s'en convaincre. Il répondra dans la majorité des cas que ce sont les mathématiques et les sciences expérimentales (sciences de la vie et de la terre, sciences physique et chimie), déniant un quelconque caractère scientifique aux sciences humaines (sciences économiques et sociales, histoire, géographie), suivant en cela une hiérarchie des disciplines largement institutionnalisée. On peut penser que l'introduction de l'enseignement des questions socio-scientifiques dans le cadre de l'éducation à la citoyenneté est susceptible de faire évoluer ce type de représentations. Car nous l'avons déjà précisé ces questions impliquent des valeurs, des croyances, des raisonnements éthiques tout autant que des connaissances conceptuelles de science. Il n'apparaîtra donc pas inutile de faire référence aux éléments de réflexion déjà abordés concernant les relations entre connaissances et opinions.

Une démarche de recherche prenant pour objet l'éducation à la citoyenneté scientifique se doit donc d'interroger les relations entre connaissances conceptuelles et procédurales d'une part et opinions, attitudes ou croyances d'autre part, non pas de manière séparée mais plutôt dans leurs interactions. En effet, les questions socio-scientifiques controversées impliquent non seulement d'être considérées comme importantes par un nombre appréciable de personnes, mais aussi d'engager des jugements de valeurs personnels. Une prise de décision relative à une question scientifique socialement vive ne peut être établie seulement par des faits, des preuves ou des expériences. Car les valeurs résultent d'un mélange complexe entre des systèmes de croyances et des normes sociales et culturelles. Elles recouvrent une forme de moralité personnelle par rapport à ce qui est intrinsèquement bon ou mauvais, ce qui les distinguent de l'éthique. L'éthique est à envisager dans un contexte social comme un processus rationnel négocié, par lequel les individus d'une communauté décident de ce qui est bon ou non. « *Penser en termes éthique c'est penser généralement en cherchant toujours un accord ou une possibilité d'accord, des valeurs impliquées* » (Warnock, 2001, p. 156, cité par Ratcliffe et Grace, 2003).

Parce qu'il implique à la fois des connaissances et des valeurs, la recherche autour de l'enseignement des questions socio-scientifiques est amenée à interroger les procédés argumentatifs qui s'expriment chez les différents participants. Comme le précise Breton, l'argumentation, qui consiste à proposer une opinion à d'autres « *en leur donnant de bonnes raisons d'y adhérer* », présente comme enjeu majeur « *le contrôle et la légitimité de certaines traductions de connaissances en opinions* » (Breton, 2001, p. 25). De fait, que ce soit en contexte d'éducation formelle ou non formelle, la pratique du débat argumenté s'est imposée comme une stratégie adaptée pour aborder les questions socio-scientifiques. C'est pourquoi, dans notre perspective de recherche, l'étude de l'argumentation occupe une place privilégiée. Certains didacticiens précisent les relations entre connaissances scientifiques et valeurs impliquées dans des prises de décision autour d'une question socio-scientifique. Ainsi Maria-Pilar Jimenez Aleixandre *et al.* (2002) font l'hypothèse que les connaissances scientifiques permettent de « peser » les avantages et désavantages des différentes options disponibles relativement à un dilemme socio-scientifique donné et donc que ces connaissances sont susceptibles de changer les attitudes et les comportements des adolescents. Mais nous verrons que plusieurs études tendent à relativiser l'importance des connaissances scientifiques dans les prises de décisions autour d'une question socio-scientifique.

III-1-3 Le débat argumenté : une modalité de formation à la citoyenneté scientifique

L'enseignement des sciences de la vie et de la terre, parce qu'il aborde de nombreuses questions socialement vives (OGM et biotechnologies, clonage, substances psychoactives, cellules souches…), ne pouvait rester en marge d'une réflexion sur sa contribution dans l'éducation à la citoyenneté. Cette réflexion qui interroge les objectifs et les pratiques pédagogiques de la discipline a été engagée depuis une quinzaine d'années dans les pays anglo-saxons. Les questions socialement vives, de part leur caractère ouvert sur la complexité, sans réponse définitive et mettant en jeu des dilemmes, apparaissent comme des candidats idéaux à la mise en œuvre de raisonnements non formels par les élèves. Comme le précisent Means et Voss, « *Informal reasoning assumes importance when information is less accessible, or when the problems are more open-ended, debatable, complex or ill-structured, and especially when the issue requires that the individual build an argument to support claim"* (Means et Voss, 1996 p. 140, cité par Sadler, 2004). Selon cette perspective, la mise en œuvre de compétences relatives au raisonnement non formel caractérise, dans une société démocratique, la capacité d'un citoyen à formuler ses propres opinions au regard de questions complexes et peu structurées. L'introduction des questions socio-scientifiques et par là même du raisonnement non formel dans l'enseignement des sciences expérimentales invite ainsi à repenser non seulement les objectifs de cet enseignement mais aussi les pratiques pédagogiques qui y sont dévolues. Qu'il soit structuré en classe entière, organisé en petit groupe de discussion, précédé ou non par des activités qui stimulent l'analyse, la pratique du débat argumenté entre pairs apparaît comme la stratégie principale pour aborder en contexte éducatif les questions socialement vives.

Dans un premier temps, des études de recherche en didactique des sciences ont envisagé l'utilisation de débats scientifiques dans les enseignements disciplinaires. Cette démarche

s'apparente à une transposition du processus de validation des résultats soumis à la critique des pairs, sur le modèle de son utilisation au sein de la communauté scientifique. Elle vise à développer plus une culture de recherche et de réflexion qu'une culture de résultats. Le débat scientifique entre pairs peut alors être mobilisé dans les phases de problématisation et/ou de modélisation (Joshua et Dupin, 1989 ; Orange, 2003). Le modèle didactique convoqué, qui place les discussions entre pairs, et donc le langage, au centre des processus cognitifs, constitue un élément structurant de l'approche socioconstructiviste. Nous reprenons à notre compte cette perspective, chère à Lev Vygotsky[143], dans l'analyse que nous faisons des débats argumentés en classe. Pour autant nous ne nous attardons pas sur cette acception du débat scientifique, qui ne recouvre qu'à la marge la mise en débat des questions socio-scientifiques. Il est essentiel de préciser cependant la distinction à opérer entre débat scientifique et débat sur une question socialement vive (Beitone, 2004). Car, même si ces situations d'apprentissages peuvent mobiliser des compétences communes (argumentation, communication rationnelle…), leurs objectifs n'en sont pas moins différents. Le débat scientifique se donne en effet comme objectif la formulation d'énoncés vrais et réfutables, alors que c'est à la recherche d'une justesse politique et éthique que se consacre le débat autour d'une question socio-scientifique. Si cette distinction proposée par Habermas n'est pas clairement identifiée, on risque d'introduire une confusion entre justesse et vérité, entre discours de type normatif et discours de type positif. Les écueils évidents qui en découlent sont le développement de discours scientistes ou à l'inverse de discours exagérément relativistes[144]. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

La pratique des débats argumentés a également fait l'objet d'expériences pédagogiques et de réflexions dans le cadre de l'éducation à la citoyenneté déjà mentionnée dans l'introduction de ce travail. De nombreuses propriétés de ce type de procédures ont été étudiées : place de l'enseignant, « contractualité » préalable au débat, argumentation versus persuasion, argumentation heuristique versus argumentation polémique…[145]

Quatre orientations de recherche structurent le champ de la didactique des questions socio-scientifiques

Dans un deuxième temps, des recherches en didactique des sciences ont été menées, relativement aux débats portant sur les implications sociales des sciences, dans le champ des recherches éducatives sciences – technologie – société. Comme nous l'avons déjà précisé, ce courant de réflexion sur l'enseignement des questions socio-scientifiques a été engagée dès la fin des années quatre vingt. En France, ce sont surtout les travaux de Laurence Simonneaux et de son équipe toulousaine qui abordent la formation aux débats dans une perspective socioconstructiviste (Albe, 2003 ; Simonneaux, 2001 ; Simonneaux, 2003 ; Simonneaux,

[143] Le collectif de chercheurs regroupé autour de la thématique « Argumentation et disciplines scolaires » rappelle ainsi en le citant l'apport de la pensée, originale dans ce premier tiers du XX^{e} siècle, du psychologue d'origine russe qui affirmait l'origine sociale des processus mentaux entendus comme l'intériorisation progressive des processus sémiotiques : « *Le langage égocentrique représente une série de stades précédant le développement du langage intérieur.* […] *C'est-à-dire le passage des formes d'activité sociale, collective de l'enfant à des facteurs individuels* » (Vygotsky, 1935, p. 341 et 343, cité par Douaire, 2004 p. 20).

[144] Alain Beitone rappelle également que *« La classe n'est ni le lieu de recherche d'un consensus sur des valeurs qui divisent la société, ni le lieu de la décision politique »* (Beitone, 2004, p. 11).

[145] Voir à ce sujet *Les cahiers pédagogiques*, n° 401, février 2002, dossier « Débattre en classe ».

1999…). Les questions socialement les plus « vives » concernent le domaine des biotechnologies et celui de l'environnement, du fait de la situation d'incertitude scientifique, des risques plus ou moins imminents et d'un traitement médiatique important. Ces travaux ont largement nourri notre réflexion quant à la mise en œuvre pragmatique de situations de débat en classe. Ils ont établi l'intérêt de la pratique de discussions collectives sur la qualité de l'argumentation des élèves, tout en pointant l'influence de certains facteurs sociaux.

Les recherches engagées portent essentiellement sur l'argumentation, la prise en compte de la nature des sciences, les dimensions épistémologiques, culturelles et émotives c'est-à-dire les connaissances et les valeurs qui fondent les débats sur ces questions. Plus précisément, on peut, à la suite de Sadler (2004), distinguer quatre grandes perspectives dans ce champ de recherche. La plus ancienne de ces perspectives interroge l'influence de la compréhension des concepts scientifiques sur le raisonnement relatif à une question socio-scientifique. Si la compréhension des concepts scientifiques ne semble pas affecter significativement la qualité de l'argumentation (Kuhn, 1991 ; Zohar et Nemet, 2002), il n'en reste pas moins que la maîtrise de ces concepts apparaît comme nécessaire pour pouvoir développer un raisonnement sur une question socio-scientifique. Ainsi, Fleming rappelle que le mode de raisonnement dominant, lorsque sont abordées des questions socio-scientifiques, est organisé par des connaissances « sociales » et des valeurs. Mais cet auteur pointe également en quoi le « vernis lexical » des connaissances scientifiques scolaires peut rendre impossible leur mobilisation : *« School science is the source of the colloquial expressions. It is not, from students' perspectives, a source of useful information for analizing socio scientific issues »*. (Fleming, 1986, p. 698, cité par Sadler, 2004). Ainsi certains aspects du raisonnement argumentatif semblent liés aux connaissances disciplinaires, lesquelles peuvent favoriser la précision et le nombre des raisons invoquées pour justifier une opinion.

La seconde perspective de recherche se focalise plutôt sur les différentes modalités d'évaluation, par les élèves, des informations multiples et parfois contradictoires ainsi que des sources d'informations mobilisables autour d'une question socio-scientifique. Ainsi, Sadler, Chambers et Zeidler (2004) ont proposé à 89 lycéens l'analyse de deux textes contradictoires correspondant à des déclarations de chercheurs sur le thème du réchauffement climatique. Leur analyse révèle que plus d'un tiers des adolescents ont une conception très naïve de la nature empirique des données de recherche. Certains ne sont pas capables d'identifier les données empiriques dans un texte et font état d'une confusion réelle entre données, hypothèses et prédictions. L'étude qualitative proposée par Kolstø (2001b) envisage, elle, la façon dont les adolescents évaluent une source d'informations incluant le contenu des informations et les autorités qui fournissent ces informations. L'auteur distingue de ce point de vue deux groupes distincts d'élèves. Les premiers accordent une légitimité à une source d'information si cette dernière communique en soi de la confiance ou si l'expertise scientifique y est perçue dans un domaine particulier. Les seconds n'acceptent pas de se soumettre à l'autorité d'une source d'information sans avoir évalué la façon dont sont présentés les risques et/ou les intérêts, la neutralité et les compétences des auteurs. Mais d'une manière générale, ces travaux révèlent le caractère superficiel de l'analyse des informations par les adolescents, comme s'ils identifiaient la nécessité d'évaluer les informations proposées mais manquaient de compétences et de stratégies pour le faire.

La troisième orientation de ce courant didactique se focalise sur les relations entre les conceptualisations de la nature des sciences par les élèves et les prises de décisions socio-scientifiques (Sadler *et al.*, 2004).

Enfin le quatrième courant, qui est aujourd'hui l'objet d'une majorité de publications scientifiques, envisage l'argumentation socio-scientifique, c'est-à-dire la façon dont les élèves construisent et justifient leurs opinions et leurs conclusions relatives à une question socio-scientifique (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000 ; Kolstø, 2004 ; Osborne *et al.*, 2001 ; Sadler et Donnelly, 2006 ; Simonneaux, 2001 ; Simonneaux, 2003 ; Simonneaux et Simonneaux, 2004 ; Zohar et Nemet, 2002).

Bien que notre réflexion se soit nourrie de la diversité de ces différentes « visées » du problème, c'est surtout selon ces deux dernières perspectives que le corpus de recherche sera envisagé. Elles font, par la suite, l'objet d'un développement spécifique dans la présentation de notre cadre théorique de recherche. Ce choix a été motivé par le protocole des débats sciences et société sur lesquels nous avons travaillé. Parce qu'ils ménagent une rencontre avec un chercheur et dans certains cas avec un responsable d'association de malades, l'étude de l'argumentation socio-scientifique et de la conceptualisation des différentes dimensions de la nature des sciences par les élèves nous a semblé pertinente. En effet, comme les études antérieures le montrent, la question de l'influence de la maîtrise des concepts scientifiques par les élèves ne semble pas déterminante. Les connaissances scientifiques des élèves seront envisagées, mais dans leurs relations avec les opinions, au sein de l'argumentation. Et c'est pourquoi notre analyse est structurée par l'étude de l'argumentation socio-scientifique des lycéens. Elle privilégie par ailleurs l'étude des conceptions épistémologiques des élèves. Les connaissances sur les sciences sont tout aussi essentielles que les connaissances de sciences, dans une perspective de formation à la citoyenneté scientifique. Enfin, il est évident qu'une recherche didactique portant sur un protocole de débat lycéen ménageant la rencontre d'un chercheur, au sein d'un institut de recherche, ne peut s'abstraire d'une réflexion relative à la façon dont les adolescents évaluent ces « sources » d'information. Nous en tenons compte en laissant une large place aux éléments de contexte dans l'exploitation des données de recherche.

III-1-4 Débats socio-scientifiques et compétences argumentatives

Avant d'envisager les principales données de recherche en didactique des questions socio-scientifiques, on peut définir le sens que nous donnerons à l'argumentation.

Qu'entend-on par argumentation ?

Au sein des activités de communication, argumenter n'est ni exprimer, ni informer, dans la mesure où on argumente sur quelque chose de vraisemblable et non sur des certitudes. Argumenter, c'est donc plutôt une modalité du convaincre mais différente de la manipulation, dans le sens où l'argumentation ne se donne pas comme objectif de convaincre à tout prix. Argumenter c'est tenter de convaincre un auditoire en lui offrant, selon l'expression de Philippe Breton (2003), « *de bonnes raisons d'adhérer à l'opinion qu'on lui propose* ». Citant Chaïm Perelman, Breton définit ainsi l'argumentation comme un ensemble de « *techniques discursives permettant de provoquer ou d'accroître l'adhésion des esprits aux thèses que l'on*

présente à leur assentiment » (Perelman, 1970, p. 5, cité par Breton, 2001, p. 11). L'argumentation apparaît ainsi comme une fonction du langage qui d'un point de vue méthodologique pose, nous y reviendrons, un certain nombre de problèmes quant aux caractéristiques structurelles, fonctionnelles et linguistiques qui permettent d'attester de l'argumentativité d'un discours.

En contexte éducatif, la mise en débat des questions socio-scientifiques peut être définie comme une confrontation d'opinions entre pairs, sur un objet particulier, souvent à finalité externe, supposant un minimum de désaccord et qui revêt un caractère plus organisé et moins informel qu'une simple discussion. L'argumentation occupe évidemment une place déterminante dans cette confrontation d'opinions.

Dans la perspective didactique retenue, nous définissons l'argumentation socio-scientifique comme la façon dont les individus construisent, justifient, supportent une opinion personnelle ou une prise de décision autour d'une question scientifique socialement vive.

Données de recherche sur l'argumentation autour des questions socio-scientifiques

C'est donc, très généralement, selon des protocoles incluant à la fois des discussions argumentées entre pairs et une prise de décision individuelle sur la question socio-scientifique envisagée que des expériences pédagogiques ont été menées autour de l'argumentation. L'étude de l'argumentation apparaît alors comme un moyen d'accéder au raisonnement non formel mis en œuvre par les élèves lorsqu'ils débattent d'une question socio-scientifique. Bien que peu étudié le raisonnement non formel, qui se distingue du raisonnement formel ou logique, mobilisé en mathématiques par exemple, n'en est pas moins une compétence utilisée dans la vie de tous les jours. Ce type de raisonnement implique la prise en compte des causes et conséquences, des avantages et désavantages, pour s'exprimer (pour ou contre) différentes décisions alternatives possibles à un problème donné. Nous qualifions de raisonnements non formels les processus cognitifs impliqués dans la façon dont les individus pensent ce type de problème mal structuré, sans solution définitive. A cet égard, l'argumentation socio-scientifique, qui sous-entend également l'expression d'attitudes et d'opinions, apparaît comme une forme de raisonnement non formel, le plus souvent de type inductif plus que déductif (Kuhn, 1991 ; Kuhn, 1993).

La plupart des études portant sur l'argumentation socio-scientifique révèlent dans ce domaine la faiblesse argumentative des élèves mais, plus généralement, de l'ensemble des individus quel que soit leur âge ou leur sexe[146]. Cette faiblesse argumentative se traduit particulièrement par des difficultés à articuler et à défendre différentes positions. Il peut sembler logique, à première vue, que les capacités d'argumentation socio-scientifique d'un individu sont conditionnées par ses connaissances, c'est-à-dire qu'une bonne maîtrise des contenus scientifiques est nécessaire pour développer une argumentation de bonne qualité. Pourtant, plusieurs travaux mettent en évidence l'absence de corrélation entre les connaissances conceptuelles antérieures par rapport à une question socio-scientifique et la qualité de l'argumentation (Kuhn, 1991 ; Perkins *et al.*, 1991)[147].

[146] Khun relève également un développement des compétences argumentatives à partir de l'âge de huit ans et ce jusqu'au milieu de l'adolescence sans évolution particulière jusqu'à l'âge adulte (Kuhn, 1991).

[147] Kuhn précise dans ce sens : "*The data show that a large sophisticated knowledge base in a content domain does not determine the quality of thinking skills used in the domain*" (Kuhn, 1991, p. 39).

Il semble que la maîtrise des connaissances scientifiques connexes à un dilemme socio-scientifique ne soit pas le garant d'une bonne qualité d'argumentation. Cependant, comme l'ont montré Means et Voss (1996), certains aspects du raisonnement argumentatif, particulièrement la capacité à justifier des conclusions par des raisons diverses et précises, sont liés à la maîtrise de connaissances conceptuelles. Pour leur part, Sadler et Donnely (2006) ont étudié la relation entre connaissances scientifiques des élèves et qualité de leur argumentation autour des questions posées par le développement de l'ingénierie génétique (thérapie génique et clonage). Leur analyse montre que les élèves ne mobilisent pas particulièrement les connaissances scientifiques acquises dans la mise en débat d'une question socio-scientifique. Mais les auteurs précisent que cette absence de corrélation statistique entre qualité des connaissances scientifiques et qualité de l'argumentation ne signifie pas pour autant qu'il n'y a pas un lien entre ces deux éléments. Ils proposent un modèle de « seuil de transfert » des connaissances sur la qualité de l'argumentation pour rendre compte de cette relation non linéaire.

La relation entre connaissances scientifiques et qualité de l'argumentation ne fait donc pas l'objet d'un consensus et mérite d'être mise au centre des recherches en didactique des questions socio-scientifiques. Plus précisément, nous retenons la problématique du transfert par les élèves des connaissances scientifiques dans un contexte différent de celui de la classe, par exemple lorsqu'ils sont engagés dans des processus argumentatifs autour des implications sociales des sciences.

Compétences argumentatives et stratégies didactiques

Bien que certains travaux rapportent qu'une formation ciblée peut s'avérer bénéfique pour développer les compétences argumentatives des élèves, il semble que généralement, ces derniers ont tendances à affirmer des assertions non justifiées en prenant rarement en compte la diversité des opinions qui peuvent s'exprimer (peu de contre propositions ou de restrictions, peu de preuves ou théories alternatives). Ainsi la double analyse argumentative et épistémologique menée par Maria-Pilar Jimenez-Aleixandre et ses collègues (2000) sur les échanges entre adolescents autour d'une controverse en génétique fait apparaître que plus des deux tiers des arguments proposés reposent sur des assertions sans justification. Moins d'un argument sur 5 proposés par les adolescents qui participent activement à la discussion sont supportés par des garanties ou des données et essentiellement en mobilisant des relations de causalité et d'analogie.

Plusieurs stratégies pédagogiques ont été envisagées pour développer les compétences argumentatives des élèves autour des questions socio-scientifiques. Nous retenons les suggestions selon lesquelles la connexion personnelle des élèves à une problématique locale, ou ayant pour eux une signification concrète, participe de l'augmentation de leurs compétences argumentatives (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2004 ; Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz, 2002 ; Patronis *et al.*, 1999). L'équipe de Jiménez Aleixandre (2004) propose par exemple aux adolescents de débattre des conséquences possibles du naufrage du pétrolier *Prestige* survenu sur les côtes espagnoles en Novembre 2002. C'est, entre autres, pour rendre

la question socio-scientifique abordée dans le cadre de ce travail[148] « authentique » que nous avons organisé des débats sciences et société intégrant la participation d'un responsable d'association de malades, bénéficiaires potentiels des thérapies cellulaires.

Les travaux présentés par Zohar et Nemet (2002) retiennent également notre attention. Ces travaux se focalisent sur l'analyse de l'apprentissage lorsque l'enseignement du raisonnement argumentatif est associé à l'enseignement de contenus scientifiques. Le programme de recherche (*Thinking in science classroom*) dans lequel s'inscrit leur étude se définit en rupture avec une conception hiérarchique, linéaire et séquentielle de l'apprentissage selon laquelle le travail sur des raisonnements complexes, de type argumentatif par exemple, nécessite comme pré requis la maîtrise de connaissances et de modes de raisonnements de base. Mettant en avant l'importance de la pensée réflexive dans tout apprentissage, les auteurs soutiennent le développement de stratégies pédagogiques incluant des objectifs de contenus scientifiques et de modes de raisonnement, y compris complexes, discutés explicitement avec les élèves. Relativement aux compétences argumentatives, Zohar et Nemet soutiennent ainsi que les adolescents doivent être amenés non seulement à construire des arguments mais aussi à avoir l'opportunité de s'engager dans des discussions sur ce que constitue un bon argument. Leur étude porte ainsi sur l'argumentation de 99 lycéens impliqués, pendant plusieurs semaines, dans des débats autour de l'utilisation des tests génétiques dans la prédiction de certaines pathologies (déterminisme génétique de la maladie de Huntington notamment). Ces adolescents ont par ailleurs bénéficié d'un enseignement sur l'argumentation. L'analyse argumentative de leurs prises de décision a été comparée à celle de 87 lycéens s'exprimant sur la même thématique ayant suivi un enseignement traditionnel, magistral, des connaissances scientifiques. Cette analyse met en exergue le fait que la formation, et particulièrement son inscription dans le cadre de la mise en débat d'une question controversée, se traduit par une meilleure mobilisation des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves. Il semble que dans ce cas, la formation proposée permette d'alerter les élèves sur l'importance des connaissances scientifiques spécifiques dans l'argumentation. De plus, les auteurs concluent que l'intégration d'un enseignement explicite de l'argumentation entraîne non seulement une amélioration des compétences argumentatives (conclusions supportées par des justifications ou des raisons plus diverses) mais aussi une meilleure maîtrise des connaissances biologiques se rapportant à la question traitée. Par ailleurs les élèves concernés se révèlent capables de transférer les habiletés de raisonnement développées dans le contexte de la génétique à des contextes différents, ce qui vient confirmer l'intérêt du travail métacognitif engagé. Nous devons ici insister sur l'importance de la durée de la formation à l'argumentation socio-scientifique mise en œuvre (douze semaines) dans cette étude, laquelle détermine à notre sens l'amélioration des compétences argumentatives mobilisées par les élèves, et pas seulement des connaissances scientifiques se rapportant à la question abordée comme cela est rapporté par Kortland (1996) dans une expérimentation menée avec des collégiens autour d'une question environnementale.

En tout état de cause, il ressort des recherches portant sur la formation à l'argumentation socio-scientifique que celle-ci est délicate et largement conditionnée par les stratégies

[148] Les utilisations des cellules souches embryonnaires humaines pour la recherche fondamentale et dans la perspective du traitement des maladies neurodégénératives.

éducatives mises en œuvre. Notre travail de recherche se focalise d'ailleurs sur les conséquences du protocole de mise en débat d'une question socio-scientifique en termes de compétences argumentatives. C'est aussi pourquoi nous revenons, dans un dernier paragraphe consacré à l'état des recherches en didactique des questions socio-scientifiques, sur les études ayant spécifiquement évalué des protocoles de débat sur l'argumentation des élèves.

Avant cela, nous présenterons les principales données de recherches ayant abordé la place des conceptions des élèves relatives à la nature et au fonctionnement des sciences dans l'enseignement des questions socio-scientifiques.

III-1-5 Débats socio-scientifiques et « nature des sciences »

Les connaissances sur la science sont envisagées comme des éléments nécessaires pour pouvoir appréhender les débats relatifs aux implications sociales des sciences. Kolstø (2000), qui a particulièrement travaillé sur cette dimension de l'éducation des questions socio-scientifiques, précise dans ce sens : « *Knowledge of the nature and the limits of science are necessary as tools to interpret and debate statements with a science dimension occurring in debates over socio-scientific issues.* »

Les recherches didactiques, qui se sont focalisées sur les relations entre la conceptualisation de la nature des sciences et les processus de prise de décision argumentée, mettent en avant l'influence des connaissances sur la science dans la manière même d'aborder les questions socio-scientifiques. Les études reposent sur l'hypothèse selon laquelle les conceptions que les élèves ont de la nature des sciences affectent l'interprétation des connaissances scientifiques. En retour ces conceptions influencent le raisonnement en relation avec les questions contingentes sur ce savoir. Il s'agit donc d'interroger la façon dont les élèves mobilisent leurs connaissances relatives aux valeurs et aux modes de pensée qui fondent le développement des connaissances scientifiques. Nous nous inscrivons pleinement dans ce questionnement sur le « content transcending knowledge », pour reprendre le vocable de Kolstø, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances « à propos » de sciences et non focalisées sur les productions de la communauté scientifique[149].

Les éléments épistémologiques dont il est ici question lorsque nous parlons de la « nature des sciences » recouvrent bien entendu les descriptions et caractéristiques basiques de l'activité de recherche que l'on pourrait qualifier d'interne (notion de paradigme, distinction entre hypothèses, théories, lois, limites de validité, rationalité, empirisme, réalisme, objectivité, doute, créativité des chercheurs dans l'interprétation des données, dimension collective de l'activité de recherche…). Ils rendent compte également du caractère provisoire, révisable d'une connaissance scientifique et recouvrent l'opposition entre savoir relativement stabilisés et savoirs instables, qui font débat au sein de la communauté scientifique et qui caractérisent souvent les questions socio-scientifiques. Cette caractéristique, le plus souvent implicite, de la connaissance scientifique permet d'appréhender en quoi elle se construit dans le changement inhérent au débat contradictoire entre pairs, « contre » elle-même. Enfin, selon

[149] Kolstø définit le « content transcending knowledge » comme « *knowledge or skills and attitudes that do not have their focus on the products of science community.* […] *The focus is shifted from knowledge in science toward knowledge about science*" (Kolstø, 2001a, p. 292).

la perspective qui est la notre, l'interdépendance de la recherche scientifique avec les normes culturelles, morales, éthiques de la société dans laquelle elle se développe est un élément structurant de la nature des sciences. En incluant les dimensions sociales nous ne faisons là que prendre acte des évidentes connexions que les technosciences entretiennent avec les besoins industriels et sociaux : « *Science and scientific knowledge is more closely intertoined with power and interest* » (Kolstø, 2004).

Plusieurs études sur les conceptions d'adolescents relatives à la « science en train de se faire » permettent de dresser avec Ratcliffe et Grace (2003) un portrait des différents éléments constitutifs de « mythes » se rapportant à la nature des sciences. On peut, par exemple, citer l'appréhension de la science comme activité individuelle, ou l'identification de la science fondamentale à ses applications technologiques ou encore la potentialité et l'objectivité de la science à répondre à toutes les questions, y compris celles d'ordre morale, éthique, esthétique. L'identification du modèle scientifique à la réalité ainsi que le caractère absolu, non révisable, des connaissances scientifiques, comme l'évidence de l'acceptation d'un nouveau modèle, sont autant de conceptions mythiques concernant la nature des sciences. Les auteurs pointent également les confusions entre lois, théories et hypothèses. Ces dernières étant essentiellement envisagées sous leur acception explicative (donc susceptibles de devenir des théories) plus que généralisante ou prédictive. Enfin l'expérimentation apparaît comme la principale activité de recherche scientifique. La communication entre pairs, l'observation, l'analyse, la spéculation, la recherche bibliographique ou l'investigation ne font pas partie des conceptualisations de la nature des sciences par les élèves. Ce qui vient renforcer une appréhension des sciences plus procédurale que créative.

Dans un travail consacré à la mise en débat de la question du réchauffement climatique, Sadler et Zeidler (2004) ont proposé à 89 lycéens d'évaluer deux textes scientifiques contradictoires, présentés comme des déclarations de chercheurs, l'un mettant en avant une crise climatique et environnementale d'origine anthropique, l'autre privilégiant l'hypothèse d'un réchauffement global d'origine naturelle. Un questionnaire permettait également de préciser les conceptualisations de la nature des sciences par les adolescents en se focalisant sur trois dimensions : les bases empiriques de la recherche scientifique, l'incertitude et le caractère provisoire des connaissances scientifiques et l'interdépendance culturelle et sociale de l'activité de recherche. Leurs résultats suggèrent que 17 % des adolescents ne sont pas capables d'identifier les données empiriques dans un texte et qu'au final seulement la moitié des lycéens témoignent d'une réelle compréhension de la nature empirique des sciences. Le caractère provisoire des connaissances scientifiques était révélé dans les deux textes proposés aux adolescents par la possibilité d'interprétations également viables mais opposées, produites à partir des mêmes données initiales. Il semble que, dans cette étude, les lycéens manifestent une compréhension générale de l'incertitude et de la non stabilité des connaissances scientifiques. Certes, plusieurs élèves pensent que les données initiales de recherche sont différentes pour les deux textes proposés mais, dans leur majorité, ils invoquent des analyses différentes des mêmes données. Ils mettent alors en avant des différences de points de focalisation ou d'opinions et de croyances entre les chercheurs. De même, la dimension sociale des sciences est en général appréhendée, que ce soient les causes et influences de la société sur le réchauffement climatique, ou les conséquences sociales de ce dernier. Seuls quelques adolescents conçoivent l'activité scientifique de manière complètement isolée de la

société. Il ressort de cette étude que l'appréciation (ou la non appréciation) de l'inscription sociale des sciences est déterminante dans les prises de décision sur une question socio-scientifique. Comme le précise Sadler, les données de recherche dont nous disposons sur les relations entre conceptualisation de la nature des sciences et prise de décision autour d'une question socio-scientifique révèlent que les élèves sont attachés à l'importance des preuves empiriques et sont capables d'apprécier les dimensions culturelles et sociales de la science. Par ailleurs, dans le cadre d'une prise de décision relative à une question socio-scientifique donnée, il semble que les élèves ont tendance à opérer une distinction entre les connaissances scientifiques et les informations (posture du chercheur, intérêts économiques…) qu'ils utilisent pour se forger une opinion personnelle. Ces résultats semblent indiquer que l'enseignement des questions socio-scientifiques ne promeut pas nécessairement des connexions entre opinions personnelles et connaissances scientifiques, ce qui avait déjà été avancé par ailleurs.

Finalement, nous rejoignons l'analyse de Kolstø (2005) lorsqu'il dessine les grandes lignes de ce que l'enseignement des questions socio-scientifiques pourrait retenir comme connaissances nécessaires sur la science. La première d'entre elles serait sans doute la nécessité de rappeler que la science n'est pas le seul aspect des questions socio-scientifiques abordées et que les dimensions économiques, juridiques, éthiques et sociales sont tout aussi importantes. L'auteur retient la nécessité d'appréhender la production de connaissances scientifiques comme un processus (« science is process based ») au centre duquel se trouvent l'argumentation et la critique par les pairs. C'est, selon l'auteur, une façon de ne pas sombrer dans un relativisme absolu[150]. Kolstø propose pour cela de remobiliser la distinction entre « core science » et « frontier science », c'est-à-dire entre savoirs stabilisés et savoirs en cours de construction. La nature provisoire des connaissances scientifiques en cours de débat au sein de la communauté apparaît également comme un élément essentiel des connaissances sur les sciences. Enfin les valeurs associées à la recherche scientifique doivent être retenues, au premier rang desquelles l'importance des données empiriques, le scepticisme systématique et son orientation à toucher à l'universalité des phénomènes étudiés. De plus, Kolstø relève la nécessité d'apprécier les interconnexions et l'inséparabilité des sciences et de la société, alors que les sciences sont souvent présentées comme « neutres ». Cette dimension des connaissances sur la science apparaît essentielle dans la capacité des élèves à évaluer l'expertise scientifique. Elle passe par l'analyse de l'inscription institutionnelle des centres dans lesquels les scientifiques travaillent, par l'appréhension des modes d'évaluation de la recherche ainsi que des contraintes et orientations économiques ou politiques de cette activité.

Ce sont ces éléments d'analyse des connaissances sur la nature des sciences que nous retenons pour évaluer les conséquences didactiques du protocole de débat que retenu.

[150] Kolstø précise en effet : *"By understanding the importance of peer-reviewed publication, criticism and argumentation in science, students and citizens might judge core science as higly reliable knowledge when contested with contested scientific claims. Knowledge about such process in science might also diminish the tendency to interpret expert disagreement only in terms of perceived competence of the experts and vested interests.*" (Kolstø, 2005, p. 213).

III-1-6 Contextualisation d'une question socio-scientifique

Notre réflexion sur les protocoles de mise en débat d'une question socio-scientifique s'est également nourrie des stratégies éducatives mises en œuvre dans la littérature. On peut schématiquement considérer que trois catégories de situations sont classiquement mises en œuvre. Les recherches didactiques publiées reposent d'une part sur des stratégies structurées de discussions collectives en classe entière (débat ou jeux de rôle) ou en petits groupes (quatre à six adolescents). On rencontre également des stratégies pédagogiques incluant des activités précises visant à stimuler l'analyse des élèves pour une discussion postérieure. Différentes stratégies envisagées pour l'enseignement des questions socio-scientifiques ont été évaluées selon leur capacité à développer telle ou telle dimension d'une formation à la citoyenneté scientifique (connaissances de sciences et sur les sciences, argumentation et prise de décision, clarification des valeurs personnelles et sociétales, identification de la nature et des limites du traitement médiatique).

D'une manière générale, les discussions collectives telles que les débats en classe entière ou en petits groupe relèvent d'une approche holistique. Les différents objectifs d'une formation à la citoyenneté scientifique, y sont envisagés dans leurs interactions. Ce qui nous apparaît mieux adapté pour appréhender la complexité des questions socio-scientifiques qu'une approche « atomique » de ces objectifs. Ces discussions peuvent s'étendre sur des périodes plus ou moins longues, d'une ou quelques séances à de réels projets s'inscrivant dans la durée et permettant d'aborder l'ensemble des objectifs de formation. Plusieurs réflexions ont ainsi été menées autour des protocoles de discussions collectives au cours desquelles peuvent être mises en débat différentes questions socio-scientifiques. C'est le cas du modèle éducatif développé dans le *Consensus project* proposé par Kolstø (2000). Les élèves y sont répartis en groupes d'expertise sur un des aspects de la question socio-scientifique abordée (juridique, économique…) pour lequel ils font des recherches d'information. Ces groupes « experts » sont consultés par un groupe d'élèves « non experts » (« lay group »), eux-mêmes engagés dans un débat sur la clarification des opinions et des valeurs qui s'expriment autour de la question abordée et sur la recherche d'un consensus via le discours critique entre pairs, à l'instar du modèle de construction des connaissances scientifiques. L'organisation des débats est ici clairement orientée vers une prise de décision collective[151].

D'autres protocoles de discussion collective en classe ont été étudiés quant à leurs conséquences sur la qualité de l'argumentation des élèves. C'est dans cette perspective que se situe le projet *Thinking in science classroom* proposé par Zohar et Nemet (2002). Comme nous l'avons déjà évoqué, les discussions collectives en petits groupes (5 à 7 élèves) entre élèves, conduites dans la durée, sont accompagnées d'une réflexion métacognitive sur, et

[151] On pourrait également citer les études anglo-saxonnes ayant abordé la question de l'enseignement des questions bioéthiques dans le cadre d'un apprentissage de type collaboratif. Notons que ce sont essentiellement les situations sur lesquelles repose une prise de décision éthique qui sont envisagées. Plusieurs auteurs prônent des approches téléologiques – qui visent à s'intéresser aux conséquences d'une prise de décision – plus que déontologique – basé sur l'idée qu'une action peut être moralement bonne ou mauvaise au-delà de ses conséquences ? Cette dernière leur semble moins fructueuse, en termes de débat (Anderson, 1998 ; Johansen et Harris, 2000). Ces conclusions sont cependant à nuancer, d'autant plus qu'elles se focalisent sur des questions bioéthiques. Car la complexité de ces questions demande sans doute de ne pas en évacuer les dimensions dites « déontologiques ».

d'une formation à, l'argumentation. On peut également citer l'étude de Simonneaux (2003) visant à comparer l'impact didactique d'un débat classique et d'un jeu de rôle concernant l'argumentation des élèves autour de la transgenèse animale. Dans cette étude, l'auteur conclut que le débat classique promeut chez les adolescents le développement d'une argumentation plus fondée et plus élaborée que la situation de jeu de rôle, lequel est « *mâtiné de procédures rhétoriques (provocation, ironie…)* ».

L'analyse comparée de textes, souvent divergents, est également envisagée comme une stratégie pédagogique pour l'enseignement des questions socio-scientifiques, susceptible de stimuler la réflexion des élèves en amont d'une discussion collective. Ce type de stratégie est alors l'occasion de développer chez les élèves une réflexion relative aux sources d'information disponibles et au traitement médiatique de la question envisagée. Mary Ratcliffe a ainsi particulièrement travaillé sur l'introduction dans l'enseignement de la couverture médiatique des recherches scientifiques (Ratcliffe et Grace, 2003, Chapitre 6, p. 98-117). C'est aussi le cas de l'étude menée par Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006) autour de l'appréciation par des adolescents de six textes, académiques et médiatiques, concernant le clonage thérapeutique.

Cette stratégie, lorsqu'elle met l'accent sur la controverse au sein de la communauté scientifique de référence, vise aussi à développer chez les adolescents des conceptualisations relatives aux différentes dimensions de la nature des sciences (aspects épistémologiques et interconnexions entre sciences et société). Les travaux que nous avons déjà évoqués, tels que ceux de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2004), sur la pollution des côtes espagnoles par le naufrage du pétrolier *Prestige*, ou de Sadler *et al.* (2004), concernant le réchauffement climatique s'inscrivent dans cette perspective[152].

En revanche la littérature ne fait que très peu état de recherches relatives à des protocoles de mise en débat d'une question socio-scientifique, caractérisée par la rencontre avec un ou des chercheurs. A notre connaissance, seules deux études se sont intéressées aux conséquences de la rencontre d'un chercheur sur la perception des sciences par des lycéens. Simonneaux *et al.* (2005) ont analysé l'impact de conférences proposées par des chercheurs en biologie végétale, climatologie et économie dans le cadre d'un dispositif nommé l'« Université des lycéens » sur les opinions des lycéens ayant suivi ces conférences. Il ressort de cette étude que la rencontre d'un chercheur présentant son parcours individuel et l'évolution de sa discipline a peu d'impact sur les opinions préalables, très généralement positives, des adolescents concernant les sciences (presque deux tiers des lycéens considèrent que les recherches scientifiques sont bénéfiques pour la société et un tiers se déclarent « enthousiastes » quant à leur développement) et les scientifiques (jugés positivement par plus de la moitié des élèves), mais aussi sur l'appropriation des connaissances scientifiques. Les auteurs expliquent le faible impact de ces rencontres par le défaut de préparation, en amont, des conférences. Ils pointent également dans la stratégie didactique globale de cette expérience le manque de collaboration avec les enseignants. Par ailleurs, et ceci est particulièrement sensible en ce qui concerne l'appropriation de connaissances par les lycéens, les auteurs soulignent les limites d'un dispositif ponctuel qui n'autorise pas une mobilisation des savoirs à différents moments et dans une diversité de contextes. Au final, les auteurs

[152] Voir également Simonneaux, 2004.

critiquent le caractère magistral de ce type d'intervention de chercheurs où les élèves sont en situation de récepteurs passifs. Les rencontres entre chercheurs et lycéens dont il est question dans l'étude précitée, ne s'inscrivent pas dans une stratégie globale de mise en débat d'une question socio-scientifique. Les questions portant sur les conséquences didactiques de la consultation d'un scientifique dans un protocole de discussion entre lycéens, où sont explicitement envisagées les relations entre sciences et société, demeurent donc ouvertes pour notre champ de recherche. C'est justement ce questionnement qui retient notre attention dans l'analyse didactique que nous nous proposons de mener.

Par ailleurs, dans sa thèse de doctorat, Neïla Trabelsi Chalgoumi (2006) s'est intéressée à l'impact de situations de débat sur la construction des connaissances et la prise de décision d'élèves tunisiens autour des tests de dépistage génétique prénatal de la drépanocytose. Elle y compare de ce point de vue une situation de débat classique avec une situation de conférence débat, caractérisée par la rencontre d'un chercheur. Travelsi Chalgoumi souligne l'impact cognitif de ces situations d'apprentissage se traduisant par l'appropriation de connaissances en génétique. Elle soutient l'hypothèse que les interactions entre les élèves et le fait que la situation didactique « donne sens » aux savoirs sont à l'origine d'une réorganisation sémantique des connaissances.

Dans la perspective retenue, nous posons comme déterminante la question de la contextualisation des débats sciences société caractérisés par la consultation d'un chercheur. Le concept de contextualisation mérite ici quelques clarifications. Nous l'avons vu, la réflexion autour de l'enseignement des questions socio-scientifiques met en exergue la nécessité de donner du sens aux connaissances scientifiques (« context knowledge »), en pointant leur pertinence et leur utilité sociale à travers des « contextes » authentiques. Certes, nous reprenons à notre compte cette acception du concept de contextualisation. Mais nous proposons, à la lumière des apports de l'approche socio discursive des interactions verbales, un élargissement du concept de la contextualisation.

Nous entendrons par contextualisation le fait que la question socio-scientifique abordée au cours des débats peut être différemment « mise en contexte » dans une perspective éducative. Le contexte d'une situation d'interactions verbales étant ici entendu comme l'environnement extralinguistique des énoncés que nous nous proposons d'analyser. L'attention particulière portée aux conditions contextuelles, de production et de réception, qui déterminent les énoncés, caractérise l'approche interactionnelle. Cette dernière emprunte largement à la théorie des actes de langage pour laquelle « dire » c'est « faire » [153]. Selon cette perspective où

[153] Le cadre de l'interactionnisme socio-discursif auquel nous nous référons est donc en rupture avec le modèle télégraphique de la communication. En effet, tout acte de parole implique une dimension allocutoire, interlocutoire et d'interaction. Cette dernière dimension, chère à Bakhtine pour qui « *l'interaction verbale est la réalité fondamentale du langage* », doit permettre de « *cerner la manière dont les agents sociaux agissent les uns sur les autres à travers l'utilisation qu'ils font de la langue* » (cité par Kerbrat-Orecchioni, 1998, p. 17). Selon cette perspective, les actes de parole mettent donc en relation de détermination mutuelle les phénomènes d'émission et de réception et rendent au récepteur un rôle actif dans la communication. Cette perspective appelle également à envisager les interactions verbales autant dans leur successivité que dans leur simultanéité (phénomènes d'anticipation et de rétroaction entre les différents locuteurs).

L'approche interactionnelle des communications propose par ailleurs un concept d'intérêt pour analyser les situations didactiques qui retiennent notre attention. Il s'agit du concept de « *compétence communicative* » défini comme un « *dispositif complexe d'aptitudes où les savoirs linguistiques et les savoirs socio-culurels sont inextricablement mêlés* » permettant au sujet parlant de « *communiquer efficacement dans des situations culturelles spécifiques* ». Le caractère modulable, adaptable, des compétences communicatives est souligné.

la parole est envisagée comme une activité sociale, les actions langagières « *fédèrent et intègrent les représentations des paramètres du contexte de production et du contenu thématique* » (Bronckart, 1996). Selon cette perspective, la description du contexte dans lequel se sont tenus les débats que nous soumettons à une analyse didactique apparaît comme un préalable nécessaire.

L'état des recherches en didactique des questions socio-scientifiques nous permet de préciser dans quels termes se posent les problèmes de recherches qui ont retenu notre attention.

III-1-7 Questionnements de recherche : évaluation didactique d'un protocole de débats sciences et société

A la lumière des études menées dans le champ de la didactique des questions socio-scientifiques, on peut préciser notre questionnement de recherche. Il s'agit d'interroger la portée didactique d'un protocole de débats lycéens sur les relations entre neurosciences et société.

Notre questionnement se présente comme l'évaluation didactique comparée de deux protocoles de débat entre lycéens, ménageant une phase de consultation de spécialistes. Nous entendons par protocole, non seulement les différentes étapes de la stratégie didactique, mais aussi le contexte dans lequel il prend place, qu'il s'agira d'ailleurs de préciser.

On se propose donc de comparer, dans une perspective didactique, deux protocoles de discussions collectives concernant la qualité de l'argumentation des élèves ainsi que leurs prises de précisions autour d'une question socio-scientifique donnée.

Nous distinguons, le contexte général dans lequel se tiennent les débats, de la contextualisation. La contextualisation est définie comme une variation du protocole de débat que l'on prend pour référence. Ce dernier est caractérisé, pour les lycéens, par la rencontre d'un chercheur. En condition dite de contextualisation, les lycéens consultent un chercheur et un responsable d'association de malade.

On peut donc préciser notre questionnement de recherche. Il s'agit d'évaluer l'influence du contexte et les conséquences de la contextualisation sur l'argumentation des élèves qui sont amenés à prendre une décision individuelle sur une question socio-scientifique. Dans une situation où les élèves bénéficient de l'intervention d'un scientifique pour éclairer leur réflexion, nous faisons l'hypothèse qu'une « double expertise » permet d'approfondir la qualité de l'argumentation des élèves du fait de la contextualisation de la question socio-scientifique abordée.

Par ailleurs, nous interrogeons la portée didactique des débats sciences société retenus, du point de vue des connaissances de sciences des élèves, mais aussi du point de vue de leurs

---

C'est dans ce sens que ce concept nous semble pouvoir être mobilisé dans une approche didactique des interactions verbales. Les interactions sont envisagées comme des confrontations d'idiolectes, définis comme les usages langagiers propres à une personne, représentant ces compétences. Confrontation d'idiolectes qui, s'ils ne sont « *jamais dans leur totalité superposables* », suppose une intersection forte autour des répertoires linguistiques des participants mais aussi des savoirs partagés ainsi que des normes faisant l'objet d'un consensus (Kerbrat-Orecchioni, 1998).

connaissances sur la nature des sciences. Il s'agit de préciser la façon dont s'organisent les relations entre connaissances scientifiques et opinions.

Nous préciserons dans un premier temps en quoi la thématique de débat peut être inscrite au registre des questions socio-scientifiques avant de décrire le contexte dans lequel ces débats ont été menés. Dans un deuxième temps nous présentons plus précisément la méthodologie qui nous a permis d'analyser les protocoles de mise en débat d'une question socio-scientifique.

CHAPITRE III-2
LES UTILISATIONS DES CELLULES SOUCHES EMBRYONNAIRES (CSE) HUMAINES : UNE QUESTION SOCIALEMENT VIVE

Dans la première partie de ce travail, il a été précisé en quoi l'avancée des neurosciences s'accompagne de l'émergence de préoccupations sociales. Une bonne partie de ces interrogations peuvent être envisagées sous le spectre du réductionnisme des états mentaux à des états cérébraux et à leurs déterminismes. Parmi les principales questions soulevées, nous retenons celles des conséquences des neurotransplantations et des utilisations des cellules souches sur la viabilité et sur la personnalité des patients.

Rappelons que, durant les vingt dernières années, les principales avancées scientifiques dans le domaine des neurosciences, concernent en effet les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. D'une part une famille particulière de gènes, les homéogènes, a été caractérisée. Certains de ces gènes régulent les stades précoces du développement du système nerveux ou neuro-organogenèse. D'autre part, les neuroscientifiques ont mis en lumière les importantes propriétés de plasticité du système nerveux, c'est-à-dire ses capacités de réorganisation anatomique et fonctionnelle sous l'influence des facteurs du milieu. Cette neuroplasticité est présentée comme un argument en faveur du déterminisme épigénétique ou environnemental du développement et du fonctionnement du système nerveux central. C'est finalement un modèle scientifique d'interactions entre facteurs génétiques et épigénétiques que les neuroscientifiques proposent pour rendre compte du phénotype cérébral. De plus, la découverte, au cours de la dernière décennie du XX^{e} siècle, de l'existence de cellules souches dans le cerveau adulte est apparue comme la fin d'un dogme au sein des neurosciences. Dogme selon lequel les capacités de neurogenèse secondaire, c'est-à-dire chez l'adulte, sont inexistantes. Les propriétés de plasticité du système nerveux ont depuis été étayées par plusieurs approches différentes, dont le développement récent de la neuroimagerie[154].

III-2-1 Une question qui fait l'objet de débats scientifiques

C'est dans ce contexte que l'utilisation de cellules souches, et plus précisément de cellules souches embryonnaires (CSE) humaines, a été proposée pour traiter un certain nombre de maladies neurodégénératives. Les CSE ont en effet la potentialité de se différencier pour donner n'importe quel type de cellules dans l'organisme. Les scientifiques pensent qu'il pourrait être possible d'utiliser cette potentialité de manière à générer des tissus sains susceptibles de remplacer ceux endommagés par une lésion ou par une maladie

[154] Nous renvoyons ici le lecteur au chapitre I-2 pour une présentation plus détaillée de l'état de la question.

neurodégénérative localisée comme c'est le cas dans la maladie de Parkinson ou dans la chorée de Huntington[155]. La thérapie cellulaire par greffe de cellules souches récupérées sur un embryon humain est ainsi souvent présentée comme une nouvelle et prometteuse perspective thérapeutique pour ce type de maladies. On peut considérer que les débats scientifiques mettant en jeu des savoirs instables s'organisent autour de trois problématiques générales telles qu'elles se dessinent dans le discours des chercheurs ayant participé aux débats. D'une part une problématique de recherche fondamentale : les propriétés des CSE et adultes humaines et les facteurs qui contrôlent leur prolifération et leur différenciation. D'autre part une problématique de recherche thérapeutique, il s'agit des conséquences des greffes intracérébrales de cellules souches envisagées dans le traitement, par thérapie cellulaire, de maladies neurodégénératives. Précisons que le débat scientifique est polarisé autour des techniques d'obtention, et de conservation, de lignées de CSE humaines, par clonage thérapeutique notamment. Enfin, la question des conséquences, sur le devenir de l'embryon, du prélèvement de CSE est l'objet de controverses nourries[156].

III-2-2 Une question qui fait l'objet de débats dans la société

Les débats de société qui s'expriment sur les utilisations des CSE humaines sont essentiellement polarisés autour de deux thématiques, même si les possibilités et l'acceptabilité des thérapies cellulaires cérébrales sont parfois envisagées. La première de ces thématiques concerne le statut de l'embryon humain considéré comme source de cellules souches totipotentes faisant l'objet de recherches ou d'utilisations thérapeutiques. La seconde

[155] La maladie de Parkinson est caractérisée par une dégénérescence des neurones dopaminergiques d'un noyau du tronc cérébral, la substance noire, qui assure l'innervation dopaminergique d'un des relais des circuits moteurs cérébraux, le striatum. En Europe, la prévalence globale de la maladie est estimée à 1,6 % chez les personnes âgées de plus de 65 ans. En France, la maladie de Parkinson touche près de 100 000 personnes avec environ 8 000 nouveaux cas par an et, en raison du vieillissement de la population mondiale, son importance apparaît comme un véritable problème de santé publique.

La chorée de Huntington, d'étiologie génétique, se caractérise par des troubles moteurs, psychiatriques et cognitifs. Elle est liée à une neurodégénérescence majeure au niveau du striatum (noyau caudé et putamen).

[156] La dernière en date concerne une étude américaine controversée publiée dans la revue Nature durant l'été 2006 par un groupe de biologistes de la société américaine Advanced Cell Technology (ACT), dirigé par Robert Lanza et selon laquelle avait été mis au point une technique permettant d'obtenir des lignées de cellules souches embryonnaires humaines à partir d'une seule cellule prélevée dans un embryon de dix cellules fécondé in vitro, sans détruire celui-ci (Klimanskaya I. *et al.*, 2006). Citons également les travaux portant sur la création de lignées de CSE humaines par transfert nucléaire (clonage thérapeutique) et sur lesquels nous revenons dans le paragraphe suivant.

Concernant la teneur des débats scientifiques qui sous tendent la question retenue, nous renvoyons le lecteur aux discours des chercheurs, ainsi qu'aux dossiers de médiation scientifique publié par l'INSERM et le CNRS (CNRS, 2004 ; INSERM, 2002), dont il sera fait mention dans la partie suivante. Une synthèse des enjeux de recherches autour des CSE et de cellules souches adultes humaines est également présentée dans le rapport gouvernemental intitulé « *Les cellules souches adultes et leurs potentialités d'utilisation en recherche et en thérapeutique. Comparaison avec les cellules souches embryonnaires* », rédigé sous la direction de François Gros, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences à la demande du ministre de la Recherche R.G. Schwartzenberg (Novembre 2000). Il est disponible au téléchargement sur le site du ministère à l'adresse suivante : http://www.recherche.gouv.fr/rapport/cellules/cellsouches.rtf (site consulté le 30 juin 2007). Une partie est spécifiquement dédiée aux applications thérapeutiques dans le cadre du traitement des pathologies neurodégénératives : « *Neurones fœtaux* », rédigée par Marc Peschanski, Directeur de l'Unité INSERM U.421, Faculté de Médecine Créteil.

thématique est connexe à la précédente sans pour autant s'y confondre : de manière à contourner les problèmes de rejets inhérents à toute allogreffe cellulaire, les scientifiques ont envisagé de créer des embryons humains par clonage dit thérapeutique. Cette technique consiste à créer, par transfert nucléaire d'un noyau d'une cellule du patient dans un ovocyte énucléé, un embryon qui serait une source de CSE immunologiquement compatibles avec l'organisme du patient receveur de la greffe cellulaire. Les dimensions éthiques du clonage thérapeutique (création d'un embryon humain à des fins de recherche ou d'utilisation thérapeutique : risque de marchandisation, des ovocytes notamment…), ainsi que ses relations avec le clonage reproductif sont également l'objet de controverses sociétales fortes.

Les questions relatives aux utilisations des CSE humaines, que ce soient pour la recherche ou dans le traitement de maladies neurodégénératives, constituent donc des « questions socialement vives », c'est-à-dire faisant l'objet de débats dans la sphère scientifique, mais aussi dans la sphère sociale et médiatique (Legardez et Alpe, 2001).

III-2-3 Une question médiatisée

En effet, ces questions bénéficient d'une couverture médiatique large et par voie de conséquence d'une diffusion importante au sein de l'Ecole. Il ne s'agit pas ici d'embrasser la diversité des traitements médiatiques des questions relatives aux utilisations des CSE humaines ou au clonage thérapeutique. Nous avons déjà souligné, dans la deuxième partie de ce travail, la discrétion des discours muséaux sur ces questions de société. Mais, au-delà du média exposition, elles sont cependant prises en charge par les structures institutionnelles de médiation scientifique et technique (lors des éditions de la *Semaine du cerveau* ou dans les départements *Sciences actualités* comme c'est le cas à la Cité des sciences et de l'industrie).

Précisons également que depuis la publication dans la revue *Science* en 1998 d'une étude rapportant l'isolement et le maintien en culture de CSE prélevées sur un embryon humain[157], cette thématique n'a cessé d'être présente dans les médias à large diffusion. En ce qui concerne les grands quotidiens nationaux (*Le Monde*, *Le Figaro*, *Libération*…), on peut ainsi caractériser un « bruit de fond » de l'ordre d'une ou deux publications mensuelles. Les hebdomadaires et les mensuels généralistes ou spécialisés (La Recherche, Pour la science) se sont également fait l'écho des implications sociales des utilisations des CSE humaines. Ces questions sont aussi l'objet de quelques émissions spécialisées de même qu'elles sont abordées dans les journaux d'information radiophoniques et télévisuels. Précisons qu'un chercheur se distingue comme la personnalité médiatique quasi incontournable lorsque ces questions sont traitées dans les médias français. Il s'agit du généticien et directeur de recherche INSERM de l'Institut Cochin (Paris), Axel Kahn. Au-delà d'une volonté réelle de clarifier les termes d'un débat sur les recherches ayant trait aux thérapies cellulaires utilisant des CSE humaine, Kahn introduit les questions éthiques en insistant à la fois sur la distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif et sur l'origine des CSE humaines. Il défend une possibilité de recherche sur les CSE humaines issus d'embryons surnuméraire en argumentant sur le projet dans lequel s'inscrivent ces embryons tout en précisant « *Il est vrai*

[157] Voir à ce sujet l'article de James Thomson et de ses collaborateurs, Thomson *et al.*, 1998.

que la particularité de la recherche sur l'embryon est qu'elle aboutit en général à sa destruction, ce qui la singularise fortement » (Kahn, 2002)[158]. On peut dire qu'une majorité de chercheurs s'expriment dans ce sens lorsqu'ils interviennent dans les médias.

Pour l'ensemble des médias considérés, on observe des « pics de traitements ». Ces concentrations de productions médiatiques sur les utilisations des CSE humaines ou sur le clonage thérapeutique s'observent particulièrement lorsque l'agenda politique et/ou législatif les mets en avant. C'est le cas en France lorsque a annoncée la révision de la loi bioéthique de 1994, puis lors des différents moratoires. C'est le cas évidemment dans d'autres pays où ces dilemmes socio-scientifiques font parfois explicitement l'objet de consultations populaires. Nous pensons par exemple au referendum italien organisé les 12 et 13 juin 2005, portant sur diverses questions bioéthiques dont l'abrogation partielle de la loi sur les limites à la recherche clinique et expérimentale sur les embryons humains[159]. La programmation de ce référendum a été l'occasion d'un positionnement ferme des institutions de l'église catholique romaine, contre l'évolution de la législation et pour un boycott du referendum. L'argumentation de l'église sur l'immoralité de produire et ou d'utiliser des embryons humains vivants pour la préparation de CSE humaines, d'obtention de CSE humaines par clonage thérapeutique, comme de leur utilisation pour la recherche, a été largement traitée par les médias. Cet argumentaire repose sur le statut de personne humaine potentielle conféré à l'embryon et milite en faveur de la recherche sur les cellules souches adultes, comme le propose les décrets de l'académie pontificale[160]. Notons que le referendum a été invalidé et la

[158] Axel Kahn précise également que « » *Les perspectives ouvertes par l'utilisation des cellules souches pluripotentes humaines sont considérables, tant sur le plan des connaissances que sur celui des applications médicales. Cependant, il est juste et honnête de dire qu'au plan médical, il ne s'agit encore que d'un espoir qui est loin d'avoir été définitivement validé* » (Kahn A., 2002).

On retrouve ses interventions dans de très nombreux articles que ce soit dans les médias de communication institutionnels INSERM, 2002, dans les médias spécialisés Kahn A., 2001 ou généralistes (articles du *Monde* dans les numéros datés du 9 mars 1999, du 29 février 2000, du 27 novembre 2001, du 30 août 2006… ; articles du *Figaro* dans les numéros datés du 12 août 2004, du 20 mai 2005… ; articles de *Libération* dans les numéros datés du 28 avril 2000, du 13 juillet 2002, 20 mai 2005, du 24 décembre 2005… ; article de *La croix* dans le numéro daté du 23 mai 2005…).

[159] Il était demandé aux électeurs italiens de se prononcer sur l'évolution de la législation en termes d'assistance médicale à la procréation en répondant à quatre questions : « Limite alla ricerca clinica e sperimentale sugli embrioni – Abrogazione parziale », « Norme sui limiti all'accesso – Abrogazione parziale », « Norme sulle finalità, sui diritti dei soggetti coinvolti e sui limiti all'accesso – Abrogazione parziale » et « Divieto di fecondazione eterologa – Abrogazione del divieto ».

La question portant sur la recherche clinique et expérimentale sur les embryons humains était formulée de la manière suivante : "Procreazione medicalmente assistita – Limite alla ricerca clinica e sperimentale sugli embrioni – Abrogazione parziale" Volete voi che sia abrogata la legge 19 febbraio 2004, n. 40, avente ad oggetto "Norme in materia di procreazione medicalmente assistita", limitatamente alle seguenti parti :

Articolo 12, comma 7, limitatamente alle parole : "discendente da un´unica cellula di partenza, eventualmente"; Articolo 13, comma 2, limitatamente alle parole : "ad essa collegate volte alla tutela della salute e allo sviluppo dell´embrione stesso, e qualora non siano disponibili metodologie alternative"; Articolo 13, comma 3, lettera c), limitatamente alle parole : "di clonazione mediante trasferimento di nucleo o"; Articolo 14, comma 1, limitatamente alle parole : "la crioconservazione e".

Disponible en ligne à l'adresse suivante (site consulté le 15 janvier 2006) :

http://assemblealegislativa.regione.emilia-romagna.it/biblioteca/pubblicazioni/dossier/Procr_assist/Quesiti.htm#primo

[160] Il est question de la déclaration de l'académie pontificale pour la vie « Declaration on the production and the scientific and therapeutic use of human embryonic stem cells », rédigée sous la présidence du professeur Prof. Juan de Dios Vial Correa. Disponible en ligne à l'adresse suivante (site consulté le 15 juin 2006) :

loi est restée inchangée parce que seulement 25 % d'électeurs se sont exprimés, ce qui est bien inférieur au quorum de 51 % requis dans la constitution italienne. Nous pensons également au débat, au moins dans certains états, durant les deux dernières campagnes d'élections présidentielles américaines. L'été 2006 a été marqué par une prise de position de l'actuel président des Etats-Unis, Georges Bush, qui a opposé son veto à une loi encourageant la recherche sur les CSE humaines sur fonds publics. Les arguments convoqués étaient d'ordre théologique, dans les termes que nous avons évoqués plus haut.[161]

Les productions scientifiques elles-mêmes peuvent être à l'origine d'une augmentation du traitement médiatique des questions d'utilisation des CSE humaines et de clonage thérapeutique. Nous avons déjà précisé comment les travaux de Thomson et de ses collaborateurs, sur l'isolement et le maintient en culture de CSE humaines, ont fait l'objet de traitements médiatiques. Nous pourrions également citer les travaux publiés en 1999 par Johansson, Bjornson, Vescosi et leurs collaborateurs respectifs qui, en caractérisant la multipotentialité de cellules souches neurales, mettent sur la scène médiatique les cellules souches adultes comme alternative potentielle à la recherche et aux essais cliniques sur les CSE humaines (Johansson *et al.*, 1999 ; Bjornson *et al.*, 1999 ; Vescovi *et al.*, 1999). Plus récemment, les travaux publiés dans la revue Nature par Robert Lanza, directeur d'une équipe de recherche au sein de la société américaine Advanced Cell Technology (ACT), annonçaient la mise au point d'une technique permettant d'obtenir des lignées de CSE humaines à partir d'une seule cellule prélevée dans un embryon de dix cellules, fécondé in vitro, sans le détruire. L'importance des implications éthiques de ce travail, qui minorait les conséquences du prélèvement de CSE humaines pour l'embryon, lui a assuré une large couverture médiatique. Cette étude a initié et entretenu un débat scientifique et médiatique, pour faire quelques mois plus tard l'objet d'un démenti dans la même revue *Nature* (Klimanskaya *et al.*, 2006)[162].

Mais l'exemple le plus médiatisé reste sans conteste celui des travaux du chercheur sud-coréen Hwang Woo-Suk ; non seulement en raison de sa large contribution à la recherche sur le clonage par transplantation nucléaire chez les mammifères et chez l'homme ainsi que sur l'obtention de lignées de CSE, mais aussi et surtout parce qu'il s'est révélé être l'auteur d'une fraude scientifique retentissante. Hwang a ainsi été amené à démissionner de son poste de professeur de l'université nationale de Séoul, et de directeur du premier centre de recherche

---

http://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_academies/acdlife/documents/rc_pa_acdlife_doc_20000824_cellule-staminali_en.html

De même dans son discours daté du 10 janvier 2005, le pape Benoît XVI situe ainsi le « défi de la vie » : « *Des conceptions opposées s'affrontent sur les questions de l'avortement, de la procréation médicalement assistée, de l'utilisation des cellules souches embryonnaires humaines à des fins scientifiques, du clonage. Soutenue par la raison et par la science, la position de l'Église est claire : l'embryon humain est un sujet identique à l'enfant qui va naître et à celui qui est né, issus de cet embryon. C'est pourquoi rien de ce qui en viole l'intégrité et la dignité ne peut être admissible sur le plan éthique. De même, une recherche scientifique qui réduit l'embryon à un objet de laboratoire n'est pas digne de l'homme.* »

Disponible en ligne à l'adresse suivante (site consulté le 15 juin 2006) :
http://212.77.1.245/news_services/bulletin/news/15939.php ?index=15939&po_date=10.01.2005&lang=po

[161] Voir à ce titre les nombreux articles de presse parus dans les éditions du Figaro (datées du 12 août 2004, du 6 août 2005, du 21, et du 26 juillet 2006), du Monde (datées du 20 juillet 2001, du 9 et du 17 août 2001, du 20 et du 27 juillet 2006, du 12 janvier 2007), de Libération (datées du 13 juillet 2001, du 19 et du 22 juillet 2006).

[162] Voir également les corrigendum datés du 23 novembre 2006 puis du 15 mars 2007, *Nature 446, 342*.

Pour ce qui concerne le traitement médiatique, voir entre autres les articles parus dans les éditions du Monde datées du 25 août 2006 et du 24 décembre 2006.

au monde sur le clonage, pour avoir falsifié les résultats de deux expériences publiés dans la revue *Science* en mai 2005. Ses travaux faisaient état de la production par clonage, à partir de 182 ovocytes, de 31 embryons qui se sont développés jusqu'au stade blastocyste et qui auraient permis de récupérer onze lignées de CSE (Hwang *et al.*, 2005). Il a été démontré que plusieurs chiffres et documents photographiques publiés avaient été truqués. Les expériences ont de plus été menées dans des conditions éthiques discutables quant aux conditions d'obtention des ovocytes. Les articles rendant compte de ses travaux dans la revue *Science* ont été retirés en janvier 2006. La fraude scientifique a bénéficié, tout comme la publication de l'article princeps de 2005, d'une très large couverture médiatique[163]. Bien que cet évènement soit juste postérieur à l'expérience de débats qui retiendra notre intérêt, il résume bien la réalité et la forte médiatisation des débats scientifiques et sociaux relatifs aux questions que nous envisageons et qui selon les mots d'Axel Kahn relèvent, pour le clonage thérapeutique du moins, d'un « *univers de déraison totale* » (*Libération*, édition du 24 décembre 2005).

Par ailleurs, nous le verrons, ces questions ne sont que très marginalement abordées dans le contexte d'éducation formelle des sciences de la vie et de la terre. La question envisagée fait donc l'objet de débats dans la communauté scientifique, pour ce qui concerne les connaissances, dans la société toute entière, pour ce qui concerne leurs implications éthiques et économiques, et en contexte pédagogique, pour ce qui concerne les modalités de leur traitement avec les élèves. C'est à ce titre que nous avons retenu la mise en débat des utilisations des CSE humaines comme des objets de recherche dans le cadre de la didactique des questions scientifiques socialement vives.

[163] Concernant la publication de 2005 annonçant la production de lignées de CSE humaines par clonage thérapeutique, les articles de presse sont parus dans les éditions de *Libération* (datées du 20 mai 2005, signés par P. Benkimoun et S. Cabut, pages 6 et 7), du *Figaro* (datées du 20 mai 2005, signés C. Petitnicolas, pages 1 et 11 et du 21 et 23 mai 2005, signés par M. Perez, pages 16 et 9), du *Monde* (datées du 21 mai 2005, signés par C. Bensimon et J.-Y. Nau, pages 16 et 22), et de *La Croix* (datées du 23 mai 2005, signés par D. Sergent, M. Verdier, P. Bienvault, M. de Sauto, M. Peschanski et A. Kahn, pages 5 et 6 ; et datées du 24 mai 2005, signé C. Camby, page 5).

La condamnation de la fraude scientifique a été tout aussi largement unanime, avec des titres pour le moins explicites : « En finir avec la fraude scientifique » (*La Croix*, édition du 10 janvier 2006) ; « Clonage humain : nouvelle fraude du Pr Hwang » (*Le Figaro*, édition du 10 janvier 2006) ; « L'affaire Hwang Woo-suk ou les dérives de la science-spectacle », « Une nouvelle imposture du docteur Hwang, pionnier du clonage », a été révélée », « Le clonage à risque de l'information scientifique par les médias généralistes », « En Corée du Sud, la trahison du professeur Hwang Woo-suk est vécue comme un véritable déshonneur national » (*Le Monde*, éditions respectives des 3, 10, 14 et 17 janvier 2006) ; « Hwang Woo-suk plus tricheur que cloneur », « Le clonage, univers de déraison totale », « La fraude est vieille comme la science », « Poisons » (*Libération*, édition du 24 décembre 2005) ou encore « Le Pr. Hwang, tricheur en chef » (*Le Quotidien du Médecin*, édition du 06 janvier 2006).

CHAPITRE III-3
CONTEXTE ET PARTICIPANTS AUX DEBATS SCIENCES ET SOCIETE

Nous présentons ici le contexte dans lequel se sont tenus les débats science et société *Hippocampe*, un centre de médiation scientifque, ainsi que les caractéristiques des élèves ayant participé à ces débats.

III-3-1 Le centre de médiation scientifique *Hippocampe*

Le centre *Hippocampe*[164], dont les portes ont été ouvertes en janvier 2004, est un laboratoire spécialement conçu pour accueillir majoritairement des lycéens (classes de seconde, premières ES, L et S et terminale S de l'enseignement général), mais aussi des collégiens, en stage pendant trois jours consécutifs. Ce laboratoire propose aux élèves et à leurs enseignants de découvrir l'activité de recherche scientifique. Les élèves réalisent, sur différents thèmes de biologie (procréation, immunologie, génétique, neurosciences) des expériences dérivées de la recherche actuelle, mettant en œuvre des techniques non envisageables dans le cadre scolaire, mais en relation avec les contenus des programmes officiels d'enseignement. Toutes les expériences proposées ont été conçues par des chercheurs appartenant aux organismes de recherche régionaux et nationaux. Chaque groupe d'environ huit élèves est encadré par un jeune chercheur. Cette interaction directe et la durée importante des stages devraient permettre aux lycéens d'appréhender la démarche de recherche en science expérimentale. En ce sens, *Hippocampe* s'inscrit dans le courant de la médiation scientifique et technique qui, à la suite du Palais de la découverte et jusqu'aux récentes « Ecoles de l'ADN »[165], propose de montrer « la science en train de se faire » en s'appuyant sur une médiation humaine importante.

[164] *Hippocampe* est une association loi de 1901 créée en 2001 à Marseille, et fait initialement partie d'un réseau international créé le 2 octobre 2000 sous la présidence de Torsten Wiesel, Secrétaire Général de Human Frontier Science Program et prix Nobel de Physiologie et de Médecine. Ce réseau compte actuellement quatre structures, en fonction ou en projet dans le monde : Belmonte laboratories et Bloomfield Science Museum à Jérusalem (Israël), XLAB à Göttingen (Allemagne), et *Hippocampe* à Marseille (France). Une équipe de Recherche Technologique en éducation (ERTé) *Hippocampe* a été créé par le Ministère de l'Education Nationale en 2003. Composée de chercheurs en didactique et en médiation des sciences, elle a pour objectif de mener une évaluation des journées de stage à *Hippocampe*.

Une présentation du centre *Hippocampe* est disponible en ligne à l'adresse suivante : http://hippocampe.univ-mrs.fr (site consulté le 10 décembre 2006).

[165] Le réseau des Ecoles de l'ADN propose une initiation aux technologies de biologie moléculaire et cellulaire à destination des publics non spécialisés. Voir, pour une présentation de l'orientation didactique, l'article de Chevron *et al.*, 2002.

Le laboratoire est hébergé par L'Institut de Neurobiologie de la MEDiterranée (Unité 29 de l'INSERM, campus de Luminy, Marseille). Il est piloté par des chercheurs. *Hippocampe* a pour principaux partenaires l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, le Centre National de la Recherche Scientifique, l'Université de la Méditerranée, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la ville de Marseille. Ce large partenariat participe du mouvement de rapprochement entre recherche et enseignement secondaire. Il prend également acte de la baisse d'intérêt pour les sciences et de la désaffection des adolescents pour les filières scientifiques.[166]

Hippocampe se donne par ailleurs comme objectif d'initier les jeunes citoyens aux débats portant sur les implications sociales tant éthiques que politiques, économiques ou juridiques des sciences. Dans un premier temps, un certain nombre de débats ont ainsi été menés au sein de la structure sur des thématiques telles que les organismes génétiquement modifiés (OGM), le SIDA et la Procréation Médicalement Assistée. Ces débats se présentaient comme une rencontre-discussion avec un chercheur spécialiste de la question, d'une durée d'une heure environ, sans préparation préalable. Il nous semble qu'ils s'apparentaient plus à une conférence de chercheur sur les implications sociales d'un domaine particulier de la connaissance.

III-3-2 Un protocole de débat qui réunit le monde de la Recherche et celui de l'Ecole

Nous avons proposé, dans une perspective de recherche, la mise en place d'un protocole « quasi expérimental » de discussions collectives en nous focalisant sur un thème de discussion. Ce protocole repose sur une réflexion préalable ayant pris en compte les expériences antérieures menées au sein des structures de médiation scientifique et technique ainsi que les pratiques pédagogiques déjà expérimentées en contexte scolaire. Ces éléments, relatifs à l'organisation pragmatique des débats et que nous résumons ici, ont déjà été au moins en partie présentés. Il semble particulièrement que le temps des débats se doit d'être long. Le débat peut, par exemple, être organisé sur plusieurs sessions, pour permettre la maturation, la digestion des informations et la prise d'un recul critique. De manière à faciliter la prise de parole de tous les adolescents, les groupes de débats doivent être restreints, une quinzaine d'élèves, et les discussions peuvent être régulées par un modérateur. Le rôle du modérateur doit constituer une réelle aide à la socialisation, à l'émergence et à l'évolution du questionnement. De ce point de vue l'enseignant, qui a la classe en responsabilité, n'est pas le mieux placé pour jouer ce rôle. Cet élément fait l'objet d'un développement particulier dans les lignes qui suivent.

Il nous semble important que les questions de débat ne soient pas arrêtées en amont, mais seulement des thématiques générales au sein desquelles les adolescents des groupes de

[166] Voir les rapports de M. Porchet, professeur de biologie à l'Université de Lille 1, et G. Ourisson, ancien président de l'Académie des sciences, relatifs à la désaffection des adolescents pour les études scientifiques (Ourisson, 2002 ; Porchet, 2002). Voir également le numéro 307 du *Monde de l'Education* : « Sciences en crise : pourquoi le courant ne passe pas à l'école ? », octobre 2002.

Comme nous l'avons souligné dans la partie précédente, ces études sont aujourd'hui pour partie remises en cause.

discussion doivent définir collectivement, à l'occasion de la première session, une question qui leur semble légitime. Les thèmes de débat doivent être choisis parce qu'ils présentent un intérêt psychologique pour les adolescents (préoccupations personnelles), un intérêt social (dimension éthique et/ou de santé publique) et un intérêt cognitif et didactique (acquisition de nouvelles connaissances).

A l'issue de cette réflexion collective, les lycéens doivent avoir identifié des domaines d'expertise nécessaires. Ce n'est qu'à partir de ce moment-là que l'on peut envisager de faire intervenir des scientifiques pour répondre aux questions formalisées par les adolescents. La difficulté réside dans la possibilité de réunir des spécialistes de plusieurs disciplines (chercheurs en sciences expérimentales, historiens des sciences, en sciences sociales, personnels de santé, responsables d'association, industriels…). Ce type de protocole sous-entend donc que les scientifiques sont convoqués pour répondre à des questions précises de manière à éclairer les réflexions des élèves et non pour faire un exposé. Il s'agit donc, pour nombre de scientifiques de repenser leur rapport à la vulgarisation scientifique ; tout en se situant dans le courant de la médiation scientifique et technique qui, à la suite du Palais de la Découverte et jusqu'aux récentes « Ecoles de l'ADN », propose de montrer « la science en train de se faire ».

Enfin, si l'on veut prendre en compte spécifiquement les caractéristiques psychosociales des adolescents, au premier rang desquelles la nécessité d'une valorisation de leurs travaux, les débats peuvent être prolongés par la rédaction d'un document de synthèse communicable (mise en ligne, article de presse écrite, émission radio …) mais pas nécessairement consensuel. En effet il nous semble que le consensus final ne doit pas être présenté d'emblée comme une nécessité de ce type de procédures qui se présentent donc plutôt comme une délibération sur les implications sociales des sciences.

III-3-3 Un protocole « quasi expérimental » de débat

Le protocole des débats qui constituent notre corpus d'analyse a été élaboré dans cette perspective. La procédure de débat s'inscrit dans un temps relativement long, multiépisodique. Quatre à six semaines avant leur venue sur le site du campus de Luminy, le thème de débat, « *cellules souches et réparation du cerveau* », a été communiqué aux lycéens qui avaient pour consigne de se documenter librement[167]. Les débats ont ensuite été menés sur trois sessions successives de 1 heure à 1,5 heures chacune, reparties sur les trois jours de présence des lycéens au sein de la structure.

Le protocole, ainsi que les objectifs des débats sciences et société, mais aussi les règles élémentaires de discussion, étaient rappelés aux adolescents dès le début de la première session. Lors de cette première session, une discussion générale sur la thématique retenue devait permettre aux participants d'arrêter collectivement une ou deux questions majeures

[167] L'enseignant ayant la classe en responsabilité recevait à cet effet un courrier présentant les principaux objectifs didactiques des débats sciences / société (développement des compétences argumentatives, identification de la diversité des points de vue), le thème retenu ainsi que le protocole. Il était suggéré aux enseignants d'orienter les élèves sur des déclarations de chercheurs, de journalistes, de responsables d'association, d'institutions, sur des documents contemporains ou historiques. Ce travail exploratoire pouvant d'ailleurs donner lieu à une analyse du traitement médiatique des sciences, par exemple tel qu'il est abordé dans les travaux du groupe « Sciences Actualités » de la Cité des Sciences et de l'Industrie.

(par exemple le statut de l'embryon et/ou le clonage, comme ce fût souvent mais pas systématiquement le cas) qui leur semblaient légitimes et qui allaient servir de fil conducteur à l'ensemble des débats. Cette session était également l'occasion de formaliser les questions à poser aux scientifiques en fonction des demandes d'éclairages identifiés. En fin de première session, deux rapporteurs étaient désignés de manière collective, pour rendre compte des discussions.

La seconde session correspondait à la rencontre du ou des spécialistes qui avaient été convoqués pour répondre aux questions des lycéens. Le temps d'intervention des spécialistes (en moyenne une heure) permettait aux lycéens d'exprimer leurs demandes d'éclairages, en général initiées par les rapporteurs, mais aussi d'engager une discussion plus informelle avec le ou les intervenants.

Enfin la troisième et dernière session (Jour 3) prenait la forme d'un débat argumenté, d'une durée ayant varié de 40 à 55 minutes, entre les adolescents sur la ou les questions générales définies au cours de la première session.

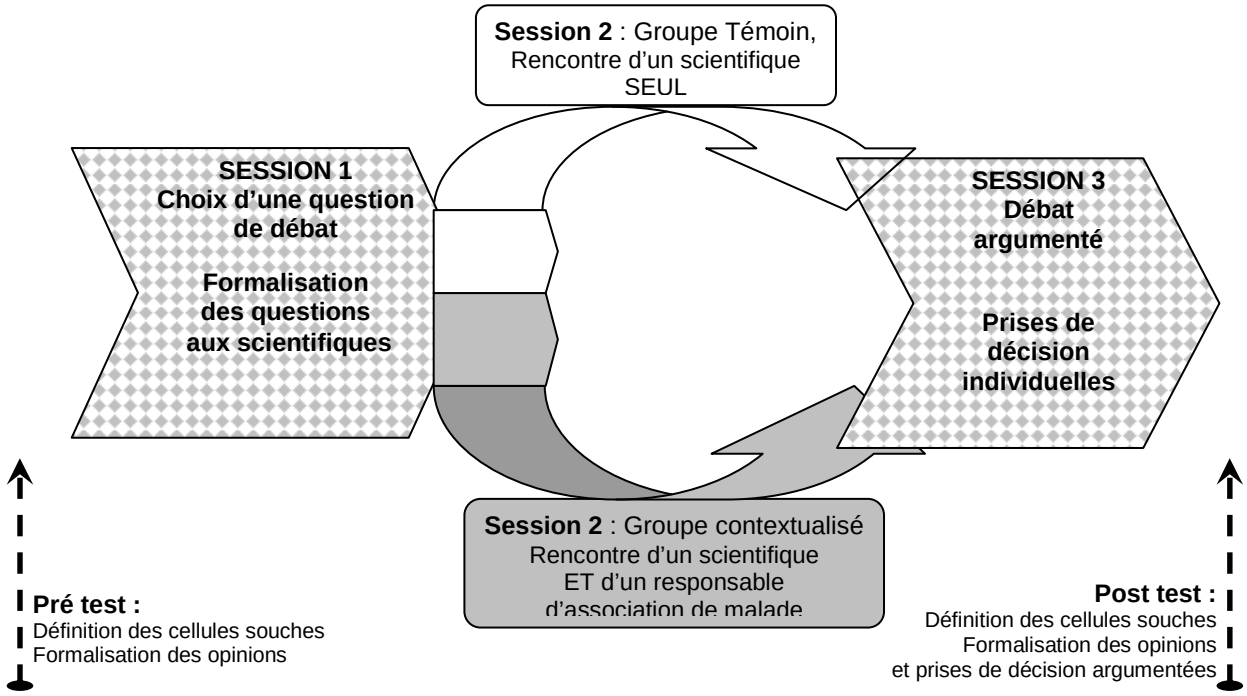
Le protocole général de débat retenu a été adapté de manière à pouvoir répondre aux problèmes de recherche définis précédemment. Rappelons qu'ils concernent les conséquences de la contextualisation des débats sur l'argumentation des élèves. Pour chacune des classes de lycéens qui sont venus au centre *Hippocampe*, deux groupes homogènes, que nous nommons *témoin* et *contextualisé*, ont été constitués après discussion avec l'enseignant en charge de la classe. La constitution des groupes de discussion tient compte du respect, autant que faire se peut, de la parité entre garçons et filles, des facilités de prise de parole individuelle, identifiées par l'enseignant, ainsi que des résultats scolaires (français, sciences de la vie et de la terre, mathématiques). Pour les deux groupes les premières et dernières sessions de débats sont identiques. Seule diffère la seconde session. Alors que les élèves du groupe *témoin* rencontrent un neuroscientifique, ceux du groupe *contextualisé* rencontrent le même neuroscientifique accompagné d'un responsable d'association de malades (Parkinson ou Sclérose en plaques ou chorée de Huntington). Les neuroscientifiques qui sont intervenus dans les débats ont été choisis pour leur proximité avec la thématique des cellules souches et mènent donc, dans leur diversité, des recherches sur les processus de neurogenèse au sens large.

Par ailleurs, au début de la première session, il était demandé aux lycéens de définir, dans un *pré-test*, les cellules souches et de préciser les questions qu'ils se posaient. A l'issue de la dernière session, un *post-test* consistait à demander aux lycéens de définir à nouveaux les CSE, de donner leur avis argumenté sur une prise de décision concernant l'utilisation, dès 2005, des cellules souches embryonnaires dans le cadre de la recherche scientifique d'une part et dans celui du traitement de pathologies neurodégénératives d'autre part. Le protocole quasi-expérimental de débat que nous avons mis en œuvre est présenté schématiquement dans la figure 14.

Après consentement éclairé, les lycéens ont répondu individuellement à des pré-tests (données biographiques, connaissances conceptuelles). Toutes les phases de discussions collectives, des adolescents entre eux ou avec un (des) spécialiste(s), ont été filmées (utilisation d'un enregistreur numérique audio et de deux caméras audio-vidéo numériques synchronisées pour un recueil audio et vidéo des interventions de l'ensemble des participants à une session de débat). Les *post-tests* (prises de décision argumentées, connaissances

conceptuelles) ont été proposés à la fin des dernières sessions de débats et renseignés individuellement par les lycéens[168].

Figure 14 : Protocole de débat sciences société *Hippocampe* (différentes sessions), les groupes témoins et contextualisés ont mené des discussions indépendantes durant toutes les sessions



III-3-4 Posture personnelle et modération des débats

J'ai personnellement modéré l'ensemble des débats entre lycéens en adoptant une posture d'impartialité engagée (Kelly, 1986). Dès le milieu des années quatre vingt, quatre postures différentes d'enseignants ou de modérateurs ont en effet été dégagées par Kelly pour animer des débats sciences et société. Nous empruntons à Simonneaux et Simonneaux (2006) la discussion relative à la clarification de ces postures.

La première attitude qualifiée de « neutralité exclusive » consiste à penser que les enseignants de sciences n'ont pas à aborder des questions controversées et que les connaissances scientifiques sont des faits caractérisés par une immunité sociale, une imperméabilité aux valeurs. Ce type d'attitudes, clairement positivistes ignore les éclairages épistémologiques et sociologiques portés sur la science. Outre qu'elle suppose à tort que les enseignants ne véhiculent pas des valeurs, la neutralité exclusive refuse de prendre en charge la responsabilité d'une formation à la citoyenneté scientifique.

La seconde attitude, ou « partialité exclusive », suppose l'intention délibérée de développer chez les élèves une opinion particulière sur une question socio-scientifique. Cette

[168] Les documents distribués aux participants (enseignants en responsabilité de la classe, lycéens, chercheurs et responsables d'association de malades) avant les premières sessions de discussions collectives ainsi que les supports de pré et post tests sont présentés en annexe.

posture sous-entend la nécessité de fournir aux élèves une certitude intellectuelle et de ne pas se risquer à la confrontation d'opinions diverses telles qu'elles s'expriment dans la sphère sociale, par définition, autour de questions socio-scientifiques. Elle correspond à une forme d'endoctrinement des élèves qui va à l'encontre de toute forme d'éducation à la citoyenneté.

L'« impartialité neutre », troisième catégorie de posture envisagée par Kelly, regroupent les partisans d'une éducation à la citoyenneté scientifique favorisant l'expression et la confrontation de la diversité des points de vue individuels. Mais les enseignants ou modérateurs des débats se doivent de rester neutres, sans formaliser leurs opinions. Cette recherche de neutralité, tout à fait utopique, peut être justifiée soit par la volonté de ne pas influencer les élèves dans leur propre prise de position, soit par la nécessité de ne pas éroder l'autorité de l'enseignant en le mettant dans une situation où ils révèlent ses incertitudes et ses ignorances. Bien que se rapprochant d'un idéal démocratique, cette posture de neutralité est illusoire, l'enseignant ne pouvant se départir complètement des opinions et des valeurs qui sont les siennes. C'est la posture la plus spontanément envisagée par les enseignants pour aborder l'éducation aux questions socio-scientifiques. C'est également celle qui est le plus souvent recommandée. Cependant, comme le montrent Simonneaux et Simonneaux, il existe, à la suite d'une formation adaptée, une évolution dans la perception que les enseignants ont de leur rôle dans l'enseignement des questions socio-scientifiques.

Cette évolution tend le plus souvent vers la quatrième attitude ou « impartialité engagée ». Dans cette perspective, les enseignants prônent une éducation à la citoyenneté scientifique où sont envisagés la diversité des points de vue tout en clarifiant et en formalisant leur propre positionnement. Bien que d'apparence paradoxale, la balance entre engagement personnel et impartialité, c'est-à-dire la volonté de favoriser l'expression de la diversité des points de vue, constitue, selon Kelly, une occasion de responsabiliser les adolescents dans leur réflexion civique en les invitant à assumer leurs propres opinions. C'est l'attitude que nous avons adoptée en invitant les élèves à relativiser les points de vue exprimés par les intervenants consultés : un scientifique et, le cas échéant, un responsable d'association de malades. Cette posture a été sans doute moins délicate à endosser dans la mesure où je n'étais moi-même pas enseignant en responsabilité des élèves et où le protocole même des débats incluait l'intervention de différents acteurs clés de la question envisagée.

Au début de la première rencontre avec les lycéens, les débats ont ainsi été présentés par analogie avec les procédures participatives de décision en termes de choix scientifiques et techniques. Leurs objectifs ont été clarifiés : une formation à l'argumentation socio-scientifique et aux interconnexions entre sciences et société. J'ai régulièrement rappelé aux participants les règles de prise de parole au cours du débat ainsi que les différentes dimensions (scientifiques, sociales, économiques, politiques et éthiques) de la question de discussion retenue par les élèves. J'ai, par ailleurs, parfois invité les élèves à envisager la diversité des points de vue lorsqu'un consensus « apparent » venait rompre la dynamique des discussions. J'ai tenté de clarifier mes opinions personnelles en argumentant lorsque les élèves me le demandaient explicitement. A la période où se sont tenus les débats, mon opinion était favorable à une recherche fondamentale sur les CSE humaines incluant les restrictions d'une recherche à financement publique, et impliquant uniquement la destruction d'embryons existants, ne s'inscrivant plus dans un projet de développement, dans le cadre d'un don avec accord parental informé et librement consenti. Mon opinion était en revanche défavorable aux utilisations thérapeutiques des CSE humaines. Mon argumentation reposait sur la perception

que j'avais des essais thérapeutiques rapportant la mise en œuvre de thérapies cellulaires cérébrales ainsi que sur le manque de recul sur les implications éthiques de ce type de thérapies. J'étais, d'autre part, défavorable au clonage thérapeutique essentiellement en raison de mon évaluation personnelle des risques d'instrumentalisation du corps humain (marchandisation des ovocytes) et des risques de détournement des techniques vers le clonage reproductif[169]. Cette clarification d'opinion reste cependant fragile. Tant il est évident que, sur la durée des débats (environ un an), mon opinion personnelle a été modelée par les rencontres et par le suivi des discussions entre adolescents, chercheurs et responsables d'association de malades.

III-3-5 Caractéristiques des participants

Sept neuroscientifiques[170] de la région de Marseille ainsi que quatre responsables d'association de malades (maladie de Parkinson, chorée de Huntington et Sclérose en plaque) ont ainsi pu être consultés par les adolescents selon le protocole de débat retenu. Entre les mois de Mai 2004 et de Mai 2005, sept classes de la région Provence Alpes Côte d'Azur issus aussi bien de lycées de quartiers (deux classes du lycée Saint Charles et une classe du lycée Diderot, Marseille) que de lycées de centre ville (une classe du lycée Perrier, Marseille et deux classes du lycée Vauvenargues, Aix en Provence) ou encore de zone rurale (une classe du lycée d'Altitude, Briançon) ont participé aux débats sur le thème des « *Cellules souches embryonnaires humaines et de leur utilisation* ».

Le protocole de débat décrit ci-avant a impliqué la division de chaque classe en deux sous-groupes homogènes (un groupe témoin et un groupe contextualisé) et ce sont au total treize débats qui se sont tenus au sein de la structure *Hippocampe*. Pour des raisons organisationnelles (indisponibilité d'un participant), un groupe d'élèves d'une classe (Lycée de Briançon), qui devait initialement être placé en situation contextualisée, n'a pu finalement rencontrer que le scientifique seul. Il a été intégré aux autres groupes témoins.

Par ailleurs, deux classes à effectif réduit (16 élèves du lycée Diderot et 15 élèves du lycée Saint Charles) ont donné lieu à la constitution de deux groupes de débat en situation

[169] Notons que dans la période initiale des débats qui se sont tenus de Mai 2004 à Mai 2005, il existait un moratoire concernant l'encadrement législatif français de la recherche sur les CSE humaines. Selon les lois de bioéthique de 1994 les recherches sur les embryons étaient autorisées exclusivement si elles étaient utiles pour l'embryon. La révision des lois votée à l'été 2004 autorise des recherches « *à titre exceptionnel par dérogation et pour une durée limité de cinq ans, sur l'embryon et les cellules embryonnaires lorsqu'elles sont susceptibles de permettre des progrès thérapeutiques majeurs* ». Ces recherches sont limitées aux embryons surnuméraires conçus in vitro dans le cadre de l'assistance médicale à la procréation. Car la révision de 2004 maintenait l'interdiction de création d'embryon pour la recherche et par extension le clonage thérapeutique. La première autorisation d'importation de CSE humaines a été donnée à l'équipe du Pr. M. Peschanski, directeur de l'unité neuroplasticité et thérapeutique de l'Inserm le 16 février 2005 pour des recherches concernant le traitement de la maladie de Huntington.

Enfin, mon opinion était et demeure défavorable au clonage reproductif en raison de son incompatibilité avec les principes fondamentaux des droits de l'homme au premier rang desquels la liberté et l'égalité. D'un point de vue législatif, le clonage reproductif est aujourd'hui considéré dans plusieurs pays dont la France comme « un crime contre l'espèce humaine ».

[170] Une présentation des chercheurs (organismes de rattachement, spécialités de recherche) est proposée dans la partie suivante, plus spécifiquement dédiée à l'analyse du discours des scientifiques en situation de communication.

contextualisée, sans groupes témoins correspondant, c'est-à-dire dans lesquels les lycéens ont rencontré un chercheur puis un responsable d'association de malades. Pour les deux groupes, que nous intégrons dans l'analyse des situations contextualisées, ces consultations ont été menées de manière séquentielle, sur la demande des scientifiques qui sont intervenus. Au final, le nombre total de lycéens placés en situation témoin se trouve être rigoureusement identique à celui des élèves placés en situation contextualisée (n = 98). Mais il comporte 52 filles et 46 garçons dans le premier cas, contre 55 filles et 43 garçons dans le second cas.

Cent quatre vingt seize adolescents ont ainsi été engagés dans les sessions de discussions collectives et de rencontres de spécialistes. Tous les lycéens qui ont participé aux débats étaient inscrits en classe de première S. Ce choix a été motivé, d'une part par la nécessité, dans une perspective comparative, de travailler avec des groupes homogènes en termes de formation initiale et, d'autre part, parce que, comme nous l'avons déjà développé, l'enseignement des neurosciences au lycée n'est abordé, de manière approfondie, qu'en classe de première scientifique. Pour des raisons de cohérence avec les programmes officiels d'enseignement dans le secondaire, seules des classes de première scientifique ont donc participé aux stages *Hippocampe* sur le thème des neurosciences.

Les caractéristiques sociales et démographiques des adolescents participants recoupent très largement celles des élèves de lycées inscrits en première scientifique, telles qu'elles ont été recensées à l'échelle académique[171].

Ainsi le sexe ratio (55 % de filles pour 45 % de garçons) est très proche de celui de la moyenne académique et rend compte de la prépondérance des filles pour l'inscription en filière générale scientifique.

Par ailleurs, les études réalisées au plan académique sur des cohortes d'élèves de troisième (année 1995-96) et de seconde (année 1994-95) montrent que 75 % des élèves de troisième issus de milieu favorisé obtiennent un baccalauréat, contre 50 % pour ceux issus de milieu défavorisé. Parmi l'ensemble de ces élèves, 24 % obtiennent un baccalauréat S. Mais on

[171] Les données présentées sont issues du site de l'Académie d'Aix Marseille (compétences académiques partagées), et plus particulièrement :

« Les parcours en Lycée : Accès au Baccalauréat des élèves de la Cohorte de 2nde en 1993/94 ». Académie d'Aix-Marseille / Rectorat/ Division des Etudes et des Statistiques Cellule d'Etudes, Mars 1999, S. Ichchou.

« Suivi de cohorte des élèves de troisième générale, 1995 / 1996 ». Document de Travail n° 2-10/02, Académie d'Aix-Marseille / Rectorat / DAEC - Etudes & Analyse / Octobre 2002 ;

Rappelons que d'après les études rectorales, effectuées en 2004 sur une cohorte d élèves de troisième (en 1996), à l'échelle académique environ 60 % d'élèves de troisième sont orientés en seconde générale en fin de collège (63 à 65 % pour les zones rurales ou de centre ville contre seulement 45 % pour les quartiers urbains, Marseille Etoile et Marseille littoral Nord, et que, parmi ces élèves, environ un quart passent un baccalauréat en série scientifique (là encore avec de réelles disparités sociogéographiques : 28 à 30 % pour les zones rurales ou de centre ville contre seulement 13 % pour les quartiers urbains, Marseille Etoile et Marseille littoral Nord).

D'après : Rectorat Direction de l'Analyse, des Études et de la Communication Service Académique d'Information et d'Orientation Inspection Pédagogique Régionale, *Dossier & Etudes*, n° 20.1, Octobre 2004

Ainsi que : « Panorama du second degré public dans les Bassins de Formation », Année 2001/02 Rectorat Direction de l'Analyse, des Études et de la Communication Service Académique d'Information et d'Orientation,

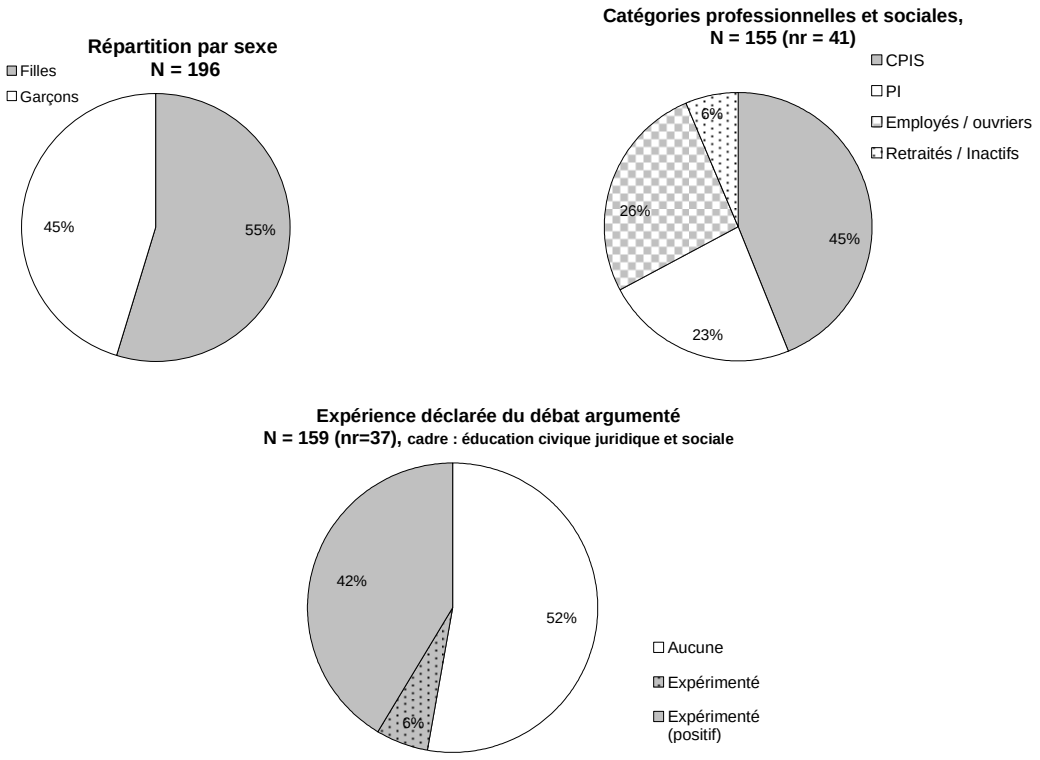
Dossier & Etudes, n° 4.1, Janvier 2002

Rappelons également que dans les lycées d'enseignement public, comme dans ceux de l'enseignement privé, la catégorie socioprofessionnelle « Professions libérales - cadre supérieur » est la plus représentée avec une présence plus significative en privé (un tiers contre un quart en public).

D'après : « Les établissements publics et privés sous contrat dans l'académie d'Aix-Marseille ». Dossier & Etudes n° 2, Juin 2001. Rectorat de l'académie d'Aix Marseille, Direction de l'Analyse, des Études et de la Communication.

trouve 54 % de bacheliers S parmi les élèves issus de milieu favorisé contre seulement 30 % des élèves issus de milieu défavorisé. D'un point de vue sociologique, l'effectif de 196 adolescentes et adolescents avec lesquels nous avons travaillé est voisin des sections de première scientifique de l'académie. C'est-à-dire 45 % d'élèves dont les parents exercent une profession de catégorie supérieure, 26 % d'élèves dont les parents sont employés ou ouvriers, 23 % d'élèves dont les parents exercent une profession intermédiaire et enfin 6 % d'élèves dont les parents sont inactifs ou retraités. Tout en étant cohérentes avec les données académiques moyennes, ces données ne doivent pas faire oublier les importantes différences qui se dessinent entre les établissements. C'est pour cela que nous distinguons, et malgré la prépondérance d'adolescents issus de milieu favorisé dans la filière scientifique de l'enseignement général de lycée, trois types d'établissements : d'une part, les établissements de zone rurale (Briançon) et, d'autre part, les établissements de zone urbaine en différenciant les quartiers de dépression économique (quartiers Nord Littoral et Centre Etoile de Marseille) de ceux de centre ville plus favorisés (Marseille Centre Est et Aix en Provence Centre). Par ailleurs l'âge des adolescents qui ont participé aux débats *Hippocampe* se situe entre 15 et 17,5 ans avec une moyenne de 16,3 ans (figure 15).

Figure 15 : Les participants aux débats, données sociologiques et expérience de pratique du débat argumenté



Quant à la pratique du débat argumenté, un peu plus de la moitié des lycéennes et lycéens déclarent ne pas l'avoir expérimentée au collège ou au lycée (figure 15). La grande majorité de ceux qui déclarent avoir eu au moins une expérience de débat argumenté dans cadre scolaire juge cette expérience positive et, pour la quasi-totalité d'entre eux, elle s'est déroulée dans le cadre de l'éducation civique juridique et sociale. Parmi les thèmes de débat qui ont été

précisés, aucun ne concerne les relations entre sciences et société. La mise en débat de questions scientifiques socialement vives apparaît complètement absente, non seulement de l'enseignement d'éducation civique, juridique et sociale, mais aussi de l'enseignement disciplinaire de sciences de la vie et de la terre. Ces données rappellent l'importance des recherches portant sur les possibilités d'introduction de ces questions dans les cursus d'enseignement général de lycée, à fortiori lorsqu'il s'agit d'élèves spécialisés en sciences.

Les débats que nous analysons se situent donc dans un « cadre communicatif » qu'il convient de résumer, étant entendu que, selon notre perspective, les propriétés du contexte déterminent largement « *les opérations de production des énoncés aussi bien que leur interprétation* » (Kerbrat-Orecchioni, 1998). Rappelons donc que les situations de débat qui constituent notre corpus de recherche ont eu lieu au sein d'un laboratoire de recherche public, dans un campus universitaire se donnant comme objectif principal de développer les compétences argumentatives des élèves autour d'une question socio-scientifique. Les débats regroupent des lycéens qui se connaissent entre eux et qui rencontrent un chercheur scientifique, éventuellement accompagné d'un responsable d'association de malades. Dans les situations d'interaction, tous les participants sont ratifiés comme des destinataires directs, c'est-à-dire qu'ils sont susceptibles d'être des « next-speakers ». Si cette dimension est évidente pour les discussions entre élèves (sessions 3), elle est plus discutable lors de la rencontre entre les lycéens et le chercheur accompagné ou non d'un responsable d'association de malades. Dans ce cas, qui ne s'apparente pas non plus à une conférence d'information, le cadre participatif, dans lequel s'inscrivent les élèves, fait qu'ils ont un statut de participant ratifiés directs, ou de témoins spectateurs, selon leur posture personnelle.

CHAPITRE III-4
METHODE D'ANALYSE DU CORPUS DE DEBATS

Dans un premier temps, le corpus retenu est décrit. Dans un deuxième temps, nous présentons notre méthode d'analyse de l'argumentation des élèves, caractérisée par une approche de plus en plus « fine » et qualitative.

III-4-1 Le corpus retenu

Bien qu'il ne nous ait pas été possible, ni sans doute souhaitable, de faire de l'ensemble des débats un corpus d'analyse, nous avons voulu, étant donné le nombre élevé de lycéens ayant participé à cette expérience, pouvoir conserver une possibilité d'analyse quantitative.
C'est pourquoi notre corpus d'analyse est constitué pour partie par :
- l'ensemble des pré-tests (définition des cellules souches) et des post-tests (définition des cellules souches et prises de décision argumentée, relatives aux utilisations des CSE humaines à des fins de recherche d'une part, et pour des applications thérapeutiques d'autre part) proposés aux 196 adolescents.
- la retranscription de l'ensemble des rencontres entre lycéens et scientifiques seuls (soit les sept rencontres avec les chercheurs seuls lors des deuxièmes sessions).

Comme nous le préciserons, nous avons souhaité approfondir le grain d'analyse de l'argumentation des élèves en nous focalisant sur des épisodes de discussions collectives. C'est pourquoi nous avons inclus également dans le corpus la retranscription de deux débats argumentés entre les adolescents pour deux groupes d'une même classe, l'un en situation de référence, l'autre en situation contextualisée.

Nous empruntons en partie à Auger et Jacobi (2003) les conventions retenues pour la transcription des discussions collectives. Au-delà de l'identification des différents locuteurs, les interventions de chacun ont été transcrites sur une ligne de temps découpée en intervalles de vingt secondes et en incluant les conventions suivantes :

/ = pause courte
// = pause longue
X = mot ou XX = expression incompréhensible, intervenant non identifié
_____ : paroles simultanées soulignées
(Commentaire) = commentaire d'un comportement non verbal ou *para verbal* (en italique)

Sauf cas particuliers (émois ou rires collectifs, gestes de mime, écriture au paper board, désignation non verbale du locuteur suivant), les indices de langage paraverbal n'ont

cependant pas fait l'objet d'une attention particulière, si ce n'est pour préciser l'identité des locuteurs. Le marquage des paroles simultanées s'est avéré difficile d'utilisation dans les discussions que nous avons analysées.

L'ensemble des retranscriptions (sept interactions entre lycéens et chercheurs –session deux- et deux débats argumentés entre lycéens –sessions trois) est proposé en annexes. Les verbatim que nous utiliserons dans l'analyse renvoient à ces annexes et sont référencés par les initiales du lycée correspondant (LV1, LP, LD, LV2, LB, LSC1, LSC2), par la condition expérimentale dans laquelle ont été placés les participants (Groupe témoin : GT ; Groupe contextualisé : GC) et par la date de la production (jj/mm/aaaa). Lorsqu'il s'agit d'éléments de formalisation recueillis dans les pré et post tests, ceux-ci sont identifiés respectivement par « Pré » et « Post ». Les verbatim correspondants à des sessions de débat sont identifiés par le numéro de la session de débat (session 2 : s2 et session 3 : s3), ainsi que par un indice de ligne de temps (hh : mn : ss). Dans un souci de respect de l'anonymat, les verbatim des élèves sont identifiés par deux initiales et ceux des chercheurs sont attribués aux neuroscientifiques nommés A, B, C, D, E, F, G.

III-4-2 Méthode : utilisation de différents « grains » d'analyse

L'analyse comparative des prises de décision des élèves et de leur argumentation a été réalisée à la fois sur les productions écrites des pré-tests et des post-tests mais aussi sur les productions orales retranscrites de deux groupes d'élèves ayant participé à un débat argumenté. Par ailleurs, il nous a paru nécessaire, pour mieux cerner la dynamique des débats et les attentes des lycéens, d'intégrer à notre analyse les questions posées par les adolescents aux chercheurs. Les sept retranscriptions des interactions entre neuroscientifiques et lycéens ont été exploitées dans ce sens.

A l'instar des travaux de Simonneaux (2003), nous avons réalisé une analyse argumentative des situations de débat en affinant progressivement le grain d'analyse. La partie du corpus constituée des pré et post tests a été analysée dans sa globalité pour une approche d'ordre quantitatif de la diversité des prises de décision et des arguments convoqués par les élèves en situation témoin et en situation contextualisée. Cette première approche a permis de focaliser le spectre de notre analyse sur la retranscription des interactions discursives au cours du débat argumenté (sessions 3) de deux groupes de lycéens d'une même classe, l'un en situation témoin, l'autre en situation contextualisée.

Méthode d'analyse des prises de décision argumentées écrites et des questions posées aux chercheurs

La première étape d'analyse de cette partie du corpus a consisté à comparer, dans les pré et post tests, la définition des CSE pour chacun des 196 participants. Les réponses ont été classées selon qu'elles correspondaient à des définitions erronées, correctes mentionnant une propriété des CSE, correctes mentionnant au moins deux propriétés des CSE ou encore

absence de réponse. Il s'agissait d'évaluer l'apport didactique des débats en termes de clarification d'un concept scientifique.
Il nous est apparu pertinent d'y associer l'analyse des questions posées par les lycéens aux chercheurs en situation témoin. Celles-ci ont été catégorisées essentiellement autour de leur nature d'ordre scientifique, social ou éthique.

La deuxième étape d'analyse s'est portée sur les prises de décision des 196 lycéens formalisées au cours des post tests en faveur ou non d'une utilisation des CSE humaines, dès 2005, pour la recherche scientifique d'une part, et pour une utilisation thérapeutique d'autre part. Les arguments développés à cette occasion ont été catégorisés. La méthodologie mise en œuvre par Zohar et Nemet (2002) repose sur l'identification des arguments proposés et de leurs justifications éventuelles : déclarations non argumentées, avec un ou plusieurs arguments, mobilisation ou non mobilisation des connaissances scientifiques.
Mais nous n'avons cependant pas défini, à priori, de catégories d'arguments. Celles-ci se sont dessinées au cours de l'analyse des données par cycles itératifs avec des fusions, divisions et modifications de ces catégories, s'accompagnant, comme nous le préciserons, de difficultés méthodologiques propres à toute démarche de catégorisation.

Les prises de décision argumentées formalisées par les adolescents ont ensuite été comparées entre les lycéens des groupes témoins et contextualisés. Dans un premier temps, cette comparaison a été réalisée entre deux groupes « homogènes » d'une même classe, pour s'étendre à l'ensemble des groupes contextualisés et témoins. Comme nous l'avons déjà précisé, un groupe d'élèves d'une classe (LB), qui devaient initialement être placés en situation contextualisée n'a pu finalement rencontrer que le scientifique seul. Il a été intégré aux autres groupes témoins.

Les résultats quantifiés de l'analyse comparée des prises de décision argumentées des élèves sont exprimés en pourcentage pour chaque groupe dont les effectifs sont au final identiques (98 lycéens placés en situation témoin et 98 placés en situation contextualisée). L'analyse quantitative nous a permis d'identifier deux groupes de débat d'une même classe pour lesquels la diversité des prises de décision argumentées se rapprochait le plus de celle de l'ensemble des lycéens. La retranscription des deux débats argumentés, entre élèves (sessions 3), un groupe témoin et un groupe contextualisé ont été retenus pour une analyse plus fine.

Méthode d'analyse argumentative qualitative des débats

La méthodologie d'analyse plus fine des deux débats retranscrits emprunte largement aux cadres de l'interactionniste socio-discursif, dans lequel les actions langagières occupent une place déterminante, et de la théorie de l'argumentation déjà évoqués. Les deux débats argumentés, entre élèves, que nous avons sélectionnés ont fait l'objet d'une analyse comparée à trois niveaux différents, selon la méthodologie développée par Simonneaux (2003).
Dans un premier temps, les retranscriptions des sessions de discussions collectives ont été découpées en séquences ou épisodes. Dans le système des tours de paroles qui caractérise une situation d'interactions langagières, la séquence peut être définie comme « *un bloc d'échanges reliés par un fort degré de cohérence sémantique et/ou pragmatique* » (Kerbrat-Orecchioni, 1998).

La macrostructure des débats a permis de dégager les thématiques abordées au cours des débats et notamment les thématiques récurrentes. Les épisodes à thématiques communes ou

propres aux situations témoins et contextualisées, ont été relevés. Cette analyse macroscopique a permis de préciser la dynamique des échanges et de sélectionner des épisodes qui puissent se prêter à une analyse argumentative comparée entre le groupe en situation témoin et celui en situation contextualisée. Cette dimension de l'analyse est complétée par des indicateurs tels que la durée totale des sessions de débat, le nombre de tours de paroles par minute, le nombre de prise de parole du modérateur. Selon certains chercheurs, le nombre de tours de parole par minute constitue un indicateur de la qualité de l'argumentation, plus celui-ci est faible, moins l'argumentation développée par les participants est superficielle (Zohar et Nemet, 2002).

Dans un deuxième temps nous avons mené une analyse argumentative comparée, plus fine, de deux épisodes de débat se rapportant à la même thématique, l'un mené au sein d'un groupe témoin, l'autre au sein d'un groupe contextualisé. Il s'agit d'interroger l'impact de deux situations didactiques différentes, sur la qualité de l'argumentation des élèves. Cette analyse argumentative « microscopique » repose essentiellement sur l'identification des stratégies argumentatives ainsi que sur les différents types d'arguments mobilisés par les élèves mais aussi sur les modalisations mises en œuvre.

L'identification de stratégies argumentatives repose en partie sur le modèle proposé par Toulmin (1958). Selon cet auteur, les éléments de base de l'argumentation sont les *données*, les *conclusions* et les *garants* ou *justifications*, définis comme les raisons qui justifient une connexion entre données et conclusions. Par ailleurs, Toulmin a également recours aux éléments généralement admis par une communauté pour soutenir les *justifications* : les *fondements*. Ces éléments de base peuvent s'articuler dans la langue selon le schéma suivant : parce que (*données*), vu que (*garantie*), en vertu de (*fondement*), donc (*conclusion*). Les *données* apparaissent alors comme les faits permettant d'étayer une *conclusion*. Les situations prototypiques qui suivent ce modèle ne rendent pas toujours compte de la complexité des stratégies argumentatives. C'est pourquoi Toulmin enrichit ce schéma en y adjoignant des éléments permettant de préciser les « limites de validité » des conclusions argumentées, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles une conclusion peut être considérée comme vraie ou pas. Ces éléments sont nommés les *restrictions* et les *réfutations*. C'est à ce niveau que Toulmin introduit la mobilisation de marqueurs de modalisation, que nous développerons ci-après, comme unité d'articulation des restrictions et des réfutations aux conclusions. Laurence Simonneaux (2003) rappelle que les travaux de Toulmin, sur l'argumentation utilisée pour des situations langagières dans différents champs disciplinaires, mettent en évidence l'indépendance de la forme (données, conclusions, justifications, supports, restrictions et réfutations) par rapport aux champs disciplinaires. Alors que le fond, c'est-à-dire ce qui prend réellement sens dans l'argumentation comme données, garants ou justifications apparaissent comme dépendants du champ disciplinaire concerné.

A la suite de Toulmin, Adam (1992) propose des structures argumentatives de base qui permettent également une mise en relation des données avec les conclusions. Le schéma de cette mise en relation qui peut apparaître de manière implicite ou explicitement fondée est le suivant :

Données ----------*Alors probablement*-------- Conclusion
Parce que Garant
Etant donné que Support
Cependant Restriction

Notons que, dans ce schéma, l'explicitation des relations entre *données* et *conclusion* peut apparaître soit comme un fondement (convocation d'un *garant* et d'un *support*), soit comme une opposition (convocation d'une *réfutation* ou d'une *exception*).
Les cadres proposés par Toulmin, mais aussi Adam, ont largement été mobilisés par les didacticiens des questions socio-scientifiques pour l'analyse argumentative des conversations (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000 ; Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz, 2002 ; Kelly *et al.*, 1998).

Cependant, il nous est apparu qu'à l'usage, ce type de schéma argumentatif prototypique était difficile à identifier dans leur intégralité. D'ailleurs, ce schéma de base a souvent fait l'objet d'adaptations propres aux situations didactiques envisagées dans différentes recherches, par exemple en introduisant une distinction entre données empiriques et données hypothétiques comme l'on fait Kelly et son équipe (1998). C'est pourquoi notre grille d'analyse de l'argumentation des élèves s'est enrichie d'une typologie des différents arguments et procédures rhétoriques qui peuvent être rencontrées, dans leur diversité (Perelman et Olbrecht-Tyteca, 1988). Même si, pratiquement, la rencontre de purs arguments est rare, comme le concède Breton, il est possible de distinguer quatre grandes familles d'arguments. L'auteur distingue ainsi les arguments de cadrage, d'analogie, d'autorité, et de communauté. Les arguments de cadrage visent à « *modifier le contexte de réception de l'auditoire dans le but de le préparer à recevoir l'opinion proposée* ». Ce type d'arguments se présente comme une description dans laquelle l'énoncé peut prendre différentes formes (présentation, définition, association, dissociation, relation quasi logique). Les arguments d'analogie mobilisent, eux, des éléments qui sont extérieurs à la situation et font appel à des exemples, des analogies ou des métaphores. Les arguments d'autorité se réfèrent à un témoignage, une expérience ou une compétence et peuvent être mobilisés de manière positive ou négative. Enfin les arguments de communauté mobilisent l'adhésion à des valeurs ou à une opinion commune dans un cadre spatio-temporel défini (Breton, 1998).

Selon Breton (2003) ces différents types d'arguments sont articulés dans différents procédés argumentatifs dont deux sont particulièrement utilisés. Le procédé d'*expolition* d'une part, et la « *double détente argumentative* » d'autre part. L'*expolition*, que l'on rencontre souvent, consiste à mettre en valeur un argument en le répétant sous des formes identiques ou voisines. La *double détente argumentative* procède, dans un premier temps, d'une modification du contexte de réception par la mobilisation non seulement d'arguments de cadrage (redéfinition d'un mot par exemple) mais aussi d'autorité (recours à un expert par exemple) ou de communauté (appel à des présupposés communs). Dans un deuxième temps, le locuteur vise à « *tisser un lien privilégié entre le contexte de réception ainsi modifié et l'opinion proposée* ». Il mobilise alors des arguments que Breton nomme « *de lien* » dont il distingue deux catégories, les arguments déductifs qui visent à « *passer de ce qui est admis à ce que l'on veut faire admettre* » (implication logique, règles de réciprocité, relations de cause à effet) et les arguments analogiques qui visent à transférer « *l'accord obtenu sur la situation*

recadrée à un terme ou à une opinion selon une ressemblance ». Ces arguments analogiques peuvent correspondre à des métaphores ou des comparaisons ou encore des exemples.
On le voit, les procédés argumentatifs peuvent mobiliser successivement différents types d'arguments.

Enfin, notre grille d'analyse intègre l'identification de marqueurs de modalisation définis comme les marques formelles d'énonciation par lesquelles un locuteur signale sa plus ou moins grande adhésion au contenu de son propos. Nous retenons ici les quatre catégories de modalisation proposées par Bronckart (1996) : les modalisations logiques, déontiques, appréciatives et pragmatiques.. Les modalisations logiques « *consistent en jugements relatifs à la valeur de vérité des propositions énoncées* » et sont alors présentées comme « *certaines, possibles, probables, indécidables, etc. ;* ». Les modalisations déontiques traduisent une appréciation des faits énoncés « *à l'aune des valeurs sociales* » qui apparaissent comme socialement « *permis, interdits, nécessaires, souhaitables, etc. ;* ». Les modalisations appréciatives traduisent, elles, un « *jugement plus subjectif* » dans lequel les faits énoncés sont jugés comme « *heureux, malheureux, étranges, aux yeux de l'instance qui évalue* ». Enfin les modalisations pragmatiques permettent d'exprimer un « *jugement relatif à l'une des facettes de la responsabilité d'un personnage eu égard au procès dont il est l'agent ; ces facettes sont notamment la capacité d'action (le pouvoir-faire), l'intention (le vouloir-faire) et les raisons (le devoir-faire).* »

Bien qu'empruntant à la pensée des auteurs qui viennent d'être cités, notre grille d'analyse de l'argumentation des élèves s'est construite au fur et à mesure de l'exploitation du corpus. Il en est ainsi de la catégorisation des arguments. C'est aussi le cas des stratégies argumentatives pour lesquelles nous avons été amené à adapter les schémas décrits ici. Il en va de même des procédures rhétoriques mobilisées et des marqueurs de modalisation mis en œuvre. Tant il est vrai qu'il est difficile de décider sur des critères internes de l'argumentativité d'un discours, car l'argumentation est inscrite « dans la langue ». Selon Ascombre et Kerbratt Orecchioni, elle ne s'y surajoute pas mais nécessite des conditions, un contexte, des « représentations construites de la réalité » (ou topoï) pour qu'elle puisse s'exercer. C'est pourquoi, comme le précise Grize (1996), l'argumentation se présente comme un discours dont le contenu sémantique renvoie aux représentations psychosociologiques du locuteur en incluant certaines propriétés linguistiques qui rendent les propositions acceptables par l'auditoire. Car l'acception de l'argumentation retenue pour notre analyse est moins celle d'une procédure référencée par rapport à un effet à produire (convaincre, persuader) ou celle d'un discours réglé (comme peut l'être l'argumentation heuristique en science, laquelle vise à prouver ou à réfuter), qu'un véritable processus, au sens de Perelman, c'est-à-dire le développement de discours, en situation, visant à « orienter le destinataire vers certaines conclusions. ». Ce dernier modèle permet l'étude de situations où l'argumentation « *n'est pas la défense rhétorique d'un point de vue déjà complètement construit, mais plutôt l'exploration d'un champ mal connu pour construire, affiner ou fonder un jugement, se faire une idée de comment penser les choses, trouver sa position à leur égard* » (Nonnon, 1996).

Cette définition de l'argumentation semble adaptée à la situation didactique de débat que nous envisageons. L'analyse argumentative que nous proposons, au-delà d'une identification de modèles canoniques de procédés argumentatifs et de types d'arguments ou de marqueurs

de modalisation mobilisés par les élèves, parfois délicate d'ailleurs, inclut une nécessaire prise en compte du contexte de production et de réception des énoncés (statut des interlocuteurs, systèmes de valeurs en usage (Douaire, 2004).

C'est pourquoi la grille d'analyse de l'argumentation des élèves, que nous mobilisons aux différentes échelles d'observation, comporte :

- l'identification de différentes stratégies argumentatives : les déclarations sans justification, les argumentations simples reposant sur une seule justification, des stratégies plurielles mobilisant plusieurs justifications emboîtées ou linéaires.
- l'identification d'actions langagières (déclaration, question, question ou déclaration rejetée, question interpellatrice, question recentrée, relance, réponse, hypothèse, objection, accord, évitement, mise en évidence d'incertitudes, jugement de valeur) ainsi que de procédures rhétoriques (expolition, double détente argumentative, provocation, suspicion, promesse, ironie).
- des marqueurs de prise en charge énonciative des discours (logiques, déontiques, appréciatives et pragmatiques) ainsi que le statut des énoncés correspondant (prescriptifs, axiologiques).

Nous avons par ailleurs identifié les domaines de savoirs ou de références sociales sur lesquels reposaient les arguments des élèves. Le cas échéant, la validité des arguments employés est alors discutée. Cette grille se présente comme une combinaison de différentes grilles, notamment celles mises en œuvre par Simonneaux ou Jiménez-Aleixandre et leurs collaborateurs dans diverses études. Ce qui en valide la robustesse méthodologique.

CHAPITRE III-5
ANALYSE DIDACTIQUE DES PRISES DE DECISION ET DE L'ARGUMENTATION DE L'ENSEMBLE DES LYCEENS

Parce qu'elle rend compte d'un moment fort des protocoles de débats mis en œuvre, nous introduisons cette partie avec une analyse des questions posées aux neuroscientifiques lors de leur consultation. Cette dimension de l'analyse permet d'aborder les attentes des élèves non seulement en termes de connaissances mais aussi, plus marginalement en termes d'opinions relatives à la question socio-scientifique dont ils débattent.

III-5-1 Les questions posées aux neuroscientifiques

Parmi les 316 interventions de lycéens recensées durant la consultation des scientifiques 215 correspondaient à une demande d'informations, les autres étant plutôt déclaratives. Certaines questions, proposées ou provoquées explicitement par les chercheurs, ont été écartées de cette analyse. Elles seront envisagées dans la partie suivante.
L'analyse du corpus des 215 questions adressées par les adolescents aux neuroscientifiques consultés en situation témoin traduisent, comme on pouvait s'y attendre, une importante demande d'informations concernant la clarification de concepts scientifiques relatifs aux CSE humaines et à leurs utilisations. Le pattern de questions dessine également plusieurs catégories se rapportant à des demandes de clarifications ou de positionnements éthiques, sociaux, économiques et législatifs des recherches sur les CSE humaines et sur leurs utilisations potentielles. Trois questions sur quatre concernent des aspects scientifiques au premier rang desquels des demandes d'informations relatives :

- aux propriétés des cellules souches embryonnaires et adultes (33 questions),
- aux maladies neurodégénératives – symptômes, causes, traitements des maladies d'Alzheimer, de Parkinson essentiellement (29 questions),
- aux tests thérapeutiques déjà réalisés – méthodologie, risques, réussite (29 questions),
- aux modalités des techniques de thérapie cellulaire en général (24 questions).

Les lycéens ont également interrogé les scientifiques sur l'âge limite, les conditions et les conséquences du prélèvement de cellules souches sur l'embryon (19 questions) ainsi que sur la technique du clonage et ses liens avec l'obtention de CSE (11 questions). Onze questions ont porté sur les alternatives thérapeutiques de la thérapie cellulaire utilisant des CSE, et particulièrement sur les possibilités d'utilisation des cellules souches adultes, ou encore de récupération de cellules souches au niveau du cordon ombilical. Les chercheurs ont par ailleurs été interrogés de manière plus ponctuelle sur les symptômes et causes d'autres

maladies que les maladies neurodégénératives (épilepsie, cancer, sida, addiction à une drogue), sur leurs traitements ou sur une technique particulière comme l'obtention de « bébés médicaments » (diagnostic préimplantatoire). Une seule question a porté sur les conséquences des prélèvements d'ovocytes chez la femme. Ces demandes d'information ou de clarification font apparaître les lacunes de connaissances identifiées par les lycéens eux-mêmes pour appréhender correctement les termes des débats.

Par ailleurs, de nombreuses questions interrogent la dimension technique et pratique de l'obtention et de la manipulation des CSE ainsi que de la thérapie cellulaire cérébrale. Les adolescents expriment le besoin de pouvoir appréhender la dimension concrète des choses, comme en témoignent les exemples suivants :

> Rapporteur (Lycéenne) : Comment se manifeste en fait le rejet des cellules ? (LD, s2T, 18/01/2005, 00 :47 :40).

Ou :

> Rapporteur (Lycéen) : Et en même temps qu'on poursuit les recherches sur ça combien il faudrait à peu près il faudrait de d'embryons pour ça va servir à soigner combien de malades à peu près ? (LV2, GT, 08/03/2005, s2, 00 :20 :20).

Ou encore :

> Lycéenne : Mais comment on fait pour cloner une personne morte on prend quelle cellule ? (LSC2, GT, 18/05/2005, s2, 00 :46 :40).

Il en va de même concernant les causes, les symptômes, les traitements et la transmissibilité des principales maladies neurodégénératives. Il est intéressant de remarquer à ce sujet que certains adolescents identifient, dans le contexte de la mise en débat d'une question socio-scientifique, la nécessité d'affiner leurs conceptions sur certains concepts scientifiques. En effet, les études de conceptions sur ce thème, que nous avons présentées précédemment (chapitre II-2), révélaient l'existence d'un vernis lexical (des noms de maladies, de personnalités célèbres, de neurotransmetteurs….) traduisant une forme de culture médiatisée superficielle.

Bien que les scientifiques aient largement été interrogés sur les tests thérapeutiques déjà réalisés, les questions portant sur les alternatives thérapeutiques proposées à la thérapie cellulaire, comme celles relatives aux relations entre le clonage et la thérapie cellulaire, sont en revanche bien moins nombreuses et surtout abordées de manière très hétérogène selon les groupes de débat (certains groupes n'abordent pas cette catégorie de questions). Nous identifions là une difficulté pour les élèves à embrasser largement les différentes dimensions de la question socio-scientifique abordée. Cette difficulté traduit également une préparation très hétérogène, selon les groupes, en amont de la rencontre avec le chercheur. Rappelons que le thème des débats avait été communiqué aux élèves et à leurs enseignants quatre à six semaines avant cette rencontre pour une documentation libre. Il semble que cette recherche préparatoire a été vécue avec un investissement variable selon les adolescents, bénéficiant de l'encadrement plus ou moins important de l'enseignant en charge de la classe. Les chercheurs n'ont ainsi pas ou peu été interrogés sur l'origine précise des embryons et donc le cas échéant sur l'origine des gamètes. Le fonctionnement global du cerveau, ses propriétés et les conséquences potentielles d'une greffe cellulaire intracérébrale n'ont pas été interrogés à cette échelle.

Ces résultats traduisent une polarisation du questionnement scientifique des élèves sur la dimension cellulaire ainsi que sur la perspective thérapeutique des connaissances ou méconnaissances scientifiques en jeu. Cette polarisation traduit une difficulté pour les élèves à apprécier les différentes dimensions, même scientifiques (du moléculaire à l'organisme, de l'organisme sain à l'organisme pathologique), qu'il semble nécessaire de préciser pour appréhender les débats. Elle interroge, de fait, à la fois le protocole même de débat, la présentation du thème, la préparation de la rencontre avec le scientifique et la réalité de cette rencontre.

Il apparaît logique que les participants aux débats aient essentiellement interrogé les chercheurs sur les notions scientifiques qui sous-tendaient les termes de ces débats. Ce sont, à priori, les éléments qui fondent la légitimité d'un recours à la consultation d'un scientifique. Pour autant, bien que ne représentant qu'un quart des questions adressées aux scientifiques, les autres dimensions de la question socio-scientifique débattue ont été abordées à la demande des élèves. Les adolescents ont ainsi interrogé les chercheurs sur les problèmes éthiques relatifs au statut de l'embryon ou posés par la recherche et l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (10 questions), par le clonage thérapeutique et reproductif (2 questions) ou encore par l'expérimentation sur l'homme (2 questions). On peut préciser que seule une faible minorité d'élèves demande aux chercheurs de clarifier leurs propres opinions sur les questions éthiques abordées.

Les scientifiques sont également questionnés sur les législations en cours en France et dans différents pays concernant la recherche et l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (6 questions) ou le clonage reproductif et thérapeutique (4 questions) et plus généralement sur les modalités de régulation et d'encadrement de l'activité de recherche (2 questions). Il peut paraître surprenant que les chercheurs soient interrogés sur les aspects législatifs de l'encadrement de leur activité. Ce qui ne fait pas, à priori, partie de leur domaine d'expertise. Nous identifions là une préparation insuffisante en amont de la consultation des scientifiques. Cette catégorie de questions donne à penser que dans les conceptions des lycéens, les scientifiques connaissent bien l'encadrement législatif de leur activité. C'est une dimension des discours de communication des chercheurs qu'il sera nécessaire d'interroger par la suite. Si les lycéens témoignaient, par ces questions, d'une relative méconnaissance de la dimension législative des recherches sur les CSE humaines et de leurs utilisations. Il s'est pourtant avéré qu'elles ont été l'occasion, pour les chercheurs, d'exprimer leurs points de vue personnels sur la législation en vigueur ainsi que sur les disparités législatives à l'échelle internationale.

Il est intéressant de noter que, bien que très minoritaires, certaines questions d'élèves interrogent les chercheurs sur l'inscription sociale de la recherche scientifique. C'est ainsi que huit questions concernent le mode de financement de la recherche et les intérêts économiques qui peuvent y être associés. De même les chercheurs ont été interrogés à cinq reprises sur la fonction sociale de la recherche et particulièrement sur la question de l'accessibilité aux soins. Cette catégorie de questions remet parfois explicitement en cause la légitimité de l'activité de recherche scientifique comme en témoigne la série de questions suivantes :

> Lycéenne 1 : Et heu vous êtes financée par l'Etat ? […]
> Lycéenne 2 : Et est ce qu'il y a des instituts privés ? […]
> Lycéen 1 : C'est la question de Selim à la base, quel rôle ont les fonds ?
> Lycéenne 3 : Les fonds dans le sens l'argent.
> Lycéen 1 : Les fonds financiers. […]

Lycéenne 2 : oui mais madame on en revient toujours à ce que je vous disais tout à l'heure si par exemple heu si donc ma grand mère elle a Alzheimer (*interrompue*) […]
Lycéenne 2 : si c'est pas l'accès pour tout le monde à quoi sert la science alors ?
(LSC1, GT, 10/05/2005, s2, 00 :42 :00 – 00 :46 :00)

Il nous semble important d'encourager ce type de questionnement chez les élèves dans la mesure où il traduit la volonté d'envisager la complexité de la question abordée dans la diversité de ses dimensions. Remarquons enfin que trois questions ont porté sur les cursus universitaires post baccalauréat (différentes filières, examens, débouchés).

Cette analyse des questions posées aux chercheurs montre que les lycéens sont surtout attachés à une culture des résultats de la recherche, bien plus qu'à son mode de fonctionnement ou même à son inscription sociale. En effet, seulement sept questions se rapportent à des éléments de clarification relatifs à la nature des sciences, et plus précisément à l'articulation entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Les élèves n'interrogent pas les scientifiques sur la dimension historique des recherches relatives aux cellules souches. Le manque d'interrogations sur les aspects du fonctionnement de la recherche scientifique, comme sur l'inscription historique ou sociale de celle-ci, sont à notre sens le reflet d'une culture scolaire dans laquelle l'éducation scientifique n'envisage que très marginalement ces aspects dans les curricula français, y compris lorsque, comme c'est le cas ici, les élèves se sont orientés vers une filière spécialisée en sciences.

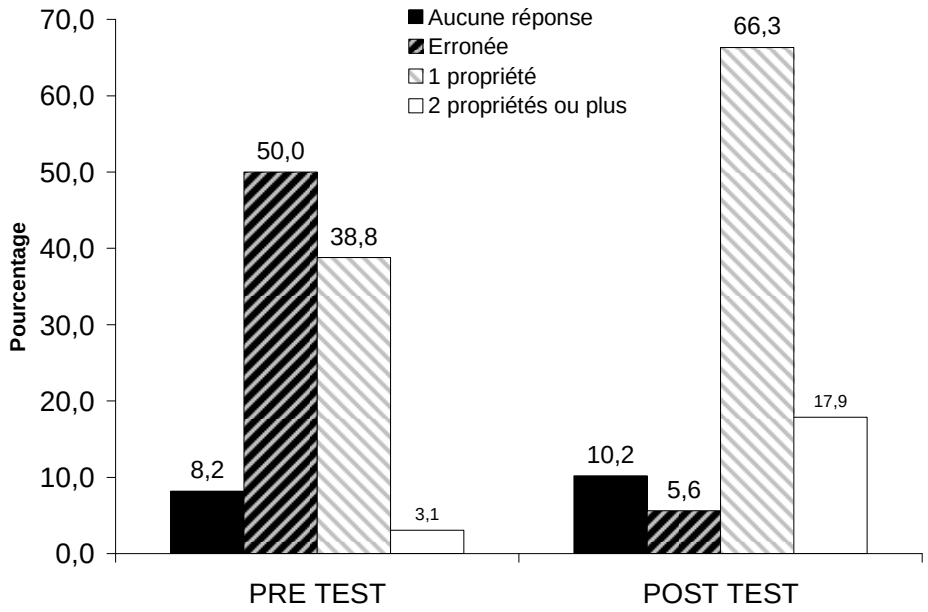
L'importante demande d'éclairages concernant les concepts scientifiques abordés dans les débats nous amène à analyser l'impact de la rencontre d'un chercheur sur la maîtrise de ces concepts par les élèves.

III-5-2 La portée didactique des rencontres de chercheurs sur les connaissances scientifiques des lycéens

L'analyse de l'impact didactique des rencontres de chercheurs sur les connaissances scientifiques des lycéens a été abordée grâce à la comparaison de la définition des cellules souches dans les pré et post tests renseignés par les adolescents. Nous revenons par la suite sur leur mobilisation au cours des débats argumentés, c'est-à-dire dans la langue. Les concepts scientifiques envisagés ici ont été sélectionnés d'une part sur la base de leur pertinence évidente vis-à-vis de la thématique de débat retenue (les cellules souches et leurs propriétés, le clonage thérapeutique et le clonage reproductif), et d'autre part sur la base de l'approche épistémologique développée dans la première partie de ce travail (les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral, la plasticité cérébrale).

Les résultats présentés dans la figure 16, elle concerne les conceptions relatives aux cellules souches des 196 élèves ayant participé aux débats.

Figure 16 : Graphique présentant la qualité de définitions des cellules souches proposées par les lycéens dans les pré et post tests (pourcentages, n = 196)



L'impact de la consultation des chercheurs sur la capacité à définir les CSE est ici manifeste. Alors que plus de la moitié des élèves ne proposaient pas de définition correcte des cellules souches avant le début des débats, ils ne sont plus que 5 % à l'issue des débats. Sans conteste, l'apport didactique de l'intervention d'un chercheur spécialisé se traduit par une meilleure maîtrise du concept scientifique occupant une place centrale dans les débats. On vient d'ailleurs de voir que la majorité des questions posées par les lycéens aux chercheurs concernent les propriétés des cellules souches. L'impact didactique de l'intervention du chercheur est cependant à nuancer dans la mesure où les élèves ont également participé à deux sessions de débat au cours desquelles les discussions collectives qu'ils ont menées leur ont sans doute permis d'affiner leurs conceptions sur les connaissances scientifiques en jeu. Par ailleurs, il faut remarquer qu'à l'issue des débats, à peine un cinquième des élèves sont capables de préciser la définition des cellules souches par deux propriétés ou plus (parmi les propriétés d'autorenouvellement, d'indifférenciation, de potentialités de différenciation – toti-, multi- ou pluripotence – ou encore l'origine embryonnaire ou adulte des cellules souches).

Enfin, on peut être surpris par l'augmentation, même faible puisque restant aux alentours de 10 %, du taux de non-réponse à la demande de définition des cellules souches. Après vérification, il s'est avéré que la grande majorité des lycéens n'ayant pas répondu à cette question sont ceux qui n'ont quasiment pas pris part aux débats. Il est nécessaire de s'interroger sur les raisons de la non-adhésion de ces élèves au protocole de débat proposé. Cela concerne, en moyenne, un peu plus d'un élève par groupe de débat (les groupes de débat comprenant 12 à 16 élèves). Ces questions restent ouvertes. Est-ce la conséquence d'un manque d'intérêt pour la thématique débattue, d'un manque de clarté du contrat didactique proposé, d'une difficulté à intégrer les discussions collectives du groupe ?

Par ailleurs, et toujours en termes de connaissances scientifiques, nous avons mobilisé les post-tests pour évaluer l'appropriation du concept de clonage. Cette analyse, bien que partielle, et nécessairement superficielle puisque le clonage ne faisait pas l'objet d'une demande explicite de définition, fournit des indicateurs concernant son appropriation par les élèves. Rappelons que le clonage, dans sa version dite thérapeutique, est une technique envisagée pour produire un embryon humain, source de cellules souches immunocompatibles avec l'organisme traité par thérapie cellulaire. Les connaissances des techniques de clonage thérapeutique et la distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif, apparaissent nécessaires à l'appréhension des termes d'un débat sur les CSE. Pour autant seulement un lycéen sur cinq (21,2 %, n = 196) mobilise des connaissances sur le clonage dans l'argumentation de sa prise de décision relative aux utilisations des CSE. En revanche, parmi ces élèves, un peu moins des trois quarts explicitent une distinction entre clonage reproductif et clonage thérapeutique. Ainsi que nous le développerons plus loin, les connaissances scientifiques se rapportant au clonage ont été identifiées par la quasi-totalité des chercheurs comme des éléments mal maîtrisés par les lycéens. Certains d'entre eux ont même spontanément introduit ou provoqué des clarifications sur les liens entre CSE et clonage thérapeutique ainsi que sur la distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif.
La mobilisation, très minoritaire et hétérogène selon les groupes, des connaissances scientifiques sur le clonage dans le bagage argumentatif des lycéens ayant débattu sur les utilisations des CSE humaines interroge l'apport didactique de la rencontre entre chercheurs et lycéens. Elle interroge la façon dont les chercheurs ont présenté ces concepts, notamment du point de vue des niveaux de formulation mobilisés. Cette interrogation est retenue pour une analyse ultérieure des discours de communication des scientifiques.

L'apport didactique, en termes de connaissances scientifiques, de la rencontre avec un chercheur dans le cadre de la mise en débat d'une question socio-scientifique, apparaît nuancé. Les connaissances, que l'on pourrait qualifier de « centrales », à l'appréhension des termes du débat (les cellules souches embryonnaires et leurs propriétés ; la thérapie cellulaire), semblent précisées dans les conceptions des lycéens. Ces données apparaissent cohérentes avec les questions posées aux scientifiques, lesquelles concernaient essentiellement des précisions sur ces connaissances scientifiques. En revanche, les connaissances scientifiques qui pourraient apparaître plus « périphériques » (les différentes formes de clonage ou les propriétés de fonctionnement du système nerveux central par exemple), bien qu'elles ne sont pas essentielles à l'appréhension de la question socio-scientifique abordée, ne sont pas mobilisées dans l'argumentation des élèves.

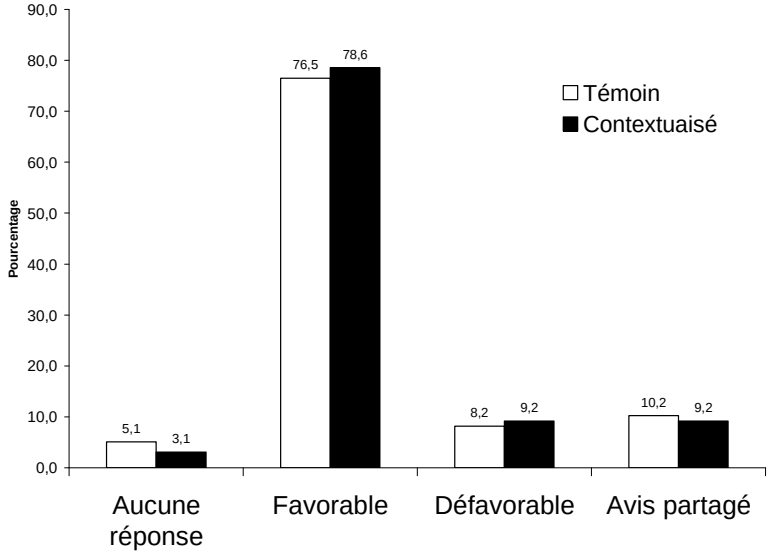
L'analyse qui vient d'être proposée n'opère pas de distinction entre les élèves ayant rencontré un scientifique seul et ceux ayant rencontré un scientifique accompagné d'un responsable d'association de malades. Il s'agissait bien ici d'appréhender globalement l'impact didactique des rencontres entre chercheurs et lycéens sur les connaissances scientifiques de ces derniers. Pour autant, nous observons que l'augmentation de la proportion des élèves capables de définir correctement les cellules souches, en citant au moins l'une de leurs propriétés fondamentales, est en moyenne une fois et demie plus importante pour les élèves des groupes contextualisés que celle des groupes témoins. Il semble que la consultation concomitante d'un chercheur et d'un responsable d'association de malades favorise, chez les élèves, l'appropriation de connaissances scientifiques nouvelles. Nous pensons que ces

données traduisent l'importance de l'évaluation par les élèves des usages et utilités réels des connaissances scientifiques dans leur appropriation. Cette dimension, relative à l'utilité sociale des savoirs scientifiques, apparaît sans doute plus évidente du fait de la contextualisation des débats, c'est-à-dire de la présence d'un responsable d'association de malades. Ce dernier point est cependant à confirmer étant donnée l'importante variabilité d'un groupe de débat à un autre. Il introduit la dimension centrale de notre questionnement didactique : les conséquences de la contextualisation des débats sur les prises de décision et sur l'argumentation des élèves.

III-5-3 L'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche scientifique

Nous exploitons ici les opinions argumentées formalisées par les lycéens dans les post tests alors qu'il leur était demandé de prendre une décision relative à la recherche scientifique sur les CSE humaines. Sur les 196 lycéens interrogés, plus des trois quarts s'expriment en faveur des recherches sur les cellules souches embryonnaires humaines, dès 2005. Les résultats sont présentés dans la figure 17.

Figure 17 : Graphique présentant la répartition des prises de décision des adolescents, formalisées suite à la question : « Etes-vous favorable à la recherche scientifique sur les cellules souches embryonnaires humaines dès 2005 ? » Témoin versus Contextualisé (pourcentages, N = 196)



A l'époque des débats (c'est-à-dire entre Mai 2004 et Mai 2005), la législation française (révision de la loi de bioéthique du 6 Août 2004) interdisait les recherches sur l'embryon humain, et donc sur l'isolement de CSE humaines. Mais un dispositif du texte autorise, à titre dérogatoire et pour une période probatoire de cinq ans, certains travaux conduisant à la

destruction d'embryons fécondés in vitro et ne s'inscrivant plus dans le cadre d'un projet parental[172].

Dans un contexte où le débat national est vif, comme nous l'avons argumenté en caractérisant la question socio-scientifique retenue (chapitre III-2), les prises de position des élèves sont peu nuancées. Ainsi seuls deux adolescents sur dix émettent un avis partagé, ou défavorable à la recherche sur les CSE humaines. Cette tendance se révèle, que le groupe de débat ait été placé en situation témoin ou contextualisée. Il traduit, à notre sens, l'expression d'une forme d'idéologie du progrès scientifique et de survalorisation de l'activité de recherche. Nous pensons que s'expriment ici, à la fois des discours établis, mais aussi un effet de contexte fort dans la mesure où les débats ont eu lieu au sein d'un organisme de recherche.

Cette interprétation des résultats demande cependant à être confirmée par une analyse des arguments proposés par les lycéens pour justifier leur prise de décision. Ces arguments, qu'ils supportent un avis favorable, défavorable ou partagé, ont été catégorisés au fur et à mesure de l'analyse de manière à respecter le pattern émergeant des données. Nous observons que les catégories que nous avons distinguées sont très proches de celles relevées récemment par Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006), dans l'analyse argumentative récente d'un corpus de données rassemblant les raisons convoquées par 83 adolescents d'université espagnols sur le clonage thérapeutique. Dans cette analyse, comme par la suite, les différents arguments sont présentés par ordre d'occurrence tel qu'il apparaît dans la formalisation de leurs opinions par les élèves. Le nombre d'adolescents, ayant mobilisé un argument donné, est précisé entre parenthèses.

Une vision générale des arguments convoqués par les lycéens pour justifier leur prise de décision, fait apparaître une réelle faiblesse argumentative. Bien que les déclarations sans justification soient peu nombreuses, les argumentations sont, à de très rares exceptions, simples, c'est-à-dire reposant sur une seule justification. Les quelques stratégies plurielles relevées, c'est-à-dire mobilisant plusieurs justifications, sont le plus souvent linéaires. Ainsi, l'explicitation des relations entre *données* et *conclusion* apparaît soutenue par des fondements (des *garants* et éventuellement des *réfutations*) sans que ne soient mobilisés des *supports* ou des *exceptions* ou encore des *restrictions*.

Analyse argumentative concernant les adolescents se déclarant favorables à la recherche sur les CSE humaines, dès 2005

Pour les élèves qui se déclarent favorables à la recherche sur les CSE humaines, deux catégories principales d'argument sont convoquées. La première concerne l'avancée et la liberté de la recherche scientifique. Elle est mobilisée aussi bien par les élèves des groupes témoins que par ceux des groupes contextualisés (21 occurrences dans chaque condition). Certains adolescents justifient leur prise de décision par une nécessité de « *connaître mieux les propriétés des cellules souches* » (Lycéen, dm, LB, GC, 16/03/2005, Post)

[172] La création d'embryon humain à partir de la technique du transfert nucléaire, mise en œuvre au cours du clonage thérapeutique, est, elle, strictement interdite par cette même loi, et passible d'une peine d'emprisonnement de sept ans et de 100 000 euros d'amende.

Dans la majorité des cas, cette catégorie d'arguments se présente cependant comme l'expression d'une forme idéologisée du progrès scientifique, selon laquelle toute avancée scientifique est nécessairement porteuse de bien être pour l'humanité :

> Il y a des risques mais il faut les prendre pour avancer (Lycéenne, pe, LD, GC, 19/01/2005, Post).

Ou encore :

> Cette idéologie peut faire avancer le monde (Lycéen, bs, LSC2, GC, 19/05/2005, Post).

Cette caractéristique de l'argumentation des lycéens vient renforcer l'impression de l'empreinte déterminante d'une idéologie du progrès scientifique qui apparaît comme un obstacle à l'appréhension des différentes dimensions de la question abordée.

La deuxième catégorie d'arguments majoritairement mobilisés porte sur les applications thérapeutiques potentielles des CSE humaines. La terminologie convoquée est alors largement marquée par l'« espoir » de « sauver des vies » ou de « guérir ». Comme c'est le cas dans l'exemple suivant, la perspective thérapeutique, bien que non avérée, justifie pour certains élèves, le prélèvement de cellules souches aboutissant à la destruction d'un embryon, même si un statut de personne humaine lui est reconnu :

> Pour sauver des vies il faut savoir en sacrifier (Lycéenne, mm, LP, GT, 12/01/2005, Post)

Certains des lycéens, qui se sont exprimés dans ce sens, supportent leur argumentation en précisant leur conception personnelle du statut de l'embryon qui, selon eux, ne peut être considéré comme un « être humain ». Notons que les arguments relatifs aux applications thérapeutiques potentielles voient leur occurrence doubler pour les élèves placés en situation contextualisée (26 occurrences en situation témoin contre 15 en situation contextualisée).

Par ailleurs, le nombre d'adolescents se déclarant favorables aux recherches scientifiques sur les CSE humaines sans argumenter leur prise de décision est de 12 en situation témoin et seulement de 1 en situation contextualisée. Il apparaît enfin que seulement un quart des élèves (quel que soit les groupes), enrichissent leur argumentation en mobilisant des arguments de restriction. Les principaux arguments de restriction mobilisés concernent les risques de marchandisation du corps humains (trafics d'embryons, 25 occurrences) ainsi que les risques associés à la thérapie cellulaire (12 occurrences). Les autres arguments de restriction proposés concernent d'une part la nécessité d'un encadrement législatif des pratiques, d'autre part, le clonage thérapeutique. Ils envisagent aussi le fait que « *les embryons ne doivent pas être créés* » dans le but d'une utilisation de recherche ou d'une utilisation thérapeutique (pas sur des embryons « *faits pour ça* »). Pour ces adolescents, seuls les embryons issus d'interruption volontaire de grossesse ou les embryons surnuméraires issus de fécondation in vitro et ne faisant plus l'objet d'un « projet parental » peuvent constituer des sources de cellules souches. Un adolescent précise ainsi :

> Cela ne sert à rien de cloner lorsqu'on voit le nombre d'avortements chaque année (Lycéen, ma, LSC2, GC, 19/05/2005).

Ou encore pour une autre adolescente :

> Mais les cloner [les embryons, NDR] pour la recherche, ça non ! (Lycéenne, ml, LSC2, GC, 19/05/2005, Post).

Les prises de décision des lycéens, qui se déclarent favorables aux recherches scientifiques sur les CSE humaines, sont donc fortement empreintes d'une idéologie du progrès scientifique. Les élèves font preuve de compétences argumentatives peu développées et le recours à des arguments de restriction est très minoritaire. La contextualisation des débats se traduit par un développement de l'argumentation des élèves, qui mobilisent alors surtout pour justifier leur prise de position des arguments relatifs aux applications thérapeutiques potentielles des CSE humaines.

Analyse argumentative concernant les lycéens se déclarant défavorables à la recherche sur les CSE humaines, dès 2005

Rappelons qu'il s'agit là de la minorité des élèves, puisque, quelle que soit la situation de débat, à peine 10 % des lycéens se déclarent défavorables à la recherche sur les CSE humaines dès 2005. Parmi ces élèves, plus des deux tiers sont des garçons. Aucune différence significative n'a pu cependant être relevée entre les catégories d'arguments convoqués par les lycéens en situation témoin et en situation contextualisée. Les principales catégories d'arguments supportant une prise de décision défavorable à la recherche sur les CSE humaines et qui se sont dessinées au cours de l'analyse des données recouvrent largement celles relevées Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006).

La catégorie d'arguments majoritairement mobilisés contre la recherche sur les CSE humaines porte sur le statut d'« être humain potentiel » qui est attribué à l'embryon (8 occurrences). Alors qu'une étude récente[173], très controversée, semble suggérer la possibilité de développer des lignées cellulaires de CSE sans atteinte pour l'embryon, rappelons qu'au moment des débats, le prélèvement de cellules souches sur l'embryon entraînait nécessairement la destruction de ce dernier. L'éventail lexical mobilisé par les lycéens qui argumentent dans ce sens se rassemble autour des termes « crime », « tuer » ou encore « sacrifice ». Le verbatim suivant est cité à titre d'exemple :

> On ne joue pas avec la vie [des autres, c'est-à-dire des embryons, NDR]) (Lycéen, mjb, LSC2, GT, 19/05/2005, Post).

La dimension axiologique de ce type d'arguments apparaît de manière explicitement théologique lorsqu'il est fait référence à un texte religieux, par exemple :

> Le problème c'est qu'aujourd'hui on s'écarte de plus en plus des principes vitaux, de la genèse (Lycéen, ms, LV1, GT, 19/05/2004, Post)

Pour certains lycéens, plus encore que le statut de l'embryon, c'est l'absence de consensus sociétal autour de ce statut qui constitue un argument contre la recherche sur les CSE humaines. Ces lycéens relèvent alors ce qu'ils identifient comme un « flou » de la législation en vigueur ainsi que la nécessité d'une définition commune du statut de l'embryon sans laquelle aucune recherche sur les CSE humaines ne peut être envisagée (4 occurrences).
C'est-à-dire :

> Tant que l'on ne trouve pas de définition universelle de la vie (Lycéen, nj, LSC2, GT, 18/05/2005, Post)

[173] Voir les travaux, précédemment cités de l'équipe dirigée par Robert Lanza (Klimanskaya *et al.*, 2006).

La possibilité de faire des recherches alternatives sur les cellules souches adultes ainsi que le manque de connaissances sur les applications thérapeutiques des CSE humaines, et particulièrement les risques associés aux greffes cellulaires (« *Les études ne sont pas sûres* », Lycéen, cc, LSC2, GE, 18/05/2005, Post), constituent la deuxième catégorie d'arguments mobilisés par les élèves contre la recherche sur les CSE humaines (7 occurrences). Enfin, les risques de trafics d'embryons, de marchandisation du corps humain, soutiennent la prise de décision de deux lycéens opposés à la recherche sur les CSE humaines. Un seul élève argumente de la possibilité de « glissement » du clonage thérapeutique au clonage reproductif pour s'opposer à la recherche sur les CSE humaines.

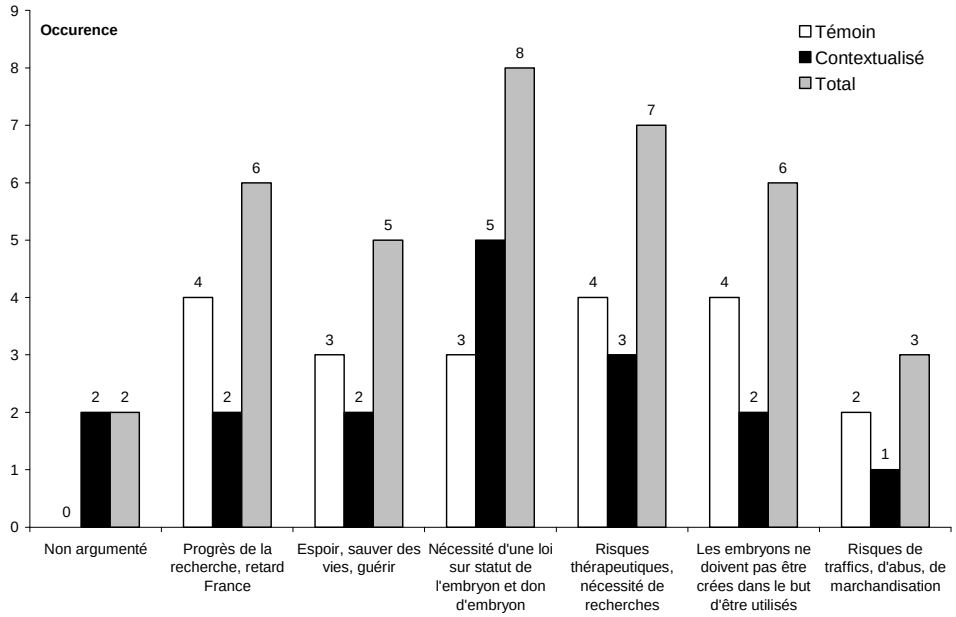
Pour la majorité des élèves défavorables à la recherche sur les CSE humaine dès 2005, l'argumentation apparaît dans la majorité des cas, simple, ne reposant que sur une seule justification. La principale justification mobilisée porte sur le statut de l'embryon et souvent en référence à sa définition théologique. Nous avons par ailleurs remarqué que la majorité des élèves favorables à cette recherche utilise le même type de stratégie argumentative, en mobilisant également des arguments scientistes, c'est-à-dire traduisant une foi certaine dans le progrès scientifiques. Le débat sur l'utilisation des CSE humaines pour la recherche scientifique apparaît clairement polarisé autour de deux opinions opposées. D'une part, certains prônent l'utilisation des CSE humaines au nom du progrès scientifiques et des possibles applications thérapeutiques. D'autre part, certains élèves se déclarent défavorables à cette utilisation, au nom du statut de personne humaine qu'ils confèrent à l'embryon et du fait de la possibilité de recherches alternatives. Dans les deux cas les opinions sont supportées par une argumentation très rarement plurielle et fortement idéologisée. Aucune différence significative entre les groupes témoins et contextualisés n'est relevée.

On peut préciser à cet égard que quelques élèves (environ 10 %) ont émis un avis partagé concernant la recherche sur les CSE humaines, c'est-à-dire ni favorable, ni défavorable. Ces élèves mobilisent également, de manière majoritaire, les arguments précités pour justifier leurs opinions (figure 18).

Mais les lycéens concernés font souvent référence à l'origine de l'embryon qui fournit les CSE. Nous identifions là une mobilisation explicite des connaissances scientifiques (différence entre un embryon issu d'interruption volontaire de grossesse, un embryon surnuméraire issu de fécondation in vitro et parfois un embryon issu de clonage par transfert nucléaire dans un ovocyte énucléé), qui n'apparaît quasiment pas pour les élèves ayant émis un avis favorable ou défavorable.

Il est également à remarquer que la catégorie d'arguments correspondant aux risques thérapeutiques associés à une greffe cellulaire cérébrale est mobilisée de manière significative par les élèves exprimant un avis partagé concernant les recherches sur les CSE humaines. Cette catégorie d'arguments va retenir notre attention dans l'analyse suivante, dédiée aux prises de décision argumentées sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines.

Figure 18 : Graphique présentant l'occurrence des arguments des participants ayant un avis partagé quant à l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche. Nombre d'arguments proposés, Témoin versus Contextualisé



III-5-4 Les utilisations thérapeutiques des CSE humaines dans le cadre du traitement de maladies neurodégénératives

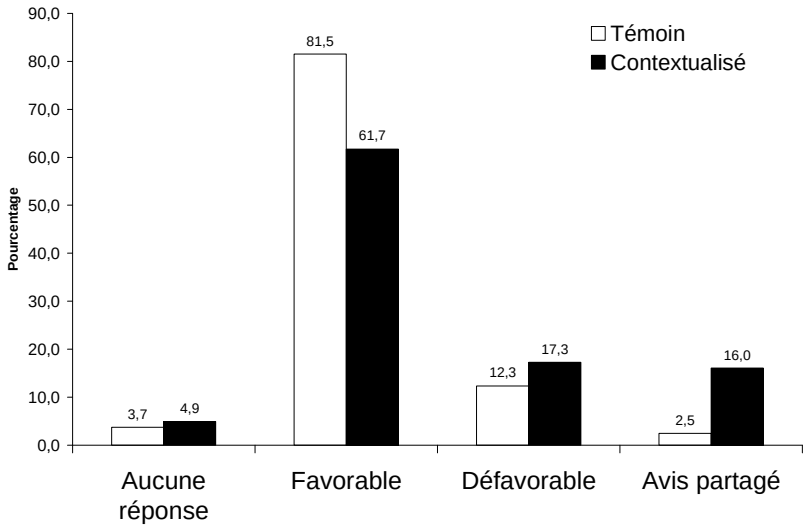
Nous exploitons ici les opinions argumentées formalisées par les adolescents dans les post tests alors qu'il leur était demandé de prendre une décision relative à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines. Il s'agit à nouveau d'une analyse comparative des prises de décision des élèves placés en situation témoin et en situation contextualisée. Au-delà de l'analyse argumentative propre à une prise de décision sur les utilisations thérapeutique des CSE humaines, la mise en perspective de cette deuxième question posée aux lycéens avec la première nous permet d'approcher la façon dont les élèves appréhendent les articulations entre recherche fondamentale, recherche appliquée et applications thérapeutiques. La répartition des prises de décision formalisées par les 196 lycéens est présentée en figure 19.

En situation témoin, plus de quatre lycéens sur cinq se déclarent favorables à une utilisation thérapeutique des CSE humaines dès 2005. Ils sont trois sur cinq en situation contextualisée, ce qui constitue une différence significative. Ces prises de décisions apparaissent surprenantes dans la mesure où l'ensemble des chercheurs consultés par les lycéens ont présenté les principaux résultats des tests thérapeutiques déjà réalisés dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives (Chorée de Huntington). Bien que n'ayant pas tenu le même discours sur les espoirs suscités par les potentialités thérapeutiques des CSE humaines[174], les scientifiques ont tous rappelé les résultats mitigés de ces tests et, par

[174] Ce point est développé dans la partie suivante consacrée à l'analyse du discours des chercheurs en situation de communication.

voie de conséquence, le caractère actuellement très incertain des traitements de maladies neurodégénératives par thérapie cellulaire.

Figure 19 : Graphique présentant la répartition des prises de décision des adolescents, formalisées suite à la question : « Etes-vous favorables à l'utilisation thérapeutique, chez l'homme, dès 2005, des cellules souches embryonnaires humaines ? » (Témoin versus Contextualisé, N = 196), p<0,05.



Cette majorité de prises de décisions favorables à une application « sur le champ », des techniques de thérapie cellulaire cérébrale alors même qu'elles ne sont qu'à l'état de recherche thérapeutique vient conforter selon nous l'expression d'une forme d'idéologie du progrès scientifique chez la grande majorité des adolescents. Cette caractéristique de la prise de décision des élèves se révèle moins nette en situation contextualisée. La consultation d'un représentant de malades aux côtés d'un scientifique a pour effet de diminuer les prises de décision favorables aux utilisations thérapeutiques des cellules souches dès 2005, au profit essentiellement de l'expression d'avis plus partagés (16 % des élèves en situation contextualisée contre 2,5 % en situation témoin) et dans une moindre mesure d'avis défavorables (17,3 % des élèves en situation contextualisée contre 12,3 % en situation témoin). Cet effet, que l'on peut qualifier d'effet protocole, apparaît, en première analyse, paradoxal. Pour cause, les représentants d'association de malades ont eu un discours de promotion de la recherche scientifique en mettant en avant leur forte demande de stratégies thérapeutiques nouvelles, dont les thérapies cellulaires. Et pourtant, les élèves qui ont rencontré l'un de ces représentants aux côtés d'un chercheur, semblent plus nuancés quant à la mise en œuvre immédiate des thérapies cellulaires cérébrales. Nous faisons l'hypothèse que ces élèves sont plus réceptifs au discours des scientifiques sur l'impossibilité de mettre actuellement en œuvre des thérapies cellulaires cérébrales. Tout se passe en effet comme si la rencontre d'une personne touchée de près par une pathologie neurodégénérative amenait les élèves à mieux envisager la complexité du réel, la diversité des points de vue et les conséquences pragmatiques des tests thérapeutiques déjà réalisés. Cette interprétation mérite cependant d'être confirmée par une analyse argumentative des prises de positions formalisées par les lycéens.

Ces données traduisent également une difficulté pour la majorité des élèves à saisir les articulations entre recherche fondamentale, recherche appliquée et applications thérapeutiques. Cet aspect de la question peut être précisé en « filant » et en comparant, pour chaque élève, la prise de décision relative à l'utilisation des CSE humaines pour la recherche (question 1) et pour une application thérapeutique (question 2). Plus de la moitié des élèves (n = 125) s'expriment favorablement pour la recherche sur les CSE humaines et pour leur utilisation thérapeutique bien que cette dernière n'était pas envisageable au moment des débats. Ces données sont en accord avec l'interprétation précédente. Pour autant, cinq élèves seulement expriment des opinions aux questions 1 et 2 qui, du point de vue du fonctionnement de la science, apparaissent incohérentes (défavorables pour une recherche sur les CSE humaines mais favorables ou partagées quant à leur utilisation thérapeutique). Ce type de prise de décision suppose la mise en œuvre d'applications thérapeutiques sans travaux préalables de recherche sur les CSE humaines. Le reste des élèves expriment des opinions cohérentes entre les deux prises de décision (favorables ou défavorables ou partagées pour une recherche sur les CSE humaines mais défavorables ou partagées quand à leur utilisation thérapeutique)[175].

Analyse argumentative de la prise de décision argumentée sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines, dès 2005

En ce qui concerne l'utilisation thérapeutique des CSE humaines, nous retrouvons les mêmes catégories d'arguments que ceux proposés par les lycéens pour justifier leur prise de décision relativement à la recherche sur ces cellules. En revanche l'ordre d'occurrence des différentes catégories d'arguments est modifié.

Ainsi, les adolescents favorables à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines font majoritairement référence (22 occurrences) à l'« espoir » de « sauver des vies » que suscite les thérapies cellulaires mobilisant des CSE humaines. L'occurrence de ces arguments est triplée en situation contextualisée où il est souvent fait cas de la « souffrance des malades ». Ce qui apparaît logique étant donné le regard sur le vécu de la maladie qu'offrait l'intervention d'un responsable d'association de malades aux lycéens concernés. Il semble que les risques associés aux thérapies cellulaires ne sont pas mesurés à leur juste valeur. Ce sont ces risques élevés qui cantonnent encore actuellement les applications médicales des greffes cérébrales de CSE au domaine de la recherche thérapeutique. La perception des risques thérapeutiques par les élèves est pourtant bien réelle puisque c'est l'argument de restriction le plus mobilisé (24 occurrences) par ceux qui se déclarent favorables à l'utilisation thérapeutique immédiate des CSE humaines. Nous l'avions déjà relevé, c'est l'appréciation, plus que la perception, de ces risques qui n'est pas prise en compte par les lycéens. Ces données traduisent selon nous une difficulté à appréhender les articulations entre recherche appliquée et applications thérapeutiques. Ainsi, lorsque les risques thérapeutiques sont envisagés, ils ne constituent pas, pour la majorité des adolescents, un obstacle insurmontable aux traitements par thérapie cellulaire des principales pathologies neurodégénératives. Pour certains :

[175] Aucun élève ne formalise une opinion partagée concernant une recherche sur les CSE humaines mais favorable quand à leur utilisation thérapeutique.

La vie rime avec le risque (Lycéenne, li, LD, GC, 19/01/2005, Post).

Pour les lycéens concernés, l'argumentation autour de cette prise de position fait état d'une survalorisation de l'activité de recherche scientifique débouchant nécessairement sur des applications médicales. D'ailleurs le recours aux arguments relatifs à l'« avancée de la recherche et des connaissances », à la « liberté de la recherche », au nécessaire « progrès scientifique » n'est pas rare (12 occurrences) chez les lycéens se déclarant favorables à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines. Cette catégorie d'arguments se retrouve particulièrement chez les adolescents placés en situation contextualisée pour lesquels il est nécessaire d'« aller de l'avant », de ne pas freiner la recherche par « peur du progrès ». Elle peut parfois traduire une vision très positiviste de la recherche scientifique :

Vive la science et le progrès (Lycéenne, mh, LD, GC, 19/01/2005, Post).

Il nous semble que l'idéologie du progrès scientifique, selon laquelle toute avancée de connaissances implique nécessairement des conséquences positives pour l'humanité, trouve également son expression dans le nombre élevé de prises de décision favorables à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines qui ne sont pas argumentées (21 occurrences).

La dernière catégorie d'arguments proposés par les lycéens pour soutenir l'utilisation thérapeutique immédiate des CSE humaines concerne le statut de l'embryon (13 occurrences). Celui-ci, n'étant pas considéré comme un être humain, peut, selon les lycéens concernés qui appartiennent surtout aux groupes témoins, être utilisé dans une perspective d'applications thérapeutiques. Ces arguments se présentent de la façon suivante :

S'il s'agit d'embryons très très petits », (Lycéenne, cc, LD, GC, 19/01/2005, Post)

Il est parfois fait référence plus précisément aux propriétés de l'embryon :

L'embryon, c'est un tas de cellules, il n'a pas de système nerveux », (Lycéen, ca, LP, GT, 12/01/2005, Post)

Ou encore :

Ce [l'embryon, NDR] n'est qu'un bout de viande, il ne pense donc pas (Lycéenne, be, LP, GT, 12/01/2005, Post)

Mais, ces arguments sont mobilisés sans qu'il ne soit fait mention ni de l'âge, ni du stade de neurogenèse de l'embryon sur lequel sont effectués les prélèvements. Nous identifions là soit un manque de connaissances relatives à l'embryogenèse soit une difficulté à mobiliser ces connaissances dans le cadre d'une argumentation sur une question socio-scientifique.

Enfin, précisons qu'au-delà des arguments de restriction déjà envisagés (risques thérapeutiques) et mobilisés par les lycéens se déclarant favorables à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines, l'origine de l'embryon apparaît comme un argument de restriction souvent mentionné par ces adolescents, pour préciser les conditions dans lesquelles leur prise de position est selon eux justifiée. Ainsi les lycéens concernés limitent l'utilisation thérapeutique des CSE humaines à celles prélevées sur des embryons issus d'interruption volontaire de grossesse ou de fécondation in vitro et ne faisant plus l'objet d'un projet parental (15 occurrences). D'autres relèvent la nécessité de « ne pas créer d'embryons dans le but d'être utilisés » à des fins thérapeutiques (12 occurrences). En revanche, les risques de

glissement du clonage thérapeutique au clonage reproductif comme les risques d'abus, de trafics, de marchandisation du vivant ne sont évoqués que par une minorité d'adolescents (respectivement 11 et 8 occurrences).

L'argumentation des élèves favorables à l'utilisation thérapeutique immédiate des CSE humaines, apparaît donc clairement marquée par une survalorisation de l'activité de recherche scientifique, dont les « progrès » s'accompagnent « nécessairement » de débouchés thérapeutiques. Les risques thérapeutiques de ces pratiques, bien que cités, n'ont donc pas été évalués à leur juste valeur. Cette tendance, particulièrement nette en situation contextualisée, vient confirmer l'interprétation selon laquelle s'exprime, chez la majorité des élèves, une perception positiviste des sciences du vivant. Elle traduit également une difficulté à envisager les relations entre recherche fondamentale, recherche appliquée et applications thérapeutiques. Pour de nombreux élèves ayant rencontré un responsable d'association de malades, cette vision semble renforcée par la contextualisation des débats.

L'étude argumentative des prises de décision formalisées par les élèves se déclarant défavorables, et surtout partagés, quant à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines, nous permet de préciser ce que nous avons nommé précédemment « effet de contextualisation ». Nous avons en effet observé que les élèves exprimant un avis partagé sur la question sont six fois plus nombreux lorsqu'ils ont été placés en situation contextualisée que lorsqu'ils ont été placés en situation témoin. La catégorie d'arguments majoritairement mobilisée par ces élèves concerne l'importance des risques thérapeutiques liés à la greffe de CSE, telle qu'ils ont été présentés par les scientifiques lorsqu'ils ont abordé les tests thérapeutiques déjà réalisés. Ces adolescents font alors appel à la nécessité de recherches supplémentaires (9 occurrences dont 6 en situation contextualisée) et éventuellement à la possibilité de travailler sur des voies alternatives telles que l'utilisation de cellules souches adultes (4 occurrences). Ainsi une étudiante justifie sa prise de position de la manière suivante :

> Avant de soigner, il faut chercher (Lycéenne, lf, LB, GC, 12/01/2005, Post).

La prise en compte des risques thérapeutiques donne parfois lieu à des argumentations plurielles emboîtées, comme en témoigne cet élève dont l'avis est partagé sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines :

> Je pense que quand on tue quelqu'un pour soigner quelqu'un en ayant une chance sur deux, l'idée est bonne mais pas assez sûre (Lycéen, mjb, LSC2, GT, 19/05/2005, Post).

Le statut de l'embryon humain fait partie de l'argumentation des élèves défavorables ou partagés sur l'utilisation des CSE humaines (8 occurrences), mais il est plus souvent utilisé par les élèves placés en situation témoin. Les stratégies argumentatives sont alors le plus souvent simples et les arguments sont parfois explicitement idéologiques. Les deux élèves cités ci-après se sont déclarés défavorables aux à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines :

> Je suis néo-conservateur (Lycéen, ah, LB, GE, 16/03/2005, Post).

> Pour moi la sélection naturelle doit décider de la vie ou de la mort (Lycéen, cc, LSC2, GC, 19/05/2005, Post).

Les risques de réification, de trafics ou de marchandisation de l'humain ainsi que l'état de la législation encadrant ces pratiques, apparaissent comme des arguments spécifiquement utilisés par les élèves ayant émis un avis partagé sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (7 occurrences). Ces adolescents soulignent alors les « risques d'escalade » ou « le problème d'utiliser un clone comme pharmacie ». En revanche, pour les élèves partagés comme pour les élèves défavorables, la possibilité d'un glissement entre clonage thérapeutique et clonage reproductif n'est pratiquement pas évoquée (2 occurrences seulement).

Finalement, l'analyse des arguments proposés par les élèves, émettant un avis défavorable ou partagé sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines, met en lumière l'importance de la contextualisation dans la réceptivité aux discours relevant les risques avérés, pour les patients, des tests thérapeutiques déjà réalisés. Ces données confirment l'hypothèse selon laquelle la rencontre d'un responsable d'association de malades, en plus de celle d'un scientifique, permet à certains élèves d'embrasser plus largement les différentes dimensions de la question posée, et donc, le cas échéant, d'approfondir l'argumentation de leurs opinions. Les élèves concernés témoignent également d'une vision plus précise des relations entre recherche fondamentale, recherche thérapeutique et applications thérapeutiques.

III-5-6 Discussion concernant les prises de décision argumentées

La discussion que nous proposons à la suite de cette analyse quantitative se focalise, dans un premier temps, sur les grandes tendances qui se dessinent dans les prises de décision argumentées formalisées par les élèves. Dans un deuxième temps, nous mettons en discussion les éléments d'analyse comparative qui permettent d'envisager les conséquences de la contextualisation des débats sur l'argumentation des élèves.

De la valorisation de la recherche à l'idéologie du progrès scientifique : une prise en compte insuffisante de la nature des sciences

Quelles que soient les situations de débat, contextualisées ou non, l'écrasante majorité des adolescents émet un avis favorable à la recherche sur les CSE humaines ainsi qu'à leur utilisation thérapeutique. Cette tendance traduit à notre sens l'expression d'une forme d'idéologie scientiste reposant sur une survalorisation du progrès scientifique. Ce manque de recul critique vis-à-vis de l'activité de recherche révèle selon nous un effet de contexte fort. Les débats et rencontres avec les chercheurs et responsables d'association de malades ont en effet été menés dans un laboratoire de recherche scientifique. Par ailleurs, quand ils ne débattent pas, les élèves sont à la paillasse, engagés dans des protocoles expérimentaux pour répondre à un problème biologique et ils sont encadrés par de jeunes chercheurs. Il nous semble que le poids symbolique et institutionnel du contexte physique (setting) des débats, s'il ne la provoque pas, conforte chez les élèves une survalorisation de l'activité de recherche scientifique. La découverte d'un lieu nouveau, équipé de façon moderne, participe de l'autorité de la science et de la difficulté à mettre en cause la légitimité de la recherche.

L'importance déterminante du setting dans l'orientation des productions de participants à des interactions langagières est connue depuis les travaux précurseurs de Goffman (1973).

Cette interprétation est confortée par l'analyse des arguments proposés par les lycéens pour justifier leur prise de décision. La faiblesse argumentative manifestée par la majorité des lycéens se traduit par des justifications simples de leur prise de décision. La mobilisation de stratégies plurielles est rare. Lorsque c'est le cas, les fondements (garants et réfutations) ainsi que les supports ou les restrictions sont, le plus souvent, articulés de manière linéaire. Que les élèves se déclarent favorables ou défavorables aux utilisations des CSE humaines, leurs arguments sont fortement idéologisés. Mais cette faiblesse argumentative est un peu moins marquée chez les élèves défavorables aux recherches sur les CSE humaines et à leurs utilisations thérapeutiques.

L'interprétation proposée est confirmée par le fait qu'une grande majorité d'élèves prennent position pour une utilisation thérapeutique des CSE humaines dès 2005 dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives. Alors même qu'ils ont été alertés par les scientifiques sur les risques révélés par les premiers tests de thérapie cellulaire cérébrale, lesquels cantonnent encore aujourd'hui ces techniques au stade de recherches thérapeutiques.

Cette interprétation est tout à fait cohérente avec le constat dressé par Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006) dans une étude récente sur les prises de décision argumentées d'adolescents concernant le clonage thérapeutique. Bien que le contexte soit différent et que le protocole soit centré sur l'analyse de textes médiatiques, les auteurs relèvent que les adolescents se déclarent majoritairement favorables à une recherche sur les CSE humaines. Pour 80 % d'entre eux la raison invoquée réside dans les possibilités d'utilisation thérapeutique. Il apparaît également que les raisons invoquées par les adolescents se déclarant défavorables sont plus diverses (utilisations commerciales ou eugéniques) avec une occurrence élevée de préoccupations éthiques sur l'utilisation de l'embryon humain. Globalement, les auteurs relèvent la difficulté des adolescents à envisager les dimensions éthiques, légales et sociales de la question, comme la question de la donation par exemple.

Cette analyse met aussi en évidence l'absence de distinction, pour une majorité d'élèves, entre recherche fondamentale, recherche appliquée et applications thérapeutiques. Cet aspect de la question est confirmé par l'évaluation de la cohérence des prises de décision de chaque élève concernant la recherche sur les CSE humaines d'une part et leur utilisation thérapeutique d'autre part. Quelques élèves témoignant même de prises de position qui supposent la mise en œuvre d'applications thérapeutiques sans travaux préalables de recherche sur les CSE humaines.

D'une manière générale, les élèves ne prennent pas en compte les éléments relatifs au fonctionnement et à la nature des sciences. D'autant plus que les lycéens ne sont pas conscients qu'ils ne maîtrisent pas ces dimensions du débat. Le manque d'interrogations sur les aspects du fonctionnement de la recherche, sur les relations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques, sur l'inscription historique ou sociale des sciences, relevé au cours de l'analyse des questions posées aux scientifiques, en témoigne. Ces résultats interrogent bien plus que l'effet de « setting » proposé plus haut. Ils interrogent la pertinence du protocole de débat, lequel ménage une place déterminante à la rencontre d'un scientifique. Il semble évident que la préparation avec les élèves, « en amont » de cette consultation, n'a pas permis d'instaurer une mise à distance critique nécessaire. Mais le discours même des chercheurs consultés peut également être interrogé. Qui mieux que les chercheurs, pratiquant de la recherche, auteurs et producteurs de connaissances scientifiques, peut en effet prétendre

à exposer le fonctionnement de la science et les articulations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques ! C'est aussi un élément que nous retenons pour l'analyse ultérieure des discours de communication des chercheurs.

Ces données ne doivent cependant pas minimiser l'apport didactique de la rencontre avec un chercheur en termes de connaissances scientifiques. A l'issue des débats, la majorité des élèves expriment des conceptions plus précises sur les CSE et sur leurs propriétés ainsi que sur les techniques de thérapie cellulaire. Mais on doit mentionner la polarisation cellulaire et thérapeutique des connaissances scientifiques mobilisées par les élèves. Des connaissances scientifiques connexes, mais pour autant essentielles à la compréhension des termes du débat comme les connaissances relatives aux différentes formes de clonage, ne semblent pas maîtrisées par la majorité des lycéens à l'issue des débats.

Contextualisation des débats et argumentation socio-scientifique

La consultation par les élèves d'un représentant de malades aux côtés d'un scientifique a pour effet essentiel de diminuer le nombre d'adolescents qui témoignent d'une idéologie du progrès scientifique telle que nous l'avons relevée plus haut. Cet effet de contextualisation peut paraître paradoxal dans la mesure où les représentants d'association de malades consultés, ont milité pour un développement rapide de la recherche scientifique sur les CSE humaines en mettant en avant leur forte demande en termes de thérapies cellulaires. L'hypothèse selon laquelle les élèves placés en situation contextualisée sont plus réceptifs au discours des scientifiques sur l'impossibilité de mettre actuellement en œuvre des thérapies cellulaires cérébrales a été partiellement confirmée par l'analyse argumentative des prises de décision.

L'analyse des arguments proposés par les élèves met en effet en lumière l'importance de la contextualisation sur la réceptivité aux discours relevant les risques avérés, pour les patients, des tests thérapeutiques déjà réalisés. Plus particulièrement, les élèves des groupes contextualisés qui ont émis un avis défavorable ou partagé sur l'utilisation thérapeutique des CSE humaines proposent une argumentation parfois plurielle, avec des restrictions ou des réfutations. La rencontre d'un responsable d'association de malades, en plus de celle d'un scientifique, pousse donc certains élèves à embrasser plus largement les différentes dimensions de la question abordée. Au-delà d'une argumentation plus approfondie, les élèves concernés témoignent également de conceptions plus précises des relations entre recherche fondamentale, recherche thérapeutique et applications thérapeutiques.

En revanche, pour de nombreux élèves se déclarant favorables à l'utilisation thérapeutique immédiate des CSE humaines, la contextualisation se traduit par une polarisation de l'argumentation autour de l'idéologie du progrès scientifique. Chez ces adolescents, sans doute influencés par la dimension émotionnelle de la demande thérapeutique des malades, l'affirmation de points de vue positivistes se trouve renforcée par la consultation d'un responsable d'association de malades. Et pourtant, ici encore, en situation contextualisée, les lycéens mobilisent des argumentations plurielles avec des arguments de restriction. Mais, bien que cités, les risques thérapeutiques qui rendent actuellement impossible la mise en œuvre de telles pratiques autrement que dans un cadre de recherche, ne sont paradoxalement pas intégrés dans la prise de décision argumentée des lycéens.

Les conséquences de la contextualisation des débats sur la qualité de l'argumentation des élèves apparaissent donc, à la lumière de cette analyse quantitative, plutôt contrastées. Pour certains élèves (en moyenne deux sur cinq), cette contextualisation participe de l'enrichissement de leur argumentation en les sensibilisant à la diversité des points de vue et aux risques thérapeutiques des thérapies cellulaires cérébrales. Cette contextualisation rend les élèves plus réceptifs aux différences entre recherche fondamentale, appliquée et applications thérapeutiques. Pour une partie des autres élèves la contextualisation participe en revanche à renforcement du recours à des arguments positivistes sur le progrès scientifiques et sur les éventuelles applications thérapeutiques qui en seraient nécessairement le corollaire.

La contextualisation des débats, par la rencontre conjointe d'un scientifique et d'un responsable d'association de malades, peut donc permettre d'enrichir l'argumentation des élèves lorsqu'ils expriment des prises de décision sur une question socio-scientifique controversée. Mais pour que les élèves prennent le meilleur parti de cette contextualisation, il apparaît nécessaire de soigner « en amont » la préparation de la rencontre avec le scientifique et le responsable d'association de malades. Il s'agit alors d'alerter les lycéens sur la relativité des points de vue et sur le fonctionnement de la recherche scientifique. Cette posture ne vise en aucun cas à minimiser l'impact émotionnel de la consultation d'un intervenant qui, par le vécu de la maladie qu'il relate, participe à ancrer le débat dans la complexité du réel.

Car, rappelons le, la consultation concomitante d'un chercheur et d'un responsable d'association de malades favorise, chez les élèves, l'appropriation de connaissances scientifiques nouvelles sur les CSE humaines et sur la thérapie cellulaire. Il nous semble que la dimension émotionnelle de la contextualisation donne sans doute plus sens aux savoirs scientifiques nécessaires à l'appréhension des termes du débat. Les élèves en situation contextualisée se sentent plus investis dans une réflexion collective dont les enjeux leur apparaissent plus concrets.

Les interprétations que nous venons de présenter demandent à être confirmées par une analyse argumentative plus fine des échanges entre lycéens participant aux débats sur les utilisations des CSE humaines. C'est pourquoi nous focalisons maintenant notre attention sur l'argumentation socio-scientifique développée dans deux groupes de débat d'une même classe, l'un en situation témoin, l'autre en situation contextualisée.

CHAPITRE III-6
ANALYSE ARGUMENTATIVE COMPAREE DE DEUX GROUPES DE DEBAT

Cette analyse argumentative se focalise sur deux groupes de débats choisis parce que la diversité des opinions qui s'y sont exprimés était proche de celle de l'ensemble des débats envisagés dans le chapitre précédent. Nous avons ainsi sélectionné la classe de première scientifique du lycée Perrier (Marseille). Le groupe témoin est composé de seize élèves ayant consulté un neuroscientifique. Le groupe contextualisé est composé de quatorze élèves ayant consulté le même neuroscientifique accompagné d'un responsable d'association de malades (maladie de Parkinson).

L'analyse argumentative porte, pour les deux groupes, sur les discussions argumentées entre élèves lors de la dernière session (session 3) donc après la rencontre avec les spécialistes (session 2) et avant la formalisation des prises de décision (post test). Les sessions de débat correspondantes ont été retranscrites et sont disponibles en annexes.

La comparaison entre groupe contextualisé et groupe témoin est menée avec deux grains d'analyse différents. D'une part une analyse macroscopique envisageant toute la durée des discussions collectives, d'autre part une microanalyse argumentative, plus fine, de deux épisodes de débats.

III-6-1 Analyse comparée macroscopique

L'analyse macroscopique repose sur l'exploitation de critères de quantification de la dynamique des échanges dans les deux situations (figure 20).

Figure 20 : Critères de quantification des échanges pour les deux débats

	Non contextualisé	**Contextualisé**
Durée (minutes)	33	45
Nombre de tours de parole	145	298
Nombre de tours de parole/mn	4,39	6,62
Nombre de prise de parole du modérateur	45	61

La durée des débats n'a pas été fixée dès le début mais a dépendu de l'investissement des élèves. Le débat en situation contextualisé est une fois et demie plus long que celui en situation témoin. On peut y voir un investissement plus important des élèves dans la discussion collective.

Selon Zohar et Nemet (2002), le nombre de tours de parole par minute constitue un indicateur de la qualité de l'argumentation des élèves : plus ce dernier est élevé, plus

l'argumentation des élèves est superficielle. Pour autant, cet indicateur ne nous a pas paru pertinent dans le cadre de notre étude. En effet, bien que présentant un nombre de tours de parole plus élevé que pour le groupe en situation témoin, les élèves du groupe contextualisé ont mobilisé, comme nous allons le préciser, une argumentation plus développée.

Nous devons également remarquer le nombre important de prises de paroles du modérateur, quelle que soit la situation de débat. Cet élément traduit la nécessité de « recentrer » souvent le débat sur la question déterminée en début de protocole par les élèves. Il traduit, par ailleurs, les rappels réguliers au respect des règles du débat (demande d'intervention signifiée au modérateur, laisser parler un locuteur jusqu'à la fin de son intervention, invitation de l'ensemble des participants à prendre la parole) par les participants. Nous identifions là les difficultés manifestées par les lycéens à mener un exercice, nouveau pour la moitié d'entre eux, et pour lequel la totalité des élèves n'ont qu'une expérience limitée. Rappelons que seule la moitié des participants déclare avoir eu une expérience antérieure de débat.

Les débats menés par les deux groupes retenus ont été découpés en « séquences » ou « épisodes » caractérisés par un fort degré de cohérence sémantique. Il s'agit de mettre en lumière la dynamique des échanges entre lycéens ainsi que la part des épisodes interactifs (que nous nommons discussions), des simples déclarations et des interventions du modérateur (Simonneaux, 2001 ; Simonneaux, 2003). L'étude de la macrostructure des débats permet également d'identifier les thématiques abordées au cours de la discussion. L'analyse comparative de la macrostructure des débats nous a ainsi amené à distinguer les épisodes à thématique récurrente pour chaque groupe, les épisodes dont les thématiques sont communes aux deux groupes, ainsi que les épisodes dont les thématiques sont spécifiques soit au groupe témoin, soit au groupe contextualisé. La macrostructure des deux débats est présentée dans les figures 21 et 22.

Une première approche comparée de ces macrostructures de débat fait apparaître que dans le groupe contextualisé les élèves s'engagent plus de deux fois plus souvent dans des épisodes interdiscursifs que dans de simples déclarations. Dans le groupe témoin les déclarations simples sont un peu plus nombreuses que les épisodes de discussion. La contextualisation des débats, par la consultation concomitante d'un responsable d'association de malades et d'un scientifique, va donc dans le sens d'une dynamisation des échanges entre les élèves. La coopérativité interdiscursive entre les élèves, bien plus qu'avec le modérateur, apparaît mieux installée entre les élèves du groupe contextualisé. Cela suppose, de la part de ces élèves, une plus grande attention aux interventions des différents participants et une volonté de convaincre ou de faire valoir ses propres opinions.

Nous pensons que l'ancrage dans le réel, ainsi que la dimension affective associés à la rencontre d'un porte parole de malades, poussent les élèves ayant vécu cette expérience à s'investir plus avant dans le débat argumenté. Il semble que les lycéens concernés mesurent plus sérieusement la responsabilité qui est la leur dans une délibération de ce type. Ils embrassent d'une manière plus large les différents enjeux de la question socio-scientifique abordée ainsi que la diversité des points de vue qui peuvent s'exprimer.

Cette hypothèse demande à être confirmée par l'analyse des thématiques abordées par chaque groupe au cours des discussions collectives. Nous retenons plus précisément les thématiques apparaissant de manière récurrente dans les épisodes de débat.

Figure 21 : Tableau résumant la dynamique du débat argumenté entre élèves en situation témoin

Tours de parole	Episodes ou séquences
1	Rappel du protocole et des objectifs du débat par le modérateur
2-6	Discussion sur le neuroscientifique rencontré (trop compliqué)
7	Relance du modérateur sur la définition des CS
8-14	Déclarations sur la définition des CS, leurs localisations, leurs origines
15	Relance du modérateur sur les pathologies du système nerveux qui peuvent être potentiellement traitées à l'aide de CS
16-28	Déclarations sur la maladie de Parkinson (symptômes, origine)
29-39	Déclarations sur les essais thérapeutiques utilisant des CS
40-47	Déclarations sur l'évolution de la maladie sans traitement
48	Reformulation par le modérateur et ouverture sur le lien entre CS et clonage thérapeutique soulevé lors de la première séance de débat
49-50	Interactions sur l'intérêt du clonage pour le patrimoine génétique des cellules
51-60	Discussion sur le statut de l'embryon (être humain ou non)
61	Relance du modérateur
62-67	Discussion sur le statut de l'embryon, son utilisation à des fins thérapeutiques
68	Déclaration sur le clonage reproductif
69	Reformulation et relance du modérateur
70-81	Discussion sur les risques thérapeutiques de la thérapie cellulaire
82	Relance du modérateur sur les risques thérapeutiques
83-91	Discussion sur la relativité des points de vue concernant les risques thérapeutiques et l'« avancée » de la science
92	Relance du modérateur sur le prélèvement des CSE
93-106	Déclarations sur le statut de l'embryon
107-112	Déclarations sur les comités d'éthique
113	Intervention sur un rapprochement avec le problème des dons d'organe, des greffes, des trafics
114-124	Discussion sur le statut de l'embryon (IVG, clonage)
125-130	Discussion sur l'intérêt du débat, sur la légitimité sociale des lycéens face aux législateurs
131	Relance du modérateur sur les questions soulevées par les CSE
132-138	Déclarations sur les embryons, les CS et relances du modérateur
139	Relance du modérateur vers celles et ceux qui ne se sont pas exprimés
140-142	Déclarations sur l'évolution de l'opinion concernant l'utilisation des CSE issues d'IVG à des fins de recherche
143	Relance du modérateur
144	Déclaration d'opinion sur l'utilisation des CSE issues d'avortement
145	Clôture du débat par le modérateur

Figure 22 : Tableau résumant la dynamique du débat argumenté entre élèves en situation contextualisée

Tours de parole	Séquences ou épisodes
1	Rappel du protocole et des objectifs du débat par le modérateur
2-13	Déclarations sur les scientifiques rencontrés
14-22	Discussion sur les modalités d'utilisation thérapeutique des CS et sur les incertitudes associées
23-37	Déclarations sur la définition des CS (origines, propriétés)
38	Intervention du modérateur, orientation sur les pathologies neurodégénératives
39-48	Déclarations sur les pathologies (Parkinson, Sclérose en Plaque, Alzheimer) susceptibles ou non d'être traitées à l'aide de CS
49-56	Déclarations sur les essais thérapeutiques réalisés et leurs limites
57	Relance du modérateur
58-66	Déclarations sur les alternatives thérapeutiques (électrostimulation et traitement de la maladie de Parkinson)
67-73	Déclarations sur les différences de législations relatives à la recherche sur les CSE dans différents pays
74-84	Discussion sur les résultats de la thérapie cellulaire cérébrale sur modèle animal
85	Une élève propose une synthèse des propriétés des CS sur la demande du modérateur
86-101	Déclarations sur les perspectives et tests thérapeutiques
102-110	Discussion sur le scientifique et ses travaux de recherche
111-120	Déclarations sur les CS adultes, leurs localisations, leurs propriétés
121	Intervention du modérateur pour rappeler la question initiale du débat
122-127	Discussion sur la question retenue initialement pour le débat
128-141	Discussion sur le malade parkinsonien, sur les symptômes, sur le vécu personnel et social de la maladie
142-151	Discussion sur les aspects législatifs
152-162	Discussion sur les traitements classiques (Dopa thérapie et dépendance à la dopamine)
163-168	Discussion sur la relativité des points de vue du malade, du scientifique et du politique
169-191	Discussion sur le statut de l'embryon, la nécessité d'un encadrement des pratiques, sur la banalisation
192	Intervention du modérateur sur la distinction entre recherche et utilisation thérapeutique
193-202	Discussion sur les risques d'utilisation thérapeutique
203-206	Discussion sur la nécessité d'une loi, d'un référendum (aspects législatifs)
207-218	Discussion sur le bien fondé de l'utilisation thérapeutique des CSE pour soigner des patients âgés, sur la restriction aux recherches
219	Intervention et relance du modérateur sur le référendum proposé
220-234	Discussion sur les problèmes posés par un référendum, par l'information des citoyens, référence à la loi sur l'avortement
235	Demande d'information sur les pays qui autorisent ces recherches
236-242	Discussion sur le problème du financement des recherches
243-255	Discussion sur le clonage thérapeutique (distinction avec le clonage reproductif), sur le statut du clone
256	Relance du modérateur
257-286	Discussion sur la comparaison entre embryons issus de FIV ou d'IVG et clonage thérapeutique, problème posé par la compatibilité immunologique des CS
287	Intervention du modérateur sur la nécessité d'un retour à l'expertise pour éclairer les questions de compatibilité
288-298	Discussion sur les possibilités de recherche sur les CSE ou sur les CS adultes
299	Clôture du débat par le modérateur

L'analyse comparative fait apparaître un certain nombre de séquences récurrentes à thématique commune pour les deux groupes de débat. La première concerne les discussions entre adolescents sur le statut de l'embryon. Dans les deux cas les élèves discutent particulièrement des différentes origines possibles (interruption volontaire de grossesse ou embryons surnuméraires issus de fécondation in vitro) des embryons sur lesquels peuvent être prélevées les CSE. Notons que la référence à l'avortement apparaît comme une constante de ces épisodes discursifs. Cette thématique centrale des discussions entre élèves apparaît logique dans la mesure où la question du statut de l'embryon avait été retenue collectivement lors de la première session de débat et pour les deux groupes. Par ailleurs, elle intègre des épisodes argumentatifs entre élèves sur le clonage et sur la distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif.
En situation contextualisée comme en situation témoin, les élèves abordent les essais thérapeutiques déjà réalisés ainsi que les risques de la thérapie cellulaire cérébrale. Mais les séquences de discussion orientées autour de cette thématique sont plus nombreuses en situation contextualisée. De plus, quel que soit le groupe, des épisodes de discussion se focalisent sur la relativité des points de vue de différents acteurs : les malades, les non-malades, les chercheurs et éventuellement les politiques (en situation contextualisée). Cette dernière thématique est évidemment plus développée en situation contextualisée, les élèves faisant souvent référence au vécu personnel et social de la maladie de Parkinson.

En revanche, certaines thématiques mises en discussion n'émergent qu'en situation contextualisée ou témoin. Les thématiques propres à une situation donnée sont moins nombreuses en situation témoin. Elles concernent essentiellement l'« avancée » de la recherche scientifique et le « progrès » scientifique, envisagés d'ailleurs comme « nécessaires ». Par ailleurs, les élèves du groupe témoin ont discuté de l'intérêt même du débat dans lequel ils étaient engagés. Ils ont particulièrement mis en doute la légitimité sociale de leurs points de vue d'adolescents face à des spécialistes ou des politiques, auxquels ils se résignent à déléguer une prise de décision sur la question socio-scientifique abordée. Cette thématique, que l'on ne retrouve pas en situation contextualisée, révèle chez les élèves concernés une difficulté à se sentir « investis » dans une réflexion sur les enjeux sociaux du développement des sciences.

Les séquences à thématiques propres aux discussions entre élèves placés en situation contextualisée, bien que plus nombreuses, peuvent être regroupées en deux catégories.
D'une part, ils mettent en débat les alternatives thérapeutiques à l'utilisation de CSE humaines, comme par exemple l'électrostimulation ou la dopa-thérapie, dans le cas précis du traitement de la maladie de Parkinson. Ils discutent également des possibilités de faire des recherches alternatives en thérapie cellulaire, en travaillant par exemple sur les cellules souches adultes. Ces élèves, qui intègrent différentes dimensions alternatives, situent leurs discussions dans un « cadre de possibles » plus large que celui des élèves placés en situation témoin. Ils mobilisent de manière plus sensible l'étendue des connaissances et incertitudes scientifiques présentées par le chercheur qu'ils ont consulté. Nous avions déjà envisagé cette plus forte mobilisation des connaissances scientifiques et nous l'avions interprétée comme une conséquence du sens donné à ces connaissances par la contextualisation des débats. Cette interprétation trouve ici confirmation.

D'autre part les élèves placés en situation contextualisés engagent des épisodes de discussion sur les relations entre recherche scientifique et société. Les conditions du

financement de cette recherche et ses conséquences sur l'égalité de l'accès aux soins sont ainsi abordées. Les lycéens discutent également de l'encadrement législatif de la recherche scientifique sur les CSE humaines et envisagent les problèmes posés par la diversité des législations nationales. Enfin, une autre séquence d'interactions envisage les problèmes posés par un éventuel référendum sur la question et intègre des argumentations relatives à l'information des citoyens. Il semble que la mise en contexte expérimentale du débat autorise, chez les élèves, une mise à distance plus critique de la recherche scientifique. Ce dont témoigne une prise en compte de ses dimensions économiques et politiques. Cela n'ébranle pas pour autant, chez la majorité d'entre eux, une conception idéologique du progrès scientifique, telle qu'elle s'exprime dans la formalisation de leurs prises de décision argumentées.

La partition du corpus de deux groupes de débats en épisodes permet de préciser ce que l'on peut interpréter comme des conséquences de la contextualisation de ces débats. En situation contextualisée, la dynamique des débats se présentent avec d'avantage d'épisodes interdiscursifs argumentés. Les élèves ayant rencontré un chercheur et un responsable d'association de malades échangent d'une manière plus large sur les différentes dimensions (éthiques, économiques, politiques) de la question socio-scientifique abordée. Ils envisagent plus précisément la diversité des points de vue qui peuvent s'exprimer sur cette question. Il apparaît évident que la dimension émotionnelle du témoignage d'un responsable d'association de malades conduit les lycéens concernés à envisager avec plus de profondeur leur responsabilité de jeunes citoyens engagés dans la mise en débat de ce type de question.

On pourrait penser que la « mise à distance » des sciences, opérée par les lycéens du groupe contextualisé, s'accompagne d'une relativisation de l'idéologie scientiste. Nous l'avons vu, cet effet est minime ou en tout cas partagé entre des élèves qui témoignent d'une relativisation du progrès scientifique, d'autres pour lesquels il se trouve renforcé.

L'analyse macroscopique proposée ne doit pas non plus occulter la faiblesse globale des stratégies argumentatives mobilisées par l'ensemble des lycéens. Rappelons qu'un tiers des épisodes correspondent à de simples déclarations. C'est donc à une analyse plus fine des arguments et stratégies argumentatives développées par les élèves qu'invitent ces données.

III-6-2 Microanalyse argumentative d'épisodes de débat : l'argumentation dans la langue

Les épisodes de débats, que nous soumettons ici à une analyse argumentative plus fine, concernent des thématiques qui apparaissent centrales dans les discussions des adolescents sur les utilisations des CSE humaines. Il s'agit des épisodes relatifs aux possibilités d'utilisation des CSE humaines dans une perspective de recherche et dans une perspective de traitement de pathologies neurodégénératives. Dans ces épisodes de débat, il est bien entendu fait référence au statut de l'embryon. Deux épisodes de débat ont ainsi été analysés, l'un correspondant à des échanges entre élèves du groupe témoin et l'autre à des échanges entre élèves du groupe contextualisé.

Pour chaque épisode, l'analyse argumentative des échanges porte sur l'identification d'actions langagières et de procédures rhétoriques, sur l'identification de différentes stratégies argumentatives ainsi que sur les marqueurs de modalisation. Le domaine de connaissances

auquel se réfèrent les arguments des élèves a été identifié et la maîtrise des concepts scientifiques est, le cas échéant, discutée.
Les données de cette analyse sont présentées respectivement dans les figures 23 et 24.

Il apparaît ici difficile de conclure à une influence de la contextualisation des débats sur la qualité de l'argumentation des élèves telle qu'elle s'exprime « dans la langue ». A cette échelle d'analyse, l'approche comparative atteint en effet ses limites. Cela tient à l'extraction des épisodes que nous avons choisis et qui ne peuvent rendre compte à eux seuls de l'ensemble des procédés argumentatifs mobilisés par les élèves dans chaque groupe de débat. Par ailleurs, l'argumentation orale apparaît bien plus influencée par des facteurs psychologiques et sociaux (habitude de la prise de parole en groupe, engagement militant, comportement de leader, différences de genre…) que par la contextualisation didactique des débats. Ainsi, plusieurs élèves ne participent quasiment pas à la discussion collective. La taille relativement importante des groupes de discussion (en moyenne une quinzaine d'élèves) est à prendre en compte car les élèves les plus timides sont sans doute inhibés pour prendre la parole devant leurs camarades. Pour autant, cela ne veut pas dire que ces élèves ne profitent pas des discussions collectives auxquelles ils assistent. L'analyse de l'argumentation, formalisée lors de la prise de décision à l'issue de la dernière session de débat, montre en effet que ce ne sont pas systématiquement ces élèves-là qui argumentent le moins leurs opinions.

L'analyse argumentative de ces épisodes de débat confirme par ailleurs la difficulté des élèves à développer une argumentation au cours de leurs échanges. Comme en témoignent les nombreuses relances ou régulations du modérateur, le respect des règles nécessaires à la bonne tenue des débats (demande de prise de parole, respect de la prise de parole d'autrui, éventuellement reformulation ou demande de complément) n'est pas réellement intériorisé par l'ensemble des lycéens d'un groupe de discussion. Les provocations, ou les simples alternances de déclarations sans réelle coopérativité dialogale, révèlent une culture polémique plus que constructive de la discussion collective. Nous interrogeons ici l'influence des débats spectacles médiatisés sur les conceptions des élèves relativement aux délibérations qui ne sont manifestement pas toujours entendues comme productions collectives de sens.
Par ailleurs, nous relevons que la majorité des déclarations ou déclarations rejetées ou objections sont proposées sans réelle justification. Lorsque les déclarations des élèves sont supportées par des arguments, l'argumentation est le plus souvent simple. Ces éléments témoignent d'un manque de préparation et de pratique des délibérations collectives. Ils soulignent la nécessité de la formation à l'argumentation sur les questions scientifiques socialement vive. Ils interrogent enfin les situations didactiques susceptibles de favoriser le développement des compétences argumentatives des lycéens.

Figure 23 : Exemple d'épisode argumentatif relatif à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (Lycée Perrier, session 3, groupe témoin)

Locuteur **Tours de parole**	**Actions langagières** **Modalisation** **Argumentation**
00 :17 :00	
70 Corentin : Elles servent à rien / **c'est que temporaire** / tant qu'on a pas trouvé la cause on pourra toujours pour deux ans faire espérer des gens mais après ça l'effet cesse	Déclaration avec modalisation pragmatique (pouvoir-faire) Argumentation simple, avec prise en compte de l'incertitude
71 Modérateur : Vous êtes tous prêts à dire on va aller récupérer des cellules souches embryonnaires pour les transplanter chez un individu qui est	Relance
72 Victor : **moi personnellement** si j'avais des cellules embryonnaires dans la tête à la place de mes cellules nerveuses / **je me poserais des questions** / ça me ferait cogiter quoi parce que	Déclaration avec prise en charge énonciative et modalisation appréciative
73 Martin : les cellules souches d'un embryon / c'est des cellules c'est pas l'embryon quoi	Déclaration rejetée
74 Victor : oui mais c'est clair / t'avais **quand même** un embryon dans un ventre qu'on va retirer // **en cas d'avortement** je sais pas / ou quant on a dit que on peut utiliser des embryons issus de l'avortement pour prendre leurs cellules souches	Argumentation simple avec restriction, argument de cadrage
75 Hassen : **tu te contredis** / tout à l'heure tu disais que c'était un amas de cellules maintenant tu es en train de parler comme si c'était un bébé	Objection avec modalisation logique
76 Victor : je me contredis pas / je dis que quand on utilise les cellules souches issues des embryons qui ont été avortés / on les avait dans la tête / **moi personnellement** si j'avais des cellules d'embryon enfin **c'est bizarre** comme notion quoi, parce qu'on a dans la tête des cellules qui ne nous appartiennent pas et heu qui auraient pu évoluer / je suis pas contre mais c'est **c'est étrange** quoi	Justification avec forte prise en charge énonciative et modalisation appréciative (bizarre, étrange) Argumentation simple (expolition)
77 Modérateur : déjà est ce que c'est envisageable aujourd'hui / dans l'état actuel des choses qu'il y ait une transplantation de cellules souches ?	Relance
78 Victor : moi je me dis que si **je suis atteinte de Parkinson** ou quoi évidemment j'ai pas le choix quoi	Déclaration avec prise en compte de la relativité des points de vue
79 Elsa : ça dépend / **moi je pense** qu'il réagit comme ça parce que il est pas à la place d'un malade et que si après il était malade / il réagirait pas de la même façon / il se poserait pas de question 00 :19 :10	Objection avec prise en charge énonciative et modalisation pragmatique (intention) Argumentation simple sur la relativité des points de vue

Figure 24 : Exemple d'épisode argumentatif relatif à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (Lycée Perrier, session 3, groupe contextualisé)

Locuteur **Tours de parole**	**Actions langagières** **Modalisations** **Argumentation**
00 :28 :00	
183 Stevens : C'est **banal** tu vas créer enfin tu vas commencer à créer une vie pour la détruire seulement pour en sauver une autre	Déclaration avec modalisation déontique, argumentation simple
184 Liza : Mais si elle va aller à la poubelle (*Brouhaha*)	Déclaration rejetée
185 Modérateur : Une personne qui a demandé la parole dans les règles	Régulation
186 Marie : tu vas pas tuer une vie / combien de **cellules de ta peau** tu tues quand tu t'écorches tu vois ce que je veux dire // d'accord tu fais **un embryon tu peux considérer ça comme une vie** / mais de toute façon si tu fais un IVG enfin moi / **pourquoi tu regardes pas le problème sous l'angle** je veux dire une femme va avorter l'enfant il va mourir si tu considères que c'est un enfant il va mourir tant qu'à faire ben qu'il aide quelqu'un d'autre / enfin **je veux dire moi** je sais pas **moi je viens à mourir je donne mes organes** quoi dans ce sens là **je vois pas pourquoi** heu / enfin après si la mère veut pas éventuellement mais heu il faut que la mère soit d'accord mais après	Déclaration rejetée avec justification, prise en charge énonciative Argumentation plurielle emboîtée, arguments de cadrage puis d'analogie
187 Sébastien : **Moi** je vois la partie où ça va être perverti où c'est la personne qui va s'obliger à avoir ou une partie de sa famille qui est en train d'avoir une maladie qui va s'obliger à se faire un bébé pour heu faire un embryon pour heu	Argumentation simple sur les risques de réification de l'embryon
188 Pierre Et alors si ça lui convient si c'est son choix tin tin tin tin tin	Provocation
189 Modérateur : Faîtes un effort particulièrement sur la prise de parole / c'est bien que vous ayez envie de parler mais faîtes un effort là-dessus.	Régulation
190 Liza : Dans ce cas on en revient à ce qu'on a dit tout à l'heure il faut qu'il y ait une loi ou quelque chose comme ça pour les enfin il faut que ça reste juste / puis en plus c'est même pas encore à ce stade là puisque **on a encore rien trouvé** tout ce que les scientifiques demandent c'est d'avoir des cellules souches pour pouvoir étudier **pour pouvoir trouver quelque chose** / pour le moment la question normalement elle est pas compliquée quoi	Question recentrée et modalisation pragmatique (pouvoir faire) Argumentation plurielle et argument à caractère empirique
191 Modérateur : sur cette question-là est ce que les scientifiques doivent ou pas avoir la possibilité de travailler sur des cellules souches embryonnaires ?	Relance
192 Samuel : hier heu / **elle a dit la scientifique** que si elle prenait par exemple heu / une cellule souche elle pouvait la multiplier heu / à perte mais heu l'immortaliser c'est-à-dire que ils pourront les étudier mais heu	Argumentation simple avec argument d'autorité
193 Paul : non justement pas les cellules souches parce que ça donne des cancers après sinon	Réfutation, argumentation simple, mobilisation de connaissances
00 :30 :00	

Comme le rappelle Laurence Simonneaux (2003), l'argumentation correspond plus à une pratique sociale qu'à un type de texte, dans le sens où on ne retrouve pas fréquemment dans la langue, de forme canonique organisée d'entités linguistiques au sens du schéma de Toulmin par exemple.

Les procédés argumentatifs mobilisés par les élèves

Nous l'avons déjà précisé, les procédés argumentatifs proposés par les adolescents sont majoritairement de structures simples, c'est-à-dire qu'elles ne font intervenir qu'un seul élément de justification. On remarque cependant une importante diversité dans les catégories des arguments convoqués.

On rencontre ainsi des arguments d'autorité faisant appel à la compétence, l'expérience ou le témoignage d'un acteur social. C'est le cas de l'argumentation développée par Samuel (tour de parole 192, groupe contextualisé) qui a recours au témoignage du chercheur : « *elle a dit la scientifique* ». Dans l'ensemble des débats, les arguments d'autorité (en général positive) sont souvent mobilisés par les lycéens qui font alors référence à l'intervention du chercheur et du responsable d'association de malades, s'ils l'ont rencontré.

Le procédé argumentatif d'expolition est également utilisé par les lycéens. On le retrouve par exemple en « filant » les interventions de Victor (groupe témoin), lequel met en valeur sa réticence à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines en répétant sous des formes identiques ou voisines le trouble que cette perspective provoque en lui. Il précise en effet : « *Si j'avais des cellules embryonnaires dans la tête à la place de mes cellules nerveuses je me poserais des questions* » qu'il renforce en reformulant « *ça me ferait cogiter quoi* » (Tour de parole 72) puis en précisant « *t'avais quand même un embryon dans un ventre qu'on va retirer* » (Tour de parole 74) ce qu'il qualifie à nouveau de « *bizarre* » puis d'« *étrange* » (Tour de parole 76).

Il peut aussi s'agir d'arguments de cadrage visant à modifier le contexte de réception d'un argument à venir. Pour autant dans la majorité des occurrences de ce type d'arguments, l'argument de cadrage n'introduit pas la proposition d'un autre argument ou l'expression d'une opinion (cas de Victor, tour de parole 74, groupe témoin). On ne rencontre donc que rarement la figure de double détente argumentative. A cet égard, l'argumentation développée par Marie ferait plutôt figure d'exception. Marie (tour de parole 186, groupe contextualisé) s'exprime sur la possibilité d'utilisation des CSE humaines à des fins thérapeutiques en argumentant sur le statut de l'embryon. Dans un premier temps, elle prend en compte les opinions d'une partie de son auditoire (« *un embryon, tu peux considérer ça comme une vie* ») en l'invitant à « *regarder le problème* » sous un autre angle. Le recadrage du réel est précisé par des arguments de cadrage faisant appel à des présupposés communs comme la mort de l'embryon issu d'interruption volontaire de grossesse et en utilisant une analogie telle que la dimension cellulaire de l'embryon (« *combien de cellules de ta peau tu tues quand tu t'écorches* ») ou encore le don d'organe. Puis dans un deuxième temps, des arguments de lien, qui sont ici des arguments analogiques proposent de transférer l'accord potentiellement obtenu sur la situation recadrée à son opinion personnelle au nom de la ressemblance entre les situations (« *moi je viens à mourir je donne mes organes quoi dans ce sens là je vois pas pourquoi* »). Dans son argumentation, Marie cherche à tisser un lien privilégié entre le contexte de réception modifié et sa propre opinion pour éventuellement amener l'auditoire à

passer de ce qui est admis généralement à ce qu'elle veut faire admettre. Enfin son argumentation se termine par un élément de restriction qui envisage l'accord préalable de la mère de l'embryon sur lequel est effectué le prélèvement de cellules souches.
L'analyse argumentative de l'intervention de Marie est l'occasion de soulever la question de la réduction du statut de l'embryon à sa dimension cellulaire. Nous revenons plus en détail ci-après sur cet aspect de la mobilisation des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves.

Il est par ailleurs à remarquer que les lycéens prennent rarement en compte, dans leurs échanges, les risques liés aux utilisations des CSE humaines. Ainsi, dans les épisodes analysés, seul Sébastien porte au débat la question de la réification de l'embryon et de l'organisme maternel, lorsqu'ils sont envisagés dans une perspective utilitariste. Cet étudiant relève la pression qui pourrait s'exercer sur la femme du fait de la potentialité thérapeutique des CSE humaines. Cette dernière risque selon lui de « *s'obliger à faire un bébé* » (Sébastien, Tour de parole 187, groupe contextualisé). Ces arguments, bien qu'ils soient rares dans l'argumentation des lycéens, constituent cependant souvent des « pivots » au sein des interactions verbales, dans la mesure où ils initient des échanges argumentés. C'est par exemple le cas ici où, en réponse à la déclaration de Sébastien, Liza propose d'envisager l'encadrement législatif des utilisations des CSE humaines, non sans avoir reprécisé la question qui lui semble légitime. Sans effectuer de généralisation abusive, il nous semble que le rôle des arguments du type de celui développé par Sébastien, est à souligner. Ils peuvent favoriser la dynamique interdiscursive tout en offrant l'occasion de recentrer la question des débats.

De la même façon, les risques thérapeutiques soulevés par les chercheurs lorsqu'ils ont présenté les résultats des tests thérapeutiques cellulaires déjà réalisés, ne sont que rarement mobilisés par les lycéens dans leur argumentation. Nous intégrons cette dimension de notre analyse argumentative dans la partie suivante consacrée à la place réservée aux connaissances et incertitudes scientifiques dans l'argumentation des élèves. Avant d'aborder cette question, il nous a paru important de rechercher dans la langue, la façon dont les lycéens prennent en charge les opinions qu'ils expriment.

La modalisation des discours

On retrouve en effet, dans les échanges argumentés, des éléments permettant d'apprécier la façon dont un locuteur assume sa plus ou moins grande adhésion au contenu de sa prise de parole. Il s'agit de repérer les marqueurs formels dits de modalisation produits par les lycéens, que nous entendons, à la suite de Bronckart, comme des marques d'orientation d'un énoncé argumentatif. Il apparaît que la production de marqueurs de modalisation par un locuteur, bien que largement minoritaire dans l'ensemble des interactions verbales entre lycéens, correspond à une forte prise en charge énonciative.

Dans les épisodes retenus, la prise en charge de l'énoncé est particulièrement forte dans les interventions de Marie (groupe contextualisé), de Victor et d'Elsa (groupe témoin). Elle se traduit par l'utilisation de verbes conjugués à la première personne du singulier, la mobilisation de formes pronominales (« *je pense* », « *je veux dire* », « *je vois pas pourquoi* », « *si j'avais* », « *si je suis* », « *je me poserais des questions* ») et/ou le recours au pronom

personnel atone (« me ») ou tonique, éventuellement renforcé par un adverbe (« *moi* », « *moi personnellement* »).
L'argumentation de Victor apparaît significative de ce point de vue (tours de parole 72, 74, 76 et 78 ; groupe témoin). Le filage des interventions de cet étudiant permet également d'exemplifier la dimension appréciative de la modalisation des discours, laquelle semble dominante chez les élèves qui font usage de marqueurs de modalisation. Les formes argumentatives utilisées par Victor traduisent en effet un jugement subjectif portant sur le contenu des énoncés proposés. La perspective d'avoir « *des cellules embryonnaires dans la tête à la place de mes cellules nerveuses* » lui « *poserais des questions* » et le ferait « *cogiter* ». Cette orientation de l'énoncé traduit une appréciation personnelle fortement émotionnelle qualifiée par la suite de « *bizarre* » puis d'« *étrange* ».

Les argumentations développées par Marie (tour de parole 186, groupe contextualisé) et par Elsa (tour de parole 79, groupe témoin) sont, elles, caractérisées par des modalisations pragmatiques. Dans ces cas, l'orientation de l'énoncé argumentatif correspond à un jugement relatif à l'intention (le vouloir-faire) du locuteur (« *moi je viens à mourir je donne mes organes* ») ou d'une autre personne, comme un malade en attente de thérapie cellulaire par exemple (« *si il était malade il réagirait pas de la même façon il se poserait pas de question* »). Mais on peut également y voir une modalisation d'ordre déontique, dans la mesure où cette intervention en appelle à l'empathie, à la capacité de se mettre à la place d'un malade.

Ces observations ne doivent cependant pas occulter le fait que la grande majorité des argumentations proposées par les lycéens sont caractérisées par une faible prise en charge énonciative et par une discrète modalisation des discours. Les modalisations d'ordre déontique, c'est-à-dire se rapportant aux valeurs sociales, ou logiques, c'est-à-dire se rapportant à la valeur de vérité des énoncés, apparaissent, comme c'est le cas dans les épisodes analysés, les moins représentées. Cette faible prise en charge énonciative traduit, selon nous, le fait que les élèves sont peu habitués à échanger librement leurs points de vue dans un cadre éducatif. Elle vient réaffirmer l'importance de la pratique du débat argumenté dans le contexte de l'éducation formelle et non formelle.

Connaissances, incertitudes scientifiques et argumentation socio-scientifique

L'analyse de la place des connaissances scientifiques ou des incertitudes scientifiques dans l'argumentation des lycéens occupe une place centrale dans notre perspective de recherche. L'observation de l'argumentation des élèves telle qu'elle s'exprime dans la langue amène à penser que la frontière idéalisée rationnellement entre connaissances (jugées objectives et ayant valeur de vérité) et les opinions (envisagées comme subjectives et vraisemblables) est une frontière fragile. A la suite de Philippe Breton (2001), et particulièrement de son analyse argumentative du débat « drogues dures versus drogues douces », il nous apparaît pertinent d'identifier comme un enjeu majeur de l'argumentation « *le contrôle et la légitimité de certaines traductions de connaissances en opinions.* » Disons le d'entrée, nous n'avons pas observé, dans les interactions langagières entre les élèves, de simple processus de « traduction » de connaissances scientifiques en opinions. Globalement, la mobilisation des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves est d'ailleurs peu développée.

Il apparaît pertinent envisager la place réservée aux incertitudes scientifiques ou à l'instabilité des connaissances. Car la nature controversée des savoirs, au sein même de la sphère scientifique de référence, est un élément essentiel de la définition des questions socio-scientifiques qui retiennent notre intérêt. C'est évidemment une porte d'entrée pour appréhender les conceptualisations du fonctionnement de la science (au sens de la « nature of science » de la littérature anglo-saxonne) par les lycéens. Autant le préciser d'emblée, l'argumentation des élèves ne fait que rarement référence au caractère instable des connaissances scientifiques relatives aux utilisations thérapeutiques des CSE humaines, et plus généralement au fonctionnement de la science. Dans les cas où certains élèves font état de leurs conceptualisations de l'incertitude scientifique, les arguments qu'ils proposent ne sont en général pas renforcés par les autres participants aux débats. C'est par exemple le cas des prises de parole de Corentin (tour de parole 70, groupe témoin) ou de Paul (tour de parole 193, groupe contextualisé). Ces adolescents argumentent de l'efficacité temporaire (« *c'est que temporaire* […] *mais après ça l'effet cesse* ») ou du risque avéré (« *non justement pas les cellules souches parce que ça donne des cancers après sinon* ») des techniques de thérapie cellulaire utilisant des CSE humaines dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives. Pour autant, la suite des interactions traduit implicitement le fait que les élèves considèrent comme acquises la réalité et l'efficacité de ces techniques de thérapie cellulaire. Et ce malgré les relances orientées du modérateur et le fait que l'ensemble des scientifiques consultés, certes à des degrés divers comme nous l'avons précisé, ait souligné les risques des greffes cellulaires cérébrales qui rendent inenvisageables, à l'heure actuelle, leur utilisation dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives.

Avec l'analyse des épisodes retenus, il peut apparaître que l'argumentation dans la langue traduit une plus grande prise en compte des dimensions du fonctionnement de la science par certains participants ayant été placé en situation contextualisée. C'est en effet ainsi que nous interprétons la prise de parole de Liza : « *en plus c'est même pas encore à ce stade là puisque on a encore rien trouvé tout ce que les scientifiques demandent c'est d'avoir des cellules souches pour pouvoir étudier pour pouvoir trouver quelque chose* » (tour de parole 190, groupe contextualisé). Le recentrage de la question de débat, tel qu'il est proposé par Liza, prend en compte des éléments de fonctionnement de la science et, plus précisément, d'articulation entre recherche fondamentale et recherche thérapeutique. Elle témoigne d'une « mise à distance » de l'objet « science » sans que pour autant cet effet de contexte ne nous paraisse significatif à cette échelle d'analyse.

Les éléments faisant appel à des conceptualisations de la nature des sciences sont cependant représentés de manière globalement discrète dans l'argumentation des élèves. On retrouve donc, dans les interactions verbales, ce que révélait l'analyse macroscopique des opinions argumentées formalisées par les lycéens : à savoir une très faible réceptivité à l'incertitude scientifique portant sur l'efficacité des techniques de greffe cellulaire de CSE humaines dans le cadre du traitement des maladies neurodégénératives. Ces éléments traduisent, selon nous, des conceptions fortement positivistes du fonctionnement et de la nature des sciences expérimentales.

En ce qui concerne les connaissances scientifiques elles-mêmes, les épisodes de débat sur lesquels nous venons de nous attarder permettent d'appréhender leurs modalités de « traduction » en opinions. Il semble que la mobilisation de connaissances scientifiques va parfois jusqu'à se substituer à la présentation d'une opinion. Il en est ainsi du concept de

« cellule » parfois utilisé comme synonyme d'embryon dans l'explicitation d'un point de vue sur le statut de ce dernier. Sa réduction la dimension pluricellulaire apparaît comme une forme de traduction d'un concept scientifique (son état pluricellulaire) en une opinion (la possibilité d'utilisation des CSE humaines). Elle traduit implicitement une réification de l'embryon. C'est par exemple le cas de Martin pour qui « *les cellules souches d'un embryon / c'est des cellules c'est pas l'embryon quoi* » (tour de parole 73, groupe témoin). Nous retrouvons cette stratégie argumentative chez Marie lorsque, utilisant un argument de cadrage à caractère analogique, elle opère une distinction entre les cellules d'un organisme pluricellulaire et la vie de cet organisme : « *tu vas pas tuer une vie / combien de cellules de ta peau tu tues quand tu t'écorches* » (tour de parole 186, groupe contextualisé).

Pourtant, sur ce point, ce qui peut apparaître pertinent pour un organisme adulte l'est évidemment beaucoup moins pour l'embryon. Rappelons en effet qu'à l'heure de la rédaction, la récupération de CSE sur un embryon humain implique de facto sa destruction.

Nous faisons l'hypothèse que l'identification de l'embryon à sa dimension cellulaire procède d'une réduction lexico-sémantique visant à exprimer une opinion en mobilisant des concepts scientifiques. Les épisodes d'interactions verbales sur lesquelles nous venons de travailler ne nous permettent cependant pas d'éprouver cette hypothèse.

C'est pourquoi nous complétons notre microanalyse argumentative en incluant dans notre corpus d'analyse qualitative un épisode de débat durant lequel les concepts scientifiques sont plus largement mobilisés par les lycéens. Il s'agit d'un épisode d'interactions portant sur le statut de l'embryon, identifié au sein du groupe témoin. Cet épisode est présenté dans la figure 25 Chronologiquement, il précède l'épisode d'interactions verbales en situation témoin, présenté dans la figure 23. D'un point de vue méthodologique, l'analyse proposée ici n'est pas de type comparative entre les situations témoin et contextualisée. Nous venons en effet de relever les limites de cette démarche comparative à l'échelle d'analyse langagière où nous nous situons.

Dans cet épisode de débat, il est manifeste que la mobilisation de connaissances scientifiques est un élément déterminant de l'argumentation des élèves pour préciser leurs opinions relatives au statut de l'embryon. Des concepts scientifiques, au premier rang desquels la description pluricellulaire de l'embryon, sont ici utilisés comme arguments de cadrage visant à modifier le contexte de réception de l'auditoire pour le préparer à recevoir une opinion, qui dans ce cas envisage favorablement l'utilisation des CSE humaines. La redéfinition du mot « embryon » procède ainsi d'un recadrage du réel.

Figure 25 : Exemple d'épisode argumentatif relatif au statut de l'embryon
(Lycée Perrier, session 3, groupe témoin)

Locuteur **Tours de parole**	**Actions langagières** **Modalisation** **Argumentation**
00 :10 :20	
50 Hassen : Dans les embryons attendez / en fait on reconstitue le patrimoine génétique en prenant les cellules souches / comme elles sont capables de faire n'importe quelle heu autre cellule / et c'est pour ça que si on clone des embr enfin des embryons ben on pourra soigner des autres malades en reconstituant les cellules manquantes / et aussi pour le problème d'éthique, **elle nous a expliqué** que comme il disait tout à l'heure, que les embryons, quand, quand on les prend **c'est qu'un amas de cellules** c'est pas encore, **ils ont pas encore de trucs de neurones / ce n'est pas encore des êtres humains**.	Déclaration sur le statut de l'embryon avec mobilisation confuse de connaissances scientifiques Argumentation simple avec argument d'autorité
51 Modérateur : Vous êtes tous d'accord avec cette conception ?	Relance
52 Denis : C'est-à-dire que **c'est pas le système nerveux qu'est pas** / je sais pas **il réfléchit pas donc c'est pas un être humain**	Accord avec reprise de connaissances
53 Elsa ; On ne peut pas dire qu'il est vivant, c'est après qu'il est vivant	Accord renforcé, non justifié
54 Victor : Ça dépend de la religion, enfin **c'est des questions religieuses et éthiques** quoi / après c'est plus heu / **ça a plus grand chose à voir avec de la science** à partir du moment où / c'est quand même un embryon humain qui pourrait donner un être vivant si on le laissait se développer quoi / c'est pas c'est pas considéré comme un être vivant à part entière / c'est vivant mais	Objection sur la place des connaissances scientifiques dans la définition du statut de l'embryon Argumentation simple, argument de cadrage
55 Corentin : À son âge l'embryon enfin sauf les mammifères enfin **il est informe c'est un tas de cellules** / il parle pas il mange pas il est pas conscient de ce qu'il vit	Reprise de l'argumentation de Hassen
56 Hassen : On peut pas dire qu'il est humain, **parce que c'est des cellules**.	Accord renforcé
57 Victor : Scientifiquement parlant c'est pas plus développé qu'une bactérie ou que, peut être un peu plus quoi.	Accord renforcé
58 Hassen : Qu'un animal.	Relance
59 Modérateur : C'est important que tout le monde s'exprime sur ce problème c'est entre vous / je crois que tu as bien dit que c'était plus une question vraiment scientifique / on avait besoin d'éclairages scientifiques pour savoir de quoi on parle / maintenant on parle plus d'une question éthique les spécialistes de l'éthique c'est vous.	
60 Hassen : Non il a raison par rapport à la religion contre l'avortement tout ça / c'est pareil pour le clonage / **même si c'est qu'un amas de cellules** tout ça, ben pour eux c'est un être humain / **si ils sont contre l'avortement** alors quand on avorte l'embryon aussi c'est pas encore un être humain c'est encore toute cette / pourquoi on tue des futurs bébés	Reprise d'argumentation avec prise en compte d'un point de vue différent Argumentation simple avec expolition et argument d'analogie
61 Modérateur : Les gens qui s'expriment peu sur la question, vous n'avez pas d'avis / la question est là est-ce que en gros on peut récupérer, est-il moral d'aller récupérer des cellules souches sur un embryon ?	Relance
62 Martin : **ça dépend** / **oui pour des usages thérapeutiques** comme pour soigner des personnes c'est plus **normal c'est avantageux** mais pour heu **pour cloner c'est moins** c'est moins c'est une future personne qu'on, pas qu'on sacrifie mais que, d'un coté **c'est contradictoire**.	Déclaration avec prise en compte du contexte et modalisation déontique (normal, sacrifie) puis logique
63 Modérateur : Oui tu en penses quoi ?	
64 Hassen : **A mon avis** je pense il y a quelqu'un qui est contre heu le clonage enfin le clonage thérapeutique tout ça quoi on est d'accord.	Argumentation simple
65 Modérateur : Vous êtes tous d'accord ? Exprimez vous / on ne se juge pas / toutes les opinions se valent / mettez vous à l'aise avec ça.	
66 Victor : **Ça dépend dans quelles circonstances** parce que à partir du moment où c'est un amas de cellules indifférenciées on peut pas dire que l'embryon est / **je pense** que c'est un problème d'identité **à partir du moment où il a pas de différenciation des cellules le génome** n'est pas encore exprimé donc la personne enfin l'embryon n'a pas d'identité propre / et s'il est à partir du moment où les cellules se différencient et le génome de cet embryon en particulier commence à s'exprimer l'utiliser à des fins thérapeutiques ou ou heu pour faire un clone ou quoi c'est déjà c'est, enfin **on change de catégorie quoi**, parce qu'on va utiliser une future personne pour heu pour faire quelque chose qu'il a pas forcément / **il a rien demandé** quoi. 00 :16 :20	Relance Reprise de l'argumentation sur le statut de l'embryon avec prise en charge énonciative et modalisation déontique (on change de catégorie) et pragmatique (vouloir faire) Argumentation plurielle linéaire mobilisant des connaissances scientifiques

Cette propriété de l'argumentation des lycéens est particulièrement explicite dans les prises de parole d'Hassen. Le filage des arguments de cet adolescent (tours de parole 50, 56, 58, 60) traduit bien une réduction de l'embryon humain à sa définition biologique cellulaire (« *les embryons, quand, quand on les prend, c'est qu'un amas de cellules* ») laquelle soustrait de fait à l'embryon toute dimension humaine (« *On peut pas dire qu'il est humain, parce que c'est des cellules* »), pour le considérer comme un « *animal* ».
Ces données confirment donc l'hypothèse envisagée d'une traduction des connaissances dans le registre des opinions, opérant par réduction lexico-sémantique. Cette interprétation est corroborées par l'argumentation de Corentin, pour qui l'embryon est « *informe, c'est un tas de cellules* » et par conséquent « *il parle pas, il mange pas, il est pas conscient de ce qu'il vit* » (tour de parole 55). Pour certains lycéens, comme Elsa par exemple, l'embryon, aux premiers stades de son développement, n'est même pas reconnu comme vivant : « *On ne peut pas dire qu'il est vivant, c'est après qu'il est vivant* » (tour de parole 53). La redéfinition de l'embryon, restreinte à sa dimension biologique, opère donc un recadrage visant à rendre acceptable sa destruction et l'utilisation de ses cellules dans la mesure où l'état cellulaire est alors synonyme de « non-vie » ou de « non-humanité ».

D'autres connaissances sont traduites en opinions lorsque les lycéens argumentent de l'état des fonctions cognitives de l'embryon (l'absence de pensée, de réflexion) pour affirmer son caractère « non humain ». Les connaissances scientifiques mobilisées dans ce cas portent alors sur l'absence de différenciation du système nerveux de l'embryon. C'est par exemple le cas de Denis lorsqu'il affirme : « *c'est à dire que c'est pas le système nerveux qu'est pas / je sais pas il réfléchit pas donc c'est pas un être humain* » (tour de parole 52)
C'est aussi le cas d'Hassen : « *ils ont pas encore de trucs, de neurones / ce n'est pas encore des êtres humains* » (tour de parole 50).
Notons que ce type de traduction de connaissances en opinions suppose une réduction moniste de la pensée à des structures cérébrales ou neuronales. Par ailleurs les élèves qui s'expriment dans ce sens font implicitement référence à un calendrier de différenciation du système nerveux (que traduisent les expressions « *pas encore* », « *c'est après qu'il est vivant* », sans pour autant en préciser les temporalités. Pour Victor c'est ainsi la « *différenciation des cellules le génome* » qui définissent l'« *identité propre* » de l'embryon. Pour cet adolescent, la différenciation cellulaire marque une réelle rupture dans le statut de l'embryon :

> A partir du moment où les cellules se différencient et le génome de cet embryon en particulier commence à s'exprimer l'utiliser à des fins thérapeutiques ou ou heu pour faire un clone ou quoi c'est déjà c'est, enfin on change de catégorie(tour de parole 66)

Mais le « moment » de cette rupture n'est pas clairement défini, Et pour cause, l'expression du génome est déjà bien réelle chez le zygote. L'identité individuelle est réduite ici aux modalités d'expression du génome. Ainsi les éléments relatifs à l'âge de l'embryon sur lequel il serait envisageable de récupérer des CSE, son stade de développement, les principales étapes de la neurogenèse, les déterminismes de ce développement, ne sont pas intégrés dans l'argumentation des lycéens. Cela apparaît clairement dans l'épisode que nous soumettons ici à une analyse argumentative, mais il est généralisable à la majorité des débats qui ont été menés avec les lycéens.

Dans l'argumentation des élèves, la réification de l'embryon humain, qui justifie la possibilité de sa destruction, se contracte sous la forme de ce que l'on peut qualifier de traduction des connaissances scientifiques en opinions. Nous pensons que cette traduction, voire cette réduction, est largement légitimée par le contexte même des débats. D'une part dans le contexte de l'éducation formelle des sciences, l'instabilité des connaissances est rarement envisagée. La culture scolaire des sciences entretient ainsi un rapport souvent dogmatique au savoir. D'autre part, dans le contexte du laboratoire de recherche, entendu comme autorité institutionnelle légitimante des savoirs scientifiques, la mobilisation du lexique scientifique est valorisée. Plus encore, ce contexte favorise, selon nous, l'expansion sémantique des concepts que recouvre ce lexique. On peut ainsi comprendre en quoi la complexité d'une entité aussi multidimensionnelle que l'embryon humain peut être réduite à sa seule dimension pluricellulaire. Cependant, cet effet de contexte dont nous identifions ici des traces dans la langue, n'apparaît pas de manière plus ou moins marquée, que les élèves aient été placés en situation témoin ou contextualisée.
Par ce qu'il sous-entend comme enjeux de légitimation, ce type de procédé argumentatif, dans lequel les connaissances scientifiques occupent une place déterminante, mérite de retenir l'attention des chercheurs en didactique des questions socio-scientifiques. Dans un contexte où les élèves consultent des neuroscientifiques, il pose également la question du discours de chercheurs lorsqu'ils abordent la question du statut de l'embryon. D'autant plus que, lorsque les élèves utilisent une telle forme de traduction, il n'est pas rare qu'ils fassent référence à la compétence des chercheurs. Par exemple Hassen introduit son argumentation en précisant : « *Elle nous a expliqué* [la scientifique, NDR] » (tour de parole 50). La mise en scène de l'identité du chercheur apparaît ici comme un argument d'autorité. Ce type d'argument invite donc à interroger les discours des scientifiques, notamment du point de vue des opérations de reformulation autour de la définition de l'embryon. Ce que nous ferons dans la quatrième et dernière partie de ce travail.

Dans cette perspective, un autre élément de connaissances scientifiques retient notre attention. En effet l'épisode d'interactions verbales sélectionné fait clairement apparaître une confusion importante dans l'argumentation des lycéens lorsqu'ils abordent les relations entre clonage et utilisation des CSE humaines. Il semble que, dans les conceptions des élèves, les CSE humaines soient utilisées pour « cloner des embryons ». Les explications proposées par Hassen l'illustrent :

> En fait on reconstitue le patrimoine génétique en prenant les cellules souches / comme elles sont capables de faire n'importe quelle heu autre cellule / et c'est pour ça que si on clone des embr enfin des embryons ben on pourra soigner des autres malades en reconstituant les cellules manquantes (tour de parole 50).

L'argumentation de Martin traduit également cette confusion :

> Pour des usages thérapeutiques comme pour soigner des personnes, c'est plus normal c'est avantageux mais pour heu pour cloner c'est moins c'est moins c'est une future personne (tour de parole 62).

Finalement, dans l'épisode précédent, seuls les arguments développés par Victor envisagent la spécificité des connaissances scientifiques et la diversité des dimensions permettant de définir l'embryon. Il précise ainsi que « *scientifiquement parlant c'est pas plus*

développé qu'une bactérie » (tour de parole 57) après avoir relevé trois tours de parole plus tôt que « *c'est des questions religieuses et éthiques quoi ça a plus grand chose à voir avec de la science* ».

L'analyse argumentative d'épisodes de débat permet donc de dégager certaines tendances lourdes de l'argumentation des élèves, telle qu'elle s'exprime dans la langue. Rappelons qu'à cette échelle d'analyse, la comparaison des groupes témoin et contextualisé ne fait pas apparaître de différences significatives dans l'argumentation des élèves.
La première de ces tendances est sans conteste la relative faiblesse de l'argumentation développée par les lycéens. Lorsque les déclarations ne sont pas sans justification, c'est une argumentation simple mobilisant essentiellement des arguments d'autorité ou de cadrage et d'analogie qui se manifeste chez les adolescents. Les stratégies argumentatives plurielles visant à convoquer plusieurs arguments de manière linéaire ou emboîtée, font figure d'exception. La seconde tendance concerne la prise en charge énonciative du contenu des énoncés par leurs locuteurs. Celle-ci est globalement faible. Lorsqu'elle s'exprime c'est essentiellement avec des marqueurs de modalisation d'ordre appréciatif ou pragmatique (intention, capacité, raisons).

Par ailleurs les connaissances scientifiques sont largement présentes dans l'argumentation des lycéens. Nous avons relevé des procédures permanentes de traduction de certaines de ces connaissances en opinions. La réduction lexico-sémantique de l'embryon à sa définition biologique pluricellulaire est à cet égard exemplaire. Cette traduction est à notre sens largement légitimé par le contexte dans lequel se sont tenus ces débats : une interface entre éducation formelle et non formelle, physiquement située dans un institut de recherche. La mobilisation de connaissances scientifiques par les lycéens apparaît alors comme une réduction de la complexité du réel plus que comme une clarification des termes du débat. De plus certains concepts scientifiques, comme le clonage thérapeutique et sa relation avec la thérapie cellulaire, sont visiblement l'objet de confusions dans les conceptions des élèves.
Enfin, l'incertitude scientifique en général et, plus précisément, celle portant sur l'efficacité des techniques de greffes cellulaires de CSE humaines dans le traitement des maladies neurodégénératives, ne fait qu'exceptionnellement partie de l'éventail argumentatif des lycéens. Ces données viennent confirmer ce que nous avions relevé au cours de l'analyse macroscopique des opinions argumentées formalisées par les lycéens. Elles traduisent l'expression d'une forme idéologisée du progrès scientifique. Ces éléments confirment la nécessité d'une formation des élèves, en amont de la mise en débat d'une question socio-scientifique, au fonctionnement et à la nature des sciences.

III-6-3 Discussion sur l'analyse argumentative qualitative de deux groupes de débats

L'analyse plus fine d'épisode de débats vient en partie confirmer les hypothèses interprétatives émergeant de l'analyse quantitative qui concerne l'impact didactique de la contextualisation des discussions sur l'argumentation des lycéens.
En partie seulement, puisque l'analyse de l'argumentation dans la langue ne fait pas apparaître de différences significatives entre les élèves des groupes contextualisés et témoins.

Très généralement, les stratégies argumentatives des élèves apparaissent pauvres (déclarations sans justification ou argumentation simple mobilisant essentiellement des arguments d'autorité ou de cadrage et d'analogie) et la prise en charge des discours est globalement faible, comme en témoigne l'analyse des marqueurs de modalisation. Ces conclusions rejoignent celles de nombreuses études antérieures (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000 ; Kuhn, 1991 ; Sadler, 2004 ; Simonneaux, 2003). Elles réaffirment la nécessité de mettre en œuvre des stratégies pédagogiques adaptées pour développer les compétences argumentatives des lycéens.

La consultation concomitante d'un responsable d'association de malades et d'un scientifique, se traduit cependant par une dynamisation des échanges entre les élèves. Cette dynamisation est révélée par un accroissement de l'occurrence des épisodes argumentés au détriment des simples déclarations. En ce sens, la participation d'un responsable d'association de malades participe indéniablement de la connexion personnelle des adolescents à la problématique soumise à discussion. L'ancrage dans le réel, renforcé par la dimension émotionnelle des interventions d'un représentant de malades, incite les élèves à une implication personnelle forte dans une question à laquelle ils donnent sens. Ils envisagent avec plus de profondeur leur responsabilité de jeunes citoyens engagés dans la mise en débat de ce type de questions. La légitimité des débats engagés n'est ainsi pas remise en cause par les élèves ayant rencontré un représentant de malades alors qu'elle peut l'être par les autres.

Nous rejoignons donc les réflexions déjà évoquées dans la littérature, quant à l'importance de rendre « authentique » la question socio-scientifique abordée pour engager les élèves dans un travail argumentatif plus approfondi (Jiménez-Aleixandre et *al.*, 2004 ; Kolstø, 2004 ; Patronis *et al.*, 1999). Dans ces études, qui pour la plupart ont trait à des débats autour de questions environnementales, les éléments de contextualisation permettant aux élèves d'envisager la signification concrète des problèmes envisagés, reposent sur la sélection de problématiques locales plus que globales (implantation de lignes à haute tension, dans des espaces sensibles de l'environnement direct des élèves, aménagement de ces espaces, pollution pétrolière des côtes de Galice….). Concernant les questions de santé ayant des implications bioéthiques, la consultation de responsables d'association apparaît comme une possibilité pour contextualiser les débats. Nous allons ici plus loin en précisant les conséquences de cette contextualisation qui ne se réduit pas seulement à une plus grande implication des élèves dans le débat argumenté. Il apparaît que l'argumentation des lycéens traduit une plus large prise en compte de la diversité des points de vue et des différentes dimensions qui font la complexité de la question en discussion, lorsqu'ils ont rencontré un porte parole de malades. L'accès à un témoignage direct sur le vécu personnel et social de la maladie se traduit, par exemple, par l'émergence de thématiques de discussion relatives aux interactions entre sciences et société. Sont ainsi abordées les conditions du financement de la recherche, son encadrement législatif et certains aspects politiques de l'évaluation des choix scientifiques et techniques.

Mais aussi et surtout, l'étude argumentative vient confirmer l'importance de la contextualisation sur l'évaluation du risque et de l'incertitude dans l'argumentation et les prises de décision des élèves autour de la question socio-scientifique retenue. C'est selon Kolstø (2004), une dimension essentielle de l'enseignement de ces questions. Les discussions relatives aux essais thérapeutiques déjà réalisés ainsi qu'aux risques des techniques de

thérapie cellulaire cérébrale sont ainsi plus nombreuses en situation contextualisée. Les alternatives thérapeutiques à l'utilisation de CSE humaines (électrostimulation ou dopa-thérapie par exemple) comme les possibilités de faire des recherches thérapeutiques alternatives utilisant les cellules souches adultes sont ainsi intégrées dans l'argumentation des élèves.
Bien que modestement, ce facteur de contextualisation participe pour certains élèves à la relativisation de l'idéologie dominante du progrès scientifique et de la « nécessaire » avancée de la science. Mais l'analyse de l'argumentation dans la langue montre que l'incertitude scientifique en général, et plus précisément celle portant sur l'efficacité des techniques de greffe cellulaire de CSE humaines dans le traitement des maladies neurodégénératives, ne fait qu'exceptionnellement partie de l'éventail argumentatif des lycéens. En effet, l'analyse proposée ne doit pas faire oublier que cet effet de « mise à distance » de la science, autorisant une approche critique de ses implications sociales, reste un phénomène marginal dans notre expérience.

A ce titre, l'analyse qualitative comparée de deux débats argumentés vient donc confirmer l'importance de la contextualisation dans la mobilisation par les élèves des connaissances et incertitudes scientifiques présentées par les chercheurs. Elle souligne la nécessité de donner du sens aux connaissances scientifiques (« context knowledge »), en pointant leur pertinence et leur utilité sociale à travers des « contextes » authentiques. Mais la question de la place des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves n'a pu être abordée qu'à travers l'analyse de l'argumentation dans la langue. Plusieurs concepts scientifiques sont ainsi mobilisés par les lycéens essentiellement lorsque les séquences de discussion recouvrent les thématiques relatives aux origines possibles des embryons sur lesquels peuvent être prélevées les CSE humaines ou aux différentes formes de clonage.
Il ne s'agit pas de remettre en question l'absence de corrélation entre connaissances conceptuelles antérieures et qualité de l'argumentation soulevée par de nombreuses recherches (Kuhn, 1991 ; Perkins *et al.*, 1991). Il n'en reste pas moins que la maîtrise de certains concepts scientifiques par les lycéens est une condition déterminante de la dynamique des échanges argumentés. Cet élément est manifeste en ce qui concerne les concepts tels que le clonage reproductif, le clonage thérapeutique et sa relation avec la thérapie cellulaire, qui font l'objet de confusions dans les conceptions des élèves. Les épisodes de débat dans lesquelles ces connaissances étaient convoquées ont généralement été peu argumentés. Nous faisons l'hypothèse que la maîtrise des connaissances conceptuelles par l'ensemble des participants participe de d'élaboration nécessaire d'un référentiel linguistique commun, par lequel passe la clarification des termes du débat. Pour peu que ce référentiel ne se réduise pas au partage d'un vernis lexical comme il semble que ce soit parfois le cas (en ce qui concerne les pathologies neurodégénératives notamment).
C'est à ce niveau que nous situons le lien possible entre qualité de l'argumentation et maîtrise de connaissances, envisagé par des chercheurs tels que Means et Voss (1996) ou encore Sadler et Donnelly (2006).

Notre analyse nous permet cependant de préciser certaines propriétés des relations entre connaissances scientifiques et qualité de l'argumentation des élèves. Il a en effet été mis en évidence des procédures de traduction de certaines de ces connaissances en opinions. Dans ce sens, la mobilisation de connaissances scientifiques apparaît plus comme une réduction de la complexité du réel, que comme un élément de clarification des termes du débat. C'est ainsi

que nous avons interprété la réduction lexico-sémantique de l'embryon à sa définition biologique pluricellulaire. Cette traduction, dans laquelle les connaissances scientifiques peuvent avoir valeur d'argument, est à notre sens largement légitimé par le contexte dans lequel se sont tenus ces débats. Elle renvoie par ailleurs à la présentation par les chercheurs des connaissances scientifiques et de leur place dans l'argumentation socio-scientifique.

C'est pourquoi, nous ne rejoignons que partiellement l'hypothèse formulée par Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz (2002), selon laquelle les connaissances scientifiques permettent de « peser » les avantages et désavantages des différentes options disponibles relativement à un dilemme socio-scientifique donné. Dans un contexte tel que celui sur lequel nous avons travaillé, où l'activité scientifique est largement légitimée à la fois par l'environnement du laboratoire et par l'intervention de chercheurs, les connaissances scientifiques acquièrent un statut autorisant qu'elles occultent les autres dimensions (juridique, philosophique, religieuse) du statut de l'embryon.

CHAPITRE III-7
DISCUSSION DIDACTIQUE GENERALE

A l'issue de cette analyse, on peut mettre en discussion la portée didactique sur l'expérience de débat organisée au sein de la structure *Hippocampe*. Il s'agit proposer de répondre aux problèmes de recherche qui ont retenu notre attention, en resituant notre réflexion dans le cadre des études ayant abordé l'enseignement des questions socio-scientifiques.
Dans un premier temps, nous revenons sur la tenue générale des débats et sur les conséquences de la rencontre d'un scientifique concernant les prises de décision argumentées des élèves. Dans un deuxième temps, l'impact de la contextualisation des débats sur la qualité de l'argumentation des élèves est envisagé. La place des connaissances de science et sur la science dans l'argumentation développée par les lycéens est ensuite discutée. Enfin, nous abordons les implications de notre travail dans la réflexion sur l'enseignement des questions socio-scientifiques.

III-7-1 Idéologie du progrès scientifique et compétences argumentatives des lycéens

A l'issue des débats sciences et société étudiés, la grande majorité des adolescents ont émis un avis favorable à la recherche sur les CSE humaines ainsi qu'à leur utilisation thérapeutique. Pourtant les thérapies cellulaires sont présentées par les chercheurs comme non applicables en l'état actuel des connaissances. Cette caractéristique des prises de position argumentées des élèves est confirmée, quelles que soient les situations de débat, par l'analyse à différents grains de leur argumentation. Ainsi, il n'est pas rare que soit convoquée une nécessaire « avancée » de la science pour justifier du bien fondé de l'utilisation des CSE humaines pour la recherche et dans le cadre de la thérapie cellulaire.

Ces conclusions rejoignent celles tirées par Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006), dans une étude proche portant sur les prises de décision argumentées d'adolescents concernant le clonage thérapeutique. Dans cette étude, où les élèves analysaient différents textes médiatiques, une majorité d'adolescents se déclarent également favorables au clonage thérapeutique, convoquant pour plus de trois élèves sur quatre, les possibilités d'utilisations thérapeutiques et l'avancée des connaissances. Les auteurs mettent en avant la difficulté des lycéens à analyser de manière critique les sources médiatiques proposées pour expliquer ces résultats. Dans des articles antérieurs Jiménez-Aleixandre soulevait la possibilité que les lycéens argumentent en fonction des représentations qu'ils se font des attentes de l'enseignant

qui anime les débats. Elle opérait à cet égard une distinction entre « *doing the lesson or doing science* », de manière à rendre compte de l'influence de la culture scolaire sur l'argumentation (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000 ; Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz, 2002). On peut retenir cette hypothèse interprétative en soulignant le fait que les débats sciences et société, menés au sein de la structure *Hippocampe*, constituaient, pour plus de la moitié des élèves concernés, leur première expérience de débat argumenté. Les prises de décision formalisées par les élèves ont ainsi été interprétées comme l'expression d'une forme d'idéologie du progrès scientifique, qui repose sur un double effet de contexte et de protocole. D'une part, le fait que les débats aient été menés au sein d'une institution de recherche scientifique rend difficile une mise à distance critique des sciences. D'autre part, le fait que le protocole de débat mis en œuvre réserve une place centrale à la consultation de chercheurs qui, pour la majorité d'entre eux, militent en faveur d'un développement des recherches sur les CSE humaines, participe de l'autorité de la science et de la difficulté pour les élèves à mettre en cause la légitimité de la recherche scientifique.

L'autre caractéristique des débats analysés tient dans la relative faiblesse argumentative dont témoignent la majorité des lycéens. Cette faiblesse se traduit par l'éventail étroit des arguments que les élèves mobilisent. Ainsi, les dimensions éthiques, juridiques, économiques et sociales de la question ne sont mobilisées qu'à la marge. Les procédures argumentatives mises en œuvre en témoignent aussi. Ces dernières sont dominées par des déclarations sans justifications ou des argumentations simples mobilisant essentiellement des arguments d'autorité ou de cadrage et d'analogie. Ce résultat n'est pas nouveau. Il vient confirmer nombre d'études antérieures qui se sont penchées sur la question de l'argumentation socio-scientifique (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2000 ; Kuhn, 1991 ; Sadler, 2004 ; Simonneaux, 2003). Il soulève à nouveau la difficulté à mettre en œuvre des stratégies didactiques permettant aux élèves de développer leurs compétences argumentatives. La formation à l'argumentation est un objectif éducatif qui requiert un investissement soutenu et répété. Dans ce sens, il n'est pas surprenant que l'expérience menée par Zohar et Nemet (2002) soit l'une des seules à rendre compte d'une évaluation positive de l'évolution des compétences argumentatives des élèves. Le protocole mis en œuvre comportait en effet douze séquences de travail en petit groupe incluant une réflexion collective sur les compétences argumentatives et une formation explicite à l'argumentation[176]. Nous avions également pris l'option d'une approche métacognitive du travail sur l'argumentation dans l'expérience que nous avons menée. La première session de débat se présentait, en effet, comme une discussion ouverte à partir de laquelle étaient identifiés, avec les élèves, les différents registres de la communication interpersonnelle (exprimer, informer, convaincre) ainsi que le statut de l'argumentation en la distinguant de la manipulation. Des éléments relatifs à la structure formelle des arguments ont alors été introduits et les relations entres connaissances scientifiques et opinions ont été discutées avec les élèves. Nous devons constater que ce travail préparatoire à l'engagement dans un débat argumenté, caractérisé par la consultation d'un scientifique, était superficiel et insuffisamment inscrit dans la durée.

Autant dire que, de ce point de vue, le protocole de débat mis en place au sein de la structure *Hippocampe* ne répond que très insuffisamment aux objectifs fixés : le

[176] Nous devons préciser cependant, qu'en amont de la formation aux débats, les élèves avec lesquels Zohar et Nemet ont travaillé, développaient déjà des compétences argumentatives de bonne qualité (argumentations avec justification, arguments alternatifs, rejets…)

développement des compétences argumentatives d'une part, et la mise à distance de la science, d'autre part. La consultation d'un scientifique, qui n'était donc pas présentée comme une conférence, visait en effet à renverser le rapport à l'expertise scientifique. Rappelons que, sur l'ensemble des questions posées par les lycéens aux chercheurs, à peine 5 % concernent le mode de financement de la recherche, les intérêts économiques qui peuvent y être associés, ou encore sa fonction et sa légitimité sociale. La réalité de la rencontre avec un chercheur, de surcroît au sein d'un laboratoire, inhibe chez les élèves l'appréhension de la complexité des relations sciences et société. Pour ainsi dire, le contexte des débats « met en spectacle » la science et participe d'un renforcement de son autorité. Comme le rapportent Jiménez-Aleixandre *et al.* (2004), les lycéens sont tout à fait capables de soutenir leur argumentation sans se référer à une autorité institutionnelle et/ou scientifique[177]. De plus, il s'avère que la posture que nous avons adoptée pour modérer les débats, posture d'impartialité engagée, est de peu d'influence sur les échanges entre lycéens. Cette posture, résolument critique, envisageait la nécessité de mise à distance des sciences pour envisager leurs relations avec la société. On peut affirmer qu'elle n'a pas vraiment orienté les discussions des lycéens. Ce dernier point est de nature à rassurer les enseignants qui affichent des craintes, quant à l'influence de leurs opinions dans la modération de tels débats.

Du point de vue des recherches en didactique des questions socio-scientifiques, il nous semble que les travaux du type de ceux initiés par Barbara Bader sur la « disqualification de points de vue critiques face aux sciences » doivent retenir notre attention (Bader, 2004). L'auteur analyse finement, dans les débats argumentés entre élèves, les procédés discursifs de mise en valeur ou de discréditation de la position des scientifiques. Les arguments mettant en scène l'identité d'un locuteur ou son « ancrage » dans la situation qu'il décrit, les arguments d'autorité associant un locuteur à une catégorie (les scientifiques, les industriels, les malades…), la mise en doute de la neutralité du locuteur, visent à légitimer ou au contraire à discréditer les discours proposés. Au-delà de ces catégories d'arguments l'auteur identifie des procédés rhétoriques d'extériorisation qui participent à renforcer la crédibilité d'un argument, ou encore des arguments à caractère empiriste, dans lesquels les faits scientifiques sont assimilés à des réalités « objectives ». Ces arguments, parce qu'ils sont la traduction d'une croyance dans le « progrès » des sciences (« *Thruth will out device* »), doivent permettre de préciser les procédés argumentatifs des élèves autour d'une question socio-scientifique. Il en est de même des arguments à caractère contingent (motif personnel, contexte social, jeux d'intérêts économiques, politiques, symboliques, différences d'interprétation en sciences…) qui servent selon l'auteur à « *questionner l'autorité conventionnelle des sciences* ». Les élèves mobilisant cette catégorie d'arguments sont évidemment dans une position marginale par rapport aux idées généralement admises sur les sciences. C'est également ce qui a été observé dans l'expérience qui a retenu notre attention.

[177] Les adolescents étaient engagés dans des débats argumentés relatifs aux conséquences du naufrage du pétrolier *Prestige*, après avoir consulté deux textes médiatiques contradictoires laissant une large place à des déclarations de chercheurs. L'étude argumentative montre que les adolescents ont tendance à supporter plus leur argumentation à partir de données empiriques, y compris leur expérience individuelle, que par rapport à l'autorité institutionnelle ou le statut des experts. Par exemple, le statut d'impartialité de l'un des scientifiques est relativisé en raison de son affiliation à une firme pétrolière (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2004).

Ces conclusions invitent donc très généralement à engager les élèves dans des réflexions collectives sur les différentes dimensions des interactions entre sciences et société. Mais il semble nécessaire de garder à l'esprit l'importance du contexte général dans lequel se tiennent les discussions.

On se propose maintenant de discuter les implications didactiques des effets de contextualisation induits par le protocole de débat mis en œuvre.

III-7-2 Contextualisation et argumentation des lycéens

La contextualisation des débats, à savoir la consultation par les élèves d'un représentant de malades au coté d'un scientifique, se traduit essentiellement par une atténuation partielle de l'expression de l'idéologie du progrès scientifique relevée plus haut. Nous en avons soulevé le caractère à priori paradoxal, dans la mesure où les représentants d'association de malades consultés ont milité pour un développement rapide de la recherche scientifique sur les CSE humaines, mettant en avant leur forte demande en termes de thérapies cellulaires. Mais il s'avère que le double témoignage proposé aux lycéens des groupes contextualisés favorise, pour certains d'entre eux, la relativisation des points de vue. Et pourtant, ces derniers sont, au moins en partie, partagés par les intervenants comme ce fût le cas ici. Une grande partie des scientifiques consultés ainsi que les responsables d'association de malades militent en effet pour un développement des recherches sur les CSE humaines. Cette hypothèse est largement confirmée aux différents grains d'analyse des prises de décision et débats argumentés qui ont été envisagés. Seule l'analyse argumentative la plus fine, dans la langue, ne permet pas de mettre en évidence de différence significative entre les élèves des groupes témoins et contextualisés. Cela ne veut pas dire qu'il n'existe pas de différences à cette échelle d'observation, mais au moins que les méthodes et outils d'analyse mobilisés ne permettaient pas de les relever. Ils étaient focalisés sur un épisode de débat dans chaque condition.

La contextualisation des débats se traduit ainsi par une plus grande diversité d'arguments des tests thérapeutiques réalisés, au premier rang desquels figurent les incertitudes scientifiques et les risques pour les patients. C'est alors l'occasion, pour certains élèves, de mobiliser des connaissances scientifiques telles que les propriétés de différenciation ou de prolifération des CSE, voire relatives au fonctionnement cérébral (plascticité notamment). Dans cette perspective on peut penser que la consultation d'un responsable d'association de malades participe à ancrer le débat dans la complexité du réel, et que cette rencontre donne sens aux acquis conceptuels.

La dimension émotionnelle de cette rencontre est également une composante essentielle de l'engagement des élèves dans le débat argumenté. Les procédures d'argumentation plurielle avec des restrictions ou des réfutations sont plus souvent mises en œuvre par les lycéens des groupes contextualisés. Le facteur motivationnel peut ainsi se traduire par une dynamisation des échanges et un enrichissement des stratégies argumentatives des élèves. Cette étude vient donc confirmer l'importance de rendre « authentique » la question socio-scientifique abordée pour engager les élèves dans un travail argumentatif plus approfondi, sur une réflexion collective dont les enjeux leur apparaissent plus concrets (Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2004 ; Kolstø, 2004 ; Patronis *et al.*, 1999). Mais les possibilités de contextualisation

des questions socio-scientifiques d'ordre environnemental, et ayant trait à la santé humaine ou à l'éthique, sont sans doute différentes. Les études précédentes, qui concernent essentiellement des questions environnementales, mettent ainsi en avant l'intérêt des problématiques locales plus que globales. Les questions qui nous intéressent, parce qu'elles touchent souvent à l'universel, peuvent être contextualisées de manière différente. Et la consultation de responsables d'association et de scientifiques apparaît pertinente pour ce faire.

Ces conclusions ne doivent cependant pas faire oublier le caractère contrasté de l'analyse que nous faisons de la contextualisation des débats. Rappelons que les éléments que nous venons d'évoquer concernent un peu moins de la moitié des lycéens. Pour les autres élèves, la consultation concomitante d'un scientifique et d'un responsable d'association de malades participe plutôt d'un renforcement du recours à une argumentation positiviste, ayant trait à l'avènement nécessaire des applications thérapeutiques. Pourtant, les lycéens concernés mobilisent aussi des argumentations plurielles (arguments de restriction incluant les risques thérapeutiques). C'est dire combien sont prégnants les effets de contexte institutionnel, incluant les adaptations des lycéens aux attentes supposées des organisateurs des débats.

On peut donc dire que la rencontre d'un responsable d'association de malades et d'un scientifique peut aider les élèves à envisager, en les relativisant, différents points de vue et à améliorer leurs compétences argumentatives grâce à une mobilisation plus importante de connaissances scientifiques maîtrisées et auxquelles ils donnent sens. Mais pour que ces objectifs soient atteints, il est nécessaire de soigner la préparation de cette rencontre en sensibilisant particulièrement les lycéens sur le fonctionnement de la recherche scientifique.

III-7-3 La nature des sciences dans l'argumentation des lycéens

Cette partie de la discussion est consacrée à la place du « *content transcending knowledge* », selon la terminologie de Kolstø, c'est-à-dire à la mobilisation, par les élèves, de l'ensemble des connaissances sur les sciences plus que de sciences. L'analyse des débats menés au sein de la structure *Hippocampe* révèle, de ce point de vue, la prise en compte, très épisodique, des éléments relatifs au fonctionnement et à la nature des sciences dans l'argumentation des lycéens.

L'argumentation des élèves met en premier lieu en évidence la difficulté à apprécier les interconnexions et l'inséparabilité des sciences et de la société. Cette difficulté se traduit par la tendance à envisager la science comme le seul aspect des questions socio-scientifiques abordées alors que les dimensions économiques, juridiques, éthiques et sociales sont secondaires. Ceci apparaît contraire à de très nombreuses études de didactique des questions socio-scientifique. Là encore, on peut incriminer le contexte du laboratoire de recherche où se sont tenus les débats comme un obstacle à la possibilité, pour les élèves, d'envisager les multiples dimensions de la question abordée. Ceux-ci semblent polarisés autour des aspects scientifiques, comme inhibés par l'autorité du lieu où sont produits ces savoirs.

Ainsi, il semble que soit convoqué implicitement le mythe de neutralité et d'objectivité des sciences, tout comme leur potentialité à répondre à toutes les questions, y compris morales, éthiques, esthétiques. Les sciences sont alors parées d'une immunité qui nie l'interdépendance de la recherche scientifique avec les normes culturelles, morales, éthiques de la société dans laquelle elle se développe. Nous identifions là un effet de contexte mais

aussi de protocole, lequel offre une place prédominante à la consultation d'un chercheur. Mais ces données questionnent également l'intervention des scientifiques quant à la présentation de l'épistémologie de leur discipline.

En deuxième lieu, nous avons attribué la difficulté des élèves à argumenter en mobilisant des connaissances sur la science au fait que, pour la majorité d'entre eux les articulations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques ne sont pas identifiées. Mais leur argumentation traduit une identification de la science fondamentale à ses applications technologiques. Certains lycéens expriment d'ailleurs des prises de position supposant la mise en œuvre de thérapies cellulaires dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives, sans travaux préalables de recherche sur les CSE humaines.

Enfin, l'argumentation des élèves traduit une méconnaissance d'éléments épistémologiques, internes à l'activité de recherche. Il s'agit, d'une part, du caractère nécessairement provisoire, révisable, des savoirs instables qui font débat au sein de la communauté scientifique et qui caractérisent la question socio-scientifique abordée. D'autre part, tout porte à penser que pour la majorité des lycéens, la production de connaissances scientifiques n'est pas appréhendée comme un processus collectif, au centre duquel se trouvent l'argumentation et la critique par les pairs.

Sur l'ensemble de ces dimensions de la nature des sciences, la contextualisation des débats par la rencontre d'un responsable d'association de malades aux cotés d'un chercheur s'avère bénéfique, mais dans une modeste mesure. En effet, cette contextualisation participe de l'enrichissement de l'argumentation des élèves en les sensibilisant, par exemple, à la diversité des points de vue. Ce qui se traduit par l'émergence de thématiques de discussion relatives aux interactions entre sciences et société (conditions du financement de la recherche, de son encadrement législatif). De même, elle rend les élèves plus réceptifs aux articulations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques ainsi qu'aux incertitudes révélées par les risques des thérapies cellulaires cérébrales en cours de développement clinique. Les lycéens envisagent alors plus aisément les solutions alternatives (alternatives thérapeutiques ou recherches sur des cellules souches adultes par exemple) dans leur argumentation. Mais nous l'avons vu, l'effet de la contextualisation des débats est limité, et l'analyse de l'argumentation, dans la langue, montre que l'incertitude scientifique, en général, ne fait qu'exceptionnellement partie de l'éventail argumentatif des lycéens. La faible prise en compte des incertitudes scientifiques portant sur l'efficacité des techniques de greffe de CSE humaines dans le traitement des maladies neurodégénératives est à cet égard exemplaire.

Au-delà des effets de contexte et de protocole, ces conclusions viennent interroger la pertinence de la consultation d'un chercheur dans le cadre des débats sciences et société qui ont été menés. On pourrait en effet penser que les scientifiques, praticiens de la recherche, sont les mieux placés pour expliciter le caractère provisoire des savoirs scientifiques, ainsi que les processus de validation internes de ces savoirs soumis à la critique des pairs. Il en est de même des valeurs classiquement associées à la recherche scientifique telles que l'importance des données empiriques, l'universalisme ou le scepticisme systématique et organisé. Car nous n'envisageons là que des éléments de base d'épistémologie internaliste.

L'analyse communicationnelle que nous proposons par la suite se devra donc d'interroger les dimensions épistémologiques des discours de communication des chercheurs.

En tout état de cause, nous pensons à la suite de Sadler *et al.* (2004) ou de Kolstø (2004 ; 2005) que l'appréciation (ou la non-appréciation) de la nature des sciences et de leur inscription sociale est déterminante dans les prises de décision des élèves sur une question socio-scientifique. La formation des élèves à la prise en compte de ces dimensions demande de poursuivre l'effort de recherche. Même si les expériences rapportées dans les études précitées montrent que des stratégies pédagogiques reposant, par exemple, sur l'analyse comparée de textes contradictoires, permet aux lycéens d'avoir une compréhension générale de l'incertitude, de l'instabilité des connaissances scientifiques, mais aussi des connexions entre sciences et société. La question n'en demeure pas moins cruciale car, comme en témoigne le panel des questions posées aux chercheurs, la majorité des lycéens ne sont pas conscients qu'ils ne maîtrisent pas ces dimensions du débat. Un travail doit donc être mené, avec les élèves, pour développer leurs connaissances sur la science. Des stratégies didactiques sont à construire pour les aider à prendre en compte le contexte institutionnel des centres dans lesquels les scientifiques travaillent, les modes d'évaluation de la recherche ainsi que les contraintes et orientations économiques ou politiques de cette activité sociale.

Si l'on peut regretter la faible mobilisation des conceptualisations de la nature des sciences dans l'argumentation socio-scientifique des élèves, que peut-on dire de la façon dont sont utilisées les connaissances de sciences ?

III-7-4 Les connaissances scientifiques dans l'argumentation des lycéens

On ne reviendra pas sur la discussion relative aux intérêts de la contextualisation des débats par un contexte « authentique » qui permet de donner du sens aux connaissances scientifiques (« context knowledge »), en pointant leur utilité sociale hors du contexte de la classe. Nous soulignons seulement l'apport didactique de la rencontre avec un chercheur dans la clarification pour les élèves de certaines connaissances scientifiques. Ces connaissances sont polarisées autour des concepts d'organisation à l'échelle cellulaire de l'embryon, de propriétés des CSE et de stratégie thérapeutique. Il n'en va pas de même en ce qui concerne des connaissances scientifiques connexes, mais essentielles à la compréhension des termes du débat, telles que celles relatives aux différentes formes de clonage ou au fonctionnement cérébral.

La question de la place des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves n'a pu être réellement abordée qu'à travers l'analyse de l'argumentation dans la langue. Notre étude vient confirmer l'absence de corrélation entre connaissances conceptuelles et qualité de l'argumentation soulevée par de nombreuses recherches antérieures (Kuhn, 1991 ; Perkins *et al.*, 1991 ; Sadler et Donnelly, 2006). Le fait qu'une bonne partie des connaissances présentées par les neuroscientifiques sur les propriétés du cerveau (plasticité neuronale et déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral notamment) ne soient pas mobilisées dans l'argumentation des lycéens, va d'ailleurs dans ce sens.

Les connaissances scientifiques sont essentiellement convoquées dans les épisodes de débat se rapportant aux origines possibles des embryons sur lesquels peuvent être prélevées les CSE humaines ou sur le clonage. Cette dernière thématique, et plus précisément la distinction entre clonage reproductif et clonage thérapeutique, parce qu'elle est l'objet de nombreuses confusions dans les conceptions des élèves, met cependant en évidence un lien, plus qu'une corrélation, entre la maîtrise des concepts scientifiques et la qualité de l'argumentation des élèves. Sans en surévaluer l'importance, cette maîtrise reste selon nous un préalable nécessaire à la clarification des termes du débat et demeure une composante de la possibilité de développer un répertoire linguistique partagé entre les participants au débat.

Nous soulignons par ailleurs la contribution de notre travail à la compréhension du rôle joué par les connaissances scientifiques dans l'argumentation socio-scientifique. Selon l'hypothèse formulée par Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz (2002), les connaissances scientifiques permettent de « peser » les avantages et désavantages des différentes options disponibles relativement à un dilemme socio-scientifique donné. Pour Sadler et Donnelly (2006), les connaissances scientifiques sont au contraire arbitrées par les expériences personnelles au sein de l'argumentation. Ceci semble avéré lorsque la question est inscrite dans un contexte local caractérisé par une forte implication personnelle. Si le contexte est global les connaissances scientifiques, qui peuvent être erronées, sont très peu mobilisées dans l'argumentation (à peine 10 % des élèves dans l'étude portant sur l'argumentation autour des thérapies géniques et du clonage reproductif) et en tout cas pas davantage que d'autres éléments (films, traitements médiatiques…).

L'étude menée ici éclaire une autre dimension de la place des connaissances scientifiques dans l'argumentation des lycéens. Les échanges argumentés des lycéens, relatifs au statut de l'embryon, traduisent en effet une réduction de ce dernier à sa dimension biologique, cellulaire (amas de cellules, sphère, masse cellulaire informe…). Les autres dimensions (philosophique, juridique, religieuse…) du statut de l'embryon apparaissent « écrasées » par l'autorité des connaissances scientifiques. Dans le contexte des débats menés au sein de la structure *Hippocampe*, où les connaissances scientifiques sont fortement légitimées à la fois par le contexte du laboratoire et par l'intervention de chercheurs, nous identifions une forme de traduction de connaissances en opinions. Nous parlons de traduction au sens où, sans que ne soit proposée de définition, la description de l'embryon, par les connaissances que l'on a de son organisation, suffit à lui assigner un statut. Cependant, nous rejoignons l'analyse de Sadler et Donnelly lorsqu'ils relèvent que le problème n'est pas tant un problème de transfert des connaissances qu'un problème de contexte pour la mobilisation de ces connaissances. Ainsi, si les élèves n'ont pas de compréhension basique sur les différentes dimensions du sujet, alors leurs connaissances qu'elles quelles soient n'auront pas d'effets discernables sur la qualité de leur argumentation.

La problématique de la place des connaissances scientifiques dans l'argumentation des élèves doit donc continuer à retenir toute l'attention des didacticiens des questions socio-scientifiques. Il semble que se jouent, dans l'énonciation des arguments, des phénomènes de reformulation, de réduction sémantique des processus d'interactions entre connaissances et opinions dont l'étude peut permettre d'éclairer les modes de construction de l'argumentation socio-scientifique des élèves. Pour espérer y accéder, il est nécessaire de « situer » les connaissances scientifiques, d'où l'intérêt de l'approche didactique. Cette problématique

invite à développer des recherches sur l'argumentation, dans la langue, en interrogeant à la fois la place des connaissances de contenu, mais aussi de contexte dans l'argumentation socio-scientifique.

D'un point de vue théorique, la question reste posée de la construction d'un modèle qui permette d'approcher de manière holistique les processus cognitifs mis en jeu lorsque les élèves débattent d'une question socio-scientifique. De ce point de vue, le concept d'« *îlot de rationalité* » forgé par Gérard Fourez (1997) doit retenir notre intérêt. Fourez définit, en matière de formation, un « *îlot de rationalité* » comme *« une représentation qu'on se donne d'une situation précise* » impliquant toujours et de manière explicite « *un contexte et un projet qui lui donnent sens* ». Cette représentation engage donc les élèves dans un travail métacognitif et réflexif sur les acteurs qui participent au projet, ainsi que sur les « *destinataires de la représentation à construire* ». Et l'auteur situe les îlots de rationalité, qu'il qualifie d'interdisciplinaires, dans leur fonctionnalité, à savoir : « *permettre une communication et des débats rationnels, notamment à propos des prises de décision.* » Dans ce sens, la taille d'un îlot de rationalité dépend du temps et des compétences dont on dispose selon le contexte dans lequel il est inscrit, et dans le projet qui le sous-entend. Il ne prétend pas embrasser l'ensemble des éclairages possibles de la question. Ce concept apparaît donc d'intérêt pour penser l'enseignement des questions socio-scientifiques, dans la mesure où nous avons montré que cet enseignement fait appel à des savoirs disciplinaires variés et qu'il suppose un travail réflexif des élèves sur le contexte de ces questions. De plus cet enseignement est orienté vers le développement de la capacité des élèves à prendre une décision argumentée. Mais contrairement au travail disciplinaire, les connaissances scientifiques sont ici mobilisées dans un projet concret et non dans le cadre d'un paradigme ayant fait l'objet d'une stabilisation et d'une normalisation comme le rappellent Larochelle et Désautels (2002).

III-7-5 Implications pour l'enseignement des questions socio-scientifiques

Malgré les nombreuses limites que nous avons pointées, la consultation d'un chercheur, dans le cadre de la mise en débat d'une question socio-scientifique, apparaît comme un élément de contextualisation pertinent pour développer l'argumentation et l'appropriation de connaissances par les élèves. D'ailleurs, la rencontre avec un scientifique est généralement jugée favorablement par les lycéens. Pour qu'elle puisse recouvrir tout son intérêt didactique, il nous semble nécessaire d'inscrire cette rencontre dans des stratégies pédagogiques globales, dont les objectifs sont clarifiés. Nous ne nous faisons que peu d'illusions quand à l'intérêt didactique du modèle transmissif frontal de la conférence donnée à des élèves par un chercheur, sans préparation en amont, et exploitée de manière superficielle en aval. Comme le montrent Simonneaux *et al.* (2005), ce type de procédure est d'apport limité dans l'évolution des conceptions préalables des élèves sur les scientifiques eux-mêmes, sur les sciences, ainsi que sur les connaissances scientifiques. Une étude, menée dans le cadre de l'expérience « la main à la pâte », souligne aussi les limites de l'intervention d'un chercheur dans une classe de

primaire, pour ce qui concerne du moins l'apport didactique mesuré en termes de connaissances et de démarche scientifique (Lacotte et Bruguière, 2004).

Notre contribution rejoint assez largement ces conclusions. Elle met plus précisément en lumière la nécessité de favoriser chez les élèves une « mise à distance » critique de la science et de ses acteurs. L'écueil principal de la consultation d'un scientifique, insuffisamment préparée ou exploitée, réside en effet dans un renforcement de l'image d'autorité de la science et dans le développement chez les élèves d'une idéologie du progrès scientifique. Ce travail souligne surtout que l'enseignement des questions socio-scientifiques se doit d'accorder la plus grande importance à la question du contexte dans lequel se déroulent les débats sciences société.

Quel lieu pour organiser des rencontres entre chercheurs et lycéens dans le cadre de la mise en débat d'une question socio-scientifique ?

Cela a été démontré, les conditions du contexte sont déterminantes dans l'impact des stratégies didactiques mises en œuvre. Les pistes pragmatiques d'enseignement ébauchées ici ne peuvent donc s'affranchir d'une réflexion sur le contexte spécifique de leur mise en œuvre.

De ce point de vue, un centre comme *Hippocampe*, implanté au sein d'un institut de recherche, animé essentiellement par des chercheurs travaillant dans le domaine des sciences expérimentales, apparaît comme un contexte peu pertinent pour favoriser une formation à la citoyenneté scientifique. Malgré l'intérêt pratique évident que constitue la disponibilité des chercheurs, le contexte institutionnel du laboratoire se révèle être un obstacle à la nécessaire prise de recul qu'implique la pratique des débats. D'autant plus que, dans un centre tel que celui-ci, se révèle une tension entre la stratégie de valorisation de la recherche scientifique et celle de mise à distance critique des sciences, qu'impose la complexité des questions socio-scientifiques.

Le contexte de la classe, au sein de l'institution scolaire, est sans aucun doute plus adapté pour engager les élèves dans une démarche de ce type. Cela suppose que la classe constitue un espace de discussion laïque et républicain, ouvert, dans lequel les élèves puissent exprimer librement la diversité de leurs opinions. Il semble, à cet égard, nécessaire de poursuivre une réflexion, qui dépasse largement le cadre de ce travail, sur le lieu de la classe envisagé comme espace de débat démocratique, où peuvent être discutées les implications sociales des sciences. Notons que des rencontres avec les chercheurs sont régulièrement organisées au sein de l'école. Nous pensons aux « visites » déjà évoquées des chercheurs dans les classes, qui s'inscrivent dans le cadre de la *Fête de la science* ou de la *Semaine du cerveau* pour ce qui concerne plus spécifiquement notre problématique. Mais, à notre connaissance, ces rencontres sont surtout focalisées sur des questions proprement scientifiques, plus qu'elles ne sont inscrites dans des stratégies didactiques globales prenant les questions socio-scientifiques pour objet. A ce titre, ces évènements ponctuels se rapprochent des conférences scientifiques dont nous avons pointé par ailleurs les limites.

Les musées de science et les centres de culture scientifique technique et industriels peuvent également constituer des lieux d'éducation aux questions socio-scientifiques. C'est, comme nous l'avons souligné, pour plusieurs auteurs, une orientation nécessaire des établissements concernés que de « mettre la science en culture et en débat » (Levy-Leblond, 1996 ; Rasse, 1999). Et les établissements concernés sont engagés depuis quelques années

dans des initiatives visant à faire du musée de sciences un véritable « espace public ». C'est dans cette logique que s'inscrivent les conférences et débats de citoyens. L'expérience récente à laquelle nous faisions allusion dans l'introduction de ce travail, c'est-à-dire la délibération entre citoyens européens sur les interactions entre sciences du cerveau et société (Projet *Meeting of Minds*, Cité des Sciences et de l'Industrie, 2005-2006) en est un exemple. A notre connaissance, peu de recherches didactiques se sont penchées sur ces procédures. Mais la situation institutionnelle et les missions des musées et centres de culture scientifiques et techniques (conservation, recherche, éducation) en font, à notre sens, des lieux potentiels mais également « tiraillés » entre des stratégies souvent contradictoires de valorisation des sciences et de formation à la citoyenneté scientifique. Là encore, nous ne faisons qu'introduire une réflexion qui mérite d'être poursuivie.

Quel protocole de débat sciences et société lorsque est ménagée la consultation de plusieurs spécialistes ?

L'intérêt des éléments de contextualisation des débats qui stimulent la motivation des élèves à argumenter a été souligné à de multiples reprises. Il s'agit d'aider les élèves à formuler leurs opinions personnelles et à donner aux autres de bonnes raisons pour y croire. Il s'agit aussi de les aider à mobiliser des connaissances scientifiques auxquelles ils donnent sens. Concernant les problématiques environnementales, il semble que la focalisation sur des questions socio-scientifiques locales donc sur des situations « authentiques » peut participer à cette contextualisation. Concernant les problématiques de santé ou éthiques, il semble pertinent de permettre aux élèves d'avoir accès à la pensée de différents acteurs clés, un chercheur, un responsable d'association de malades dans l'exemple que nous avons étudié.

Mais cette contextualisation, matérialisée par la consultation de différents acteurs, ne peut avoir un impact didactique signifiant que si elle s'inscrit dans une stratégie globale dans laquelle la consultation est une étape. Cette stratégie est à envisager, à la suite de Simonneaux *et al.* (2005), dans un temps d'enseignement long et pluri-épisodique, impliquant des mobilisations de connaissances et de compétences, de manière répétée, et dans des contextes différents. A titre indicatif, on peut envisager qu'un travail hebdomadaire suivi sur une période bi ou trimestrielle semble raisonnable de manière à faciliter chez les élèves la maturation des informations et la prise de recul critique.

Dans une perspective de formation à la citoyenneté scientifique, la stratégie pédagogique mise en œuvre doit par ailleurs suivre des objectifs clairement identifiés. Nous retenons comme premier objectif le fait que les élèves doivent justement apprécier les effets de contextes dans lesquels sont envisagées les questions socio-scientifiques ainsi que la diversité des dimensions sociales de ces questions[178]. Il s'agit donc de sensibiliser les élèves à l'ensemble des éléments de connaissances sur la science (son fonctionnement et son inscription sociale) plus encore que de sciences. Les élèves doivent être accompagnés pour apprécier les dimensions morales et éthiques, la diversité des opinions qui s'expriment sur une question donnée, ainsi que les facteurs sociaux qui les influencent. Une variété de supports

[178] La notion de contexte recouvre ici également une prise de conscience par les élèves des biais possibles au premier rang desquels les possibilités d'instrumentalisation des débats, les intentions supposées au réelles des organisateurs ou des enseignants qui les mettent en place.

opérationnels est ainsi à développer pour discuter explicitement, avec les élèves des interconnexions entre sciences et société. Ces supports peuvent correspondre à des textes scientifiques historiques resitués dans leur contexte. C'est, par exemple, ce que nous avons proposé en première partie de ce travail, pour préciser la nature des relations entre connaissances et opinions autour d'une question socio-scientifique.

Il peut s'agir également de textes contradictoires ou de controverses scientifiques soumis à l'analyse des élèves. Ce type de stratégie ouvre la possibilité d'envisager différentes dimensions du fonctionnement de la science (valeurs de la communauté, nature transitoire des savoirs non stabilisés, système de validation par les pairs…). Largement mise en œuvre dans les expériences de recherche en didactique des questions socio-scientifiques, l'analyse de textes contradictoires doit également permettre aux élèves de critiquer différentes sources d'information et d'autorité (qui a le statut d'experts, pourquoi ? Y a-t-il cohérence dans les propositions de l'expert ?…) ainsi que leur inscription sociale (position institutionnelle, implications économiques….)

Il peut également s'agir de l'analyse collective comparée de différentes sources de traitement médiatique (articles de presse, supports produits par les médias audio-visuels, numériques, expositions scientifiques…) de la question envisagée. En ce qui concerne les questions de santé et d'éthique qui ont retenu notre attention, il a été montré que les productions médiatiques peuvent minimiser et omettre certaines dimensions éthiques ou sociales (Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre, 2006), comme elles peuvent présenter une science déconnectée de la société, drapée d'une immunité ou d'une apparente neutralité sur le registre des valeurs. Cette dimension de la formation touche plus spécifiquement au domaine de l'éducation aux médias[179].

Le deuxième objectif d'une stratégie didactique globale, qui veut s'inscrire dans une formation à la citoyenneté scientifique, concerne les compétences argumentatives des élèves. L'intégration d'un enseignement explicite de l'argumentation (place de l'argumentation par rapport aux autres registres des communications interpersonnelles, structure formelle d'un argument, catégories d'arguments, place des connaissances scientifiques dans l'argumentation…) doit permettre d'engager les élèves dans un travail métacognitif sur l'apprentissage des compétences argumentatives. Plus généralement la réintroduction d'un enseignement de la rhétorique apparaît pertinent : d'une part, parce qu'il participe de la capacité des élèves à identifier et à relativiser la diversité des discours scientifiques et médiatique et d'autre part, parce qu'il s'agit de compétences implicites, négligées[180] par l'enseignement scolaire.

[179] On pense notamment aux travaux de Jacques Gonnet (2001) et plus généralement aux acteurs du Centre de Liaison de l'Enseignement et des Médias d'Information (CLEMI) qui mènent depuis plusieurs années des travaux sur l'éducation par les médias et aux médias, dans le cadre d'une éducation à la citoyenneté. Il s'agit à la fois de comprendre et décoder l'information et l'actualité médiatique pour développer le sens critique des élèves, mais aussi de favoriser l'expression des élèves et la structuration de leurs discours.
Cependant les thèmes sciences et société sont relativement peu abordés dans leurs spécificités. Sur ce point, on trouvera des pistes de réflexion dans les travaux d'Urgelli (2007) sur les relations entre sciences, médias et école, concernant l'exemple du changement climatique.

[180] Le concept de compétences négligées, introduit par Gérard Fourez, recouvre l'ensemble des compétences (comme par exemple le « bon usage » d'un spécialiste, garagiste, médecin…) qui, du point de vue des acteurs de l'école, doivent être prises en charge dans la sphère familiale. L'acquisition de ces compétences est donc particulièrement sensible aux inégalités sociales

Car c'est l'une des missions explicites de l'éducation à la citoyenneté scientifique que de veiller à ce que cet apprentissage scolaire puisse être, au moins partiellement, exporté hors de l'école dans les savoirs sociaux de jeunes citoyens. L'argumentation orale semble en effet influencée essentiellement par des facteurs sociaux tels que la catégorie socioprofessionnelle, les positions de leader, l'engagement politique etc… (Simonneaux et Simonneaux, 2004). L'objectif est donc, plus généralement, de mobiliser des compétences préexistantes dans la réalité de la classe en donnant aux lycéens la possibilité de pratiquer l'argumentation dans les discussions collectives et en valorisant l'argumentation dans la culture scolaire. Se pose de fait le problème de l'effacement de certains élèves dans les phases de débat, d'autant plus marqué que la taille des groupes de discussion est grande. Ceci ne signifie pas forcément que les élèves « discrets », qui déclarent généralement que leurs opinions ont déjà été présentées par d'autres, n'enrichissent pas leur argumentation ; ce que rappellent Simonneaux et Simonneaux.

Dans ce sens, il apparaît pertinent d'alterner, tant que faire se peut, des phases de travail individuel, à deux, en sous-groupe (4 à 6 élèves) ainsi que des discussions en classe entière. La participation des élèves les plus effacés peut être favorisée par une confrontation et une mise en discussion des formalisations préalables, par écrit, des opinions personnelles. La difficulté à modérer des phases de discussion dans des groupes de 14 à 17 élèves a en effet été soulignée.

Plus généralement, il nous semble important de penser l'organisation des débats pour que la classe devienne une communauté de production de savoirs sociaux bien plus que de consommation de savoirs (Jiménez-Aleixandre et Pereiro-Munoz, 2002). Dans cette perspective, il est essentiel qu'aucune question de débat ne soit arrêtée en début de protocole. C'est aux adolescents des groupes de discussion de définir collectivement une question qui leur semble légitime de débattre, en fonction des thématiques générales qui leur sont proposées. La recherche d'un consensus, présenté comme tel en début de travail délibératif, est par ailleurs susceptible d'inhiber l'expression des opinions individuelles. Mais, à l'inverse, les travaux de Simonneaux (2001) et de son équipe ont montré que les jeux de rôle biaisaient l'argumentation des élèves.

Par ailleurs, il apparaît déterminant d'inscrire ce type de démarche dans l'évolution d'un questionnement, dans lequel les élèves produisent collectivement des connaissances et du sens, dans leur capacité à combiner et à intégrer des concepts scientifiques, des informations techniques et des valeurs. C'est bien dans cette perspective qu'il est nécessaire d'amener les lycéens à reconnaître une variété d'experts et d'expertises pour développer leur esprit critique, mais aussi pour relativiser les valeurs liées aux différents aspects de la question abordée. Cela n'implique pas du tout qu'il faille inviter les élèves à revenir sur leurs points de vue personnels, mais bien plutôt à envisager les points de vue alternatifs et à situer leurs opinions dans un cadre de possibles. L'objectif pédagogique majeur étant d'engager les élèves dans une analyse réflexive sur leurs propres valeurs, ainsi que sur leurs perceptions épistémologiques de la nature des sciences. La démarche proposée implique donc que les élèves prennent confiance dans leur capacité à développer une expertise citoyenne crédible sur une question socio-scientifique, tout en étant conscients des limites de leurs connaissances.

Enfin, la question de la valorisation du travail des adolescents, perçus comme producteurs de connaissances et de sens, reste ouverte. L'importance accordée à la valorisation de leurs travaux est une caractéristique psychosociale des adolescents, on doit la prendre en compte. La stratégie didactique mise en œuvre peut ainsi se conclure par la rédaction d'un document de synthèse communicable. Ce travail de synthèse collective peut par exemple être coordonné par quelques lycéens, qui auront été désignés comme rapporteurs par leurs pairs en début de protocole. Quant à la « publicisation » des synthèses des élèves (mise en ligne, article de presse écrite, émission radio …), telle qu'on la rencontre parfois, nous n'y sommes pas nécessairement favorables, en raison des risques d'instrumentation. Il nous semble plus judicieux que ces éléments soient mis à la disposition de l'ensemble de la communauté éducative, et plus précisément des autres élèves qui s'engagent dans des délibérations sur une question socio-scientifique.

La question déterminante de l'organisation et de l'encadrement des protocoles de débat nous amène à envisager les implications de notre travail en termes de formation professionnelle des enseignants.

La formation des enseignants

La nature même des questions socio-scientifiques, et la nécessité de les appréhender dans leur complexité pluridimensionnelle, invite en premier lieu à développer les compétences des enseignants autour du travail interdisciplinaire. Cette collaboration doit permettre de réunir les expertises des professeurs de sciences expérimentales et de sciences humaines, en termes de connaissances conceptuelles de sciences (concept biologiques, géologiques, physiques, chimiques, économiques, sociologiques, historiques…) et sur la science (interconnexions entre sciences et société), mais aussi en termes de regard réflexif porté sur les méthodes et modèles des différentes disciplines. Rappelons que les enseignants de sciences humaines sont censés avoir développé, avec la prise en charge de l'éducation civique, une forme d'expertise dans la conduite de débats argumentés. L'apport des enseignants de philosophie semble également pertinent, évidemment en ce qui concerne les aspects épistémologiques, mais aussi concernant la construction du questionnement moral et éthique. Ce travail peut se traduire aussi bien dans la fabrication de supports stimulant la réflexion des élèves, que dans l'organisation et l'encadrement des délibérations. Il s'agit là de dépasser le cloisonnement disciplinaire, fortement inscrit dans la culture enseignante française. Mais on peut espérer que la systématisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable et d'une manière plus générale l'introduction des questions socio-scientifiques dans les curricula invitent les chercheurs en didactique, les formateurs et les enseignants à développer des stratégies d'interactions entre les enseignements des différentes disciplines. Ce mouvement semble timidement initié autour des travaux personnels encadrés bien que leur enseignement ait été largement discrédité par la récente réforme de l'éducation secondaire. Il nous semble que réside là l'un des enjeux importants de l'évolution de la formation des enseignants de sciences.

Cette formation suppose également une initiation à la recherche, c'est-à-dire aux modes de production et de validation des connaissances scientifiques. Or la majorité des enseignants, au moins en ce qui concerne les sciences de la vie et de la terre, n'ont pas bénéficié d'une

formation à la recherche dans leur cursus de formation. Cette formation doit être envisagée de manière réflexive c'est-à-dire en incluant des éléments d'histoire et d'épistémologie des sciences, de manière à préciser les multiples interactions entre sciences et société. C'est là un serpent de mer de la formation des étudiants inscrits dans des filières scientifiques et nous ne pouvons que continuer à militer pour une introduction effective de l'histoire des sciences dans l'ensemble des formations scientifiques[181].

Il paraît par ailleurs nécessaire que les enseignants puissent bénéficier d'une formation à la gestion des débats argumentés (règles de reformulation, de relance, de stimulation des interventions…) et au raisonnement argumentatif lui-même (place de l'argumentation dans les différents registres de communication interpersonnelle, structure formelle d'un argument, différentes catégories d'arguments et de procédures argumentatives…). Une attention particulière doit aussi être apportée aux marques langagières de clôture ou au contraire d'encouragement, d'orientation, de l'argumentation.

Une formation adaptée des enseignants à l'enseignement des questions socio-scientifiques suppose enfin, de leur part, une réflexion sur leur propre posture en tant qu'organisateurs et que modérateurs de débat. La posture impartiale engagée a retenu notre faveur mais le débat est ouvert. Celle-ci suppose, comme pour la posture neutre, une volonté de la part de l'enseignant modérateur de faire émerger la diversité des points de vue et la nécessité d'une expertise diversifiée. C'est, selon l'étude récente de Simonneaux et Simonneaux (2006), une conception largement partagée par les enseignants lorsqu'ils envisagent leur rôle dans la mise en œuvre de débats sur une question socio-scientifique. Mais la posture d'impartialité engagée suppose également que l'enseignant clarifie, pour lui-même et pour les élèves, son propre positionnement quant à la question socio-scientifique abordée. Car l'enseignant modérateur ne doit pas se donner comme objectif de changer les opinions des lycéens. Il s'agit bien plutôt d'engager les adolescents dans un travail réflexif leur permettant d'élargir le cadre de pensée dans lequel ils mettent en contexte leurs opinions, leurs valeurs et leurs connaissances. L'objectif est bien de développer la capacité des élèves à enrichir l'argumentation de leurs opinions, par la prise en compte de la diversité des opinions qui s'expriment dans la sphère sociale, mais aussi par des éléments de connaissance de sciences et sur la science.

Les obstacles sont nombreux pour les enseignants de sciences expérimentales qui souhaitent engager, avec les élèves, une réflexion sur les valeurs, sur leur place dans l'argumentation, ainsi que sur les dimensions morales et éthiques de la question socio-scientifique abordée. La culture scolaire des sciences opère en effet une scission entre émotionnel et rationnel. Et c'est bien là le risque, pour les enseignants qui se sentent démunis vis-à-vis la gestion des dimensions affectives, que de ne pas intégrer les questions socio-scientifiques dans leur enseignement. A moins que, comme le propose Legardez (2004), ils ne soient tentés de le faire en « refroidissant » ces questions, c'est-à-dire en ne présentant que des faits scientifiques supposés être « avérés » au lieu d'aider les élèves à les problématiser. Les questions socio-scientifiques perdraient alors le sens qu'elles recouvrent pour les élèves. Et c'est justement là le principal intérêt didactique de ces questions.

[181] Voir à ce sujet le rapport au Ministre de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie, rédigé par Dominique Lecourt en 1999 et intitulé *L'enseignement de la philosophie des sciences.*

Dans une perspective socioconstructiviste clairement assumée, il s'agit finalement de faire confiance aux élèves et de les responsabiliser dans leur capacité collective à faire émerger une production de sens et de connaissances sur une question socio-scientifique donnée. Mais il est aussi nécessaire de les encourager à développer une expertise scientifique citoyenne transposable hors du contexte de la classe. Cela implique un changement de perspective de la part des enseignants qui, de détenteur des savoirs, deviennent facilitateurs de la construction collective d'une expertise. Il est vrai que dans cette perspective didactique, l'enseignant modérateur se présente comme une aide à la socialisation, à l'émergence et à l'évolution du questionnement des élèves. On est donc bien loin d'un modèle transmissif frontal de l'éducation scientifique, au sein duquel les savoirs disciplinaires constituent un élément déterminant dans la légitimation de l'autorité des enseignants. Toutes les pistes qui permettent d'aider les enseignants à identifier les intérêts didactiques et à assumer les risques à enseigner les questions socio-scientifiques méritent donc d'être explorées.

Le projet est ambitieux et suppose donc de profondes évolutions dans le système de recrutement et de formation initiale et continue des enseignants concernés. De trop rares expériences de formation proposent de prendre en charge ces changements. Celle menée par Simonneaux et Simonneaux est un exemple à suivre dans le travail réflexif[182] à engager avec les enseignants sur l'animation de situations de débats en classe. Car c'est une mission ambitieuse et nécessaire de l'Ecole, que de tendre à offrir aux élèves une formation à la citoyenneté scientifique de la meilleure qualité qui soit.

[182] L'expérience de formation d'enseignants menée par Simonneaux & Simonneaux (2006) rassemble une bonne partie des éléments de formation envisagés ici : définition de la nature des questions socio-scientifiques et de la citoyenneté scientifique, analyse d'éléments de science – éléments des controverses scientifiques – et sur la science – interactions entre sciences et société, méthodologie de construction de stratégies pédagogiques (différentes situations de débats, posture de l'enseignant modérateur, animation des débats).

CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

La pratique du débat argumenté prenant comme objet une question scientifique socialement vive apparaît comme un dispositif pédagogique adapté pour aborder les implications sociales des sciences avec les élèves. L'apprentissage du débat se présente donc comme un enjeu essentiel de formation pour des futurs citoyens amenés à participer, de manière rationnelle et éclairée, aux choix scientifiques et techniques de société. La globale faiblesse argumentative dont les lycéens font preuve dans leurs interactions pousse à croire que l'effort didactique est à poursuivre. En gardant à l'esprit que, dans ce type de procédures, ce sont les élèves qui sont producteurs de sens. Elles doivent donc être engagées en considérant que leur réflexion collective est centrale et peut constituer une véritable expertise, crédible, relativement à un choix scientifique et technique donné.

Par ailleurs les procédures de débat sont complexes et difficiles à mettre en œuvre. Nous avons essayé d'en rendre compte à partir d'une étude de cas. Mais un faisceau d'études convergentes, menées non seulement en didactique des questions socio-scientifiques, mais aussi en sciences de l'information et de la communication, en rapporte les limites, au premier rang desquelles le risque d'instrumentation des participants à une discussion collective[183].

L'approche didactique de rencontres entre lycéens et neuroscientifiques dans le cadre de la mise en débat des relations entre neurosciences et société a permis de pointer les principaux intérêts et les principaux écueils de ce type de stratégies pédagogiques. Ces conclusions ne peuvent cependant être généralisées au-delà du contexte très particulier dans lequel se sont tenues ces rencontres. Mais justement, elles invitent à accorder au contexte une place beaucoup plus importante que ne le font la majorité des études de recherche en didactique des sciences.

Il est palpable que la rencontre d'un chercheur est vécue de façon très enthousiaste par les élèves. Elle est pour eux l'occasion d'acquérir un certain nombre de connaissances scientifiques, d'autant plus que, dans le cadre didactique proposé, ils peuvent donner du sens, une utilité sociale, à ces connaissances. De même, l'intervention d'un scientifique est, pour les élèves, l'occasion d'appréhender, dans une certaine mesure, le caractère instable des savoirs scientifiques. Les chercheurs ne rencontrent pas de difficulté didactique, contrairement aux enseignants, vis-à-vis de cette propriété des connaissances scientifiques qui est au fondement de leur activité de recherche. Dans ce sens, l'expérience dont nous avons voulu rendre compte est susceptible de favoriser un rapport non dogmatique au savoir.

[183] Nous pensons notamment aux travaux de Jean Paul Natali sur les procédures participatives dans les musés et dans les centres de culture scientifique et technique (Natali J.-P., 2001)

Mais cette expérience fait également apparaître de manière très claire que l'un des écueils majeurs du protocole de débat retenu réside dans le renforcement chez les élèves d'une idéologie du progrès scientifique. Nous avons attribué cet écueil à un effet de protocole (insuffisance de la stratégie didactique globale, en amont et en aval de la rencontre du chercheur), mais aussi et surtout à un effet de contexte, c'est-à-dire au lieu dans lequel se sont tenus les débats ; un laboratoire de recherche dont on peut penser qu'il sacralise la science. Partant de là, toute stratégie susceptible de favoriser, chez les élèves, la prise de recul critique, vis-à-vis des connaissances que produisent les sciences, est pertinente. C'est le cas de l'intervention d'un responsable d'association de malades, et plus généralement du recours à une diversité de « spécialistes ».
Nous avons par ailleurs montré que, loin d'être en relation d'indépendance, les connaissances scientifiques et les opinions se retrouvent mêlées, amalgamées dans les procédures argumentatives des élèves. Ceci apparaît clairement lorsque les lycéens abordent la question du statut l'embryon. Ce dernier est envisagé dans sa dimension pluricellulaire, informe. Cette réduction a valeur d'argument pour soutenir une opinion sur la possibilité d'utiliser l'embryon humain comme source de cellules souches.

Nous abordons donc les discours de communication des chercheurs en étant attentif à deux éléments au moins. Le premier d'entre eux est évidemment la relation entre connaissances scientifiques et opinions qui structure l'ensemble de notre propos. Elle pourra être interrogée pour ce qui concerne la définition de l'embryon bien entendu. Mais au-delà nous envisagerons les connaissances scientifiques qui apparaissent peu mobilisées par les élèves alors qu'elles intéressent la question envisagée (différentes formes de clonage, propriétés du système nerveux…). Le second réside dans l'ensemble des éléments qui ont traits à la nature des sciences, c'est-à-dire à leur épistémologie, que ce soit d'un point de vue internaliste (fonctionnement des sciences) ou externaliste (relations entre sciences et société). En effet, ces éléments sont peu envisagés par les lycéens lorsqu'ils argumentent autour des utilisations des CSE humaines.

QUATRIEME PARTIE

LA MISE EN DEBAT DES RELATIONS ENTRE SCIENCES ET SOCIETE : APPROCHE COMMUNICATIONNELLE DES DISCOURS DES NEUROSCIENTIFIQUES

INTRODUCTION DE LA QUATRIEME PARTIE

Dans cette dernière partie, nous proposons d'envisager le même corpus de recherche : une série de rencontres entre scientifiques et adolescents, organisées au sein du centre du centre de médiation scientifique *Hippocampe* et inscrites dans des protocoles de débats lycéens relatifs aux interactions entre sciences et société. Cependant le point de vue adopté est différent. D'expérience didactique, cet objet de recherche est maintenant considéré comme une situation de communication, de médiation scientifique. De plus, il est question d'envisager une modalité de médiation scientifique « chaude », mais du point de vue des discours de communication produits par les chercheurs. Autrement dit, le déplacement de perspective est double.

Cette perspective de recherche est structurée par la réflexion antérieure menée sur les relations entre connaissances scientifiques et opinions. L'histoire des sciences nous a conduit à choisir un modèle de continuité et d'interdépendance entre ces deux registres de pensée, bien que leur disjonction soit souvent mise en avant. C'est du moins une hypothèse que l'on peut considérer comme robuste, particulièrement en ce qui concerne les sciences du cerveau dont nous avons souligné les enjeux des usages sociaux. Il a par ailleurs été montré que les expositions scientifiques sur le cerveau, médias « froids », intègrent peu les dimensions sociales de ces sciences, le registre de l'opinion est très modestement envisagé. Elles ne se risquent pas à aborder la question des relations entres connaissances scientifiques et opinions.

Qu'en est-il des situations de médiation où les chercheurs vont directement à la rencontre des non-spécialistes pour envisager, avec eux, les usages sociaux des neurosciences ? Comment leurs discours envisagent-ils le registre de l'opinion et celui de la connaissance scientifique ? Comment présentent-ils le fonctionnement de la science ?

C'est à ces questionnements généraux de recherche que nous consacrons cette quatrième partie, prenant comme exemple une étude de cas. Mais, avant d'en préciser les termes, il apparaît nécessaire de délimiter notre objet de recherche et de préciser selon quelles perspectives il peut être abordé.

L'organisation de rencontres directe entre chercheurs et non-spécialistes est une tendance forte de la médiation scientifique contemporaine. Dans un premier temps, on envisagera de la resituer dans une perspective historique en interrogeant la place des scientifiques dans la communication des sciences modernes, depuis leur émergence, en occident.

Dans un deuxième temps il sera nécessaire de préciser les cadres théoriques, développés depuis les années 1970, qui permettent de penser la médiation scientifique en termes de communication. Nous pourrons alors rendre comte des études qui ont envisagé plus spécifiquement les interactions directes entre les chercheurs et les publics de non-spécialistes, ainsi que leur « mise en scène » au sein des institutions de médiation scientifique. C'est l'objet du troisième chapitre.

Ces éléments doivent permettre de préciser à la fois les questions que nous retenons comme pertinentes pour analyser ce type d'interactions entre scientifiques et non-spécialistes mais aussi le cadre théorique dans lequel s'inscrit notre réflexion. Il s'agit particulièrement de préciser pourquoi il peut être intéressant de cerner les représentations sociales que les chercheurs ont des relations entre connaissances et opinions ou entre sciences et société pour envisager leurs discours de communication.
Après avoir situé le contexte dans lequel se sont déroulées les rencontres entre chercheurs et lycéens, nous reviendrons sur la méthode d'analyse des discours et des représentations des scientifiques.

Ce travail se donnera alors pour objectif d'explorer, de manière qualitative et comparative, la diversité des discours de communication des chercheurs. Cette analyse comparative envisagera alors ce que ces discours portent de régularités et de diversité selon trois perspectives. D'une part, on envisagera la place accordée aux connaissances et à la nature des sciences. D'autre part, les discours de communication seront interrogés pour ce qu'ils traduisent des relations entre connaissances et opinions. C'est là une dimension déterminante de notre questionnement de recherche. Enfin nous nous intéresserons aux postures de communication que les chercheurs ont adoptées. Quelle que soit la perspective, ces discours de communication seront analysés à la lumière des représentations sociales des chercheurs. Notre méthodologie repose en effet sur l'analyse de discours, mais aussi sur des entretiens en représentations. Mais nous garderons à l'esprit que les processus de communication sont à situer dans un cadre de pensée dynamique, en actualisation permanente. Ce qui permettra à la fois de relativiser le propos et d'en limiter la portée.

On le comprendra, la perspective de recherche est donc bien différente de celle que nous avions adoptée dans la partie précédente. Il ne s'agit plus d'évaluer une situation didactique, un protocole de débat, pour ce qu'elle permet d'envisager en termes d'apprentissages des élèves. C'est plutôt à la recherche de certaines des propriétés des discours de communications des chercheurs que l'on se consacre. Celle-ci envisage comment, dans un contexte donné, les processus de communication intègre les registres des opinions et des connaissances. Evidemment, le cadre de réflexion étant différent, cela nous amènera à revenir sur des éléments théoriques et nous nous en excusons par avance auprès du lecteur.

Ce déplacement de cadre ne nous interdit pas pour autant de remobiliser certains des outils d'analyse utilisés dans l'approche didactique, notamment des outils d'analyse de l'argumentativité des discours et des interactions verbales. De même nous pourrons interroger certaines dimensions des discours de communication des scientifiques à la lumière des conclusions que nous avons tirées de l'analyse didactique réalisée sur le même corpus de recherche. Mais ce sera réellement à la marge de l'orientation générale de notre propos, tant les intentions de recherche divergent entre l'approche communicationnelle et l'approche didactique. Cette réflexion sera abordée plus largement dans la discussion finale qui propose un croisement de nos principales conclusions.

CHAPITRE IV-1

LE SCIENTIFIQUE « AU CENTRE » DU DISPOSITIF DE COMMUNICATION : UNE DIMENSION RENOUVELEE DE LA MEDIATION DES SCIENCES

La diversité que recouvrent aujourd'hui les expériences de médiation des sciences caractérisées par la rencontre entre chercheurs et non-spécialistes a été abordée précédemment (chapitre II-5). Il s'agit de les resituer dans un contexte historique.

Les rencontres entre scientifiques et non-spécialistes ne sont pas choses nouvelles dans le domaine de la médiation scientifique. Les *Cours publics du muséum*, par exemple, sont une version contemporaine des conférences publiques qui ont accompagné l'ouverture du Jardin royal des plantes entre 1620 et 1635. La construction d'un amphithéâtre de plusieurs centaines de places avait été décidée à la veille de la Révolution pour accueillir, non seulement un public spécialisé, mais aussi nombre de curieux des « choses de la nature » (Eidelman et Van Praët, 2000 ; Schaer, 1993). Dans le tableau qu'il brosse de l'histoire de la médiation scientifique et technique, Bernard Schiele distingue trois grandes périodes qu'il fait se superposer à des transformations des relations entre sciences et société (Schiele, 2005).

La première est marquée par le mouvement d'affirmation sociale, de professionnalisation, par définition exclusive de l'amateurisme, donc d'autonomisation des sciences. Elle couvre la période d'émergence des sciences modernes occidentales, depuis le XVI^{e} siècle, jusqu'au début du vingtième siècle. Les scientifiques sont alors les acteurs principaux de la diffusion sociale des sciences. On connaît les efforts des lumières, attelés à la rédaction de l'Encyclopédie en langue vernaculaire, qui apparaissent comme exemplaires dans la volonté de communiquer la science avec des valeurs de progrès, d'universalité et de laïcité. Mais dans leur approche historique de la vulgarisation scientifique, Daniel Raichvarg et Jean Jacques multiplient les exemples de « savants » ayant consacré une part de leur activité à des communications vers l'extérieur de la communauté scientifique. Bernard Palissy (1510-1589), potier au service du Roy et fervent de l'expérimentation scientifique, fait sans doute figure de précurseur dans ce domaine. Les conférences publiques qu'il tint entre 1575 et 1584, annoncées par voie d'affichage, étaient organisées en dialogues opposant, en « langage rustique », les personnages de *Practique*, représentant d'une science rénovée, expérimentale et *Théorique*, représentant disqualifié de la scolastique aristotélicienne. Raichvarg et Jacques soulignent la difficulté à différencier, dans l'origine de ce mouvement de conférences ou de cours données par les scientifiques, les champs de l'enseignement et de la vulgarisation. Le cas de Palissy est à cet égard exemplaire lorsqu'il présente ses conférences comme l'exposé de ses découvertes pour « *provoquer la critique, les argumentations* » dans une « *sorte d'académie, de congrès où chacun avait le droit de relever les fautes de l'orateur* » (Cité par Raichvarg et Jacques, 1991, p. 54). Mais nous irions plus loin en avançant, qu'à l'aube de l'autonomisation de la science, ce sont bien les champs de l'enseignement, de la vulgarisation

mais aussi de la science elle même, entendue au sens du principe minimal de soumission des énoncés scientifiques à la critique des pairs, qu'il semble difficile de distinguer. Car il est raisonnable de penser qu'au milieu du XVI[e] siècle, la faible autonomisation du champ scientifique, particulièrement vis-à-vis de la religion et des croyances, allait de paire avec la difficile constitution d'une communauté de pairs. Par ailleurs, nous percevons là une fonction de la vulgarisation scientifique – telle que l'hypothèse en a été formulée par plusieurs écoles de recherche, nous y reviendrons – qui agit « en retour » sur le scientifique dans la formulation et la formation de ses propres hypothèses ou modèles.

Palissy initie ainsi un mouvement que d'autres, non moins illustres, vont entretenir. De Galileo Galilei (1564-1642), qui publie, en 1623, son ouvrage, *Il saggiatore*, en italien populaire, aux cours publics de physique expérimentale dispensés dès 1736 par l'Abbé Nollet (1700-1770) à l'adresse des gens « *de tout âge, de tout sexe et de toute condition* ». Des observations astronomiques publicisées par Bernard le Bovier de Fontenelle (1657-1757 ?) ou Joseph Jérôme de Lalande (1732-1807), à l'engagement militant de Paul Langevin (1872-1946) et Jean Perrin (1870-1942) qui conçoivent la vulgarisation scientifique comme un devoir. Raichvarg et Jacques précisent que, dès le début, la majorité des scientifiques se sont montrés méfiants quand à l'idée de vulgariser les sciences. Gaston Tissandier (1843-1899), aéronaute et fondateur de la célèbre revue de vulgarisation scientifique *La Nature*, s'agace de ces critiques. Se référant au succès, outre manche des conférences populaires de Faraday, il argumente :

> Les savants les plus illustres des nations voisines ne croient pas s'abaisser en se faisant comprendre de tous, en descendant au niveau commun pour faire goûter aux esprits les moins préparés les bienfaits de la vérité scientifique (Tissandier, cité par Raichvarg et Jacques, 1991, p. 50).

Les biologistes ne sont pas restés en marge de ce mouvement. Ils vulgarisent la science en s'adressant à un public d'initiés, comme Louis Pasteur (1822-1895) et ses célèbres et élitistes conférences données à la Sorbonne, à un public de bourgeoisie provinciale, comme son « adversaire », défenseur de la génération spontanée, Félix Pouchet (1800-1872), qui donna des conférences dans le cadre de la Ligue de l'enseignement fondée par Jean Macé. Mais ils peuvent aussi s'adresser à un public populaire comme le firent Nestor Gréhant, professeur de physiologie au Muséum et Gabriel Lippmann, professeur à la Sorbonne, lorsqu'ils fondèrent en 1895 les laboratoires scientifiques populaires Bourbouze, ouverts le dimanche aux ouvriers. Citons encore les figures de scientifiques célèbres tels que l'entomologiste Jean Henri Fabre (1825-1915) ou le physiologiste Paul Bert (1833-1886) qui ont ainsi participé à ce mouvement.

La modalité dominante de ces innombrables rencontres des scientifiques avec leurs publics est sans conteste la conférence magistrale avec ou sans projections d'images et avec ou sans support expérimental[184]. On peut noter, à la suite de Raichvarg et Jacques, que les organisateurs comme les lieux de rencontres entre scientifiques et publics ont évolué au cours du temps. Alors qu'ils étaient organisés initialement par les nobles et les bourgeois au sein des cabinets de curiosité, d'histoire naturelle, de physique qu'ils possédaient, ils sont pris en charge, après la Révolution, par les Sociétés et Associations savantes. L'Association

[184] Raichvarg et Jacques précisent que, durant l'année 1896, plus de 60000 conférences dites « école postscolaire » ont été données, le soir, pour permettre aux ouvriers de les suivre. Notons également que les conférences avec projections se développent à partir de la moitié du XIX[e] siècle.

polytechnique, adossée à l'école du même nom, fut la première à être fondée en 1830. Le XIX^{e} siècle a ainsi été animé par de nombreuses conférences de scientifiques, au sein des universités comme au sein des entreprises, à Paris comme en région, oscillant entre philanthropie et intérêts économiques, telle qu'en témoigne la campagne hygiéniste. L'importance, dans le champ de la vulgarisation des sciences, de ces communications directes de chercheurs s'est indéniablement tassée après la première guerre mondiale avec l'avènement de la radiodiffusion puis, plus tard, de la télédiffusion.

Le début du XX^{e} siècle est marqué par le développement et l'institutionnalisation des recherches scientifiques dont les retombées techniques et économiques sont perçues par la société. Ce développement de la recherche fondamentale est planifié par l'Etat durant la première moitié du XX^{e} siècle, avant d'évoluer vers un modèle de Recherche et Développement à partir de la seconde guerre mondiale. Au sein de ce mouvement, l'inauguration du *Palais de la Découverte*, au cours de l'exposition internationale de 1937 et un an après la création du CNRS, occupe une place particulière. Le *Palais de la Découverte* s'inscrit en effet en rupture avec la muséologie classique de monstration pour rendre compte de la « science – en – train – de – se – faire ». Son projet fondateur vise à populariser par la démonstration et l'explication, les avancées d'une recherche scientifique basée sur l'expérience. La réalisation, en direct, devant le public, d'expériences spectaculaires repose sur une médiation humaine à laquelle les scientifiques participent. Un parti pris est assumé de développer chez les visiteurs des habitus prédisposant à se penser et à s'inscrire dans un rapport social de quête au savoir. On peut y voir une volonté, de la part des chercheurs, de réoccuper la scène de la vulgarisation après une période de crise marquée par l'avènement des médias de masse.

La deuxième période distinguée par Schiele dans l'histoire de la médiation des sciences repose, dans les années 1960-1970, sur une « double rupture ». Rupture entre la science et sa perception sociale d'une part, puisque le progrès scientifique se double de nuisances et de risques (pétrochimie, pollutions, nucléaire…)[185]. Sur fond de crise économique, c'est bien autour d'une crise de confiance dans la science que se cristallisent les questions énergétiques et environnementales. Schiele résume ainsi cette tendance : *« L'utopie d'une société transformée par la raison des lumières, incarnée dans les sciences et matérialisée par le progrès scientifique est questionnée »* (Schiele, 2005 p. 23).

Rupture au sens d'une autonomisation de la vulgarisation scientifique d'autre part. Cette seconde rupture repose sur l'affirmation par les professionnels de la vulgarisation des sciences de leur légitimité propre. Elle est symbolisée par le paradigme dit du « troisième homme » proposé dès 1967 par Abraham Moles et Jean-Michel Oulif (1967). Le troisième homme se présente comme le traducteur nécessaire entre deux mondes distincts, l'un scientifique l'autre non scientifique, et comme l'artisan de la réduction d'un constitutif « knowledge gap » entre les scientifiques et leurs publics. Nous revenons plus largement, dans le chapitre suivant, sur l'analyse critique adressée par les recherches en communication à ce modèle de médiation des sciences.

[185] Cette dualité dans l'appréciation des implications sociales des sciences n'a pas été démentie depuis comme en témoignent les nombreuses études quantitatives qui se sont focalisées sur les attitudes positives et négatives des publics vis-à-vis des sciences. Voir à ce sujet les sondages d'opinions *Eurobaromètres* sur la science et la technologie mais aussi et surtout les travaux de J.D. Miller s'inscrivant dans le courant des *Public Understanding of Science.*

Cette autonomisation du champ de la vulgarisation scientifique est illustrée par les inaugurations des premiers *Sciences Centers* comme celui de Toronto ou encore l'*Exploratorium* de San Francisco (1969), dans lesquelles Schiele identifie un retournement du consensus sur le rôle de la science. Ce sont les retombées de la science, et non la recherche fondamentale, qu'il s'agit de mettre en scène selon une dialectique où « *il s'agit moins de comprendre le monde que de le transformer* ». (Schiele, 2005 p. 42). De fait, les scientifiques sont pour ainsi dire « exclus » de cette forme de médiation scientifique.

La troisième et dernière période de la « publicisation » des sciences proposée par Schiele rend compte, en France, d'une affirmation de l'engagement de l'état dans les actions de médiation scientifique et technique. Cette orientation est affirmée dès la fin des années 1970 et se renforce avec l'arrivée d'un gouvernement de gauche au pouvoir et la tenue des états généraux de la recherche. L'affirmation d'une politique publique de culture scientifique et technique se traduit par les « grands travaux ». On compte comme « grands travaux » à côté du Grand Louvre et du Musée d'Orsay, la création de la Cité des sciences et de l'industrie (1979-1986). Présentée comme la figure de proue de ce mouvement de médiation scientifique, la Cité des sciences et de l'industrie accompagne l'implantation régionale des nombreux centres de Culture Scientifique, Technique et Industrielle (l'Association des musées et centres de CSTI est fondée en 1982). Elle couvre également, dès la fin des années 1980, le programme de rénovation des quatre grands musées dits de l'éducation nationale : le Muséum National d'Histoire Naturelle, le Conservatoire National des Arts et Métiers, le Musée de l'Homme et le Palais de la Découverte (Rasse, 1999). Selon Schiele, cette politique culturelle se structure autour d'un « noyau dur » et relativement stable de significations : la compétitivité économique, la participation à une culture contemporaine incluant la transmission de valeurs et d'« habiletés » et enfin la responsabilité démocratique concernant les choix scientifiques et techniques (Schiele, 2005).

Ce dernier mouvement se traduit par une montée en puissance de l'implication des scientifiques dans la médiation des sciences, même si cette activité n'est pour ainsi dire pas valorisée dans leurs parcours professionnels, au regard des objectifs affichés. Nous avons tenté d'illustrer précédemment (chapitre II-5) la diversité des modalités par lesquelles est mise en œuvre cette forme de communication scientifique. C'est dans ce contexte historique que nous situons les rencontres entre chercheurs et adolescents retenues comme objet de recherche. Il est désormais à préciser sous quel angle d'analyse nous choisissons d'aborder cet objet de recherche.

CHAPITRE IV-2
CADRE THEORIQUE, ECOLES DE PENSEE DE LA COMMUNICATION SCIENTIFIQUE

Les recherches en sciences de la communication se sont attachées à étudier la vulgarisation scientifique et à en théoriser la fonction sociale à partir du début des années 1970. Nombreuses sont les approches (historiques, sociologiques, linguistiques, sémiologiques, psychologiques, communicationnelles) qui ont nourri, depuis, ce courant de réflexion. Notre travail ne peut faire abstraction des modèles de description et d'analyse qu'il est envisageable d'utiliser, ainsi que de leur effet structurant sur la démarche de recherche. Nous empruntons largement à la réflexion de Daniel Jacobi, Bernard Schiele et Marie-France Cyr (1990) quant à l'état de structuration de ce champ de recherche. Selon ces auteurs les recherches en information et communication qui prennent la vulgarisation scientifique pour objet s'organisent autour de deux paradigmes dominants : le paradigme de la rupture, ou de la *traduction – trahison,* d'une part, et le paradigme de la *continuité*, d'autre part. Ce champ de recherche se constitue à partir des années 1970, à une période où, nous l'avons vu, les professionnels de la médiation des sciences affirment leur autonomie.

IV-2-1 Le paradigme de la rupture

Moles et Oulif introduisent une première théorisation de la fonction sociale de la vulgarisation scientifique dont la description repose sur l'hypothèse d'un « troisième homme », le vulgarisateur. Ce dernier prend en charge la traduction des savoirs scientifiques pour les mettre à la portée des non-spécialistes. C'est dans une perspective de culture scientifique et technique, qu'ils interrogent la fonction sociale du « troisième homme » et font le constat critique d'une aliénation culturelle croissante de la société : *« mesure du déséquilibre qui existe entre ceux qui participent à la création culturelle et ceux qui, essentiellement consommateurs, abandonnent ainsi toute action entre les mains des spécialistes »* (Moles et Oulif, 1967).

La thèse de troisième cycle soutenue par Baudouin Jurdant en 1973 est consacrée aux « problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique ». Elle se présente comme une critique radicale de la vulgarisation scientifique entendue comme moyen de légitimation, bien plus que de transformation, des rapports de dominance économique et sociale. La vulgarisation scientifique consacre, selon l'auteur, l'idéologie[186] scientiste qui, citant Roland Barthes :

[186] Jurdant proposait, dans un article antérieur, une analyse des relations entre vulgarisation scientifique et idéologie. Partant d'une distinction entre science (ensemble de signifiants avec une « béance » sur le plan des

> est le dernier mot de l'idéologie en tant que celle-ci n'est rien d'autre que « l'idée en tant qu'elle domine » (Barthes, 1973), et qu'il n'y a qu'une idée qui puisse vraiment dominer sans avoir recours à une violence extrinsèque, c'est l'idée vraie (la vérité de l'idée et non pas l'idée de la vérité) dont la science revendique le privilège (Jurdant, 1973 p. 77).

Jurdant met en avant la fonction « obstaculaire » que réalise la mise en spectacle de la science opérée par la vulgarisation qui, en la mettant à distance, donne à voir autant qu'elle dissimule son objet. La dimension épistémologique de sa réflexion l'amène à préciser en quoi la vulgarisation scientifique renforce ce qu'il identifie comme un authentique « mythe » de la scientificité. Parce qu'elle fait de la vérité de la science son contenu, alors même que la science est plus une recherche critique de l'erreur, parce qu'elle « *ne permet pas d'entrer dans le mouvement dialectique de la connaissance* », la vulgarisation scientifique produit un « *récit de ce qui est vrai et des êtres possédant la vérité* ». Elle forge et nourrit un mythe de la science comme « *lieu d'une vérité universelle* ». Il est intéressant de noter que si l'analyse critique de Jurdant concerne la vulgarisation autonomisée, il interroge également les logiques des scientifiques lorsqu'ils délèguent ainsi la diffusion des connaissances scientifiques : « *Comme si, par elle* [la vulgarisation scientifique, NDR], *le scientifique voulait se mettre à l'abri du non-scientifique en faisant opérer la différence qui sépare si radicalement les deux domaines* » (Jurdant, 1973, p78).

C'est également à partir d'une réflexion épistémologique que Philippe Roqueplo aborde la question du « Partage du savoir ». Travaillant à partir d'enquêtes sur la vocation des vulgarisateurs, Roqueplo montre comment la conception officielle de la nécessité du troisième homme, médiateur entre savant et profane, procède de discours d'autolégitimation arguant d'une rupture culturelle entre savants et profanes, dont l'origine reposerait sur la double incapacité des profanes à comprendre la science et des scientifiques à l'expliquer aux non-spécialistes. L'auteur se demande si cette conception unidirectionnelle, « descendante » de la science vers ses publics n'opère pas, presque ontologiquement, une opération idéologique « *dont la fonction sociale principale serait de masquer, sous l'illusion du partage du savoir, la dure réalité de sa rétention généralisée à tous les niveaux de la hiérarchie sociale* » (Roqueplo, 1974, p. 191)[187]. Ce qui se présente comme une *traduction* serait plutôt une *trahison*.

Rappelant les apports épistémologiques de Gaston Bachelard et de Jacques Monod dans l'affirmation de la constitutive confrontation entre théorie et pratique comme fondement de la connaissance objective, Roqueplo souligne l'incapacité de la vulgarisation à faire partager la

---

signifiés) et idéologie (qui se nourrit d'une « clôture du signifié »), l'auteur propose que la vulgarisation scientifique opère une « *conquête des signifiants scientifiques par le signifié idéologique* ». Il mobilise un modèle de communication du « savant au profane », précisant que la question de la communication scientifique ne peut être abordée que « *dans le sens (la direction) qu'il établit : du savant au profane par l'intermédiaire du vulgarisateur ; de la science au quotidien par l'intermédiaire d'un savoir ; du langage scientifique aux « idées communes » par l'intermédiaire de certains procédés* ». Son point de vue a largement évolué depuis. Dans cet article, l'auteur s'attardait sur le procédé de la métaphore, largement utilisé dans la vulgarisation scientifique de presse écrite, qu'il présente comme procédé rhétorique « *à l'origine de la création de paradigmes particuliers destinés à rendre possible l'intégration des signifiants scientifiques à l'intérieur de la langue* » (Jurdant B., 1969, p. 157).

[187] Roqueplo analyse comment la définition que la vulgarisation scientifique se donne d'elle-même est dominée non plus par « *la fonction critique qui sert de support à un certain transfert de savoir* », mais par « *la fonction pédagogique de transmission du savoir qui sert de support pour l'initiation éventuelle à une attitude critique* » (Roqueplo, 1974, p. 59).

pratique de la science, les conditions de sa propre production. Ainsi la vulgarisation scientifique ne pose plus la question de la vérité du savoir, l'objet scientifique devient la réalité : « *il s'ontologise en se séparant de sa pratique constituante. Par le fait même, il devient absolu, définitif, dogmatique, totalitaire… il interdit d'avenir* » (ibid., p. 100). D'un point de vue pédagogique, il analyse la vulgarisation des sciences comme un double spectacle, du contenu (proposé comme discours de la science), d'une part, et de l'autorité qui légitime ce contenu (proposé comme discours sur la science), d'autre part. Retenons, dans la perspective qui est la nôtre, que la participation directe d'un scientifique ne joue pas contre ce spectacle de la science, car très souvent le scientifique intervient en tant que « vedette du savoir ». C'est finalement à un *effet de miroir* ou de *vitrine* que conduit la mise en spectacle unidirectionnelle et a-pratique de la science. Tout en montrant la science, la vulgarisation scientifique augmente paradoxalement la distance culturelle par rapport à la science et participe, par la naturalisation des savoirs et par l'exaltation de son autorité, à nourrir un mythe de scientificité.

Notons que cette critique radicale de la fonction culturelle de la vulgarisation scientifique est par ailleurs resituée dans sa dépendance forte à l'enseignement scientifique : « *Il est fort douteux que la vulgarisation puisse compenser les inégalités culturelles introduites (ou scellées) dès l'âge scolaire* » (p 69). C'est ainsi que Roqueplo appelle à repenser la vulgarisation des sciences en organisant des communications directes, bilatérales, pratiques, entre scientifiques et non-scientifiques : *« Le rôle de l'animateur scientifique n'est pas celui du vulgarisateur, de servir d'intermédiaire entre deux mondes supposés incommunicables, il est d'organiser la communication directe. »* (*ibid.*, p. 204)

Nous le voyons, ces premières analyses consacrées à la fonction sociale de la vulgarisation scientifique ont été largement structurées par une dissociation entre le champ scientifique, lieu de production de la connaissance scientifique considérée comme référent, et le grand public. Roqueplo est cependant bien conscient du problème théorique auquel se heurte ce paradigme. Ne précise-t-il pas que l'étude de la fonction médiatique de la vulgarisation scientifique demande d'élucider le type de clôture culturelle et sociologique qui isole la communauté scientifique ?

IV-2-2 Le paradigme de la continuité

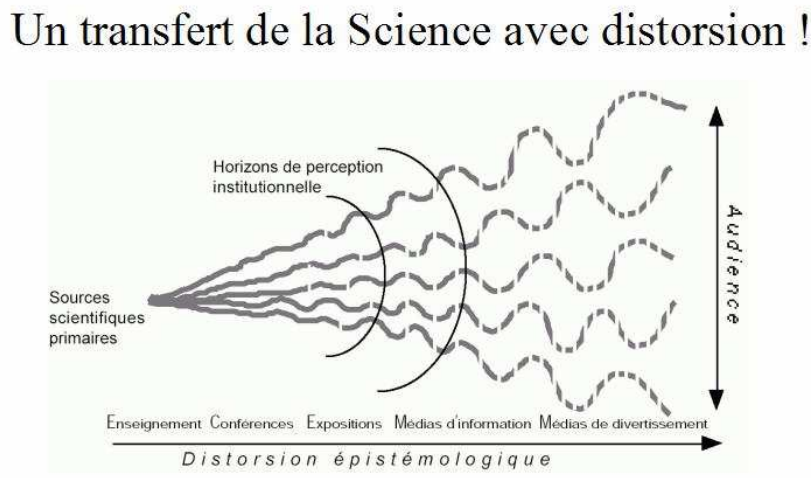
Jacobi invite à un changement de perspective lorsqu'il propose de s'éloigner de l'approche critique de la fonction sociale que se donne la vulgarisation, en envisageant la question sous la forme d'un continuum des pratiques de *sociodiffusion* des sciences. Cette perspective hérite des travaux de sociologie de la connaissance scientifique. Nous pensons, notamment, aux observations ethnographiques des pratiques de laboratoire de recherche telles que celles menées par Bruno Latour et Steve Woolgar (1988). Que l'approche soit micro ou macro sociale, la connaissance scientifique y est pensée en termes de produit social, remettant en cause l'opposition classique entre ses dimensions cognitives et ses dimensions sociales. L'un des arguments avancés est l'identification, dans la rhétorique des écrits scientifiques produits dans les revues primaires (vernis de neutralité émotive, objectivité, transparence et reproductibilité de l'expérience), d'une stratégie de communication, d'exposition, visant à convaincre et à recruter des alliés dans la communauté des pairs. La reconnaissance du fait

que la communication fait partie intégrante du processus de validation collective des connaissances conduit Bertrand Labasse à préciser que

> En réalité, le changement qui s'opère aujourd'hui n'est pas lié à l'« intrusion » de la communication dans la sphère scientifique. Il est lié à l'évolution des exigences de tous – décideurs politiques et industriels, grand public et même responsables scientifiques – quant à la qualité et au professionnalisme de cette communication (Labasse, 2001 p. 7).

Selon Labasse, la médiation des sciences peut être schématisée en termes de diffusion depuis les sources scientifiques primaires vers des audiences de plus en plus larges, avec une nécessaire distorsion épistémologique de plus en plus forte. Ce qu'il schématise de la manière suivante (figure 26) :

Figure 26 : La distorsion épistémologique de l'information scientifique
(schéma d'après Labasse, 1999)



La médiation des connaissances scientifiques et techniques,
Bertrand Labasse, Rapport à la direction générale XII de la Commission Européenne, 1999.

Mais c'est essentiellement l'approche de type sociolinguistique qui a mobilisé et stabilisé ce paradigme. Jacobi rappelle que les textes scientifiques ont été envisagés au plan lexical (les termes scientifiques présentent la spécificité d'être monoréférentiels, monosémiques et conformes à la règle de bi-univocité), avant que les travaux de M.F. Mortureux sur de Fontenelle ne viennent dépasser les généralités de leurs propriétés macrotextuelles (effacement volontaire de l'auteur, recours à la voix passive, préférences de tournures impersonnelles) pour identifier certaines caractéristiques de ces textes (paraphrase, travail métalinguistique –capacité du discours à préciser le sens de ce qu'il dit– et définitoire).

L'analyse sémio linguistique contrastive, interdiscursive (comparaison de textes primaires et de textes de vulgarisation édités dans la revue *La Recherche* rédigés par le même scripteur) utilisée par Jacobi dans sa thèse, lui permet de tester l'hypothèse que les textes scientifiques et les textes de vulgarisation contribuent à un même champ et partagent certaines procédures (reformulations, métaphores). Il s'agit alors de saisir « *les transformations, les glissements de sens qui font d'un discours savant un discours moins légitime et plus commun* » (Jacobi,

1984)[188]. Nous revenons plus en détail, par la suite, sur les procédés linguistiques de vulgarisation qui ont été avancés dans le cadre de ce paradigme.

Les deux paradigmes que nous venons de présenter structurent certes le champ des recherches en sciences de l'information et de la communication qui prennent pour objet la médiatisation des sciences. Mais, comme le rappelle Igor Babou, une partie de ces recherches ont depuis glissé du cadre du fonctionnalisme sociologique vers l'analyse de discours dans les productions médiatiques. Elles interrogent les conditions socioculturelles de production ou de reconnaissances de ces discours, la façon dont ces conditions peuvent permettre d'en expliquer les régularités qui en émergent. Il s'agit de « *mettre en évidence la pluralité des déterminations qui organisent les discours à propos de science, sans jamais les réduire à une fonction sociale unique, avec l'ambition de décrire la complexité du processus de communication* » (Babou, 2001). Nous pensons là aux recherches qui ont plus précisément exploré les discours des médias de masse à la suite des travaux d'Eric Fouquier et d'Eliséo Véron. Ce sont les « visions du mondes » dessinées par Suzanne de Cheveigné concernant le traitement comparé des problématiques environnementales dans les journaux télévisés. Dans le travail de thèse de Babou (1999), les discours télévisuels à propos du cerveau sont analysés de manière diachronique avec une approche sémiologique. Il s'agit de dégager la dynamique des confrontations de « *logiques sociales de légitimation entre les institutions scientifiques et télévisuelles* » dont les discours télévisuels à propos du cerveau doivent garder trace. Les formations discursives sont ainsi mises en regard de données socio-économiques pour mettre en lumière les relations entre la position de dominance de la science dans les discours produits à une époque donnée, et l'investissement des institutions scientifiques dans la communication télévisuelle. Ce travail envisage également la façon dont la « matrice sociale » (définie comme la constitution historique d'un ensemble de normes culturelles d'interprétation du monde), constituée par les représentations de la rationalité, peut être repérée dans les discours télévisuels. Sans que ces derniers ne soient le reflet de ces représentations, ni d'ailleurs d'une quelconque traduction ou trahison, puisque la référence au discours scientifique « source » que supposent ces paradigmes n'est pas envisagée[189].

Il est hors de notre propos, mais également de nos compétences, que d'envisager d'aborder ici les méthodes et les principaux résultats de ces recherches. Ce choix est essentiellement motivé par la forte dimension médiatique des discours analysés dans ce cadre,

---

[188] Jacobi précise que le paradigme du continuum des pratiques de socio-diffusion suppose qu'« *il n'y aurait pas d'un côté des énoncés scientifiques, épistémologiquement parfaits et indiscutables et, de l'autre, des reformulations approximatives faites par des médiateurs ignares et incultes, mais plutôt une continuité quasi parfaite entre les premiers textes produits par les chercheurs et les spécialistes (« les savants » selon le mot d'Althusser) et ceux que publient les revues de VS. Entre les stratégies d'exposition propres à convaincre les pairs et les procédés analogiques de la vulgarisation, la distance est bien moins importante qu'on ne l'a prétendu. Et si la vulgarisation contribue à diffuser des notions ou des concepts, cela est tout autant à destination de la communauté scientifique élargie qu'à celle du grand public* ».

Sur ce dernier point, il rappelle que Georges Canguilhem avait relevé l'importance, dans le domaine des sciences de la vie, des analogies qui peuvent fonctionner comme modèle scientifique. Analogies par ailleurs largement mobilisées dans les textes de vulgarisation.

[189] A ce sujet, Babou précise : « *l'analyse a fait émerger tout d'abord une corrélation entre les marques de la rationalité dans le discours télévisuel et l'hypothèse de la confrontation : les potentialités structurantes du noyau conceptuel de la matrice (les thématisations) paraissent s'actualiser principalement dans les périodes de forte légitimation de la science dans le discours télévisuel* » (Babou, 1999 p. 205).

alors que notre objet de recherche porte sur des interactions interpersonnelles entre scientifiques et non-scientifiques. Le contexte institutionnel, dans lequel s'inscrit la « mise en scène » des interactions qui retiennent notre attention, sera évidemment envisagé. Mais nous ne poserons pas nos questions de recherche en termes de confrontation de logiques sociales. Pour ce qui nous concerne, nous retenons de ces dernières approches que les discours médiatiques sont analysés sans qu'il soit fait référence, de manière normative, aux savoirs scientifiques. En ce sens, elles disqualifient le modèle communicationnel canonique de transmission de message d'un émetteur à un récepteur et réinvestissent un modèle de circulation sociale des savoirs introduit par Serge Moscovici.

IV-2-3 Les représentations sociales et la circulation sociale des savoirs

Si les représentations sociales retiennent notre attention dans le cadre de ce travail c'est qu'elles proposent un modèle pour penser la communication en termes de processus selon un mouvement au cours duquel « *une notion ou une science, qui ne reste pas l'apanage d'un individu ou d'une élite restreinte subit, par sa circulation, toute une série de métamorphoses qui la font changer de contenu et de structure* » (Moscovici, 1989, p. 81). Dès l'introduction de son travail fondateur sur les représentations sociales de la psychanalyse, Serge Moscovici situe en effet le propos. Il s'agit d'une rupture avec un modèle communicationnel transmissif de l'information de type émetteur/récepteur :

> La communication ne se réduit pas à l'acte de transmettre un message. Elle déforme, différencie, traduit, de même que les groupes créent, déforment ou traduisent des objets sociaux ou des images des autres groupes (Moscovici, 1981, [1976], p. 9).

Dans une perspective où les objets sociaux sont le fait d'opération de création, de déformation, de traduction, les processus communicationnels sont envisagés dans des mouvements de circulation des savoirs qui dépassent largement le cadre considéré comme réducteur de la transmission linéaire de ces savoirs.

Moscovici définit les représentations sociales non pas comme « *une instance intermédiaire mais un processus qui rend le concept et la perception en quelque sorte interchangeables du fait qu'ils s'engendrent réciproquement* » (ibid., p. 302). La propriété d'engendrement réciproque entre perception et conceptualisation marque l'opposition avec les théories béhavioristes. En effet, pour l'auteur, les représentations constituent une modalité particulière de connaissances au sens où la transformation de la théorie en représentations sociales en fait « *un centre autour duquel se structure des informations, des affects, et des activités susceptibles de modeler le visage du réel* » (ibid., p. 307).

Dimension sociale et fonctionnelle des représentations

La dimension sociale des représentations consiste en ce qu'elles sont élaborées en incluant des déterminants sociaux tout autant qu'elles reflètent et contribuent à édifier les rapports sociaux. Pour Moscovici, les représentations sociales sont en effet fonctionnelles d'un point de vue communicationnel. Elles assurent une mise en correspondance de la structure cognitive

et psychologique avec une fonction sociale. C'est-à-dire qu'elles contribuent « *au processus formateur et au processus d'orientation des conduites et des communications sociales* » (ibid., p. 307).

Mais lorsqu'il aborde la question de l'élaboration des représentations sociales, Moscovici précise également que les représentations sociales se construisent dans la confrontation avec d'autres représentations, c'est-à-dire dans les processus de communication. Le premier moment d'élaboration des représentations sociales d'une théorie scientifique qu'il nomme objectivation est une étape durant laquelle « *la conception scientifique confrontée à d'autres systèmes de valeurs et à d'autres représentations voit s'opérer un choix parmi ses éléments ; leur déplacement à un niveau concret et concomitant* ». Dans cette perspective, la construction de ce que Moscovici nomme le « noyau central » de la représentation sociale d'une théorie scientifique apparaît comme une schématisation de cette théorie qui procède « *d'une sélection et d'une stylisation concrète de ces termes* » (ibid., p. 317).

Les représentations sociales apparaissent comme dans un mouvement de détermination réciproque avec les processus de communication puisqu'elles en sont le reflet et qu'en même temps elles les orientent. Ce mouvement de détermination réciproque, nous le retrouvons dans les deux étapes d'élaboration des représentations sociales à savoir d'une part, l'objectivation déjà abordée et, d'autre part, le processus d'ancrage envisagé comme l'ensemble des éléments qui rendent fonctionnels les représentations sociales. Moscovici définit ces éléments comme relevant de « *l'insertion d'une discipline dans une hiérarchie de préférence et de rôles existants* » mais aussi comme la transformation d'une discipline en « *instrument socialement reconnu* », laquelle s'opère par une redéfinition de ses attributs. Nous identifions dans ce processus toute la place dévolue aux systèmes de valeurs, croyances et idéologies dans l'appropriation d'une théorie scientifique. Mais pour Moscovici, le processus d'ancrage procède également de « *l'action par laquelle une représentation oriente et édifie des rapports sociaux* » (ibid., p. 318).

Les représentations sociales participent ainsi du dynamisme et de la stabilité des rapports sociaux. Joëlle Le Marec précise que c'est dans cette perspective que peut s'effectuer le rapprochement des représentations sociales avec le concept d'habitus de Bourdieu. Elle souligne à cet effet que nombre d'études sur les représentations sociales ont d'ailleurs été menées auprès de catégories sociales, et que lorsqu'elles l'ont été auprès d'individus particuliers, il était sous entendue que ces individus étaient les acteurs d'un champ, qui s'expriment depuis leur position de classe et qui obéissent aux lois régissant la distribution des valeurs de ce champ. Le caractère pratique des représentations sociales se manifeste dans leurs propriétés à orienter et à édifier les pratiques et les communications sociales. C'est-à-dire que les pensées, dites de sens commun, qu'elles caractérisent, produisent « *des concepts destinés à permettre et justifier l'action, qui manifeste la maîtrise acquise des situations auxquelles sont confrontés à tout moment les individus et les groupes* » (Le Marec, 1996, p. 99).

Apparaît ici une distinction entre la pensée de sens commun concrète et opératoire, que caractérisent les représentations sociales, et la pensée savante réflexive. Pour Le Marec, cette opposition n'est pas sans rappeler les oppositions entre pensée primitive et pensée civilisée, ou encore entre pensée de l'enfant et pensée de l'adulte, que l'anthropologie et la psychologie génétique visent à comparer pour en étudier classiquement la généalogie. Mais c'est à un mouvement inverse que vise l'étude des représentations sociales en essayant de saisir

comment la connaissance scientifique / rationnelle / formelle se meut, sous l'effet des régulations sociales ou des communications, en pensée de sens commun.

Ce changement de perspective introduit en psychologie sociale par le concept de représentations sociales invite à revenir sur l'histoire de sa genèse, particulièrement en ce qui concerne l'influence de courants de pensée issus de l'anthropologie et de la psychologie du développement.

Des représentations collectives aux représentations sociales : de la tension à la passerelle entre l'individuel et le collectif

L'histoire de la genèse du concept de représentations sociales nous invite à préciser certains des éléments fondateurs qui permettent de préciser l'intérêt du concept pour qui veut le mobiliser dans une démarche de recherche. Moscovici rappelle en effet qu'à l'origine de cette notion se trouve le concept de « représentation collective » proposé par E. Durkheim au début du XX^{e}. Le père de la sociologie identifiait dans les représentations collectives les éléments d'universalité et de stabilité, partagés par tous les membres d'un groupe, et dont la fonction était de préserver la cohésion du groupe. Par opposition aux représentations individuelles, caractérisées essentiellement par leur grande variabilité, les représentations collectives recouvrant une large classe d'opinions et de croyances préservent le lien social et la transmission de ce lien par les contraintes qu'elles exercent sur les individus. Si Moscovici reconnaît à Durkheim d'avoir, par l'intermédiaire de l'opposition entre représentations collectives et représentations individuelles, participé à affirmer l'autonomie du social et donc la pertinence de la pensée sociologique, il pointe également les limites du concept de représentations collectives.

L'évolution du concept de représentations collectives vers le concept de représentations sociales est essentiellement attribuée par Moscovici à la relativisation de cette contrainte mais aussi à la relativisation de l'homogénéité des représentations qui en assurent la transmission au cours des générations. L'auteur précise en effet que la genèse du concept de représentations sociales emprunte aux apports de l'anthropologie d'une part, et de la psychologie de l'enfant, d'autre part. L'analyse par Lévy-Bruhl des limites de la comparaison anthropologique entre sociétés primitives et sociétés civilisées pointe l'impossibilité à vouloir expliquer les faits sociaux en partant de la psychologie des individus. Cette impossibilité réside, selon lui, justement, dans les contraintes exercées sur les individus par les représentations dominantes dans une société donnée.

Par ailleurs, Moscovici explicite en quoi les travaux de psychologie génétique menés par Jean Piaget fragilisent le modèle d'une contrainte exercée sur la société dans la perspective des représentations collectives. Piaget montre en effet que les enfants ont leur propre conception du monde différente de celle des adultes parce que leur participation à la société est différente. Et c'est parce que leur conception du monde est différente, et non parce qu'ils disposent de capacités cognitives intermédiaires, que leurs formes de pensée ou leurs facultés de raisonnement diffèrent de celles des adultes[190]. Or les formes de pensées propres aux jeunes

[190] Moscovici cite Piaget : « *L'enfant est réaliste car il suppose que la pensée est liée à son objet, que les noms sont liés aux choses nommées et que les rêves sont extérieurs* » (Piaget, 1972, p. 107 cité par Moscovici, 1981, [1976], p. 239).

enfants s'expriment alors même qu'ils sont soumis aux contraintes des adultes. Et c'est bien plus dans la prise en compte du respect de l'autre (le « respect mutuel » selon Piaget) et dans la coopération que les enfants en grandissant intériorisent les règles du monde des adultes. Dans la pensée de Piaget, ce sont donc les interactions auxquelles s'ouvrent les individus au sortir de l'enfance qui déterminent les représentations. Au côté de la relativisation de l'homogénéité des représentations, la reconnaissance de l'importance de la coopération autant que de la contrainte comme caractéristiques des représentations sont aux fondements du concept de représentations sociales.

Ce rapide retour sur l'épistémologie du concept de représentations sociales telle que l'a retracée Moscovici, permet de mieux saisir en quoi il permet de passer d'un modèle fondé sur une tension à un modèle fondé sur une passerelle entre individuel et collectif. Et c'est en cela que les représentations sociales se situent à la « charnière »[191] de l'individuel et du collectif. Mais Le Marec rappelle que la littérature compte de multiples définitions des représentations sociales. Elles recouvrent, selon les différentes acceptions du concept, le fonctionnement des systèmes de médiation qui font circuler des éléments entre les individus et le corps social, ou l'espace de rencontre entre sphère privée et système de pensées sociales. Ainsi citant Jodelet : « *Elles sont reliées à des systèmes de pensée plus larges, idéologiques ou culturelles, à un état des connaissances scientifiques, comme à la condition sociale et à la sphère privée et affective des individus* » (Jodelet, 1989, p. 35 cité par Le Marec, 1996).

Les processus d'échanges et d'interactions au cours desquels s'actualisent les représentations leur donnent toute leur dimension sociale, bien plus que leurs propriétés d'appartenance à un groupe. Ces processus peuvent être envisagés au niveau interindividuel mais également au niveau institutionnel et au niveau médiatique. C'est pourquoi Le Marec, lorsqu'elle revient sur la fonctionnalité des représentations sociales, souligne, à la suite de Jodelet, leur caractère multifonctionnel à différents niveaux, c'est-à-dire à l'échelle individuelle où elles émergent, à l'échelle institutionnelle où elles se structurent collectivement et au niveau médiatiques où elles sont mobilisées dans l'édification des conduites.

Par l'importance accordée aux processus de communication, l'élaboration théorique des représentations sociales apparaît selon les mots de Moscovici comme une « anthropologie de la communication moderne » pour laquelle « *il s'agit de comprendre non plus la tradition mais l'innovation, non plus la vie sociale déjà faite mais une vie sociale en train de se faire* » (Moscovici, 1989, p. 82).

L'étude des représentations sociales et la médiation muséale des sciences

L'intérêt de l'étude des représentations sociales dans le domaine de l'éducation formelle et non formelle des sciences, et plus généralement dans le champ qui prend pour objet la culture scientifique et technique, a été relevé par Moscovici dès l'introduction du concept. L'accélération moderne de l'augmentation des connaissances scientifiques ainsi que l'importance croissante de leurs implications sociales appelle, selon l'auteur, une « *pédagogie*

[191] L'expression est reprise de Joëlle Le Marec (1996).

renouvelée » qui doit concerner non seulement les enfants, mais également les adultes. Il dessine d'ailleurs les contours d'une éducation qui « *devrait tenir compte des circonstances dans lesquelles l'information reçue est transformée et des structures logiques qui y contribuent ou qui en sont les résultats* » tout en procédant « *non seulement d'une transmission de notions nouvelles mais aussi d'une refonte de la façon dont on saisit le réel et son image* » (Moscovici, 1981, [1976], p. 359). Il s'agit de répondre à un besoin d'« outillage intellectuel » garantissant les capacités d'adaptation professionnelle et personnelle de chacun.

L'étude des représentations sociales a d'ailleurs « naturellement » rencontré l'intérêt des chercheurs du champ éducatif. Michel Gilly précise que l'étude des représentations sociales a pu être mobilisée dans leurs rapports aux discours sur l'institution, à la relation pédagogique entre maître et élève et plus généralement aux situations d'apprentissage. Les études réalisées permettent ainsi de penser comment les agents du système éducatif construisent des représentations qui légitiment la contradiction profonde entre le projet de l'école républicaine d'inspiration idéologique égalitaire et son fonctionnement réel, inégalitaire. A l'échelle de la relation pédagogique, ces études pointent l'importance pour l'apprentissage des représentations du contrat didactique par les élèves et par les enseignants, ainsi que les représentations que les uns ont des autres et vice versa (Gilly, 1989).

Pour ce qui nous concerne plus spécifiquement, Clément (1993b) avait déjà relevé l'intérêt de l'étude des représentations sur et dans les disciplines, leur hiérarchisation selon une échelle positiviste de valeurs, ou encore les objets d'enseignement fortement enracinés dans les idéologies par exemple. Cependant, pour Clément, les études des représentations sociales, dans un contexte muséologique, présentent comme principal intérêt l'identification des éléments de motivation qui pourraient permettre de sensibiliser les visiteurs sur la pertinence de l'appropriation de connaissances scientifiques. Ces dernières peuvent être mobilisées dans des situations sociales très diverses. L'étude des représentations sociales des visiteurs constitue également une possibilité de pousser les concepteurs à une revue réflexive de leurs propres a priori sur ces visiteurs.

On doit à Le Marec 1996) d'avoir mené, dans la première thèse de muséologie soutenue en sciences de l'information et de la communication, une réflexion approfondie sur les pratiques et limites de la mobilisation des représentations sociales dans le champ de la muséologie des sciences et des techniques. Elle rappelle que si les études de représentations sociales ont pu rencontrer la faveur de certaines approches socio-sémiotiques qui envisagent l'exposition comme média, ce sont les études préalables centrées sur la transmission des savoirs qui en ont fait le plus grand usage. En muséologie des sciences, le recours aux représentations sociales permet de prendre en compte certaines caractéristiques sociales des visiteurs. Mais dans un domaine de recherche, la muséologie, qui apparaît à ses débuts comme une extension de la didactique au champ de l'éducation non formelle des sciences, la visée éducative reste prioritaire. Et c'est à ce niveau que Le Marec identifie une contradiction majeure de l'étude des représentations sociales, lesquelles débordent la finalité éducative.

Sa réflexion repose en partie sur les recherches menées dans le cadre de l'évaluation de préfiguration qui a initié la rénovation de la Grande Galerie de l'évolution au Muséum national d'histoire naturelle (programme Remus, 1991). Le cadrage méthodologique de ces recherches propose d'envisager les « négociations de représentations » entre les différents acteurs sociaux de l'espace muséal (visiteurs potentiels, commissaires, muséologues et muséographes). A ce titre, sont étudiées les différentes dimensions du « capital de

familiarité » avec le thème et avec le contenu de l'exposition (Eidelman et Van Praët, 2000). Or Le Marec analyse qu'il ne s'aurait s'agir d'une négociation des représentations dans la mesure où l'objet et la nature de la situation sont prédéterminés. En effet le thème de l'exposition (la théorie de l'évolution) ainsi que ses contenus (les connaissances scientifiques s'y rapportant) ont été définis au sein de la communauté scientifique. Bien que les prérogatives institutionnelles dans l'accès aux savoirs aient été occultées, la démarche sous entend une suprématie des représentations des concepteurs par rapport à celle des visiteurs. Cette dissymétrie se traduit dans le choix même des catégories de caractérisation des représentations. Etant donné le cadre institutionnel dans lequel elle s'inscrit, cette démarche revient en fait à une étude de conceptions visant à optimiser la transmission de connaissances scientifiques bien plus qu'à une étude de négociation de représentations. Cette réflexion invite donc à revenir sur les relations entre représentations et conceptions.

Retour sur les relations entre conceptions et représentations

Nous l'avons vu dans la partie précédente, la construction du concept de conceptions est indissociable de son opérationnalité dans le champ de la didactique des sciences, c'est-à-dire dans les recherches qui s'intéressent à la transmission, à l'assimilation et à la mobilisation des savoirs. Les représentations sociales sont une dimension des conceptions mais ne s'y réduisent cependant pas. Pour Clément (1993b) et dans une acception sans doute très réductrice, « *les caractéristiques communes des conceptions d'un groupe social correspondent au concept de représentations sociales* ». Ainsi nombre d'obstacles à l'appropriation de nouvelles connaissances relèvent des représentations sociales, d'où l'intérêt pour le didacticien de travailler sur ces représentations. Le chercheur analyse ces dernières pour identifier ce qui, en elles, relève de représentations sociales (donc d'une régulation par le métasystème social), de connaissances conformes aux connaissances scientifiques, ou d'autres logiques (croyances, idéologies). Selon une grille de lecture propre aux didacticiens, il s'agit ainsi de prendre en compte l'interaction entre les trois facettes de la cognition : épistémologique, psychologique et sociale. Notons d'ailleurs la parenté avec la pensée d'Habermas qui distingue les trois « mondes » : objectif, subjectif et social, qui s'expriment en situation d'argumentation. Cette remarque n'est pas sans intérêt dans une perspective méthodologique d'analyse de débats autour d'une question socio-scientifique puisqu'elle situe l'argumentation comme le lieu privilégié de l'analyse des articulations entre connaissances, convictions et croyances.

Mais rappelons-le, l'étude des conceptions s'inscrit dans une logique didactique selon une finalité propre à la fois à l'institution (l'école ou le musée) et au courant de recherche qui y est associé (la didactique ou la muséologie) qui vise à améliorer la transmission de connaissances. Or, comme le démontre Le Marec, il existe une contradiction entre l'étude des conceptions, qui s'inscrit dans une finalité sociale, et celle des représentations sociales, qui justement déborde largement la finalité éducative et se doit même de s'extraire de toute prédétermination des finalités sociales. Elle traduit sa pensée de la manière suivante :

> Il se trouve que la dynamique même des représentations sociales rend très difficile toute pré-détermination de ce que l'on peut en tirer à partir d'une finalité sociale qui se situerait au dessus de toutes les autres, puisque les représentations sociales sont des systèmes incluant eux-mêmes des orientations et des finalités sociales (Le Marec, 1996, p110).

C’est en ce sens que Le Marec critique la mobilisation des représentations sociales dans certaines études muséologiques d’évaluations préalables. Mais elle reconnaît dans le même temps l’intérêt de leur étude dans l’appréhension de la dimension motivationnelle des apprentissages, lorsque les représentations sociales sont entendues comme sous notion des conceptions. L’auteur relève à cet égard la cohérence du système de pensée de Clément qui propose d’analyser, selon cette dernière acception des représentations sociales, ce qui, dans les systèmes de représentations/conceptions, relève de catégories définies par ailleurs (connaissances scientifiques, idéologies…) et qui lui semble pertinent dans une logique éducative.

Cette réflexion sur les relations entre conceptions et représentations sociales revêt tout son intérêt dans la démarche réflexive qu’elle impose à toute recherche se proposant de mobiliser ces concepts. A cet égard, le point de vue du chercheur se doit d’être explicité de manière à clarifier d’où il parle. C’est en abordant les implications d’ordre méthodologique de cette réflexion que nous préciserons notre propre posture de recherche.

IV-2-4 Implications d’ordre méthodologique

Notre projet de recherche s’inscrit dans l’analyse de la mise en débat d’une question scientifique ayant de fortes implications sociales. C’est en effet autour d’une expérience de discussions collectives entre lycéens concernant l’utilisation des cellules souches embryonnaires humaines que nous nous focalisons. Cette expérience est caractérisée par la consultation de neuroscientifiques qui constituent un moment déterminant dans le protocole de débat, sans pour autant s’y réduire. La visée éducative de notre recherche est donc clairement assumée. Elle a fait précédemment l’objet d’une analyse didactique spécifique. Cette démarche s’inscrivait alors dans une logique pragmatique d’amélioration des situations didactiques qui visent à initier les adolescents à la mise en débat des questions sciences et société. Nous avons précisé dans quels termes le cadre théorique de la didactique des questions socio-scientifiques permet de penser ce type de problématique de recherche.

Mais si l’on déplace notre spectre d’analyse vers les scientifiques qui ont participé à ces rencontres, disons le clairement, les concepts structurants de la didactique des sciences, au premier rang desquels celui de conception, ne nous semblent pas pertinents, pour deux raisons majeures. La première est que, comme cela a été développé, penser l’intervention des chercheurs en termes d’impact didactique sur les conceptions des élèves suppose la mobilisation d’un modèle transmissif des savoirs scientifiques dont nous avons largement pointé les limites. Il nous semble que, dans une expérience pédagogique où ce sont les lycéens qui sont producteurs de sens, le modèle de transmission linéaire d’informations, depuis les scientifiques vers les adolescents ne peut permettre d’appréhender les processus de communication engagés. C’est bien dans une perspective de circulation sociale des savoirs que nous allons envisager les interactions entre lycéens et chercheurs.

La seconde raison tient dans l’intention de recherche que nous nous donnons dans cette partie de notre travail, consacrée aux scientifiques en situation de communication. Nous n’avons, en effet, aucune intention d’optimisation des discours, fussent-ils eux-mêmes

produits dans une perspective d'intervention éducative. Les discours des scientifiques sont ce qu'ils sont, sans que nous ayons prétention à envisager de les rendre plus performants en termes d'appropriation de connaissances par les adolescents. Même si, bien entendu, nous resterons sensibles au contexte, d'éducation formelle mais au sein d'un laboratoire de recherche, dans lequel se développent ces discours.

Les discours de communication des scientifiques seront donc analysés à la lumière de leurs propres représentations des relations entre sciences et société. L'accent est mis sur ce que l'étude des représentations sociales permet de penser de la dimension sociale de ces savoirs et du rôle qu'ils jouent dans la communication. L'intérêt des représentations sociales réside dans leur capacité à opérer un décalage dans les enjeux de la recherche en plaçant « *au fondement de la circulation des savoirs, non plus la transmission, mais les usages sociaux des savoirs* » (Le Marec, 1996, p. 145).

Ainsi, dans notre perspective, l'étude par entretiens, entendue à la suite de Le Marec comme situation interindividuelle de communication, des représentations sociales des chercheurs, se fera dans le double mouvement de leur fonctionnalité et de leur actualisation. L'étude de ces représentations devrait ainsi permettre d'éclairer la diversité des postures de communication, telles qu'elles s'expriment dans les situations où les chercheurs échangent avec des non-spécialistes autour des relations entre sciences et société.

Nous relevons par ailleurs, toujours dans une perspective méthodologique, que Moscovici souligne l'importance des interactions langagières dans l'élaboration et dans la mobilisation fonctionnelle des représentations sociales, elles mêmes définies d'ailleurs comme langage, puisque signifiant des actes ou des situations sociales. Il précise ainsi que :
« *Chaque individu dispose d'un clavier de langages pour exprimer les mêmes phénomènes et que la cohérence s'établit grâce à des compromis, formes linguistiques intermédiaires, qu'on bâtit autour de certaines notions* » Et un peu plus loin : « *L'étendue du vocabulaire, son degré d'emploi sont autant de garanties et de moyens de consolidation d'une représentation* » (Moscovici, 1981, [1976], p. 334).

L'étude des interactions langagières que constituent les échanges verbaux entre chercheurs et non-spécialistes constitue notre deuxième orientation méthodologique. Sans que notre analyse se présente comme une analyse strictement sociolinguistique, il nous est apparût pertinent d'envisager ces « formes linguistiques intermédiaires » qui traduisent et fondent les représentations des scientifiques en situation de communication. C'est bien dans la langue que nous essaierons d'interpréter les procédés rhétoriques, de reformulation notamment, qui caractérisent les discours de communication produits par les scientifiques. Nous situons à cet égard notre travail dans le paradigme du continuum des pratiques de sociodiffusion des sciences, tel qu'il a été théorisé par Jacobi. C'est également à cette école de pensée que nous empruntons, nous le développons par la suite, une typologie des procédés de vulgarisation permettant d'analyser les discours des chercheurs.

Nous abandonnons donc le paradigme de rupture évoqué plus haut. Ce choix est motivé, d'une part, par le fait que ce modèle suppose une rupture entre énoncés scientifiques épistémologiquement « purs » et énoncés de vulgarisation. L'analyse historique et épistémologique qui introduisait ce travail a permis de préciser en quoi cette rupture ne rend pas compte de la réalité des relations entre connaissances et opinions. D'autre part, dans la

mesure où il se réfère au modèle de communication théorisé par Claude Shannon *« Émetteur --> Message --> Récepteur* » dont nous avons souligné les limites. Par ailleurs, comme le précise Babou (2001), lorsqu'il invite à abandonner le cadre fonctionnaliste, les paradigmes de traduction et de trahison relèvent d'un mythe, d'une utopie de la communication, entre clarté absolue et langage démocratique, au sein de l'entreprise de vulgarisation. Si nous retenons de ce modèle les critiques adressées au « troisième homme », au premier rang desquelles le mythe de scientificité et les « effets de miroir », ce ne sera que pour en dessiner les limites lorsque, justement, le troisième homme s'efface.

Avant de préciser dans quels termes nous poserons les problèmes de recherche et les principales hypothèses qui orienteront notre réflexion, nous revenons sur les études qui ont abordé, dans le vaste champ de la vulgarisation scientifique, l'implication personnelle des chercheurs.

CHAPITRE IV-3
ETAT DE LA QUESTION : LA MEDIATION SCIENTIFIQUE ASSUREE PAR LES CHERCHEURS

Il n'existe à notre connaissance que peu d'études qui se soient intéressées spécifiquement aux interactions verbales entre scientifiques et non-scientifiques, non seulement dans le cadre de la médiation des sciences en général, mais plus encore lorsque sont abordées en tant que telles les relations entre sciences et société. Nous reviendrons donc sur certaines recherches qui, bien que portant sur des modalités de communication éloignées mais « apparentées » (la situation d'expertise, pour ce qu'elle concerne les relations sciences et société, ou encore les textes de vulgarisation produits par les scientifiques), nous permettront de préciser notre questionnement. Auparavant, sont présentés les quelques travaux qui permettent de cerner certaines dimensions des pratiques de communication des chercheurs en dehors des échanges avec leurs pairs.

IV-3-1 Cerner les pratiques de communication des scientifiques

Bien qu'elle mérite une actualisation, l'enquête, réalisée en 1970, par Pascale Maldidier et Luc Boltanski 1970), établie que l'expérience de la vulgarisation scientifique concerne environ la moitié des chercheurs. Par ailleurs, le temps consacré à l'activité de vulgarisation se révèle d'autant plus grand que la position hiérarchique des chercheurs est élevée. Plus de 80 % des professeurs d'Université et près de 70 % des directeurs de recherche font, ou ont fait, de la vulgarisation, contre moins d'un quart des attachés de recherche, et à peine 5 % des assistants.

Pour autant, ces recherches n'envisagent pas les différentes modalités de ces activités de vulgarisation et la part des interactions directes avec les non-spécialistes n'est pas précisée. Roqueplo (1974) fait cependant mention, également au tournant des années 1970, d'initiatives institutionnelles, émanant du CNRS notamment, organisées en « clubs scientifiques » regroupant plusieurs milliers de membres. Il précise cependant que cette expérience concerne surtout les jeunes et les catégories socioprofessionnelles supérieures.

Jacobi dresse ainsi un portrait, à grands traits, d'une évolution, que l'on peut qualifier d'idéal typique, des pratiques de vulgarisation au cours de la carrière d'un scientifique. En début de carrière, le jeune chercheur est essentiellement en quête de la reconnaissance par les pairs de son domaine de spécialisation, dont il tire sa légitimité professionnelle. La motivation pour la vulgarisation est alors occultée par l'activité de publication dans les revues primaires. Comme le précise Jacobi, il s'agit pour eux de « se démarquer de la pensée commune ». Nous

devons cependant préciser que les jeunes chercheurs, les doctorants particulièrement, ne sont pas non plus nécessairement invités ou incités à communiquer vers le grand public. Il est relativement récent, et peu fréquent, que la vulgarisation scientifique soit intégrée à la formation scientifique[192].

La communication de ses idées, auprès de destinataires variés, est alors progressivement perçue par le chercheur plus expérimenté comme une nécessité pour en assurer la circulation la plus large, donc l'existence même. Il diversifie alors ses productions de communication dans la communauté scientifique (articles dans les revues primaires mais aussi ouvrages de synthèse spécialisés lorsque sa connaissance du champ s'élargit) et à l'extérieure de celle-ci (différentes modalités de vulgarisation dont les plus répandues sont sans doute les rencontres avec les non-spécialistes – conférences, encadrement scientifique – et les articles de presse écrite spécialisée puis généraliste). La reconnaissance du scientifique par ses pairs d'une part, mais aussi au-delà de la communauté scientifique, lui permet ensuite d'accéder au statut d'expert. Il est donc consulté dans le cadre des processus de décision et d'évaluation. Enfin lorsque cette reconnaissance est consacrée par des prix internationaux ou par des responsabilités politiques le scientifique s'« universalise » des fonctions politiques. Selon Jacobi :

> Il devient un intellectuel, un philosophe, un épistémologue. Mais il peut aussi se transformer en vedette médiatique, en militant des grandes causes. Il est partout, dans les hebdomadaires et à la télé, et il peut aborder tous les domaines qu'ils soient scientifiques, éthiques ou… triviaux (Jacobi, 1984, p. 486).

On pourrait rajouter que la vulgarisation des travaux de recherche scientifique, longtemps considérée comme une perte de temps, constitue, pour certains scientifiques très médiatisés, une forme de reconnaissance sociale et institutionnelle.

Les quelques années de ce que l'on peut qualifier d'« observation participante », passée au sein d'un laboratoire de recherche expérimentale, l'Institut de Neurobiologie de la Méditerranée, ainsi que les entretiens exploratoires menés auprès d'une douzaine de chercheurs de l'Institut (du doctorant au directeur de l'Institut), ne viennent pas contredire l'essentiel de ces éléments de description des pratiques de communication des scientifiques. Même si, comme nous l'avons largement illustré précédemment, il est à penser que la proportion de chercheurs impliqués dans des activités de communication, a significativement évolué depuis l'affirmation de l'engagement de l'état au début des années 1980. Rappelons que les assises nationales de la recherche, menées sous le ministère de Jean-Pierre Chevènement, se sont traduites par l'introduction de la « *diffusion des connaissances scientifiques* » dans les objectifs de la recherche publique[193]. C'est sans doute sur les pratiques de vulgarisation des jeunes chercheurs que cette orientation a eu le plus d'impact. Il faut cependant garder à l'esprit que les pratiques de vulgarisation ne sont que très modestement valorisées, en tant que telles, par les institutions dans les évaluations professionnelles des

[192] Plusieurs structures de médiation sollicitent des doctorants (nous pensons à l'*Expérimentarium* déjà mentionné ou encore à *Hippocampe* dont nous préciserons le contexte) et quelques modules d'écoles doctorales portent sur des activité de communication vers les non-spécialistes, comme les accompagnements scientifiques des projets de *La Main à la Pâte*.

[193] Voir l'Article 14, loi n° 82-610 du 15 juillet 1982 d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France.

chercheurs et que la demande de formation de ces derniers en termes de communication est loin d'être satisfaite (Labasse, 1999, p. 32-43)[194].

Il faut aussi préciser que l'intérêt de l'activité de vulgarisation est loin de faire l'unanimité, au sein même de la communauté scientifique. La recherche menée par Suzanne de Cheveigné (1997) met ainsi en lumière les contradictions des scientifiques en la matière lorsqu'ils pointent les chercheurs vulgarisateurs comme étant les promoteurs de leur propre *ego*. L'auteur souligne ainsi que l'intervention d'un scientifique à la télévision est parfois condamnée par les pairs, ce qui constitue une particularité de l'institution scientifique, pouvant aller jusqu'à des pénalisations de carrière. Dans ces conditions, avancer que les jeunes chercheurs ne sont pas particulièrement encouragés par leurs aînés à communiquer leur activité vers les publics non spécialisés relève de l'euphémisme.

Les résultats d'une enquête, menée en 1999-2000, auprès de 1652 scientifiques appartenant à des établissements de recherche et d'enseignement supérieur du Royaume-Uni, permettent d'actualiser partiellement la connaissance des pratiques de communication des chercheurs (MORI, 2001). Ces données retiennent notre attention dans la mesure où elles rendent compte de la façon dont les scientifiques envisagent les demandes émanant des publics, en ce qui concerne les implications sociales et éthiques mais aussi la communication de leurs travaux. La majorité des chercheurs britaniques considèrent ainsi qu'il leur revient de communiquer leurs recherches, ainsi que leurs implications sociales et éthiques, auprès des publics non spécialisés. Selon cette étude, 56 % des chercheurs ont participé à une ou plusieurs formes de communication vers les publics non spécialisés au cours de l'année précédente. Plus des trois quarts des scientifiques se considèrent bien armés pour ce faire. Même si cette proportion diminue significativement (53 %), lorsqu'il leur est demandé de communiquer sur les implications sociales et éthiques de leurs travaux, sept chercheurs sur dix considèrent qu'elles sont bien réelles. Par ailleurs une majorité de scientifiques estiment que leur activité de communication souffre de contraintes de temps, d'une faible incitation de la part de leurs institutions d'appartenance et d'un défaut de formation spécifique à la communication. Ainsi, seuls 16 % des chercheurs déclarent avoir été formés à communiquer avec les médias ou directement avec les non-spécialistes.

L'ensemble de ces recherches permet de cerner les pratiques de communications des scientifiques vers les non-spécialistes. Nous retenons une implication finalement importante des chercheurs dans les actions de vulgarisation de leurs travaux, étant donné, d'une part, le déficit de formation concernant ce type d'activités et, d'autre part, la faible valorisation professionnelle dont elles sont l'objet. Nous retenons également une stratification hiérarchique dans l'importance accordée à la communication auprès des non-spécialistes. Bien que la réalité de cette stratification soit à nuancer au vu des initiatives institutionnelles récentes. Enfin, nous soulignons que la moitié des chercheurs ne se sentent pas bien préparés pour communiquer sur les implications sociales et éthiques de leurs travaux.

[194] Sur la question de la formation des scientifiques à la communication, voir également l'avis n° 45 (31 mai 1995) du Conseil Consultatif National d'Ethique relatif aux « questions éthiques posées par la transmission de l'information scientifique relative à la recherche biologique et médicale ». Rapport disponible en ligne à l'adresse suivante : http://www.ccne.fr (site consulté le 28 juillet 2007)

IV-3-2 Recherches sur les rencontres entre chercheurs et non-spécialistes

Certes, les attentes des publics, en ce qui concerne l'implication des scientifiques dans la communication de leurs travaux de recherche, sont aujourd'hui mieux renseignées. On pense notamment aux données des *Eurobaromètres*[195] qui relèvent une demande d'information adressée par les citoyens européens aux chercheurs, pour lesquels ils ont par ailleurs de l'estime et en qui ils ont confiance. Mais la méthodologie de ces études quantitatives est critiquée et critiquable, notamment du point de vue de la formulation des questions fermées.

Peu de travaux de recherche ont pris pour objet les expériences de rencontres entre chercheurs et non-spécialistes. Nous n'avons eu accès qu'à deux évaluations portant sur les publics ayant participé à des rencontres avec des scientifiques, mises en place au Muséum national d'histoire naturelle. La première, menée par Frédérique Lafon (2001), concerne les auditeurs des *Cours publics du Muséum*. Il s'agit surtout d'un public âgé (environ trois quart des 373 auditeurs ont plus de 54 ans), parisien, très qualifié et ayant eu, pour la moitié d'entre eux, une formation scientifique. La motivation principale avancée par ces auditeurs était la « connaissance ». La seconde, une enquête menée par l'institut IPSOS (2004), se donnait pour objectif d'évaluer l'édition 2004 de la *Fête de la Science* organisée par le Muséum. Bien que les publics soient également, dans leur majorité, parisiens avec un niveau de formation scientifique élevé, l'âge moyen des participants est ici de 39 ans. Par ailleurs, plus que les connaissances scientifiques, c'est la rencontre concrète des chercheurs, l'opportunité d'échanges, de dialogues de proximité qui a motivé plus de la moitié des visiteurs. Nous retenons également que plus des deux tiers des participants ont été motivés par la possibilité de visiter des laboratoires de recherche, lieux usuellement fermés au public. Le fait que cette dimension de la *Fête de la science* soit plébiscitée, de manière beaucoup plus large que les conférences de chercheurs, met en avant l'importance, pour les visiteurs, du caractère concret du lieu de recherche et des instruments scientifiques.

C'est à une toute autre perspective qu'invite Bertrand Cabedoche (2003) lorsqu'il interroge l'opération « Ouverture au grand public » lancée en 1998 par le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA). L'auteur s'attache à cerner la signification sociale et politique de ces « portes ouvertes » sur les laboratoires de recherche du CEA, étant données la nature sensible et l'exigence de protection et de sécurité que supposent traditionnellement leurs activités. Dans un contexte national de crise de la politique énergétique et de remise en cause

[195] Les Eurobaromètres ont, depuis 1992 et à intervalle régulier, tenté de cerner ces attentes. Le dernier sondage d'opinion de ce type, publié en 2005, concerne les perceptions de la science et de la technologie par les publics de 32 pays européens. Ce sondage fait apparaître que les scientifiques bénéficient de l'estime et de la confiance de la part de la majorité des européens. Ainsi 52 % des personnes interrogées considèrent que les scientifiques qui travaillent dans une université ou un laboratoire de recherche public, sont les mieux placés pour expliquer des sciences et des technologies sur la société, contre 32 % pour les journalistes de télévision et 28 % pour les scientifiques travaillant dans un laboratoire industriel. Cependant, la majorité des citoyens de l'Union Européenne considère que les scientifiques doivent s'investir davantage dans la communication de leurs recherches. Ainsi, de façon assez unanime dans l'ensemble des pays de l'Union, plus de 60 % des sondés approuvent l'affirmation selon laquelle « les scientifiques font trop peu d'efforts pour informer le public de leur travail » (Eurobaromètre Sciences & Technologies, 2005et RDT info, spécial Eurobaromètre, novembre 2005).

Pour une analyse critique des Eurobaromètres, voir notamment Cheveigné (de), 2004.

du « tout » nucléaire, mais aussi dans un contexte européen d'abandon du nucléaire civil (Finlande exceptée), Cabedoche analyse comment cette opération de communication vient rompre avec une désertion de la scène médiatique par les spécialistes de la recherche atomique. Il précise : « *De nombreuses invitations à débat médiatique n'ont éveillé au CEA que le réflexe de la chaise vide, quand l'autre fauteuil était généreusement occupé par les représentants d'associations environnementalistes antinucléaires* » (Cabedoche, 2003, p. 88). Plus qu'une simple continuation de la démarche de communication d'une institution publique de recherche visant à une transmission d'informations scientifiques (au même titre que la participation du CEA à la *Fête de la science* par exemple), cette démarche correspond à une volonté de visibilité de l'activité scientifique. Elle rappelle la possibilité d'instrumentalisation de la science et du recours à l'expertise comme mode de légitimation du politique concernant les choix énergétiques. C'est donc en termes de logiques sociales d'acteurs (politiques, institutionnels, associatifs, médiatiques, scientifiques indépendants) que la question de la communication est ici abordée. L'opération de transparence du CEA apparaît alors comme une transposition à la communication des « grilles d'acceptabilité » élaborées autour de la maîtrise des risques techniques : « *le discours d'ouverture s'adresserait moins à ceux qui visitent qu'à ceux –beaucoup plus nombreux– qui apprennent que cela est possible, et se contentent des signes diffusés par les images* » dont l'image de la « *visite-preuve-de-la-transparence* » (Cabedoche, 2003, 103).

Nous l'avons déjà précisé, la question de la fonction sociale des rencontres organisées entre scientifiques et grand public ne structurera pas notre perspective de recherche. Ce que nous retenons ici, c'est plutôt l'importance symbolique du laboratoire qui « ouvre ses portes », c'est-à-dire la question déterminante du contexte dans lequel ces rencontres sont organisées.

Enfin quelques études, menées auprès des chercheurs, ont permis de cerner leurs représentations des relations entre sciences et société. Nous pensons notamment aux travaux, auxquels nous avons déjà fait référence (chapitre II-4), d'Yves Girault et de Cécile Debard sur les représentations des chercheurs du Muséum National d'Histoire Naturelle. Ils rendent compte particulièrement de la réticence de ces derniers à l'idée de voir le Muséum se transformer en lieu de forum sur les questions environnementales (Girault et Debard, 2001).

Mais globalement, le champ de recherche prenant comme objet les interactions directes entre scientifiques et non-scientifiques est encore relativement vierge. En revanche nombreuses sont les études qui se sont intéressées au processus d'expertise scientifique et technique, ainsi qu'aux discours des scientifiques convoqués en tant qu'experts.

IV-3-3 Recherches sur les discours des scientifiques en situations d'expertise

Plusieurs auteurs ont interrogé, dans une perspective sociologique, la valeur d'objectivité de l'expertise scientifique (en se penchant sur les besoins ou demande de légitimation du mandataire de l'expertise, sur la place et sur le rôle des institutions..). Il est évidemment hors de notre propos d'envisager la diversité des études qui ont abordé la question de l'expertise

scientifique. Certaines recherches se sont focalisées sur l'analyse des énoncés produits par les experts eux-mêmes. Ce sont ces études qui retiendront notre attention. Sachant bien entendu qu'en situation de communication, le scientifique qui est invité à intervenir pour répondre à des questions de non-spécialistes ne peut, à proprement parler, être qualifié d'expert. L'expertise a en effet partie liée avec le processus de décision. Comme le rappelle Daniel Boy l'expert est « *celui à qui l'on demande, dans des circonstances spécifiques, de mobiliser son savoir acquis pour répondre à une question et contribuer ainsi à un processus de décision* » (Boy, 2003, p. 20).

C'est ce sens que nous donnons à l'expert, étant entendu que le terme est polysémique et qu'il peut recouvrir le sens de spécialiste, de chercheur très pointu. Pour la suite, la situation que nous étudions est une situation de communication et non d'expertise, elle n'est aucunement liée à un processus décisionnel. A cette différence, de taille, près, l'expertise peut être considérée comme une interface entre sciences et société au même titre que peuvent l'être la vulgarisation scientifique ou l'enseignement des sciences par exemple. C'est dans le cadre de ces restrictions que nous avons retenu certains travaux de recherche ayant pris pour objet l'analyse des discours de scientifiques en situation d'expertise.

En premier lieu, parce que les études communicationnelles sur l'expertise scientifique mettent au jour certains processus entre raisons scientifiques et extra-scientifiques qui peuvent servir de point de comparaison pour ce que nous observons lorsqu'un scientifique communique avec des non-spécialistes sur les implications sociales et éthiques des sciences. Ainsi, l'expert scientifique mobilise des compétences qui sont fort éloignées de celles demandées par son activité scientifique. L'enjeu y est essentiellement de « *savoir évaluer avec justesse les limites du consensus supposé régner parmi les scientifiques* » et de signaler les divergences qui peuvent exister entre ses collègues, ainsi que son « *intime conviction* ». (Boy, 2003). En pratique, Philippe Roqueplo (1997) estime que le scientifique est nécessairement conduit en situation d'expertise à « transgresser » les limites de son savoir de spécialiste. L'« intime conviction » du scientifique en situation d'expertise se présente alors comme un mélange de connaissances partielles, d'expériences personnelles mais aussi d'opinions personnelles. La sélection de certains éléments de connaissances parmi d'autres apparaît comme une dimension importante de l'expertise. Tant il est vrai que, comme le rappelle Roqueplo, « *c'est moins l'option politique qui dépend du témoignage des données de la science, que les données scientifiques retenues qui dépendent de l'interprétation qui en est faîte* » (Roqueplo, cité par Laügt, 2000, p. 100).

C'est dans la reconnaissance de l'importance des convictions personnelles du scientifique placé en situation d'expertise que Boy identifie la dimension citoyenne du scientifique devenu expert. Au titre de l'irruption des idéologies dans les choix scientifiques et techniques, Boy pose la question de savoir s'il faut demander aux experts des « déclarations de convictions » comme il leur est demandé de faire des déclarations d'intérêt, en fonction de leur appartenance professionnelle. Pourtant cet auteur remarque que même en situation d'expertise les scientifiques conservent une « relative liberté de choix idéologique ». Cette liberté s'exprime particulièrement en ce qui concerne l'idéologie du progrès scientifique vis-à-vis de laquelle les scientifiques se révèlent aussi bien comme « donneurs d'alerte » que comme tenants d'une confiance excessive dans le progrès scientifique.

L'étude de Dominique Memmi (1989), réalisée sur les travaux du comité consultatif national d'éthique relatifs aux techniques de procréation médicalement assistée (Colloque *Génétique, procréation et droit*, 1985), témoigne de la performance des experts scientifiques à répondre aux intérêts contradictoires d'exprimer leurs propres points de vue, leurs valeurs parfois, tout autant que des connaissances scientifiques. L'auteur avance que la légitimité sociale dans la production de normes éthiques repose sur la compétence que confère à chaque participant son savoir disciplinaire. Memmi s'appuie pour cela sur une analyse du lien entre la compétence d'un intervenant, son titre, sa place dans la salle et sa liberté de parole. L'analyse de discours proposée met en lumière les différentes stratégies des experts, pour gérer le paradoxe entre les compétences scientifiques et l'absence de compétences normatives, pour élaborer des normes concernant l'encadrement des techniques de procréation médicalement assistée. Particulièrement dans la « présentation de soi », ce paradoxe s'exprime chez certains scientifiques sous la forme de ce que Memmi nomme « *le déni de compétence* ». Ce déni de compétences peut se traduire par le refus exprimé, chez certains, de prendre position sur une question ou par l'argumentation de la non-nécessité de cette prise de position. Ce peut être aussi une stratégie qui permet de dépasser la « double infraction » commise contre « *la neutralité et l'ésotérisme qu'on attend d'un savoir scientifique* ». L'expert accomplit alors sa performance de production de normes éthiques de manière camouflée ou masquée après avoir réalisé une autocensure (« *je ne sais rien* », « *je ne peux rien en dire* »). Memmi conclut que malgré une déclaration d'impuissance qui marque l'interdit de transgresser les modalités habituelles qui caractérisent sa pratique professionnelle, l'expert scientifique réalise finalement la performance que l'on attend de lui, au nom de sa compétence scientifique et de sa conscience individuelle.

De plus, il nous a semblé que les études ayant pris l'expertise scientifique pour objet ont mobilisé des éléments d'analyse de discours qui peuvent être, en partie, transposables pour aborder notre corpus de recherche. Ce choix est motivé par le fait que les chercheurs en situation de communication produisent des discours qui sont autant des discours de scientifiques que des discours de citoyens. Nous pensons donc que ces discours de communication portent les tensions internes de leurs auteurs. C'est là un postulat des recherches sur les discours d'expertise. Il s'agit d'observer les « transformations du discours scientifique » au moment de la production d'une signification nouvelle. C'est également reconnaître que tout discours, du fait même de son énonciation, inscrit des valeurs qui peuvent être individuelles ou collectives. Dans cette perspective, il apparaît essentiel d'être attentif au « lieu » d'où parle l'expert. Engage-t-il seulement sa propre personne, engage-t-il son institution, son organisme de recherche, une association ?

Nous retenons, comme éléments d'analyse, certains procédés linguistiques relevés par Memmi. Il s'agit de modalités énonciatives qui participent de l'« *accomplissement masqué de la performance* » normative en matière d'éthique. L'auteur souligne tout d'abord que le recours aux connaissances disciplinaires, comme argument autorisant un avis, est rare. Memmi caractérise ensuite un procédé linguistique qu'elle nomme l'*euphémisation*. Dans ce cas, les connaissances scientifiques sont certes mobilisées par les experts, mais selon une opération où « *le savoir permet surtout aux intervenants de prétendre qu'ils ne font pas vraiment ce qu'ils sont en train de faire* », c'est-à-dire dans ce cas la production de normes éthiques (Memmi, 1989, p. 100).

Le second procédé identifié est celui d'« *effet de nomination* » par lequel le savoir participe à un effort de redéfinition permettant de disqualifier ou de requalifier certaines opinions. En ce sens, le scientifique, convoqué en tant qu'expert, peut fournir des catégories verbales et morales acceptables par le groupe. Nous revenons, dans le paragraphe suivant, sur cet élément d'analyse parce qu'il constitue à notre sens une acception particulière des procédés de reformulation, par ailleurs envisagé dans les études portant sur les discours de vulgarisation. Enfin, Memmi relève dans le discours des experts un « *effet de problématisation* » par lequel l'expert formule les problématiques que son savoir spécifique lui permet d'appréhender. Cette dimension des discours d'experts est pertinente de notre point de vue parce que les scientifiques y précisent dans quels termes il leur semble légitime que les questions soulevées par les relations entre sciences et société doivent être posées.

Certains travaux de recherche consacrés à l'expertise scientifique proposent donc des éléments d'analyse de discours qui sont en partie transposables dans le cadre de notre recherche. Mais comme nous l'avons précisé, notre objet d'étude est bien éloigné du rapport à la décision que sous entend l'expertise. Bien que soient envisagées explicitement les relations entre sciences et société, les scientifiques consultés par les lycéens, dans le cadre de l'expérience qui retient notre attention, ont fait œuvre de vulgarisation. C'est pourquoi nous revenons sur les travaux de recherche portant sur les discours produits par des chercheurs lorsqu'ils communiquent avec ou à destination, des non-spécialistes.

IV-3-4 Quelques propriétés des discours de vulgarisation produits par les scientifiques

Lorsqu'il s'agit d'étudier les discours produits par des scientifiques qui communiquent à destination des non-spécialistes, la comparaison avec ce que nous connaissons des discours scientifiques peut se révéler riche d'informations. Cette voie de recherche a été largement explorée par Daniel Jacobi dans le cadre du paradigme d'un continuum des pratiques de sociodiffusion des savoirs scientifiques que nous avons déjà explicité.

L'analyse linguistique de type contrastive, qu'elle soit interdiscursive (comparaison de textes primaires et de textes de vulgarisation produits par un même auteur) ou intradiscursive (les « retours » que réalise un auteur sur l'énoncé de vulgarisation qu'il est en train de produire), mise en œuvre par Jacobi, lui permet de caractériser les régularités des procédés de production des textes de vulgarisation. Il précise : « *c'est seulement en comparant pas à pas des textes scientifiques ésotériques et des discours vulgarisés que l'on peut caractériser ce dernier univers de discours* » (Jacobi, 1998, p. 275).

De fait Jacobi s'attache à caractériser les discours scientifiques au sein desquels il distingue trois pôles (les discours primaires, internes à la communauté de recherche, les discours à vocation didactique et les discours d'éducation scientifique non formelle). Il dessine ainsi les caractéristiques des discours primaires au premier rang desquelles figurent la non-personnification des énoncés (mobilisation des pronoms « on » ou « nous » plutôt que « je »), la prise de précautions (pas de généralisations, mise en évidence des limites de validité des énoncés…) et la mobilisation de termes spécialisés. Ces derniers, définis comme tels s'ils induisent un sentiment néologique chez le lecteur non-spécialiste, ont des propriétés

linguistiques propres. D'une part, ils ont été forgés par les spécialistes pour désigner des concepts émergents et constituent à ce titre des néologismes qui peuvent être morphosyntaxiques (Jacobi prend l'exemple du terme « phéromone ») ou sémantiques (le terme « souche » dans le groupe nominal « cellule souche » en est un exemple). D'autre part, les termes scientifiques spécialisés ont comme propriétés d'avoir une forte autonomie par rapport au cotexte (situé avant ou après le terme pivot), d'être monoréférentiels (c'est-à-dire de renvoyer à un unique référent), d'être monosémiques (d'avoir un seul sens), de répondre à la règle de bi-univocité (chaque concept est désigné par un seul signe et un signe renvoie à un seul et même concept), d'être le plus souvent internationaux (en anglais généralement) et enfin d'avoir une forte stabilité diachronique, c'est-à-dire sans changement de sens au cours du temps (Jacobi, 1999, p. 81-101).

Autrement dit, la fonctionnalité d'un terme scientifique spécialisé tient dans sa monosémie obligatoire. Il ne souffre aucune synonymie. C'est donc en référence aux propriétés linguistiques des textes primaires que Jacobi analyse les procédés de production des textes de vulgarisation scientifique. Ces procédés relèvent, en premier lieu, d'une importante activité de reformulation qu'il définit comme l'établissement d'une « *relation d'équivalence et d'association* » entre le ou les concepts scientifiques (le « noyau référentiel ») et d'autres énoncés. Il s'agit d'une reformulation (non pas traduction mais déformation, transformation, réduction…) de termes scientifiques, forgés justement parce que les mots de la langue commune sont par trop polysémiques, dont Jacobi se demande si elle ne constitue pas une « *mission utopique de la rhétorique de vulgarisation* » (Jacobi, 1984 ; Jacobi, 1998).

Le travail réalisé sur les textes de vulgarisation autour de la théorie de la tectonique des plaques lui permet d'identifier trois procédés de reformulation (Jacobi, 1999).

La *comparaison* est définie comme une procédure de mise en relation, le plus souvent grâce à un connecteur (« comme », « tel », « de même que »…), entre un comparé scientifique et un comparant de la langue commune. Les deux termes comparés se trouvent alors en coprésence, ils sont juxtaposés mais non fusionnés. La *métaphore* est elle définie comme une figure rhétorique fondée sur un rapport d'analogie, par exemple entre un mot concret et une notion abstraite. Elle est caractérisée par le fait qu'elle utilise un effet de surprise. Ce qui se traduit d'un point de vue syntaxique par l'absence de connecteur. La métaphore se présente donc comme une comparaison implicite dans laquelle les signifiés sont en intersection et le comparant en vient à se substituer au comparé scientifique. Enfin, l'*analogie* repose sur l'identification et la construction de ressemblances entre le comparé scientifique et le comparant de la langue commune. C'est un mode de raisonnement explicite, que l'on peut rapprocher de l'induction et que l'on retrouve dans les modèles construits par les naturalistes. Notons par ailleurs que, lorsqu'il identifie un ou plusieurs reformulants d'un terme scientifique, Jacobi distingue des cas de synonymie (qu'il nomme référentielle, c'est-à-dire des « relations d'identité vraie ») et des cas où la reformulation opère de « *légers glissements de sens* ».

Ce sont bien ces « *légers glissements de sens* » qu'il nous semble pertinent d'identifier dans les discours de vulgarisation des scientifiques. Car notre travail envisage des discours de vulgarisation, dans un contexte où sont explicitement abordées les relations entre sciences et société, à partir de l'exemple des utilisations des cellules souches embryonnaires humaines. Bien que les travaux de Jacobi portent sur les textes de vulgarisation, il nous semble que

certains des éléments d'analyse, rappelés ci-avant, sont transposables à l'analyse des discours de vulgarisation tels qu'ils s'expriment lors de rencontres entre chercheurs et non-spécialistes. Les glissements de sens qui s'opèrent autour de la reformulation des termes spécialisés peuvent selon nous constituer des « espaces » dans lesquels se jouent les disqualifications ou les requalifications de certaines opinions Nous rejoignons là ce que Memmi, nous l'avons vu plus haut, désigne comme un « effet de nomination » lorsqu'elle analyse les discours d'experts.

C'est pour cela que l'approche développée par Jacobi retient tout notre intérêt. Selon cette perspective, nous nous attardons d'ailleurs sur l'analyse menée par Marat Federico-Agraso et Maria Pilar Jimenez Aleixandre (2006) autour des textes de vulgarisation relatifs au clonage thérapeutique. Ce concept scientifique est, nous y reviendrons, central dans la question des utilisations des cellules souches embryonnaires humaines que nous retenons comme exemple de mise en débat d'une question socio-scientifique. Les auteurs ont ainsi comparé les discours primaires produits dans des revues scientifiques et les discours produits dans la presse quotidienne espagnole suite à la publication, dans la revue *Science* datée de Mars 2004, par l'équipe du professeur Hwang, de l'obtention, grâce à la technique de transfert nucléaire, de lignées de cellules souches embryonnaires humaines par clonage thérapeutique[196]. L'analyse comparée proposée par Federico-Agraso et Jimenez-Aleixandre porte à la fois sur le contenu thématique mais aussi sur les choix rhétoriques opérés dans chacun des textes. Les thématiques identifiées (présentation des résultats, technique de transfert nucléaire, applications thérapeutiques, encadrement législatif et régulation) sont abordées de manière différente dans les textes retenus. L'accent va être mis soit sur la certitude des résultats obtenus, soit sur l'originalité du travail présenté, soit sur les possibilités d'application thérapeutique, soit encore sur les dimensions éthiques de la question. Concernant les aspects éthiques, trois dimensions sont abordées : la distinction et les possibilités de glissement entre clonage thérapeutique et clonage reproductif, le fondement éthique de l'utilisation d'embryon et d'ovocytes humains et enfin les questions posées par le don d'ovocytes nécessaire à la mise en œuvre de la technique de transfert nucléaire.

Les auteurs soulignent de ce point de vue que, dans la publication primaire, l'adjectif « humain » est omis lorsque le clonage reproductif est abordé. Ce qui est interprété comme une façon de ne pas aborder les questions éthiques soulevées par la mise en œuvre de la

[196] Les textes primaires sont, d'une part, l'article princeps « *Evidence of pluripotent human embryonic stem cell line derived from a clone blastocyst* » de Hwang & al. publié dans la revue Science en Mars 2004 (Science, 303 : 1669-1674) et, d'autre part, un article publié par le chercheur Gretchen Vogel dans le même numéro (Vogel, G. (2004). *Human cloning. Scientisits take step toward therapeutic cloning*. Science, 303 : 937-938). Le professeur Hwang a par la suite été convaincu de fraude scientifique pour avoir publié des résultats falsifiés. Cet aspect a été envisagé dans la partie précédente (nous renvoyons ici le lecteur au chapitre III-2).

Concernant les textes de vulgarisation, deux d'entre eux ont été rédigés par des scientifiques dans le quotidien national *El Pais* : « *Un paso hacia la medicina regenerativa* » par Raya A. & Izpisua J.C. et « *La clonacion therapeutica es possible* » par Soria B. (publiés dans l'édition d'*El Pais* datée du 13 février 2004, page 30).

Les deux autres ont été rédigés par des journalistes scientifiques : « *Las claves del exito* » par Sampedro J. (publié dans l'édition d'*El Pais* datée du 13 février 2004, page 29) et « *La primera clonacion acreditada de embriones humanos sabre una nueva era para la ciencia* » par Jauregui P. & Boto A. (publié dans l'édition d'*El Mundo* datée du 13 février 2004, p. 34-35).

technique de clonage thérapeutique[197]. Par ailleurs, à la lumière d'une analyse rhétorique (adjectifs, adverbes et analogies mobilisés), les auteurs envisagent la prise en compte de l'incertitude, notamment en ce qui concerne les possibilités de rejet des cellules souches embryonnaires obtenues par clonage thérapeutique dans les cas où sont expérimentées des thérapies cellulaires. Bien que clairement exprimée dans la publication primaire, cette prise en compte de l'incertitude diminue dans les publications de vulgarisation. Ceci est d'autant plus marqué que les discours de vulgarisation sont rédigés par des journalistes.

Enfin, Federico-Agraso et Jimenez-Aleixandre s'attardent sur l'expression « clonage thérapeutique ». Cette expression, parce qu'elle réalise une « contraction » entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques, rend problématique la mesure de la distance qui les sépare. L'accent est ainsi mis très largement, dans tous les textes analysés, sur les possibilités d'applications thérapeutiques de ces recherches pourtant fondamentales. Ceci est manifeste dans le lexique mobilisé (« patients », « soigner », « espoir ») au sein des textes rédigés par des scientifiques, mais plus encore lorsqu'ils sont rédigés par des journalistes.

Cet exemple d'analyse montre tout l'intérêt d'une approche linguistique dans l'appréhension des textes de vulgarisation scientifique. Au-delà des régularités linguistiques qui caractérisent cette famille de texte, ce type d'approche permet d'observer et de décrire certaines des articulations ou des interactions entre connaissances et opinions sur une question scientifique controversée où, par définition le champ des valeurs ne peut être sous estimé. A cet égard nous retenons également l'importance que Jacobi (2001) propose d'accorder au contexte dans lequel s'inscrit un discours en vulgarisation. Ainsi dans un travail de comparaison sur la « reformulation explicative » de textes relatifs aux mécanismes de la douleur rédigés par des scientifiques et destinés, d'une part au grand public et, d'autre part à un public médical (revue professionnelle), Jacobi analyse la nature de l'explication et son orientation. Alors que dans le premier cas c'est la rationalité scientifique qui structure l'explication, celle-ci est envisagée sous l'angle de son utilité pratique dans le deuxième cas. Jacobi met ainsi l'accent sur le « contrat de communication », idéalement négocié entre explicateur et lecteur, qui, bien qu'implicite, n'en structure pas moins les modalités de l'échange. Selon Jacobi : « *l'explication est dépendante du contrat implicite qu'elle suppose ou même qu'elle institue* » (Jacobi, 2001, p. 140). L'importance du contexte de communication invite donc à la prudence et à la modestie quand à l'interprétation que l'on peut faire des discours de vulgarisation de la science.

A l'issue de ce tour d'horizon qui nous a permis non seulement de situer notre objet de recherche dans une histoire de la médiation des sciences, mais aussi d'envisager les différents paradigmes à travers lesquels il peut être interrogé et comment, nous sommes en mesure de préciser dans quels termes nous posons nos questionnements de recherche.

[197] Dans le même ordre d'idée, Federico-Agraso & Jimenez-Aleixandre précisent également que le professeur Hwang utilise le terme « construction » plutôt qu'« embryon » pour désigner l'entité obtenue par clonage thérapeutique avec transfert nucléaire.

IV-3-5 Questionnements de recherche : les discours de communication des chercheurs à la lumière de leurs représentations

La montée en puissance des rencontres entre scientifiques et non-spécialistes s'inscrit donc dans un courant de médiation des sciences, initié dans les années 1980, avec une affirmation de l'engagement de l'état. Les objectifs déclarés du renouvellement de l'investissement des chercheurs dans la médiation des sciences revendiquent leur participation à une réflexion citoyenne nécessaire sur les relations entre sciences et société. Par ailleurs, en ce qui concerne sa composante dédiée aux jeunes publics, ce mouvement s'inscrit dans une volonté de répondre à une désaffection des jeunes pour les filières scientifiques de formation à la recherche. C'est donc sur fond de ce qu'ils perçoivent comme une double crise que les chercheurs réinvestissent le champ de la communication scientifique avec le grand public. Crise de légitimité sociale vis-à-vis de l'opinion d'une part, crise de continuité quand au renouvellement des carrières de chercheurs d'autre part.

Il ne s'agit pas, dans le cadre de ce travail, d'aborder la question, par ailleurs tout à fait légitime et digne d'intérêts, des motivations des chercheurs à communiquer la science. Bien que l'on puisse déjà dire que ces motivations s'inscrivent, à l'évidence, dans une tension fondamentale entre valorisation de l'activité de recherche et volonté de mise à distance critique de la science. Ce n'est donc pas la question de la fonction sociale de ce courant de médiation scientifique qui retiendra notre attention.

Notre questionnement de recherche se propose d'aborder, dans un premier temps, une situation de communication en référence aux travaux menés dans le cadre du paradigme du troisième homme, professionnel de la vulgarisation scientifique, alors même que ce dernier s'efface. Il s'agit de se demander si l'on peut adresser à la modalité particulière de communication scientifique que constitue la rencontre directe entre chercheurs et non-spécialistes, les mêmes critiques que celles construites autour du paradigme du « troisième homme ». Les discours des chercheurs, en situation de communication avec des lycéens sur les implications sociales des sciences, feront l'objet d'une analyse organisée autour de deux axes : la place des connaissances scientifiques (choix cognitifs et choix didactiques) d'une part, et la présentation du fonctionnement et de la nature des sciences d'autre part. Plus précisément, nous voulons savoir si cette communication directe permet de dépasser les « trahisons » qu'opèrent la vulgarisation scientifique en nourrissant le mythe de la scientificité (« *récit de ce qui est vrai et des êtres qui détiennent la vérité* », selon Jurdant) et l'effet de vitrine, attribué par Roqueplo au caractère unidirectionnel et a-pratique de la communication assurée par le « troisième homme » vulgarisateur. Dans cette perspective, nous accorderons une attention particulière aux niveaux de formulation des connaissances scientifiques présentées par les chercheurs, mais aussi à l'explicitation (ou la non-explicitation) du caractère constitutif d'instabilité de ces connaissances.

L'hypothèse générale que nous formulons sur ces points est que la diffusion des sciences, même lorsqu'elle est prise en charge par les scientifiques eux-mêmes, n'échappe que partiellement aux critiques qui ont pu être adressées au « troisième homme » vulgarisateur.

Cette hypothèse pointe, non pas tant la capacité des discours de communication des chercheurs à accéder à une vulgarisation « parfaite », et totalement utopique, que la faiblesse théorique du paradigme de la rupture. Paradigme qui, en supposant une dichotomie entre énoncés scientifiques épistémologiquement « purs » et énoncés de vulgarisation, ne saurait relever que d'un idéal inaccessible.

C'est bien plutôt dans le paradigme de la continuité, de sociodiffusion et de circulation sociale des savoirs scientifiques, que nous inscrirons alors notre réflexion. Dans une situation de communication dont le contrat envisage explicitement les relations entre sciences et société, il apparaît en effet pertinent de ne pas raisonner en faisant référence de manière normative aux savoirs scientifiques. Ceci ne peut être envisagé, selon nous, qu'à la condition d'avoir justement cerné l'ensemble des concepts scientifiques qui sont mobilisés. La partie introductive de l'analyse consacrée à notre premier questionnement aura permis de le faire.

Notre deuxième questionnement de recherche interrogera la façon dont les discours des chercheurs révèlent et sont orientés par leurs représentations des relations entre sciences et société. Nous abordons ce questionnement selon deux axes thématiques. D'une part, nous envisagerons, suivant une démarche comparative, les éléments de discours des différents chercheurs se rapportant aux relations entre connaissances et opinions autour d'une question scientifique ayant de fortes implications sociales. D'autre part, nous aborderons, selon la même démarche, les éléments de discours qui éclairent la façon dont sont envisagées les possibilités de participation des citoyens aux choix scientifiques et techniques. Il s'agit de cerner les caractéristiques des discours de communication des chercheurs en les analysant à la lumière des représentations que ces chercheurs ont des rapports entre sciences et société. On se propose donc de caractériser les discours de scientifiques en situation de communication, et non pas d'expertise, autour des implications sociales et éthiques des sciences, dans un contexte de médiation donné qu'il s'agira de préciser. Nous retenons deux hypothèses fortes pour aborder ce questionnement.

La première de ces hypothèses suppose que les discours de communication produits par les chercheurs portent les tensions internes de leurs auteurs et que, du fait même de leur énonciation, elles inscrivent des valeurs. Nous pensons donc qu'il est possible d'identifier dans ces discours des traces, à la fois des tensions entre connaissances et opinions, mais aussi de la façon dont ces chercheurs envisagent l'exercice de la citoyenneté scientifique. Dans cette perspective, l'analyse sociolinguistique des interactions verbales entre chercheurs et lycéens doit permettre de relever ces traces et de leur donner sens. Si tel est le cas, nous pourrons tenter, grâce à une analyse comparative des discours des chercheurs, de définir une diversité de postures de communication. Dans cette perspective, il apparaît pertinent de porter une attention particulière aux marqueurs de modalisation par lesquelles les chercheurs signalent leur plus ou moins grande adhésion au contenu des discours qu'ils produisent.

La deuxième hypothèse suppose que ces postures de communication sont sous tendues par les représentations des chercheurs, d'une part sur les relations entre connaissances et opinions, et d'autre part sur les processus décisionnels jugés légitimes en termes de choix scientifiques et techniques de société. Nous pensons en effet, à la suite de Moscovici que ces représentations contribuent à l'orientation des communications sociales. L'étude, par entretiens, des représentations des chercheurs sur les rapports entre sciences et société doit

donc permettre d'interpréter leurs discours de communication et d'en révéler les éventuels paradoxes.

Enfin, notre dernière interrogation de recherche portera sur la façon dont les chercheurs ont vécu cette expérience de communication. Plus précisément, nous nous demanderons dans quelle mesure la consultation des chercheurs par des lycéens a été l'occasion, pour les chercheurs, d'actualiser leurs représentations sur les rapports entre sciences et société. On s'appuie pour cela sur l'hypothèse d'une détermination réciproque, formulée par Moscovici, entre processus d'élaboration des représentations et processus de communication. Selon cette hypothèse, l'expérience de communication autour des implications sociales des sciences à laquelle ils ont participé, ainsi d'ailleurs que les entretiens que nous avons menés avec eux, ont été, pour les chercheurs, l'occasion d'une évolution de leurs représentations. Nous proposons d'analyser l'actualisation des représentations des chercheurs, envisagées donc dans un processus dynamique, selon les deux thématiques que nous avons retenues comme déterminantes : les relations entre connaissances et opinions, ainsi que la citoyenneté scientifique, c'est-à-dire la participation des citoyens aux choix scientifiques et techniques.

Avant d'envisager la méthode mise en œuvre pour proposer des éléments de réponses à ces questionnements de recherche, il est nécessaire de resituer le contexte dans lequel se sont tenues les rencontres entre chercheurs et lycéens qui constituent notre objet de recherche.

CHAPITRE IV-4
CONTEXTE ET DONNEES

Les données qui sont exploitées dans cette partie correspondent aux interactions entre adolescents et neuroscientifiques, lors des rencontres organisées dans le cadre des débats sciences et société qui se sont tenus au sein de la structure de médiation scientifique *Hippocampe*. Cette structure est pilotée par des chercheurs et est hébergée au sein d'un institut de recherche : l'Institut de Neurobiologie de la MEDiterranée (INMED).

Le contexte ainsi que le protocole de débats lycéens a été présenté dans la partie précédente (Chapitre III-3). Rappelons simplement que, au cours des stages où ils sont accueillis pendant trois jours consécutifs au sein du laboratoire, les lycéens sont initiés à la démarche expérimentale et réalisent, en petits groupes, des expériences dérivées de la recherche actuelle, encadrés par de jeunes chercheurs. Les débats sciences et société occupent donc une place marginale dans ce dispositif de médiation des sciences. Dans le protocole de débat mis en œuvre, les interactions entre chercheurs et lycéens correspondent donc aux deuxièmes sessions de débat pour lesquelles les consignes données aux scientifiques étaient de répondre aux questions préalablement préparées par les lycéens. Concrètement, les chercheurs intervenaient deux fois devant des groupes de lycéens différents. Une première fois, seuls, et une deuxième fois, accompagnés d'un responsable d'association de malades (maladies neurodégénératives)[198]. Nous n'avons retenu ici, pour une analyse comparative des discours, que les sessions où les scientifiques intervenaient seuls devant les lycéens. Dans tous les cas, cette rencontre a été antérieure à l'intervention du chercheur accompagné d'un responsable d'association de malades. Les sept séances d'interaction ont eu lieu entre le 18 mai 2004 et le 18 mai 2006, elles se sont déroulées dans une salle de conférence des locaux de la structure *Hippocampe*, aménagée à cet effet. Ces séances ont duré en moyenne environ une heure, s'étalant de 43 à 88 minutes.

Après consentement éclairé des lycéens et des chercheurs, toutes les phases de discussions collectives, des adolescents entre eux ou avec un (des) spécialiste(s), ont été filmées (utilisation d'un enregistreur numérique audio et de deux caméras audio vidéo numériques synchronisées pour un recueil audio et vidéo des interventions de l'ensemble des participants à une session de débat). Les interactions entre chercheurs et lycéens ont été intégralement retranscrites. Les retranscription sont proposées en annexes.

[198] Un courrier électronique précisant les modalités de l'organisation des débats, ainsi que leurs objectifs didactiques, avait préalablement été envoyé aux scientifiques dans ce sens. Il est proposé en annexe.

Notons que deux chercheurs n'ont pas accepté d'intervenir en présence d'un responsable d'association de malades, dans ce cas les lycéens des groupes dits « contextualisés » ont rencontré de manière séquentielle le chercheur puis le responsable d'association de malades. Enfin un chercheur est intervenu deux fois, seul, en raison de l'indisponibilité du responsable d'association de malades qui devait l'accompagner initialement.

Sept neuroscientifiques sont intervenus dans le cadre de ces débats et ont accepté de répondre aux questions des élèves. Ces neuroscientifiques sont intervenus devant des groupes de 12 à 18 élèves. Les sept scientifiques, trois femmes et quatre hommes mènent leurs recherches dans des laboratoires publiques de la région marseillaise :

- l'Institut de Biologie du Développement de Marseille-Luminy (IBDM), laboratoire Neurogenèse et Morphogenèse dans le Développement et chez l'Adulte (NMDA, UMR 6156), groupe de recherche « Cellules souches et réparation », sous la tutelle du CNRS et de l'Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II) ;
- l'Institut de Neurobiologie de la Méditerranée (INMED), équipe « Synaptogenèse dans l'hippocampe au cours du développement », sous la tutelle de l'INSERM et de l'Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II) ;
- la Faculté Saint Jérôme, Université de Marseille, laboratoire de physiologie neurovégétative (Aix-Marseille III) ;
- la Faculté de Médecine, CHU La Timone, laboratoire de neurophysiologie et Neuropsychologie, groupe de recherche « Neurophysiologie des épilepsies », sous la tutelle de l'INSERM et de l'Université de la Méditerranée (Aix-Marseille II).

Parmi les neuroscientifiques, âgés de 24 à 51 ans, les statuts occupés au sein des instituts de recherche sont les suivants : deux directeurs de recherche CNRS, un directeur de recherche INSERM, un professeur des universités, un chargé de recherche INSERM/CNRS, un post doctorant et un doctorant en fin de doctorat. Le panel des chercheurs qui ont rencontré les lycéens couvre donc une bonne partie de la hiérarchie professionnelle que l'on retrouve dans l'univers français de la recherche. A l'exception d'un chercheur dont les préoccupations sont proches de la recherche clinique, les scientifiques qui sont intervenus dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe* travaillent sur des thématiques scientifiques centrées autour des cellules souches et de la neurogenèse. Notons cependant qu'à l'époque de leur participation, ces chercheurs travaillaient tous sur des modèles animaux et n'étaient donc pas directement en prise avec la manipulation des cellules souches embryonnaires humaines et avec les tests cliniques de leurs utilisations dans le cadre du traitement de pathologies neurodégénératives. On peut par ailleurs noter que le pôle Neurosciences de Marseille constitue, après l'Ile de France, le premier potentiel régional du domaine en France. Développé depuis une trentaine d'années, ce pôle a été centré sur la neurophysiologie et la psychophysiologie. Mais, du fait de l'évolution des disciplines, le champ couvert est extrêmement vaste : de la biologie moléculaire et cellulaire aux mécanismes les plus intégrés du domaine de la psychopathologie. Ce pôle regroupe plus de 400 chercheurs et enseignants chercheurs ainsi que 200 doctorants répartis sur 28 formations de recherche reconnues[199].

[199] Le potentiel de recherche est présent sur 4 sites principaux : la Faculté de Médecine-Nord (trois unités INSERM, trois unités CNRS) ; la Faculté de Médecine et le CHU Timone (un groupement de recherche CNRS, des équipes universitaires) ; la Faculté des Sciences de Luminy (deux UPR CNRS et une unité INSERM centrées sur la neurobiologie du développement), auxquels s'ajoute le site des laboratoires propres du CNRS (Chemin Joseph Aiguier : quatre UPR CNRS). Deux Instituts Fédératifs de Recherche (IFR) fédèrent cet axe : l'IFR « Jean Roche » sur le site Nord et l'IFR des « Sciences du Cerveau » fondé sur les quatre UPR du Chemin Joseph Aiguier en association avec six équipes du secteur Timone.

D'après : http://www.mediterranee.univ-mrs.fr/recherche/unites_recherche/index (site consulté le 15 mai 2005).

Dans la période où se sont tenus les débats, nous avons recensé vingt deux laboratoires de recherche en neurosciences sur ce pôle marseillais[200].

Conformément à nos orientations de recherche, les sept neuroscientifiques ont par ailleurs été rencontrés en entretiens. Quatre d'entre eux ont été réunis pour un entretien collectif où les sept scientifiques étaient conviés. Les trois autres chercheurs ont été rencontrés en entretiens individuels. Ces entretiens ont tous débutés par une présentation de l'analyse didactique des débats (prises de décision argumentées des lycéens sur les CSE humaines et leurs utilisations, présentées dans la partie précédente). Les chercheurs ont été interrogés sur leurs pratiques personnelles de communication scientifique vers le grand public (expérience, motivation, intérêts…), et plus spécifiquement sur leur vécu quant à leur intervention dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe*, mais aussi sur les améliorations de protocole qui leur paraissaient pertinents. Nous avons également largement interrogé les scientifiques sur leurs représentations du concept de citoyenneté scientifique et sur les possibilités de participation des citoyens non-spécialistes dans les choix scientifiques et techniques de société. Nous avons tenté de préciser leurs représentations sur les relations entre connaissances scientifiques et opinions personnelles. Ils ont aussi été questionnés sur les éventuelles tensions qu'ils avaient ressenties, en cours de communication, quant à la présentation de leurs opinions personnelles. Nous leur avons enfin demandé de préciser quelle était, selon eux, leur propre posture de communication, entre scientifique et citoyen, dans des consultations où étaient envisagées les relations entre sciences et société. Ces entretiens, qui ont duré entre 54 et 95 minutes, ont été enregistrés (enregistreur numérique audio) et retranscrits pour les besoins de l'analyse.

Les données empiriques sur lesquelles nous travaillons (discours de chercheurs en situation de communication, entretiens collectifs et entretiens individuels de ces chercheurs) ont donc été recueillies dans un contexte de médiation, que nous avons caractérisé comme s'inscrivant dans un mouvement d'implication forte du monde de la recherche dans la communication des sciences, soutenu par un engagement de l'état. Ce contexte est, par ailleurs, celui d'un institut de recherche en neurobiologie, inauguré en 2002, dont la politique générale met clairement en avant la communication vers le grand public.

[200] Il s'agit des laboratoires suivants : Centre de Recherche en Neurosciences Cognitives, Centre de Résonance Magnétique Biologique et Médicale, Déterminants Physiologiques de l'Activité Physique, Développement et Pathologie du Motoneurone Spinal, Développement et Pathologie du Mouvement, Groupe d'Etude des Réseaux Moteurs, Institut de Neurobiologie de la Méditerranée, Intégration des informations sensorielles, Interactions Cellulaires Neuroendocriniennes, Interactions Fonctionnelles en Neuroendocrinologie, Laboratoire d'Audiophonologie Clinique, Laboratoire de Biochimie-Ingénierie des Protéines, Laboratoire de Biopathologie Nerveuse et Musculaire, Laboratoire de Neurobiologie, Laboratoire de Neurobiologie Cellulaire et Fonctionnelle, Laboratoire de Neurophysiologie et Neuropsychologie, Laboratoire de Neuro-Otologie, Laboratoire Mouvement et Perception, Neurobiologie des Canaux Ioniques, Neurobiologie des Interactions Cellulaires et Neuropathologie, Neurogenèse et Morphogenèse dans le Développement et chez l'Adulte, Physiopathologie et Action Thérapeutique des Gaz sous Pression.

CHAPITRE IV-5
METHODE D'ANALYSE DES DISCOURS DE COMMUNICATION ET DES REPRESENTATIONS SOCIALES

Les entretiens individuels et collectifs des chercheurs ainsi que leurs discours en situation de communication ont été retranscrits en utilisant les conventions décrites par Auger et Jacobi (2003). Les locuteurs ont été identifiés et leurs interventions ont été transcrites selon une ligne de temps découpée en intervalles de vingt secondes, en incluant les conventions suivantes : / = pause courte ; // = pause longue ; X = mot ou XX = expression incompréhensible, intervenant non identifié ; _____ : paroles simultanées soulignées ; (Commentaire) = commentaire d'un comportement non verbal ou *para verbal* (en italique). Certains indices de langage paraverbal (émois ou rires collectifs, gestes de mime, écriture au paper board, désignation non verbale du locuteur suivant) ont été identifiés mais ils ont surtout été mobilisés pour préciser l'identité des locuteurs.

Les retranscriptions (sept discours d'interaction avec les lycéens et les entretiens) ont été anonymées. Les épisodes et verbatim de discours des chercheurs en situation de communication, que nous utiliserons dans l'analyse, sont référencées par les initiales de leur auteur (NS1, NS2, NS3, NS4, NS5, NS6, NS7), par les initiales du lycée auquel appartiennent les adolescents qui ont rencontré un chercheur donné (LV1, LP, LD, LV2, LB, LSC1, LSC2), ainsi que par un indice de date (jj :mm :aa) et de ligne de temps (hh : mn : ss). Ce qui doit permettre au lecteur de retrouver ces verbatim dans les annexes rassemblées à la fin de ce travail. Les références aux entretiens collectifs et individuels réalisés sont précisés en identifiant le chercheur par des initiales (NS1, NS2, NS3, NS4, NS5, NS6, NS7) correspondant à chacun des neuroscientifiques consultés, précédées de la lettre « e » (entretien).

Les éléments de discours introduits par les scientifiques ont été distingués de ceux proposés en réponse à une question explicitement posée par les lycéens. Le cas échéant, nous avons relevé le jugement porté par le scientifique sur la « qualité » de la question posée. Cette distinction permet d'identifier les éléments considérés par les chercheurs comme nécessaires à la compréhension des débats.

Les discours des scientifiques en situation de communication ont été envisagés selon un cadre interactionniste socio-discursif qui envisage les « actions langagières » (déclaration, question, question ou déclaration rejetée, question interpellatrice question recentrée, relance, réponse, hypothèse, objection, accord, évitement, mise en évidence d'incertitudes, jugement de valeur) en ce qu'elles « *fédèrent et intègrent les représentations des paramètres du contexte de production et du contenu thématique* ». Dans un premier temps, les interactions retranscrites entre neuroscientifiques et lycéens ont été découpées, pour chaque discours de

chercheur, en séquences ou en épisodes caractérisés par leur cohérence sémantique. Dans le système des tours de paroles qui caractérise une situation d'interactions langagières, la séquence peut en effet être définie comme « *un bloc d'échanges reliés par un fort degrés de cohérence sémantique et/ou pragmatique* » (Kerbrat-Orecchioni, 1998).

Nous avons retenu les éléments de discours qui nous semblaient éclairer au mieux les représentations qui s'expriment concernant les relations sciences et société sur la question de l'utilisation des cellules souches embryonnaires à des fins de recherche et d'application thérapeutique. Pour chaque intervention, une macrostructure s'est ainsi dessinée, reposant sur un découpage thématique. Les catégories thématiques n'avaient pas été définies en amont de l'analyse des discours mais ont émergé de cette première étape de découpage sémantique.

Notons que les éléments de discours qui se rapportent aux aspects proprement scientifiques (définition et propriétés des cellules souches, causes et symptômes des maladies neurodégénératives), et qui représentent quantitativement plus de la moitié des discours, ne seront pas retenus en tant que tels. Rapidement présentés, ils seront surtout l'occasion d'interroger les niveaux de formulation utilisés par les différents chercheurs pour expliciter les concepts et connaissances scientifiques aux lycéens.

En adéquation avec nos problèmes et nos hypothèses de recherche, un certain nombre de séquences ont été retenues dans les discours de communication de chaque chercheur. Il s'agissait essentiellement des séquences relatives :

- à la présentation par les chercheurs de la nature des sciences et particulièrement au caractère d'incertitude des connaissances scientifiques ou aux relations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques ;
- aux rapports entre sciences et société (aspects législatifs et économiques essentiellement) ;
- aux éléments de discours dans lesquels s'exprimaient les relations entre connaissances et opinions ;
- aux éléments de discours dans lesquels s'exprimaient les modalités de prise de décision relatives aux choix scientifiques et techniques de société.

Les séquences correspondant à une thématique donnée ont été ensuite réunies pour permettre une analyse comparative des discours produits par les différents chercheurs. Nous avons alors tenté d'établir des « profils » de posture de communication pour chaque chercheur relativement à chaque thématique retenue. Nous avons alors proposé une interprétation de ces postures en mobilisant les représentations des chercheurs sur les relations entre connaissances et opinions ainsi qu'entre sciences et société, telles qu'elles se sont révélées au cours des entretiens.

Certaines de ces séquences (portant sur les relations entre connaissances et opinions ainsi que sur les relations entre sciences, société et décision notamment) ont fait l'objet d'une analyse linguistique plus fine. Les choix de lexique opérés par les chercheurs font évidemment l'objet d'une attention particulière. La mobilisation (ou l'omission) de certains adverbes, adjectifs, verbes et propositions nominales est relevée lorsqu'elle éclaire notre propos. Mais l'analyse linguistique repose surtout sur la recherche de traces d'énonciation selon deux perspectives.

Nous avons d'une part relevé dans les discours les marqueurs de modalisation qui ponctuent les discours des scientifiques en communication. Ceux-ci sont définis comme les marques formelles d'énonciation par lesquelles un locuteur signale sa plus ou moins grande adhésion au contenu des discours qu'il produit. Nous retenons ici les quatre catégories (logiques, déontiques, appréciatives, pragmatiques) de modalisation proposées par Bronckart (1996) et déjà présentées dans la partie précédente (voir chapitre III-4)[201]. Ces marqueurs apparaissent pertinents lorsqu'il s'agit d'envisager la question de la formulation et de la construction des opinions qui s'expriment autour d'une question portant sur les relations entre sciences et société. La personnalisation des discours est à notre sens une dimension essentielle de cette analyse, dans la mesure où les scientifiques s'y distancient des discours scientifiques qu'ils produisent à destination de leurs pairs. C'est-à-dire des discours internes à la communauté, traduisant une force consensuelle et donnant une impression de neutralité. De plus, l'utilisation de certains adjectifs, de certains noms, de certains verbes ainsi que leur conjugaison (utilisation du futur ou du conditionnel par exemple) constituent, au sein des discours, des indicateurs de l'implication personnelle du locuteur, sur le plan affectif comme sur le plan évaluatif. Ce dernier peut correspondre à des évaluations d'ordre épistémologique (vrai, faux, incertain) ou axiologique (bon, mauvais, utile, inutile) comme le rappelle Laügt (2000). Cette dimension de l'analyse permet d'accéder à l'articulation entre raisons scientifiques et raisons extrascientifiques dans laquelle le chercheur produit un « discours hybride » qui apparaît comme une opinion explicitée ou non explicitée.

Nous mobiliserons également les outils d'analyse argumentative proposés par Philippe Breton et également envisagés plus en détail dans la dans la partie précédente (voir chapitre III-4). Nous ne procédons pas à proprement parler à une analyse argumentative, dans le sens où nous l'avons entendu dans l'approche didactique de l'argumentation des élèves. Il s'agira alors de points de focalisation sur certains épisodes, étant entendu qu'à la suite de Breton, argumenter c'est donner à un auditoire « *de bonnes raisons d'adhérer à l'opinion qu'on lui propose* » (Breton, 2003, p. 159).entendons dans la dernière partie consacrée à l'analyse didactique des débats. Nous serons particulièrement attentif aux procédures argumentatives (double détente argumentative notamment) et à la mobilisation d'arguments de cadrage (présentation, définition, association, dissociation, relation quasi logique), de communauté (adhésion à des présupposés, à des valeurs ou à une opinion commune dans un cadre spatio-temporel) ou d'autorité (recours à un expert par exemple).

D'autre part, nous relevons certains procédés de reformulation qui caractérisent les discours de vulgarisation des scientifiques. Il s'agit là de reformulations intradiscursives, opérées en cours d'exposé par les chercheurs. A la suite de Jacobi, nous tentons d'identifier des comparaisons, des métaphores et des analogies dans les discours des scientifiques. Parmi les reformulants d'un terme scientifique, nous avons essayé de distinguer les cas de synonymie des cas où la reformulation opère des « *glissements de sens* ». Ce type d'analyse est appliqué aux séquences identifiées comme relevant des relations entre connaissances et

[201] Rappelons simplement que les modalisations logiques sont jugées selon leur « valeur de vérité », que les modalisation déontiques renvoient à des valeurs sociales, que les modalisations appréciatives traduisent un jugement plus subjectif et que les modalisations pragmatiques font référence à la responsabilité d'un acteur donné (pouvoir-faire, vouloir-faire, devoir-faire).

opinions. Il s'agit d'identifier des « *effets de nomination* », selon la terminologie de Memmi, au sein desquels se jouent les disqualifications ou les requalifications de certaines opinions[202].

C'est à la lumière des représentations des chercheurs que nous proposons d'interpréter les postures de communication qui se dessineront au cours de notre analyse. C'est pourquoi nous intégrons, en cours d'analyse, les éclairages donnés par les entretiens menés avec les chercheurs à l'issue de leur intervention auprès des lycéens. Il s'agit essentiellement des éléments se rapportant à la posture personnelle de communication du chercheur, aux représentations des relations entre connaissances et opinions ainsi qu'aux représentations des rapports entre sciences, société et décision. En revanche, les entretiens sont repris *per se* lorsqu'il s'agira de questionner l'actualisation des représentations des chercheurs au cours des situations de communication dans lesquelles ils ont été engagés.

Enfin nous ferons régulièrement référence aux éléments de contexte, précédemment décrits, qui permettent de relativiser parfois le propos en le resituant dans le contrat de communication implicite sur lequel reposent les interactions.

[202] Notons que ces effets sont à distinguer des « alliages interprétatifs » identifiés Laügt dans un travail sur les rapports rédigés par des experts. Ces derniers correspondent à une articulation entre raisons scientifiques et extrascientifiques. Laügt identifie par exemple l'enthymême, défini comme un syllogisme elliptique, entendu comme une déduction valide fondée sur une proposition majeure sous entendue, qui signifie souvent seulement probable ou relevant d'un fond commun ou d'une connivence sociale. L'enthymême, qui permet d'imbriquer plus que de juxtaposer des raisons scientifiques et extra scientifiques, est pour l'auteur une façon d'accéder à l'implicite des discours (Laügt, 2000, p. 156-160).

CHAPITRE IV-6
COMMUNICATION DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET DE LEURS CONDITIONS DE PRODUCTION

Ce chapitre est consacré à notre premier questionnement de recherche : peut-on adresser à la modalité de communication des sciences que constituent les rencontres directes entre chercheurs et non-spécialistes, les mêmes critiques que celles construites autour du paradigme du « troisième homme » vulgarisateur ? Nous abordons cette question en envisageant, dans un premier temps, les niveaux de formulation mobilisés par les chercheurs pour présenter les connaissances scientifiques qu'ils jugent nécessaires à la compréhension des termes d'un débat sur les utilisations des CSE humaines. Ce sont donc à la fois les choix cognitifs et les choix didactiques des chercheurs qui retiendront notre attention.

Dans un deuxième temps, il s'agit d'aborder la présentation par les scientifiques du fonctionnement et de la nature des sciences. Il s'agit donc de porter attention aux éléments d'épistémologie « internaliste » qui caractérisent les discours des chercheurs, en focalisant le spectre d'analyse sur le statut de certitude ou d'incertitude accordé aux connaissances scientifiques.

IV-6-1 Les connaissances scientifiques dans les discours des chercheurs

Le protocole de débat, s'inscrivant dans un temps long, les lycéens ont été amenés à préparer et à formaliser des questions à poser aux scientifiques. Les questions étaient initialement portées par les deux rapporteurs désignés collectivement par les élèves d'un groupe de débat au cours de la première session. Dans la majorité des cas, une discussion plus informelle s'est établie avec le chercheur, ce qui a également conduit d'autres élèves à poser leurs propres questions. Il a été souligné dans la partie précédente que les questions posées par les élèves aux scientifiques portent surtout sur des aspects scientifiques (techniques d'utilisation thérapeutique : essais, risques des greffes cérébrales de CSE ; symptômes, causes et traitements des principales maladies neurodégénératives ; propriétés des CSE, conditions et conséquences du prélèvement de CSE sur l'embryon, liens avec le clonage) et dans une bien moindre mesure sur les aspects sociaux et éthiques (positionnement éthique vis-à-vis du clonage, du statut de l'embryon ; aspects législatifs, aspects financiers et intérêts économiques, rôle social de la recherche et accès aux soins…)

Le plus souvent en réponse aux questions qui leur ont été posées, les neuroscientifiques ont donc présenté un certain nombre de connaissances qui pour la plupart font l'objet d'un consensus au sein de la communauté de recherche. L'exposé de ces connaissances représente quantitativement un peu plus de la moitié des discours des scientifiques.

Des connaissances considérées comme essentielles à la compréhension des termes du débat

Il s'agit de repérer les connaissances qui, aux yeux des chercheurs, ont été identifiées comme essentielles pour appréhender les termes d'un débat sur les utilisations des CSE humaines. Les entretiens menés auprès des chercheurs, après leur intervention, ont en effet permis de préciser que, pour certains d'entre eux, s'imposait la nécessité de développer un référentiel linguistique commun autour de certains concepts scientifiques. Le neuroscientifique NS5 évoque par exemple la nécessité de « redéfinir les termes de base », de « recadrer », de « respécifier » certaines notions « *pour voir si on discute de la même chose* ».

Il apparaît une importante homogénéité notionnelle, dans le panel de chercheurs consultés, quant aux principales connaissances scientifiques qui ont été explicitées aux lycéens. La définition et les propriétés des cellules souches sont ainsi identifiées comme devant faire partie d'une sorte de glossaire minimal des notions à clarifier pour pouvoir débattre des implications sociales de l'utilisation des CSE humaines. C'est souvent en réponse à une question posée par un(e) lycéen(ne) que ces éléments ont été présentés. La question est alors jugée pertinente par le chercheur comme en témoigne les échanges suivants :

> Lycéen (R) : Donc hier il nous manquait des éléments sur les cellules souches et leur utilité dans les neurosciences on se demandait si on pouvait pas avoir des éclairages au niveau des cellules souches qu'est ce que c'est ?
> NS2 : C'est bien je pense c'est la première question à se poser
> (NS2, LP1, 110105, 00 :01 :20).

Ou encore :

> Lycéenne : est-ce qu'il y a des risques justement de prélever des cellules souches et tout ça quoi ?
> Lycéen : Attends c'est quoi une cellule souche en fait très exactement ? Parce que je pense même elle elle doit pas le savoir c'est pour ça que je dis ça parce que […]
> NS3 : Non je pense que c'est bien de commencer par la définition d'une cellule souche
> (NS3, LP2, 180105, 00 :02 :20).

Mais c'est parfois les chercheurs qui ont tenu à « *commencer par la définition d'une cellule souche* ». Cette définition est alors introduite par le scientifique comme le propose NS6 :

> Est ce que vous savez quelle est la définition d'une cellule souche ? Parce que c'est bien de parler de cellules souches mais il faut déjà savoir de quoi on parle (NS6, LSC1, 110505, 00 :04 :40).

Les chercheurs ont distingué les cellules souches embryonnaires et les cellules souches adultes. Au-delà du caractère indifférencié et des capacités d'autorenouvellement de ces cellules, ils ont relevé leurs différences de potentialité en termes de capacité à générer différents types de descendances (toti, multi et pluripotentes). Les cellules souches neurales ont fait l'objet d'un développement particulier : les différentes populations ont été présentées ainsi que les facteurs connus de différenciation.

En général en réponse à des questions de lycéens, les scientifiques ont également présenté un certain nombre de connaissances concernant les principales maladies neurodégénératives :

leurs symptômes et leurs causes lorsque celle-ci sont connues. Les maladies de Parkinson et d'Alzheimer ainsi que la sclérose en plaque mais aussi la chorée de Huntington ont fait l'objet de développements. Certains chercheurs, qui travaillent sur cette thématique, ont également abordé les différentes formes d'épilepsie.

Les clarifications se rapportant aux connaissances sur les possibilités de greffes de cellules souches et plus généralement sur les essais de thérapies cellulaires déjà réalisés sont par ailleurs identifiées par les scientifiques comme des éléments nécessaires à la compréhension des débats. Les questions qui portent sur ces aspects ont été jugées positivement par certains chercheurs. C'est ce dont témoignent les échanges suivants :

> Lycéen : Moi j'avais une question c'est heu vu qu'on veut leur faire produire beaucoup de neurones in vitro est ce que ces neurones là on peut pas après les implanter heu in vivo. NS1 : ah bonne question / alors en fait j'irai même plus loin c'est même comme ça que ça se fait (NS1, LV1, 180504, 00 :21 :02).

Concernant les résultats des essais thérapeutiques déjà mis en oeuvre, le neuroscientifique NS2 réagit de la manière suivante à une interrogation d'adolescent :

> Lycéen (R) : Ca a marché ?
>
> NS2 : C'est la bonne question pour la moitié il y a eu une amélioration de la motricité donc une amélioration des symptômes mais qui n'a duré je crois que deux ans enfin plusieurs mois quoi mais au bout de deux trois ans la maladie a repris son développement et les symptômes ont à nouveau empiré donc on peut dire que ça a marché temporairement chez la moitié des malades (NS2, LP1, 110105, 00 :20 :00).

Les possibilités d'utilisation thérapeutique des cellules souches ont été présentées essentiellement dans le cadre des pathologies de Parkinson et de Huntington. Le caractère localisé de la neurodégénération, qui fait de ces pathologies de bons candidats à la thérapie cellulaire, a été précisé par les neuroscientifiques. Comme en témoigne l'échange précédent, les connaissances relatives aux essais thérapeutiques réalisés, mais surtout leurs limites et les risques de tumorisation qui y sont associés, ont été exposés. Dans la suite de notre analyse, nous reviendrons en détail sur cette dimension des discours puisque c'est essentiellement sur ce point que sont abordées les limites des connaissances scientifiques ainsi que leur statut d'incertitude.

Enfin, tous les chercheurs ont également tenu à resituer les connaissances sur les utilisations potentielles des CSE humaines dans un cadre plus large. Ils ont ainsi présenté les connaissances relatives aux alternatives thérapeutiques actuellement connues dans le traitement des maladies neurodégénératives. Les traitements pharmacologiques ainsi que l'électrostimulation intracérébrale ont ainsi été exposé en ce qui concerne le traitement de la maladie de Parkinson. Les chercheurs ont présenté les connaissances actuelles concernant les cellules souches adultes (localisation, propriétés) qui ont été envisagée comme des alternatives à l'utilisation de cellules souches embryonnaires

Les relations entre CSE, clonage thérapeutique et clonage reproductif

Rappelons qu'à l'heure actuelle deux sources de CSE humaines sont envisagées : les embryons surnuméraires issus de la procréation médicalement assistée ou les embryons issus d'interruption volontaire de grossesse et le clonage thérapeutique. L'intérêt potentiel avancé

par la communauté scientifique pour la création d'embryons par clonage thérapeutique (technique de transfert de noyau dans un ovocyte énucléé) réside dans la possibilité de dépasser les problèmes posés par l'immunocompatibilité des CSE avec l'organisme receveur. Dans ce sens, la question de la faisabilité du clonage humain fait partie des interrogations éthiques associées à l'utilisation des CSE humaines pour la recherche et dans une perspective thérapeutique. C'est, plus précisément, la distinction entre clonage thérapeutique (fabrication d'un embryon dans le but de récupérer des cellules embryonnaires identiques, sur les plans génétiques et immunologiques, à celles d'un malade qui serait en attente de greffe cellulaire) et clonage reproductif qui est identifiée comme essentielle par les scientifiques pour comprendre les termes d'un débat sur les utilisations des CSE humaines.

Comme cela a déjà été souligné, la thématique du clonage humain rencontre une résonance forte dans la société et bénéficie d'un large traitement médiatique. Le clonage thérapeutique et l'obtention de lignées de CSE humaines font l'objet de nombreux travaux de recherche scientifique dans les pays où la législation le permet. L'importante compétition internationale autour de cette thématique a donné lieu à une retentissante fraude scientifique qui a déjà été évoquée. Le chercheur Sud-Coréen Hwang Woo-Suk a ainsi publié, en 2004 dans la revue S*cience*, des résultats d'obtention de lignées de CSE à partir d'embryons créés par clonage thérapeutique, qui se sont révélés avoir été falsifiés.

L'identification d'une possibilité de confusion entre clonage reproductif (fabrication d'un embryon clone d'un individu déjà existant avec le projet que cet embryon se développe) et clonage thérapeutique, a conduit la majorité des chercheurs qui sont intervenus à introduire cette notion dans leurs discours. Il faut préciser que cette distinction tient du projet, de la visée, « téléologique », de la création d'un embryon. A cette fin, l'expression « *dans le but de* » est souvent employée par les chercheurs.

Parmi les sept scientifiques, un seul (NS3) n'a pas été sollicité sur la question du clonage thérapeutique et n'a pas abordé spontanément cette thématique. En revanche trois neuroscientifiques introduisent spontanément les relations entre clonage et CSE alors que trois autres les abordent en réponse à une question d'adolescent. Par exemple, les scientifiques NS1 et NS4 introduisent spontanément la thématique du clonage dans leur exposé. Le chercheur NS1 exprime ainsi une distinction marquée (« *c'est pas du tout la même préoccupation* ») entre la recherche sur les CSE humaines prélevées sur des embryons issus d'interruption volontaire de grossesse et le clonage thérapeutique ou reproductif :

> « C'est ça la recherche sur les cellules souches du moins celles dont on entend parler et qui fait l'objet de réflexion d'ordre législatif / mais ça il faut connaître la réalité c'est pas du tout la même utilisation que les recherches visant au clonage même thérapeutique / le clonage là il s'agit de reproduire un nouvel individu à partir c'est vrai d'une ou quelques cellules c'est pas du tout la même préoccupation » (NS1, LV1, 180504, 01 :08 :42)

Une volonté forte (l'utilisation de l'injonction « *il faut connaître la réalité* » et la répétition de la proposition « *c'est pas du tout* » en témoignent) se dégage dans cet exemple pour déconnecter le clonage des questions d'obtention et d'utilisations des CSE humaines. Ce choix se traduit par une forme de simplification de la réalité qui ne présente pas le clonage thérapeutique, ses intérêts potentiels, ses limites et ses dérives possibles. La question du clonage est abordée spontanément par le chercheur, sans qu'au final les relations entre obtention de CSE, clonage thérapeutique et clonage reproductif ne soient clarifiées. Dans une

volonté de déconstruire une confusion identifiée chez les non-spécialistes entre clonage reproductif et cellules souches, ce lien est nié.

Cet aspect est abordé avec beaucoup plus de précision par le scientifique NS6 qui a choisi de solliciter les lycéens pour leur proposer une clarification des relations entre CSE et clonage. Il est ici manifeste que le chercheur a identifié, sur ce point, des « *confusions dans la tête des gens* ». Il se propose d'expliciter ces relations, comme en témoigne l'échange suivant :

> NS6 : alors quelle est pour l'instant la deuxième opportunité dont on n'a beaucoup parlé qui permettrait justement aussi de ne pas donner de traitement immunosuppressif parce qu'il n'y aurait pas de rejet ?
> Lycéen : Le clonage
> NS6 : Le clonage thérapeutique donc le clonage thérapeutique qu'est ce que c'est est ce que vous avez une idée claire de ce que c'est parce que souvent on en parle on en parle mais il y a beaucoup de confusions dans la tête des gens sur le clonage donc est ce que vous savez exactement ce que c'est ? […] Est ce que vous voulez que je vous explique / donc le clonage on distingue toujours le clonage reproductif et le clonage thérapeutique alors qu'est ce que c'est la différence ? Et bien tout au départ il n'y en a pas / au départ cloner c'est quoi la différence elle se fait dans l'utilisation qu'on veut en faire / le clonage reproductif ça veut dire reproduire à l'identique un animal ou une personne d'accord donc on va avoir un clone comme dans un film de science fiction on va avoir deux clones / le clonage thérapeutique on atteint jamais ce stade là parce que on interrompt le développement au moment où l'œuf il en est encore à quelques cellules […] ça c'est pour faire éventuellement du clonage thérapeutique mais au départ le principe est le même on a un individu adulte d'accord et on va lui prendre un morceau de peau de muscle n'importe quoi on va lui prendre une cellule à lui donc la cellule avec son noyau et puis là (*schéma au paper board*) on a un ovule avec le noyau de l'ovule vous savez que l'ovule c'est une cellule donc qui a énormément de potentialités puisque c'est après la fécondation l'ovule c'est à partir de cet ovule que l'œuf est généré et qu'on va avoir création d'un individu / donc l'idée c'est de prendre le noyau de cette cellule […] et on l'insère dans l'ovule d'accord et donc on va créer en fait un oeuf avec l'information génétique de cette personne et dans une cellule qui a simplement qui sert de réceptacle qui a simplement la potentialité à générer un individu. […] C'est ça l'idée du clonage thérapeutique c'est à dire que ça c'est un stock potentiel de n'importe quelle cellule de son organisme avec lequel il est forcément compatible puisque c'est son noyau qui est pris au départ d'accord ça c'est le clonage thérapeutique maintenant si cet oeuf là on le laisse se développer normalement on va obtenir le clone de cette personne (NS6, LSC1, 110505, 00 :26 :00).

Si nous reproduisons ce long extrait, c'est pour souligner la précision avec laquelle ces notions sont présentées. Dans cet exemple, le scientifique s'attache à définir le terme de clonage, à distinguer le clonage reproductif du clonage thérapeutique, à préciser les principales étapes d'obtention de CSE par clonage thérapeutique (transfert de noyau sur un ovocyte, dont il n'est d'ailleurs pas précisé qu'il doit être énucléé). La volonté didactique est marquée par le recours à la schématisation de ces étapes. Le clonage thérapeutique est introduit par l'intérêt thérapeutique potentiel (immunocompatibilité) des cellules obtenues. Le chercheur précise par ailleurs en quoi la mise au point de technique de clonage thérapeutique constitue également une avancée pour des perspectives de clonage reproductif (« *cet oeuf là on le laisse se développer normalement on va obtenir le clone de cette personne* »). C'est une différence notable avec le discours du chercheur précédent. Il est ici souligné qu'« *au départ* » il n'y a pas de différence de principe technique entre clonage thérapeutique et clonage reproductif. La distinction est présentée comme affaire d'intentionnalité : « *la différence elle*

se fait dans l'utilisation qu'on veut en faire ». Dans ce cas, la clarification des termes du débat se fait sans réduire la complexité de la question[203].

La même volonté didactique se dégage du discours du chercheur NS7. Même si le concernant, l'explicitation des relations entre clonage thérapeutique, clonage reproductif et CSE est proposée en réponse à une question de lycéen. Il revient sur les techniques de clonage reproductif et thérapeutique en soulignant l'intérêt de ce dernier dans la perspective d'obtention de CSE humaines en vue de leur utilisation thérapeutique. Son discours est marqué par des procédés de reformulation qui font une large part aux métaphores :

> Le clonage thérapeutique c'est à dire de créer un clone de l'individu qui servirait en quelque sorte pour heu de pièce détachée pour heu donc là c'est heu (*émoi collectif*) / c'est vraiment très caricatural […] si on a crée ces embryons là ils sont vivants quoi ils ont la capacité de se développer et si on les implantait chez une femme même ils donneraient naissance à des individus qui serait au plan génétique en tout cas la copie conforme de la personne chez laquelle on a prélevé (NS7, LSC2, 180505, 00 :44 :00).

On peut relever que, dans cette épisode, le scientifique situe la complexité du problème relatif à la facilitation du clonage reproductif induite, de fait, par le développement de recherches sur le clonage thérapeutique. L'utilisation de la métaphore du clone thérapeutique envisagé comme un ensemble de « *pièces détachées* », bien qu'identifiée comme polémique (« *c'est vraiment très caricatural* » précise le chercheur en réponse à l'émoi exprimé par certains adolescents) peut alors être interprétée comme une volonté de dénoncer la réification de l'embryon humain. Pour autant, l'intérêt pratique du clonage thérapeutique est souligné sans que ne soit précisé le caractère purement prospectif de cette perspective, dans l'état actuel des connaissances.

Il est intéressant de remarquer que lorsqu'il répond à une question sur les relations entre clonage et CSE, le chercheur NS2 adopte, de manière successive, les deux postures que nous venons de relever. Dans un premier temps, il disqualifie en quelque sorte une question d'étudiants qui s'interroge sur le lien entre clonage et CSE. Après avoir présenté le principe du clonage reproductif puis du clonage thérapeutique, le chercheur insiste alors sur le caractère non obligatoire du lien entre clonage et CSE :

> Par contre il faut pas confondre non plus c'est pas parce on parle de cellules souches que forcément ça implique de cloner des animaux ou des humains (NS2, LP1, 110105, 00 :05 :00).

Plus tard dans la discussion, le même chercheur revient spontanément sur cet aspect des débats, en proposant de clarifier la distinction entre clonage reproductif et clonage qu'il qualifie d'« *à but médical* » (thérapeutique). L'usage de cette reformulation est intéressant, il inscrit le clonage concerné dans une perspective claire, accessible aux élèves. Il révèle surtout que le chercheur pointe là une nécessité de clarification. La suite de son discours en témoigne. La différence d'intentionnalité entre clonage thérapeutique et clonage reproductif y est soulignée (« *fabriquer un embryon mais ensuite à ne pas utiliser ces cellules […] mais à le laisser se développer* »). Si le chercheur relève le caractère proprement prospectif des recherches actuelles sur le clonage reproductif humain (« *pour l'instant les seules données*

[203] Cependant, le chercheur ne précise pas que les recherches sur les protocoles de clonage à visée thérapeutique chez l'homme sont encore aujourd'hui largement académiques étant donné les difficultés techniques qui se font jour dans les pays où les recherches sont possibles.

sûres que l'on a sur le clonage reproductif »), il ne précise pas en quoi le développement de recherches et de protocoles relatifs au clonage thérapeutique est important pour espérer dépasser les problèmes d'immunocompatibilité liés à la thérapie cellulaire. Il ne précise pas non plus en quoi la recherche sur la technique de clonage thérapeutique pourrait rendre sans doute plus aisée la réalisation du clonage reproductif.

En ce qui concerne le dernier chercheur à avoir été interrogé sur la relation entre clonage et thérapie cellulaire utilisant des CSE humaines, on peut mesurer combien est difficile cette clarification des termes du débat :

> Lycéen (R) : Non je voulais vous parler en fait parler du clonage humain comme problème et comment on peut arriver enfin comment on peut des cellules souches arriver au clonage ? NS4 : chez l'humain on sait qu'on peut arriver à le faire donc on a un essai que je sais pas enfin je ne me rappelle pas jusqu'à quel stade ils sont arrivés donc ils ont produit volontairement un embryon enfin c'était un essai à but recherche c'est pas à but clonage reproductif […] mais bon la seule chose qu'ils ont montré c'est qu'on est capable aujourd'hui aussi de le faire chez l'homme mais c'est pas une technique facile c'est pas tous les labos qui peuvent le faire il faut avoir les compétences nécessaires l'équipement nécessaire […] mais bon pour l'heure actuelle le clonage humain n'a pas un énorme intérêt en soi parce que ça va être la fabrication de pièces détachées on veut heu greffer une main donc la main parfaite à greffer c'est celle qui a le même patrimoine génétique protéique et cetera que l'hôte que le receveur il n'y aura aucun rejet et donc comme ça je pourrai greffer sans donner de l'immunosuppression (NS4, LV2, 080305, 00 :35 :00).

Le discours du chercheur apparaît comme un hybride entre termes scientifiques et langage non scientifique comme en témoigne le procédé de reformulation mobilisant la métaphore de « *pièces détachées* » déjà évoqué. Finalement, le scientifique esquive la question du recours au clonage thérapeutique pour envisager l'obtention de CSE compatibles avec le patient qui serait susceptible de bénéficier d'une thérapie cellulaire, en proposant une sélection embryonnaire comme alternative au clonage thérapeutique. Cet échange pointe surtout les limites du recours à l'intervention d'un scientifique pour éclairer le jugement des lycéens dans le cadre de débats sciences – société.

Nous voyons donc que les relations entre le clonage reproductif versus thérapeutique et l'utilisation des CSE sont largement et diversement abordées par les chercheurs au cours de la consultation. C'est un aspect de la question retenue qui est identifié par une grande majorité de chercheurs comme nécessitant une clarification pour la compréhension des termes du débat sur l'utilisation des CSE à des fins de recherche et d'applications thérapeutiques. Pour autant il semble que certains chercheurs abordent la question sans parvenir à expliciter la complexité des relations qui existent entre clonage et CSE. Deux scientifiques développent clairement un discours visant à dissocier les questions éthiques posées par le clonage humain de celles de l'utilisation des CSE.

Par ailleurs les notions relatives aux cellules souches, à leurs modalités d'obtention (dont la création d'embryon par clonage thérapeutique) et aux thérapies cellulaires dont nous venons de faire mention ont souvent été articulées, dans les discours des chercheurs, avec les concepts émergeant des neurosciences modernes. Ces connaissances sont relatives aux propriétés du système nerveux, parce que ce sont les pathologies neurodégénératives qui ont été abordées.

La plasticité nerveuse

Dans la première partie de ce travail, il a été précisé en quoi le concept de plasticité nerveuse est devenu un concept structurant des neurosciences. L'élaboration de ce concept a participé à la redéfinition des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. A travers le modèle du calendrier cérébral, nous avons rappelé que les conceptions actuelles de ces déterminismes mobilisent une interaction entre le génome et les facteurs de l'environnement dans la réalisation du phénotype cérébral et dans les processus d'individuation. Au cours de leurs interactions avec les lycéens, les sept neuroscientifiques sont largement revenus sur la définition de ce concept. Ceci a été le cas à chaque fois que les chercheurs ont abordé la neurogenèse en décrivant certains des mécanismes de la plasticité développementale, c'est-à-dire qui se manifestent au cours de l'ontogenèse cérébrale. Le concept a également été mobilisé lorsque les scientifiques ont évoqué les cellules souches neurales adultes et leur intervention dans les mécanismes d'apprentissage, ou encore, en illustrant certains mécanismes de la plasticité réactionnelle. La neuroplasticité apparaît donc comme un élément essentiel dans le discours des scientifiques.

Dans un premier temps, il est envisagé la façon dont ce concept a été présenté par les différents chercheurs aux lycéens. Dans un deuxième temps, nous montrons par une analyse longitudinale des discours, que certains scientifiques sont conduits, en fonction du contexte, à « affaiblir » ce concept, en soulignant l'importance du déterminisme génétique dans le développement et dans le fonctionnement cérébral. Il est à noter que cette tendance apparaît de manière tangible lorsque les scientifiques s'expriment sur la question du clonage reproductif.

Les chercheurs présentent la plasticité cérébrale à travers sa dimension réactionnelle, c'est à dire telle qu'elle se manifeste à la suite d'une lésion du système nerveux. Ainsi en développant largement un exemple de plasticité anatomique et fonctionnelle du système nerveux dans la réorganisation des aires cérébrales impliquées dans le langage suite à une lésion opératoire chez l'enfant, le neurobiologiste NS4 souligne la contribution importante de l'imagerie cérébrale. Ce chercheur précise également que les propriétés de plasticité sont moins importantes chez l'adulte :

> On avait commencé à voir beaucoup de choses sur la plasticité du système et comment le système pouvait après récupérer […] et il se trouve qu'aujourd'hui avec le développement de l'imagerie cérébrale dont vous avez entendu parler […] on a vu ainsi par exemple qu'il y a beaucoup de plasticité des aires cérébrales chez les enfants quand ils sont en cours de développement de langage / vous prélevez la zone pour des raisons thérapeutiques hein pas de recherche / mais vous prélevez la zone de langage et le langage peut se développer ailleurs dans l'autre hémisphère il y a une plasticité qui s'établit / par contre si vous le faites sur un malade adulte ça n'arrive jamais (NS4, LV2, 080305, 00 :54 :00).

Ce même chercheur souligne, par la suite, toute l'actualité de la recherche sur les propriétés de plasticité du système nerveux en termes de récupération post lésionnelle (« *c'est des articles qui commencent à paraître que maintenant donc c'est de la recherche actuelle sur la plasticité du système* »). Des protocoles de réhabilitation fonctionnelle permettant la

mobilisation des propriétés de neuroplasticité dans une perspective thérapeutique sont présentés aux lycéens, comme autant d'illustrations de ces propriétés.

D'autres chercheurs, NS6 par exemple, insistent également sur l'émergence récente (« *très récemment* », « *maintenant* », « *c'est récent* ») de ce concept au sein des neurosciences qui étaient, jusqu'à la fin du XX^{e} siècle, dominé par le dogme selon lequel le système nerveux ne pouvait être le siège d'une neurogenèse à l'âge adulte. C'est aussi le cas du neurobiologiste NS1. Il introduit la notion de plasticité neuronale en illustrant l'implication de la neurogenèse dans certains processus d'apprentissage. Ce chercheur souligne par ailleurs la contribution de la médecine et plus particulièrement de la réadaptation fonctionnelle dans la mise en évidence des propriétés de plasticité fonctionnelle du système nerveux :

> C'est la manifestation de la plasticité nerveuse et effectivement c'est bien que vous citiez la kinésithérapie parce que je dois avouer en tant que biologiste que la recherche en neurosciences sur tout le domaine de la plasticité a été littéralement coiffée au poteau dans les années quatre vingt cinq à quatre vingt douze par la profession de kinésithérapeutes qui ont révélé l'incroyable potentiel de plasticité des réseaux nerveux adultes y compris chez les personnes très âgées […] c'est à dire que la voie nerveuse initialement lésée reste lésée mais elle est compensée par une modification de connectivité ailleurs dans le réseau nerveux et notamment à l'intérieur des centres et les kinésithérapeutes ont appris à encadrer ça et à faire fonctionner cette plasticité et depuis une dizaine d'années même pas depuis 95 c'est nous neurobiologistes qui courons derrière pour comprendre les mécanismes cellulaires et moléculaires de ces phénomènes (NS1, LV1, 180504, 00 :17 :00).

Notons que dans cet extrait, tout autant que le caractère récent de l'émergence du concept de neuroplasticité, c'est la compétition que se livrent les laboratoires de recherche qui est marquée dans la langue. La précision du calendrier qui décrit l'accumulation d'arguments scientifiques en témoigne ; tout comme l'utilisation des expressions « *coiffée sur le poteau* » ou « *nous courons derrière* » en attestent.

Le chercheur NS5 aborde la dynamique de la construction cérébrale sans pour autant utiliser le terme de plasticité. Il illustre son propos en présentant les phénomènes cellulaires (prolifération, migration, maturation et dégradation) qui caractérisent l'ontogenèse cérébrale. Les mécanismes de la neuroplasticité à l'échelle cellulaire sont cette fois abordés dans le cadre du développement embryonnaire. En revanche, ce neuroscientifique ne présente la neurogenèse à l'âge adulte que comme une « hypothèse » de recherche :

> Vous avez ce capital neuronal et ensuite ce qui va se passer c'est une dégradation c'est à dire qu'on va perdre ce capital ensuite / il y a des régénérescences apparemment il y a des gens qui s'intéressent qui se posent la question de savoir si il y a des neurones heu production neuronale assez tardive mais ça c'est vraiment des hypothèses / ce qu'il y a de sûr c'est que après tout ce qu'on va faire dans la vie de tous les jours qui va être négatif pour le cerveau ben les drogues les médicaments tout ça c'est sûr on enlève un capital de neurones (NS5, LB, 150305, 00 :56 :58).

Le modèle convoqué ici demeure celui d'un nombre de neurones fixé à la naissance dont le stock, selon un procédé de reformulation analogique renvoyant au « *capita*l » de neurones, doit être géré au mieux. C'est d'ailleurs l'occasion, pour ce chercheur, d'insister sur les facteurs de l'environnement (« *les drogues, les médicaments* ») qui sont susceptibles d'affecter le fonctionnement du système nerveux. La perméabilité cérébrale aux déterminismes environnementaux est clairement affirmée.

Le scientifique NS6 souligne aussi l'importance des facteurs de l'environnement cellulaire dans la détermination de la différenciation des cellules souches. La présentation des propriétés

de neuroplasticité est donc l'occasion de préciser l'importance des déterminismes environnementaux dans le fonctionnement du système nerveux :

> Il n'y a pas la même plasticité en fonction de l'environnement où on les greffe elles vont avoir un comportement différent par exemple dans mon équipe on fait des expériences justement où on greffe des cellules de la zone sous ventriculaire dont je vous parlais tout à l'heure là où résident les cellules souches chez l'adulte et en fonction de l'endroit où on les greffe elles vont donner des cellules complètement différentes […] donc elles répondent effectivement aux signaux de leur environnement qui va déterminer finalement quand on les greffe vraiment à l'état de cellules souches indifférenciées on leur a donné aucune information avant la greffe et bien là c'est l'environnement dans lequel on les greffe qui va leur donner des informations qui va leur permettre de se différencier en ceci ou en cela (NS6, LSC1, 110505, 00 :52 :20).

La question des déterminismes du développement et du fonctionnement du système nerveux a d'ailleurs été également largement envisagée par les chercheurs au cours de leur intervention. Il nous a semblé que cette question pouvait être l'objet, dans certains cas, de discours apparemment contradictoires. En effet, en conclusion de l'approche épistémologique développée dans la première partie, nous avions souligné notamment l'importance de la façon d'interroger le vivant à la recherche de déterminismes génétiques ou épigénétiques. S'intéresse-t-on à la recherche de régularités ou de variabilité à l'échelle d'un individu, en comparant différents individus d'une même espèce (échelle interindividuelle intraspécifique), en comparant différentes espèces entre elles (échelle interspécifique) ?

Les déterminismes de développement et de fonctionnement du système nerveux

L'exposé, par les scientifiques, des propriétés de plasticité du système nerveux se présente comme une façon d'affirmer l'importance des facteurs de l'environnement dans la détermination du phénotype cérébral. Les neuroscientifiques s'inscrivent dans le paradigme d'interaction entre facteurs génétiques et environnementaux comme déterminants du développement et du fonctionnement cérébral. Pour autant un suivi longitudinal des discours de vulgarisation produits par les chercheurs permet de révéler que certains concepts sont présentés de manière contradictoire. La thématique du clonage, particulièrement, est l'occasion de révéler la diversité de présentations des déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral. Nous l'avons vu, cette question des déterminismes circule très largement dans la sphère sociale et les conceptions des non-spécialistes sont structurées par des modèles de détermination, soit à dominante génétique, soit à dominante environnementaliste et parfois additifs. Lorsqu'il est question de clonage, certains chercheurs argumentent sur l'identité entre un individu et son clone reproductif potentiel, identité reposant sur l'identité génétique des deux individus. Le déterminisme du développement et du fonctionnement cérébral est alors réduit à sa dimension génétique, comme peuvent en témoigner les choix lexicaux d'« *identité* » ou la métaphore « *copies conformes* ». On a pu ainsi relever les extraits suivants, au sein d'épisodes où les chercheurs envisagent les techniques de clonage reproductif notamment :

> L'idée c'est de prendre le noyau de cette cellule dans le noyau il y a toute l'information génétique de la personne donc c'est l'identité de cette personne elle est contenue dans son noyau donc on extrait le noyau hop on prend que le noyau et on l'insère dans l'ovule d'accord (NS6, LSC1, 110505, 00 :23 :20).

Ou encore :

> Pour le clonage le fait de former des individus qui seraient identiques entre eux évidemment la nature le fait naturellement quand il y a des jumeaux ou des jumelles ou des triplets donc ça veut pas dire que les individus seront bizarres ou mal formés je sais pas enfin on peut avoir le même patrimoine génétique et être un individu à part entière » (NS2, LP1, 110105, 00 :08 :40).

Le chercheur prend cependant soin de clarifier le fait que l'identité d'un organisme n'est pas entièrement déterminée par son patrimoine génétique. On retrouve également cette volonté de nuancer le propos dans le discours du chercheur NS4 :

> C'est purement des jumeaux disons par la charge génétique enfin voilà / alors évidemment après il y a toute la question par rapport à la construction de l'être en soi et l'expérience du vécu et tout ça qui peuvent jouer finalement et transformer légèrement les choses / on va avoir un être identique sur le patrimoine génétique mais l'expression du phénotype ultime peut être un peu différent parce que l'environnement a son mot à dire aussi / donc l'environnement peut jouer sur le nombre final cellulaire dans une structure donnée […] donc rien n'établit que l'on trouve la copie parfaite conforme mais bon c'est assez la copie conforme quand même (NS4, LV2, 080305, 00 :37 :40).

On peut remarquer que l'influence des facteurs de l'environnement est présentée comme susceptible de « *transformer légèrement les choses* ». Pour autant l'utilisation de l'adverbe « *légèrement* » est à mettre en regard avec la mobilisation de l'expression « *copie conforme* ». Cette dernière, est extrêmement forte dans sa dimension métaphorique et il est à penser qu'elle a un poids didactique déterminant.

On retrouve toujours, lorsqu'il aborde la notion de clonage, cette même contradiction apparente dans le discours du chercheur NS7, qui utilise également, à deux reprises, la reformulation « *copies conformes* » pour désigner les clones reproductifs. Dans ce cas aussi le chercheur modère son propos, de la façon suivante :

> Même si on peut considérer que l'environnement dans lequel ces individus vont se développer vont faire qu'ils ne vont pas être forcément les mêmes par exemple c'est le cas de jumeaux (NS7, LSC2, 180505, 00 :45 :00).

Par la suite, le discours de ce chercheur lorsqu'il revient sur les déterminismes du fonctionnement cérébral, rajoute à ce sentiment de confusion, alors que sa volonté initiale semblait être justement de relativiser le déterminisme génétique dans l'établissement du phénotype cérébral :

> Au plan purement scientifique un individu c'est de l'ADN quoi mais au plan philosophique en quelque sorte un individu c'est quelqu'un qui pense quelqu'un qui a des réflexions enfin ça c'est des choses aussi voir à quel niveau on se place (NS7, LSC2, 180505, 00 :48 :00).

La distinction entre l'acception philosophique et l'acception biologique de l'individualité laisse entendre que selon cette dernière, c'est-à-dire sur le « plan purement scientifique », un individu se réduit à son patrimoine génétique.

Il est évident que l'utilisation d'un lexique particulier (« *identité* », « *identiques* »), incluant des métaphores telles que celles des « *copies conformes* », constituent des opérations de reformulation visant à rendre accessibles aux non-spécialistes les concepts de détermination des fonctions cérébrales. On peut cependant se demander si ces procédés n'ont pas pour effet de renforcer les conceptions dichotomiques, de causalité linéaire génétique ou épigénétique, par ailleurs relevées chez les non-spécialistes.

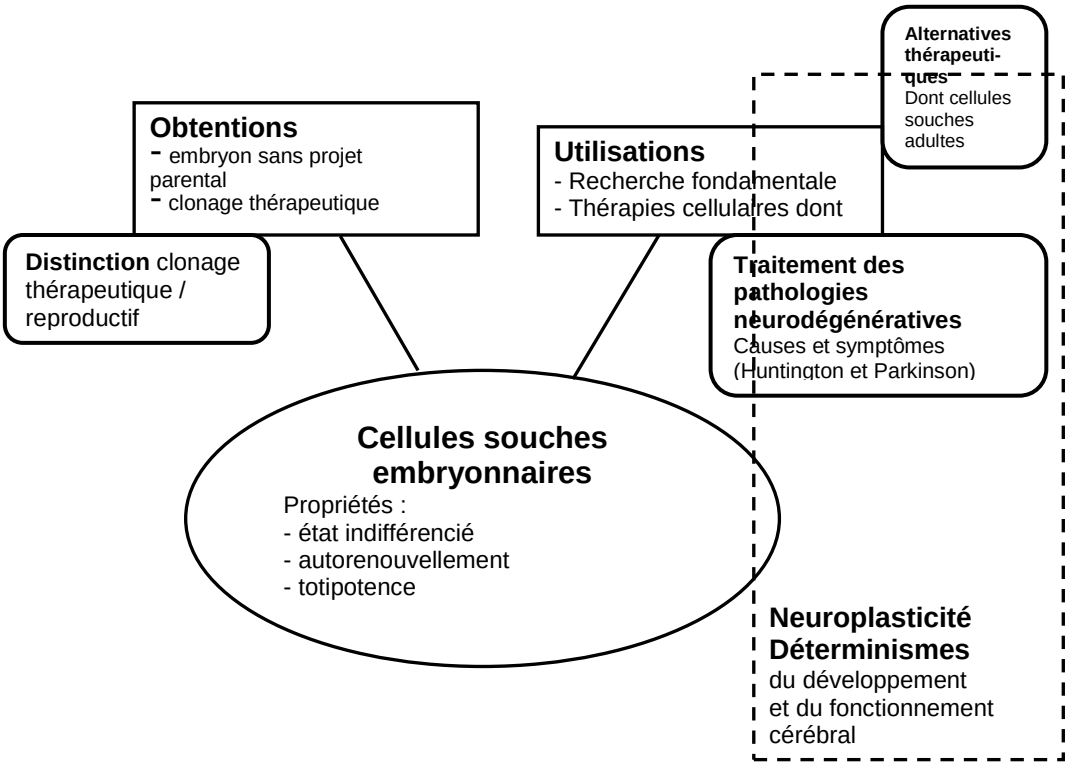
La neuroplasticité apparaît ainsi, dans le discours des neuroscientifiques, comme un concept structurant des neurosciences modernes. Ce concept est également présenté parce qu'il est considéré comme une connaissance nécessaire à la bonne compréhension des termes d'un débat relatif aux utilisations des CSE humaines. C'est l'occasion pour les scientifiques de relativiser l'importance du déterminisme génétique dans le développement et le fonctionnement du système nerveux. La thématique du clonage reproductif humain fait cependant apparaître des « scories » de langage, des reformulations usuelles, qui pourraient aller contre cet objectif en replaçant le déterminisme génétique au centre de la détermination biologique de l'individu.

Finalement, quelle que soit la façon dont ont été présentées les connaissances scientifiques, les choix cognitifs opérés par les scientifiques autour du thème des utilisations des CSE humaines, distinguent un noyau dur de concepts dont l'appréhension est considéré comme nécessaire. Ces concepts correspondent à la définition et aux propriétés des CSE, à leurs possibilités d'obtention et d'utilisation. Dans un contexte où été envisagées plus spécifiquement les possibilités de traitement des pathologies neurodégénératives, les concepts structurants des neurosciences contemporaines ont également été présentés par les chercheurs. On peut résumer ces données sous la forme d'une carte conceptuelle (figure 27) qui rassemble, à notre sens, les choix cognitifs des chercheurs relatifs aux connaissances scientifiques qu'ils ont jugées nécessaires à l'appréhension des termes du débat sur les utilisations des CSE humaines.

Ce type de représentation permet de mieux cerner l'univers de concepts scientifiques partagé par les chercheurs et au sein duquel ils choisissent de situer leur propos. Notre objectif n'est pas d'en analyser la transposition didactique. C'est pourquoi n'envisageons par la suite que la question des niveaux de formulation de ces concepts. Le caractère non dynamique, figé, de cette carte conceptuelle permet simplement de situer les connaissances scientifiques sur lesquelles on pourra se focaliser. Selon notre perspective, il s'agit des connaissances relatives à l'obtention et aux utilisations des CSE humaines. Ce sont en effet sur ces objets que se regroupe l'essentiel des débats de société. Les connaissances relatives à la manipulation de l'embryon humain, dont le clonage, pour obtenir des CSE en font partie. C'est également le cas des connaissances relatives à l'utilisation des CSE humaines pour la recherche fondamentale ou thérapeutique. Elles pourraient constituer le « noyau central » dirait Moscovici des représentations des chercheurs sur les savoirs scientifiques connexes à la question socio-scientifique des utilisations des CSE humaines.

Dans la suite de notre travail, nous nous intéressons bien plus à ce que révèlent les discours des chercheurs sur, ou à propos de, science qu'au discours de science. En premier lieu, il s'agira d'envisager les éléments de discours sur le fonctionnement, sur la nature des sciences. C'est bien la présentation du statut épistémologique des connaissances scientifiques que les chercheurs communiquent qui retiendra notre attention. Puis il sera plus largement question d'interroger la façon dont les connaissances scientifiques s'inscrivent dans les épisodes des discours dont la dimension sociale ou éthique est explicite.

Figure 27 : Carte conceptuelle des connaissances scientifiques présentées par les chercheurs



Niveau de formulation et expériences de communication

Le concept didactique de « niveau de formulation » a été introduit en didactique par De Vecchi et Giordan (1990), puis précisé par De Vecchi (1992). Selon cet auteur, il s'agit de présenter des concepts scientifiques en les adaptant de manière adéquate aux élèves pris dans leur diversité. La construction de niveaux de formulation repose donc, d'une part sur une analyse précise des savoirs savants et de l'utilisation qui en est faîte et, d'autre part sur la prise en compte des obstacles didactiques que rencontrent les élèves. Dans l'analyse des conceptions des publics sur le cerveau (chapitre II-2), nous avons tenté de cerner la diversité de ces obstacles pour différents publics dans le champ spécifique des neurosciences. Les niveaux de formulation des concepts scientifiques présentés par les chercheurs sont clairement corrélés à leur pratique antérieure de communication scientifique et/ou à leur activité d'enseignement. Quatre scientifiques (NS2, NS3, NS5 et NS6) ont une importante pratique de communication auprès du grand public. Au cours des entretiens, ils ont déclaré avoir plusieurs fois participé à la *Semaine du cerveau* et être intervenus dans les établissements scolaires auprès d'élèves de l'enseignement primaire et de l'enseignement secondaire. Pour certains, ils sont impliqués largement dans l'équipe d'organisation de cette manifestation. NS2 a aussi participé à plusieurs *Fêtes de la science*. Les scientifiques NS3, NS6 et NS2 exercent par ailleurs dans l'enseignement supérieur. Le neuroscientifique NS5 met également en avant, dans ses pratiques de communication, son investissement dans le conseil scientifique d'une association de malades. Ces chercheurs utilisent un vocabulaire adapté, c'est-à-dire qu'ils mobilisent un lexique susceptible d'être appréhendé par un élève de première scientifique, du

moins si on s'en réfère aux programmes d'enseignement des neurosciences au lycée[204]. Ils font preuve d'une connaissance des notions et concepts appréhendables par des élèves de lycées et évitent, tant que faire se peut, la mobilisation d'un lexique trop spécialisé.

Notons que l'« ouverture vers l'extérieur » et la communication avec les non-spécialistes sont considérées par ces scientifiques comme des composantes de leur activité professionnelle (« *ça fait partie du boulot du chercheur* », « *c'est dans mon rôle de sensibiliser les gens, j'incite à communiquer vers le grand public* »). La communication auprès du grand public apparaît comme une façon de valoriser et de légitimer leur activité de recherche. Le chercheur NS5 précise les enjeux de cette dimension nécessaire de son activité professionnelle dans les termes suivants :

> Je trouve c'est comme si on disait et bien les gens ne peuvent pas comprendre ce que l'on fait je vais être un peu extrême mais ils sont trop bêtes. Ça n'est pas vrai je pense que c'est à nous à adapter notre discours à eux et à aller vers eux. Et je pense que pour le futur si on se coupe de ça je pense que l'on va droit au mur parce que l'on ne peut pas se défendre on va demander les postes on va demander de l'argent sans pouvoir leur expliquer pourquoi on veut ça quel est le but (eNS5).

La communication auprès de non-spécialistes apparaît, pour ceux qui la pratiquent, à la fois comme un devoir des scientifiques, une façon de procéder à la restitution de leur coût social, mais aussi comme un enjeu où il s'agit de convaincre les citoyens du bien fondé de leur activité.

Le neuroscientifique NS1 n'a pas de pratique importante de communication vers le public non spécialisé. Il est en revanche largement impliqué dans l'enseignement supérieur et dans la formation des enseignants du secondaire. Cet enseignant chercheur manifeste un souci didactique réel car il fait référence aux acquis scolaires des adolescents. C'est par exemple le cas lorsqu'il aborde l'organisation en réseau des neurones :

> Un neurone a comme propriétés fondamentales deux ou trois que vous connaissez et que je ne rappelle pas parce que vous les voyez en cours / mais une on a tendance à oublier c'est la propriété de s'associer en réseau avec d'autres et non seulement c'est une propriété mais c'est même une condition de survie (NS1, LV1, 180504, 00 :25 :00).

Pourtant, selon lui, il a eu, au cours de son intervention du mal à situer les concepts maîtrisés par ses interlocuteurs lycéens.

Enfin, les chercheurs NS4 et NS7 n'ont pas d'activité d'enseignement et n'ont participé que très ponctuellement à des manifestations de communication avec le grand public ou même avec un public scolaire. Ces chercheurs mobilisent, pour expliciter certains concepts, un lexique qui dépasse largement les connaissances des lycéens. Le fait en est évident lorsque les chercheurs abordent les propriétés du système nerveux central. Nous l'avons précisé dans la partie précédente, l'enseignement des neurosciences au lycée est limité à une dizaine d'heures de cours. Lorsque le chercheur NS4 évoque les possibilités d'utilisation de cellules souches embryonnaires à des fins thérapeutiques, il utilise sans les définir les termes de myéline, d'oligodendrocytes. De même que les facteurs de différenciation des cellules souches sont, à titre d'exemple, abordés dans les termes suivants :

[204] Nous renvoyons ici le lecteur à la section II-2-3, où le contenu des programmes d'enseignement est présenté.

> Ce qu'on veut c'est des cellules qui fabriquent un médiateur donné là celui qui nous intéresse ici c'est la dopamine et donc le reste ça ne m'intéresse pas je ne veux pas de cellules qui produisent mettons heu le GABA je ne veux pas de cellules qui produisent la somatostatine et cetera je veux qu'elles produisent vraiment ça […] on pourrait faire autre chose c'est ce qu'on songe à ce moment c'est à manipuler les cellules qu'on greffe de façon à leur mettre les promoteurs la séquence de l'ADN qui produit vraiment la dopamine mettons sous le contrôle du promoteur mettons de la tubuline enfin peu importe mais un promoteur donné exprimé par les neurones et que les cellules qui vont exprimer cette protéine vont aussi produire la dopamine donc on peut trafiquer les cellules (NS4, LV2, 080305, 00 :30 :20).

La myéline, les oligodendrocytes et, d'une manière générale, toutes les cellules gliales autant que la diversité des neurotransmetteurs ou les mécanismes de régulation de l'expression génétique (« *promoteur* ») sont autant d'inconnues pour des élèves de première, quand bien même ils sont, comme c'est le cas ici, inscrits dans une filière scientifique.

Concernant le niveau de formulation, l'expérience personnelle du scientifique en termes de communication auprès de non-spécialistes apparaît comme un facteur déterminant de la capacité à s'adapter à son auditoire. Les scientifiques qui sont intervenus se sont tous posés la question de l'accessibilité de leur discours avant leur rencontre avec les lycéens. Dans les entretiens que nous avons mené après leur rencontre avec les lycéens, ils nous ont tous précisé ne pas avoir reçu de formation à la communication avec un public de non-spécialistes. Pour autant il ne leur semble pas nécessaire d'envisager une formation particulière dans ce sens tout en reconnaissant qu'une formation « *n'est jamais superflue* ». Un chercheur remarque qu'un module de formation à la communication ouvert à l'inscription en ligne sur le site du CNRS a rencontré un vif succès, jugeant que « *c'est rare qu'une formation soit prise d'assaut* » (eNS3).

Les chercheurs mettent en avant l'importance de l'expérience personnelle de vulgarisation qui permet au scientifique de se former pour communiquer avec des non-spécialistes et l'intérêt qu'il pourrait y avoir à mutualiser les expériences de communication : « *simplement une discussion avec des gens qui sont déjà investis dans la communication* » (eNS3). Le caractère « chronophage » des expériences de communication avec le grand public semble déterminant dans l'investissement des chercheurs. Ils apprécient le « *côté spontané et léger* » de leur intervention au sein de la structure *Hippocampe* et soulignent les autres dimensions de leur activité professionnelle pour illustrer leurs contraintes.

IV-6-2 La nature des sciences dans les discours des chercheurs

La principale critique adressée à la vulgarisation scientifique dans le cadre du paradigme du troisième homme porte sur le processus d'ontologisation des savoirs. La déconnexion de ces savoirs de leurs conditions de production participerait de l'effet de vitrine qui éloignerait la vulgarisation de son objectif annoncé, leur partage. Par ailleurs, en faisant le « récit de ce qui est vrai », le troisième homme vulgarisateur se ferait le promoteur du mythe de scientificité. Il apparaît donc légitime d'interroger, selon ces perspectives critiques, les discours des chercheurs en situation de communication avec des lycéens. D'autant qu'au cours de leurs interventions, dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe*, les

chercheurs ont présenté aux étudiants certains aspects du fonctionnement de la recherche scientifique. Parmi ces aspects, nous avons retenu, dans un premier temps, comme élément d'analyse des discours de scientifiques, la façon dont sont envisagées les instabilités, les incertitudes et les limites des connaissances scientifiques autour des CSE humaines. Dans un deuxième temps, on se focalisera sur l'explicitation, par les chercheurs, des relations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques.

L'incertitude des connaissances scientifiques se rapportant aux CSE humaines et à leurs utilisations

Mis à part les connaissances scientifiques elles mêmes, les limites imposées par les incertitudes de ces connaissances constituent sans doute l'un des éléments du discours des neuroscientifiques qui a été le plus développé au cours de leur intervention auprès des lycéens. Tous les chercheurs se sont largement exprimés dans le sens d'une connaissance parcellaire sur les propriétés des CSE et ont précisé le caractère évolutif des savoirs scientifiques. Un seul chercheur n'a pas choisi de développer cette dimension de la nature des sciences. C'est sans aucun doute concernant les recherches thérapeutiques mettant en œuvre des greffes de cellules souches que cette dimension des discours est la plus évidente. Mais, en amont, les limites des connaissances fondamentales sur les cellules souches elles mêmes et sur leurs propriétés sont également exposées par les chercheurs.

Selon cette dernière perspective, les scientifiques soulignent le caractère parcellaire et instable des connaissances actuelles portant sur les processus de différenciation et de dédifférenciation des cellules souches nerveuses. Les épisodes concernés sont alors en général structurés en deux temps. Dans un premier temps, le chercheur fait le point sur les connaissances qui font consensus au sein de la communauté. Dans un deuxième temps, il tente de délimiter le périmètre au sein duquel le débat scientifique est le plus vif. Nous y reviendrons, l'horizon thérapeutique est alors souvent mentionné. Les extraits de discours que nous présentons ci dessous sont autant d'expressions des limites de la connaissance scientifique. Elles sont formulées grâce à des propositions telles que « *pour l'instant on en est pas là* », « *les connaissances manquent* », « *ça c'est encore à prendre un petit peu avec des pincettes* », signifiant clairement l'incertitude.

Le neuroscientifique NS1 précise, par exemple, que le front de la recherche scientifique s'interroge sur le contrôle des conditions de neurogenèse in vivo. Il s'exprime, de manière presque militante, pour un effort de recherche portant sur l'étude des facteurs de différenciation de ces cellules :

> Quand on les place [les cellules souches nerveuse, NDR] en culture en faisant varier les conditions de milieu en fait le la composition chimique du milieu on peut obtenir jusqu'à cinquante pour cent de neurones dans la boîte de pétri mais ça on a jamais été capable de l'observer ni même de l'obtenir à l'intérieur du cerveau in vivo / pour conclure les cellules souches neurales peuvent être sorties mises en culture in vitro et là on peut trouver des conditions qui leur fassent produire de nouveaux neurones mais pour l'instant ça n'est que dans des conditions expérimentales très précises en culture / alors ça donne l'espoir qu'on puisse les utiliser pour faire produire des neurones in vivo mais pour l'instant on en est pas là / alors il faut beaucoup de données de recherche pour décrire connaître mieux les propriétés de ces cellules et en particulier les signaux qui les stimulent (NS1, LV1, 180504, 00 :20 :42).

Et plus tard dans l'échange avec les lycéens :

> Là où on n'est pas au point là où les connaissances manquent c'est pour déterminer la production d'un type donné de neurones à partir de cellules souches neurales (NS1, LV1, 180504, 00 :20 :42).

La structure des séquences où est exprimée la façon dont sont délimités les territoires d'incertitudes est parfois inversée par rapport au cas précédent. Ainsi, le Chercheur NS6 commence par présenter « *ce qui est à prendre un petit peu avec des pincettes* ». Il introduit d'ailleurs son propos par une tournure mixte entre certitude et incertitude (« *on sait qu'elles ont peut-être* ») qui exprime toute l'ambiguïté que la culture du doute organisé fait porter à l'expression individuelle de la frontière d'incertitude des connaissances. Le chercheur précise ensuite le domaine des connaissances établies (« *ce qui est sûr* », « *sans aucun doute* ») et dessine les limites des connaissances scientifiques qui touchent aux facteurs de différenciation des cellules souches ainsi qu'à leurs potentialités de différenciation :

> On sait qu'elles ont peut être une potentialité plus importante que ça et si on les manipule justement en contrôlant certains facteurs on peut éventuellement les faire générer autre chose d'autres types cellulaires mais ça c'est encore à prendre un petit peu avec des pincettes on commence à entrevoir que même les cellules souches de certains tissus peuvent avoir des potentialités un peu plus grandes que celles du tissus lui-même mais ce qui est sûr en tout cas et sur lequel on peut s'appuyer sans aucun doute c'est qu'une cellule souche d'un tissu doit être capable de générer toutes les cellules du tissu (NS6, LSC1, 110505, 00 :09 :20).

L'exposé des connaissances relatives à la thérapie cellulaire dans le cadre du traitement des pathologies neurodégénératives est la deuxième occurrence forte où sont envisagées les limites des savoirs scientifiques. Et pour cause, la controverse scientifique sur ce point est vive. D'ailleurs, les chercheurs emploient le terme de « *potentialités* » thérapeutiques. Lorsqu'ils abordent le traitement des maladies neurodégénératives par thérapie cellulaire, les chercheurs soulèvent deux types de limites. D'une part, ils dessinent les limites relatives à la connaissance des causes de ces maladies. Ainsi, en réponse à une question de lycéenne, le scientifique NS2 signale le domaine d'incertitude par la répétition de la proposition « *on ne sait pas* » :

> Non on ne s'attaque pas aux causes de la maladie parce qu'on ne sait pas comment empêcher ces neurones de mourir et surtout on ne sait pas comment détecter qu'ils meurent de façon anormale puisque comme je vous l'ai dit dans le vieillissement normal il y en a une petite partie qui meure et ça nous empêche pas de continuer à vivre normalement (NS2, LP1, 110105, 00 :20 :20).

Ces limites de connaissances sur les maladies neurodégénératives dont « *on ne connaît pas bien les causes* » ou qui « *ne sont pas connues à l'heure actuelle* » sont également soulignées par les chercheurs NS3 et NS1. Ce dernier pointe l'« *ignorance* » des scientifiques dans le domaine de recherche portant sur ces causes. Il souligne qu'« *il reste du chemin à faire* », bien qu'« *au fil du progrès* » sont explorées les chaînes de causalité permettant de comprendre l'apparition des symptômes.

D'autre part, les scientifiques précisent les limites des connaissances relatives à l'efficacité des thérapies cellulaires utilisant des cellules souches embryonnaires dans le cadre du traitement des maladies neurodégénératives caractérisées par des lésions localisées. La majorité des chercheurs relèvent les résultats mitigés des essais thérapeutiques réalisés chez l'homme, à titre expérimental, dans le cadre du traitement de pathologies telles que la maladie de Parkinson ou la chorée de Huntington pour lesquelles les dégénérescences neuronales sont

très localisées. Le chercheur NS2, par exemple, convoque des résultats d'expériences cliniques réalisées aux Etats-Unis pour souligner l'amélioration temporaire des patients parkinsoniens traités par thérapie cellulaire (« *ça a marché temporairement chez la moitié des malades* », NS2, LP1, 110105, 00 :19 :40). Les chercheurs dessinent parfois une frontière d'incertitude beaucoup plus précise aux connaissances actuelles en termes de thérapie cellulaire. Ainsi, dans son intervention NS2 identifie « *pour l'instant le manque relatif de connaissances* » ayant trait aux mécanismes de contrôle de la différenciation et de l'insertion fonctionnelle des cellules souches neurales greffées dans le réseau neuronal de l'organisme receveur.

Certains chercheurs soulignent les limites de ces connaissances mais selon une perspective méthodologique. Ils relèvent par exemple en quoi le nombre limité de tests thérapeutiques réalisés mais aussi l'importante variabilité des résultats obtenus empêchent de tirer des conclusions. Ce sont donc les limites de validité des connaissances concernées qui sont présentées. Pour le neuroscientifique NS3 par exemple, les études cliniques de thérapie cellulaire engagée dans le traitement de la chorée de Huntington ne concernent que des « *petits groupes de malades* », un « *nombre très très faible de patients* ». Plus tard dans son intervention ce chercheur revient sur la rareté des essais cliniques réalisés sur des « *petits groupes* » de patients, comme pour mieux insister auprès des lycéens sur le fait que l'on est « *vraiment au tout début de la stratégie thérapeutique* ». Ce chercheur souligne que la validation de la technique de thérapie cellulaire repose sur la reproductibilité des résultats obtenus et la nécessité d'augmenter le nombre de patients inclus dans ces études. En l'absence de reproductibilité des résultats, il conclut :

> Pour le moment on n'a pas complètement estimé les bénéfices et la faisabilité des stratégies de greffe (NS3, LP2, 180105, 00 :27 :40).

Le discours du scientifique NS6 relève de la même logique. En réponse à une question de lycéen relative aux essais thérapeutiques de greffe cellulaire réalisés chez l'homme, il précise la rareté des études cliniques menées et souligne l'importance des études préalables sur modèle animal. Son intervention donne sans doute plus à voir du fonctionnement des sciences. Il précise le débat scientifique qui se fait jour ainsi que la dimension collective et contradictoire de ce débat (« *c'est controversé il y a une équipe qui dit oui une équipe qui dit bof* »). Il conclut en effet de la manière suivante sur l'instabilité des connaissances en termes de traitement thérapeutique de la maladie de Parkinson ou de la chorée de Huntington :

> Ça à l'air de pouvoir marcher il y a encore des précautions à prendre des pincettes c'est controversé il y a une équipe qui dit oui une équipe qui dit bof voilà donc ça avance doucement chez l'homme (NS6, LSC1, 110505, 00 :15 :40).

C'est aussi la dimension collective, la culture du débat contradictoire que le chercheur NS5 présente comme caractéristique structurante de la recherche scientifique :

> Dans le domaine de la recherche le pire c'est de ne pas pouvoir échanger avec les autres de ne pas pouvoir dialoguer de ne pas pouvoir opposer ses idées vous avez des chercheurs qui sont / c'est pas un monde tout rose de collaboration donc certains ont des idées d'autres sur les mêmes projets sur les mêmes thématiques ont d'autres idées / et c'est cette confrontation d'idées qui est positive (NS5, LB, 150305, 00 :28 :18).

On retrouve dans le discours du chercheur NS4 la volonté de rendre compte de la dimension collective du débat scientifique lorsqu'il présente les travaux portant sur des essais de thérapie cellulaire. Ce débat est personnifié, il est fait référence au « *groupe mexicain* », au « *groupe en Suède* » et au « *groupe de Peschanski à Créteil* ». Il est par ailleurs le seul à faire référence à la notion de publication comme processus de validation des données de recherche scientifique :

> C'est pas encore publié c'est en cours d'étude et donc je pense que les greffes ont été déjà faites et ils sont en phase d'analyse des malades (NS4, LV2, 080305, 00 :49 :00).

D'autre part, si ce scientifique souligne les résultats « *mitigés* » des essais thérapeutiques réalisés et insiste sur le fait que les études sont « *en cours* », il précise également la fragilité méthodologique des recherches cliniques. Son propos porte sur la nature même des protocoles utilisés au cours de ces tests réalisés chez l'homme :

> Alors ce qui est toujours un problème dans ces séries c'est la population référence […] / donc en expérimentation avec un travail un peu ardu mais bon et laborieux on peut vraiment disséquer l'effet mécanique de la greffe, l'effet indésirable de présence de cellules x dans le cerveau et en fait finalement l'effet vrai de cellules dans l'animal contrôle versus dans l'animal lésé / donc on est en mesure de dire est ce que la greffe apporte en plus ou pas / ça chez l'homme et chez le malade ou chez l'homme tout court on peut pas le faire on peut pas s'amuser à vous greffer à vous qui vous portez bien des cellules pour voir que ça se passe bien (NS4, LV2, 080305, 00 :50 :40).

Il apparaît que, d'une manière générale, bien qu'à des degrés divers, tous les scientifiques ont tenu à souligner et à exemplifier les limites de la connaissance scientifique en pointant les incertitudes des recherches actuelles. A n'en pas douter, ils témoignent dans leurs discours d'une volonté de situer ces domaines d'incertitude. Si l'on se réfère à l'analyse interdiscursive de textes scientifiques et de textes médiatiques relatifs au clonage thérapeutique proposée par Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre (2006), ces données viennent confirmer l'hypothèse selon laquelle la présentation de l'incertitude scientifique est une caractéristique forte des discours produits par les chercheurs, y compris lorsqu'ils communiquent avec des non-spécialistes. On peut d'ailleurs penser que c'est là l'un des intérêts majeurs de cette forme de médiation scientifique, la rencontre directe où les pratiquants de la recherche exposent la « science en train de se faire ».

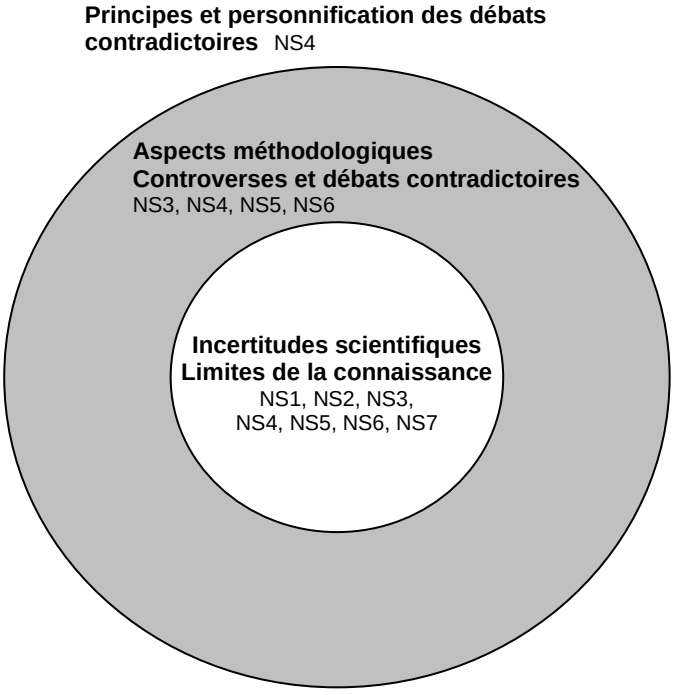
C'est le « front » de la recherche thérapeutique que les scientifiques ont choisi de présenter aux lycéens. L'actualité du débat scientifique est soulignée par l'emploi des très nombreuses expressions telles que « *pour le moment* », « *pour l'instant* », « *on commence* » « *à l'heure actuelle* » « *c'est pas encore* », « *on est au tout début* », « *ça a l'air de vouloir marcher* », « *c'est en cours d'étude* ». Notons que d'une manière générale, les chercheurs inscrivent cette incertitude dans un mouvement où elle sera nécessairement réduite. Nous précisons, dans le chapitre suivant, comment cette volonté des chercheurs de présenter les limites des connaissances, concernant les essais thérapeutiques réalisés dans le cadre du traitement de maladies neurodégénératives, contraste avec l'optimisme affiché, par ailleurs, sur les perspectives d'applications thérapeutiques.

Les chercheurs pointent les domaines où « *les connaissances manquent* ». Bien plus qu'ils n'évoquent le caractère transitoire des savoirs scientifiques en cours de construction, c'est-à-dire inscrits dans un débat contradictoire. Les connaissances ne sont pas présentées dans un mouvement de construction « contre » des connaissances antérieures, pour reprendre le vocable de Bachelard, mais comme des connaissances nouvelles au sein d'un domaine de

savoirs stabilisé délimité. On peut ainsi remarquer que les chercheurs n'évoquent que modestement les modes de construction d'une connaissance scientifique, nécessairement transitoire. Peu d'exemples sont ainsi proposés à l'auditoire pour permettre de saisir en quoi la recherche expérimentale mobilise des modèles entendus comme hypothèses explicatives soumises à la critique des pairs. Deux chercheurs sur sept évoquent la dimension collective de l'activité de recherche. Parmi ces derniers, un seul rappelle le rôle des publications scientifiques comme mode de validation d'une connaissance transitoire de recherche. D'une manière générale, le processus de validation reposant sur une relecture critique des pairs, constitutif de la recherche scientifique, n'est ainsi quasiment jamais rappelé. Sans doute parce que ce fait est intériorisé par les chercheurs, d'une évidence triviale, ils n'identifient pas nécessairement la pertinence de présenter cette dimension du fonctionnement des sciences lorsqu'ils communiquent avec un public de non-spécialistes.

La diversité des discours sur la science proposés dessine ainsi, selon les chercheurs, des choix plus ou moins affirmés d'envisager les éléments qui caractérisent la nature des sciences. On peut les résumer de la manière suivante :

Figure 28 : Schéma des éléments pris en compte pour caractériser la nature des sciences dans les discours des chercheurs (au centre, tous les chercheurs abordent les incertitudes scientifiques, ils ne sont que quatre – cercle plus large – à aborder également la notion de débats scientifiques contradictoires, et seul le chercheur NS4 personnifie ces débats)



A l'exception des limites de validité des concepts scientifiques abordés et de la dimension collective de l'activité de recherche nécessaire à la pratique du débat contradictoire, les connaissances sur la science sont finalement abordées de manière discrète par les chercheurs. Parmi les connaissances que l'on a de la nature des sciences, telles que les rappelle Kolstø (2001a) par exemple (notion de paradigme et de changement de paradigme, réfutabilité des énoncés scientifiques, distinction entre hypothèses, théories, lois, rationalité, empirisme, réalisme, objectivité, culture du doute, créativité des chercheurs dans l'interprétation des

données…), nous n'avons relevé dans les discours des chercheurs que quelques références à la notion de scepticisme systématique et organisé, ou à l'importance des données empiriques. Ainsi, un chercheur, NS7, rappelle explicitement que le fondement de la connaissance scientifique – il prend l'exemple des potentialités thérapeutiques des cellules souches adultes en l'occurrence – repose sur une culture systématique du doute et sur l'accumulation de données empiriques, de « preuves ».

> Ça c'est la science quoi tant qu'on n'a pas montré que quelque chose existe on ne peut pas dire que ça n'existe pas mais on ne peut pas dire non plus que ça existe donc il faut qu'il y ait suffisamment de preuves pour avancer ça (NS7, LSC2, 180505, 00 :11 :40).

Cette dimension importante de la nature des sciences est rarement présentée aussi explicitement aux lycéens que dans cet exemple. Même si tous les chercheurs, lorsqu'ils précisent les limites des connaissances sur les CSE humaines et leurs utilisations, renvoient en partie au manque de données empiriques convergentes. Selon nous ces connaissances sur la science constituent pour les chercheurs des idées de sens commun qu'ils n'identifient pas comme nécessaires d'expliciter aux lycéens.

Les limites d'incertitude des connaissances scientifiques relatives aux applications des thérapies cellulaires cérébrales sont donc dessinées par les chercheurs et les éléments se rapportant à la nature des sciences sont diversement abordés. Il est intéressant de se demander dans quels termes ils envisagent les potentialités thérapeutiques des CSE humaines. Il s'agit de préciser comment, dans les discours des scientifiques, sont articulées la recherche fondamentale sur les propriétés de ces cellules et les possibilités d'applications thérapeutiques. Le modèle de relations entre recherche scientifique et applications techniques et médicales qui est ici mobilisé est fort critiqué, au regard de l'avènement des technosciences. Cela a été précisé, le choix de ce modèle a été dicté par le fait que c'est celui-ci qui est convoqué par les chercheurs.

Relations entre recherches sur les CSE humaines et applications thérapeutiques

Cela a été souligné dans la partie précédente, les possibilités d'applications thérapeutiques sont déterminantes pour les adolescents lorsqu'ils expriment une prise de décision sur les utilisations des CSE humaines. Pour ce qui nous concerne ici, nous essaierons de préciser en quoi la présentation, par les chercheurs, des relations entre recherche scientifique et application thérapeutique traduit différentes visions de la nature des sciences. Il est à mentionner que parmi les sept chercheurs consultés par les adolescents, six exercent un travail de recherche fondamentale, sur modèle animal, autour de la thématique au sens large de neuroplasticité. La majorité d'entre eux ne sont donc pas aux prises avec la recherche clinique. Un seul scientifique, NS5, travaille sur la recherche de déterminismes génétiques dans le développement de pathologies au cours de l'ontogenèse cérébrale. Il est également le seul à ne pas s'être explicitement exprimé sur les relations entre activité de recherche et applications thérapeutiques.

D'une manière générale, les scientifiques soulignent l'insuffisance actuelle de connaissances fondamentales concernant les propriétés des CSE humaines permettant d'envisager, pour l'instant, la mise en œuvre de thérapies cellulaires cérébrales. Ils militent

pour la nécessité d'une recherche fondamentale, sur modèle animal, préalable à toute possibilité d'application thérapeutique. Cependant, s'exprime sur l'horizon thérapeutique qui peut être envisagé, une importante diversité de points de vue chez les chercheurs. Dans les discours, des représentations clairement positivistes se font jour chez certains alors que d'autres préfèrent souligner la complexité des relations entre recherche fondamentale et application thérapeutique dont ils relativisent les potentialités.

Un chercheur s'exprime ainsi sans réserves, et avec une forte cohérence de discours puisqu'il aborde deux fois la question selon la même perspective, sur la quasi automaticité de l'efficacité des thérapies cellulaires cérébrales à venir. Le neurobiologiste NS1 décrit dans un premier temps le « *besoin impératif d'augmenter notre connaissance* » sur les propriétés des CSE pour combler le large fossé qui sépare nos connaissances actuelles d'une éventuelle utilisation thérapeutique de ces cellules. A peine plus tard dans l'interaction, lorsqu'il est interrogé par une lycéenne qui exprime des doutes, il précise sa conception de l'articulation entre recherches fondamentales et applications thérapeutiques :

> Lycéenne 2 : même si vous y arrivez est ce que vous avez pas peur que
> NS1 (*qui l'interrompt*) : on y arrivera
> Lycéenne 2 : oui heu quand on y arrivera que par exemple pour certains malades hein
> NS1 (*qui l'interrompt à nouveau*) : c'est une question de moyens plus on aura de moyens plus de gens s'y mettront et plus vite on y arrivera / d'où la levée de bouclier qu'il y a eu récemment de la part des chercheurs français (NS1, LV1, 180504, 00 :35 :02).

Nous identifions dans les affirmations « *on saura forcément* » ou « *on y arrivera* », l'expression d'une représentation positiviste forte sous tendue par une idéologie du progrès scientifique. L'expression de cette idéologie ne semble d'ailleurs pas supporter les objections émises par l'étudiante (« *vous avez pas peur que* ») qui sont disqualifiées par le chercheur. D'ailleurs, l'évidence d'une perspective clinique inéluctable est, pour ce scientifique, un argument impératif quand à la nécessité de dépasser la recherche sur les modèles animaux et de permettre la recherche sur les CSE humaines. C'est bien ce qu'il exprime ainsi un peu plus tard dans la discussion en traçant une direction de recherche :

> Il faut de toute façon passer par les cellules souches humaines justement en vue de se rapprocher le plus vite possible des applications cliniques donc c'est indispensable de mon point de vue de chercheur de enfin c'est pas le mien c'est celui de tous les chercheurs du domaine (NS1, LV1, 180504, 01 :04 :22).

Le neuroscientifique NS1 exprime à cet égard son « point de vue de chercheur » avec une forte prise en charge énonciative. Notons qu'il se fait le porte parole de l'ensemble de la communauté de recherche laquelle, selon lui, milite également pour la possibilité de travailler sur les CSE humaines[205]. Ce que nous identifions ici comme l'expression d'une idéologie du progrès scientifique, n'est pas rare de la part de scientifiques impliqués dans la recherche fondamentale sur les CSE humaines, lorsqu'ils communiquent leur activité auprès du grand

[205] Rappelons qu'à l'époque où ce chercheur rencontrait les étudiants, c'est-à-dire au dernier trimestre 2004, la législation française interdisait toute recherche sur des CSE humaines. Aujourd'hui, certaines équipes peuvent travailler sur des lignées de CSE humaines mais la fabrication d'embryon (clonage dit thérapeutique) pour la recherche est interdite. Pour un aperçu des aspects législatifs, nous renvoyons le lecteur au chapitre III-2.

public. Nous y reviendrons, c'est à notre sens une façon de justifier l'intérêt social de leur recherche.

Si l'« espoir » suscité par les recherches sur les cellules souches embryonnaires est bien présent dans le discours des autres chercheurs, ces derniers non seulement relèvent la nécessité de recherches fondamentales avant d'envisager toute utilisation en termes de thérapie, mais aussi et surtout soulignent la complexité des articulations entre recherches fondamentales et applications thérapeutiques. L'aboutissement thérapeutique des recherches est alors envisagé au conditionnel. C'est par exemple le cas du chercheur NS6 qui met en avant l'espoir d'utilisation thérapeutique suscité par la découverte des CSE et qui, dans l'extrait suivant, répète l'expression « *beaucoup d'espoirs* » :

> Des maladies dont tout le monde a entendu parler comme Alzheimer ou Parkinson là on a beaucoup d'espoir / pas pour les années qui viennent hein parce qu'il y a encore pas mal de boulot à faire pour défricher mais on a beaucoup d'espoirs que peut être dans quelques décennies on n'aura pas seulement des outils pharmaceutiques des pilules mais on pourra peut être directement remplacer les cellules qui sont mortes à cause de la maladie qui ont dégénéré en faisant des greffes de cellules souches (NS6, LSC1, 110505, 00 :12 :20).

Mais l'optimisme du chercheur est ici pondéré par des « *peut être* » et l'horizon de l'utilisation thérapeutique des CSE est repoussé à « *quelques décennies* », ce qui a tendance à relativiser l'automaticité du couplage entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques.

De la même manière mais sans doute avec plus de précautions encore, NS3 aborde les possibilités d'applications thérapeutiques ouvertes par les recherches scientifiques sur les CSE humaines. Après avoir introduit son propos en soulignant qu'« *il y a énormément de travail à faire pour évidemment y arriver* », ce chercheur précise :

> On sait que ces cellules souches embryonnaires sont extrêmement riches euh pourraient être très précieuses pour la thérapie à l'avenir parce que ça fait plus d'une vingtaine d'années que les chercheurs travaillent déjà sur les cellules souches embryonnaires qui ont été prises qui ont été dérivées à partir de souris donc là on a pu effectivement montrer que ces cellules ont des capacités énormes et que potentiellement pour la réparation elles pourraient jouer un rôle majeur dans les réparations du système nerveux central (NS3, LP2, 180105, 00 :09 :00).

Puis un peu plus tard lorsque la question des applications thérapeutiques est abordée par une adolescente :

> Lycéenne (R) : Est-ce que grâce aux cellules souches on peut soigner d'autres maladies que les maladies neurodégénératives ?
> Alors euh pour le moment je dirai que chez l'homme non et comme je vous le disais chez l'homme même dans le cerveau à partir de cellules souches on en est encore à des essais cliniques qui sont rares et qui ne permettent pas encore mais peut être qu'ils seront enfin peut être assez rapidement dans le futur mais pour le moment on ne peut pas encore imaginer soigner une maladie neurodégénérative par la thérapie cellulaire par l'injection de cellules souches
> (NS3, LP2, 180105, 00 :22 :20).

Il est à noter dans cet extrait de discours que le neuroscientifique reformule sa proposition initialement à l'indicatif (« *sont extrêmement riches* ») pour proposer une forme conditionnelle (« *pourraient être très précieuses* » puis « *elles pourraient jouer un rôle*

majeur »). Il s'agit ici pour le chercheur de signifier à son auditoire le caractère hypothétique de l'utilisation des CSE à des fins thérapeutiques dans l'état actuel des connaissances. Cet effet est renforcé par l'utilisation de l'adverbe « *potentiellement* ». On peut remarquer, dans cette déclaration, la tension qui s'exprime entre une promotion de la recherche dans la perspective d'applications thérapeutiques et la prudence qu'impose la réalité de ces applications. Le scientifique hésite, reprend sa formulation « *mais peut être qu'ils seront enfin peut être assez rapidement dans le futur* ».

Un scientifique adopte, de ce point de vue, une posture différente. Le chercheur NS4 se limite en effet à évoquer la « *potentialité thérapeutique* » des cellules souches en soulignant les importantes lacunes de connaissances fondamentales relatives à la thérapie cellulaire. C'est sans doute le chercheur qui envisage avec le plus de relativisme (« *on est très très loin* ») les retombées thérapeutiques de ces recherches. Sans convoquer une terminologie empruntant à l'« *espoir* », le neuroscientifique NS4 précise en effet :

> « On sait pas beaucoup de choses hein on est encore très très loin de là / donc déjà on a les aspects fondamentaux on veut reculer les frontières du savoir et de la même façon qu'on envoie des sondes sur Mars Vénus je ne sais pas quoi là on veut vraiment connaître comment le système se développe déjà même si c'est une question / mais évidemment l'arrière pensée pour tout le monde c'est la potentialité thérapeutique qu'est ce qu'on peut faire avec ces cellules est ce qu'on va pouvoir les utiliser pour les traitements pour les diagnostics » (NS4, LV2, 080305, 00 :19 :40).

On le voit, c'est la forme interrogative qui est ici privilégiée par le chercheur (« *est ce qu'on peut* », « *est ce qu'on va pouvoir* »). Ce qui apparaît cohérent avec la suite de son discours lorsqu'il précise plus loin :

> On a trouvé d'autres voies (*que la thérapie cellulaire* NDR) qui étaient explorées en même temps et qui se sont avérées beaucoup plus intéressantes donc il ne faut pas dire notre avenir est là exclusivement il y a beaucoup de choses qui vont se passer dans les cellules souches c'est certain mais attention la recherche on ne peut pas la programmer d'une part on ne sait pas ce que ça va donner dans dix ans quinze ans vingt ans et peut être qu'on va arriver par d'autres voies. (NS4, LV2, 080305, 00 :43 :20)

Mais cette intervention est surtout originale, par rapport à celle des autres scientifiques qui se sont exprimés sur cet aspect, en ce qu'elle souligne l'impossibilité de s'assurer des débouchés thérapeutiques quels qu'en soient les délais de temps (« *on ne sait pas ce que ça va donner dans dix ans quinze ans vingt ans* ») et donc la grande difficulté à « *programmer* » les résultats de la recherche. Cette séquence de discours résonne en écho avec la prudence critique de ce même chercheur lorsqu'il avait abordé un peu plus tôt la question du clonage thérapeutique. Convoquant les possibilités d'avancées sur les traitements immunosuppresseurs, les résultats très mitigés des premiers essais thérapeutiques, il avait envisagé que « *peut être on on aura rien à faire du clonage* », poursuivant dans ces termes :

> C'est pas la seule voie les cellules souches c'est pas la seule voie c'est une voie elle est étudiée on étudie toutes les possibilités mais peut être les résultats ne viendrons pas de là […] et on a essayé beaucoup les greffes sans succès / il y a très peu de résultats positifs dans tout ça et il y a même des résultats très négatifs (NS4, LV2, 080305, 00 :41 :40).

C'est donc avec une grande cohérence de discours que ce chercheur relativise les retombées thérapeutiques de la recherche sur les CSE humaines. La nécessité d'un effort « général » de

recherche fondamentale est ici soulignée, mais son orientation pour une application thérapeutique donnée est fortement relativisée.

Enfin, les deux derniers chercheurs ne se sont exprimés que rapidement sur les relations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques. Cet enjeu de la communication vers le public adolescent n'a pas été identifié par ces deux chercheurs (qui sont d'ailleurs les plus jeunes de notre panel) comme majeur. Ce qui est mis en avant, c'est alors la nécessité de recherches sur modèle animal avant une éventuelle utilisation des CSE chez l'homme dans le cadre du traitement de maladies neurodégénératives. Le neuroscientifique NS2 précise sans développer plus avant :

> Si la législation autorisait les études sur les cellules souches humaines je pense qu'il y aurait beaucoup d'études en recherche avant de mettre en application clinique (NS2, LP1, 110105, 00 :27 :00).

Prenant comme exemple la possibilité (« *si on pouvait le faire* ») du traitement par thérapie cellulaire d'un « *infarctus du myocarde* », le chercheur NS7 met en avant les résultats thérapeutiques obtenus sur modèle animal. L'emploi de forme conditionnelle signale que les perspectives thérapeutiques en sont encore au stade d'« idées ». Pourtant le neuroscientifique NS7 précise que les recherches effectuées chez l'animal permettent d'envisager une utilisation thérapeutique chez l'homme (« s*i ça marche chez l'animal ça devrait marcher chez l'homme* ») :

> Chez ces animaux lorsqu'on greffait les bons neurones enfin ceux qui étaient atteints dans la maladie on arrivait à voir au niveau de ces neurones parfois une reconstitution des connexions normales que ces neurones devraient avoir avec leurs voisins parfois une fonctionnalité et parfois une restitution de la fonction ou au moins quelques bribes de fonctions donc si ça marche chez l'animal ça devrait marcher chez l'homme (NS7, LSC2, 180505, 00 :18 :40).

Finalement, si l'exposé des limites de la connaissance sur les propriétés des CSE semblait fédérer l'ensemble des chercheurs dans une volonté de « montrer la science en train de se faire », la situation est différente concernant la présentation des articulations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques. En effet, cette dimension des discours de scientifiques apparaît beaucoup moins consensuelle.

Une majorité de scientifiques relèvent l'« espoir » de prolongements thérapeutiques, qu'ils jugent fondé, suscité par les recherches sur les potentialités des CSE humaines. Les possibilités de thérapie cellulaire constituent d'ailleurs le point fort de leur argumentation en faveur d'une utilisation des CSE humaines à des fins de recherche. C'est une façon de légitimer l'intérêt de leurs propres recherches aux yeux des non-spécialistes. La recherche n'est pas présentée comme une quête de connaissances nouvelles mais plutôt comme une possibilité de progrès social, médical en l'occurrence. Ces chercheurs prennent cependant soin d'insister sur l'instabilité et le caractère parcellaire des connaissances dans ce domaine. Cette restriction les amène à soulever la difficile prédictibilité des possibilités d'applications thérapeutiques envisageables.

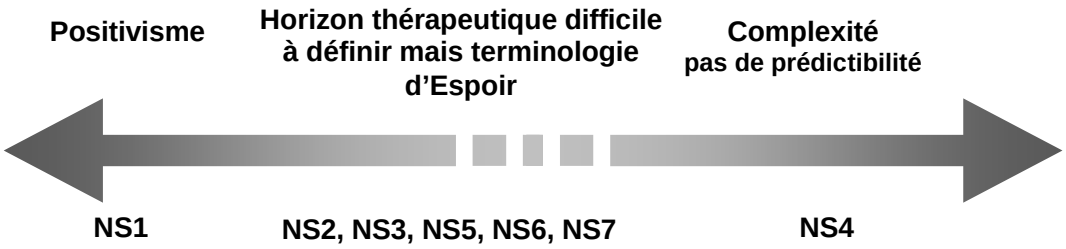
Un chercheur en revanche se montre très confiant dans les perspectives thérapeutiques qui feront suite aux recherches sur les CSE humaines. La thérapie cellulaire est présentée comme un débouché inéluctable des recherches fondamentales déjà engagée. Ce n'est qu'une question de temps et de moyens. Cette position, que nous identifions comme l'expression

d'un positivisme assumé, n'est pas sans rappeler l'argumentation, nous y reviendrons, en faveur de la recherche sur les thérapies géniques.

C'est sans doute la conscience de ce mouvement qui amène un chercheur à communiquer une conception tout à fait différente des articulations entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Nous l'avons vu, le chercheur concerné milite en faveur d'un effort global de recherche en argumentant de la non-prédictibilité des prolongements rendus possibles par les développements d'un domaine de la recherche fondamentale. Cette diversité de posture est résumée dans la figure 29.

A l'issue de ce première étape de notre analyse, nous sommes en mesure de préciser comment les chercheurs ont présenté les connaissances de sciences et sur les sciences au cours de leur consultation par les adolescents.

Figure 29 : Schéma représentant les différentes postures adoptées pour communiquer les relations entre recherche et applications thérapeutiques



IV-6-3 Les chercheurs, des traducteurs comme les autres ?

Il apparaît que les choix cognitifs opérés par les scientifiques concernant les concepts présentés dans le cadre de la mise en débat des utilisations des CSE humaines sont relativement homogènes. Il s'agit de la définition et des propriétés des CSE humaines, des modalités de leur obtention (dont le clonage avec transfert nucléaire) ainsi que de leurs possibles utilisations. En revanche, les niveaux de formulation avec lesquels ces concepts sont présentés, sont très variables d'un chercheur à un autre, comme en témoigne le lexique mobilisé. La capacité à s'adapter à l'auditoire d'adolescents relève de choix didactiques dans lesquels l'expérience personnelle antérieure de communication avec des non-spécialistes est déterminante. Cette dimension des discours de scientifiques interroge la pertinence de l'intervention des chercheurs les moins expérimentés auprès d'un public de lycéens, du moins lorsqu'il s'agit d'envisager la clarification des concepts scientifiques qui se rapportent à la thématique des CSE humaines.

En revanche, les discours de communication de l'ensemble des chercheurs traduisent une volonté de fournir aux lycéens des éléments de compréhension de la nature des sciences. Ce sont essentiellement les limites des connaissances scientifiquement validées que les chercheurs s'appliquent à dessiner. L'incertitude de certains savoirs scientifiques est présentée, plus que leur caractère instable. De ce point de vue, les choix épistémologiques des

chercheurs inscrivent le mouvement de construction des savoirs scientifiques dans une perspective cumulative. Selon cette perspective, il s'agit de prospecter les domaines d'ignorance ; les savoirs ne sont pas présentés comme instables, confrontés à des savoirs antérieurs, dans une critique rationnelle collective et systématique.

Pourtant, les conditions de production de ces savoirs, au premier rang desquelles le débat contradictoire entre pairs, sont abordées par les chercheurs lorsqu'ils s'adressent aux lycéens. Mais cette dimension des discours de communication n'est réellement prise en charge que par la moitié des scientifiques. Selon cette double caractéristique, les savoirs scientifiques présentés par les chercheurs se distinguent de « ce qui est vrai » et ne sont pas déconnectés de leurs conditions de production. Dans cette mesure, la modalité de vulgarisation dont il est question, une rencontre entre un chercheur et des non-spécialistes, ne peut être taxée d'entretenir un quelconque mythe de scientificité. Elle ne participe pas non plus d'une procédure de disqualification des non-spécialistes qui procèderait d'une mise en spectacle d'un infranchissable « knowledge gap » leur interdisant le partage du savoir. A n'en pas douter, les critiques adressées aux vulgarisateurs dans le cadre du paradigme du « troisième homme » ne résistent pas à l'analyse des discours de communication produits par les chercheurs.

Il est à souligner que les pratiquants de la recherche n'envisagent que partiellement l'exposé des éléments permettant de saisir la façon dont se construisent les connaissances scientifiques (principe de validation par les pairs, processus de publication, dimension collective de la recherche). Autant d'idées de sens commun pour les chercheurs qui n'identifient pas l'intérêt de communiquer à des non-spécialistes ces dimensions de leur activité. Les limites qui sont pointéess dans les discours des chercheurs quant à leur capacité à « montrer la science en train de se faire » sont plus encore perceptibles lorsque les relations entre recherche et applications thérapeutiques sont envisagées.

Contrairement à l'exposé des limites des connaissances relatives aux propriétés des CSE qui semblait fédérer l'ensemble des chercheurs, ce point est l'occasion de révéler une réelle diversité de postures épistémologiques. Nous avons vu que, s'il est possible d'identifier chez un chercheur l'expression d'une idéologie positiviste du progrès scientifique, la majorité des scientifiques insiste sur la prudence avec laquelle il est nécessaire d'envisager la faisabilité des thérapies cellulaires cérébrales. Mais ils le font tout en exprimant l'espoir de prolongements thérapeutiques que portent leurs recherches. Un seul chercheur, NS4, adopte une posture réellement différente. Ce dernier souligne la complexité des relations entre les recherches, qui plus est fondamentales, et les applications thérapeutiques dont les premières sont censées être porteuses. La reconnaissance de la difficile prédictibilité des résultats de recherche, dont il expose le constat, l'amène à promouvoir une recherche fondamentale globale, n'excluant aucune piste au profit d'une autre, fût-ce une piste aussi prometteuse que les thérapies utilisant des CSE.

Il est intéressant de remarquer, et on peut le faire en rapprochant les figures 28 et 29, qui schématisent les postures adoptées par les chercheurs pour présenter respectivement la nature des sciences et les relations entre recherche et applications thérapeutiques, que ce chercheur est également celui qui expose le plus largement les éléments relatifs au fonctionnement de la science. La corrélation entre les deux schémas est en effet apparente. Les chercheurs qui

abordent le moins les différentes dimensions de la nature des sciences sont également ceux qui relativisent le moins les connaissances de recherche pour ce qui concerne les possibilités d'applications thérapeutiques. On peut avancer l'hypothèse que, pour la majorité des chercheurs, tout se passe comme si la relativisation des savoirs scientifiques, qu'autorisent les éléments de connaissances sur la science, fragilisait ces savoirs alors même que ces derniers légitiment leur consultation en tant que spécialistes.

Quelles que soit les hypothèses explicatives qui peuvent être proposées, il n'en reste pas moins que, à la lumière des limites que nous venons de soulever, la prise en charge de la diffusion des sciences par les chercheurs n'est pas exempte de critiques. Qu'elle soit assurée par un « troisième homme » vulgarisateur ou par un scientifique la communication des sciences à un public de non-spécialistes relève donc d'un exercice délicat. Les résultats que nous présentons permettent d'éclairer notre premier problème de recherche. En dépassant l'analyse critique des limites de la communication des sciences par un chercheur, ils pointent à notre sens la faiblesse du paradigme de la rupture. Il n'est pas surprenant que les critiques que nous adressons aux discours de communication des chercheurs se concentrent sur les séquences où sont abordées les relations entre recherches sur les CSE humaines et possibilités d'applications thérapeutiques. Parce qu'elle se rapporte à une question de santé, cette dimension des débats est largement présente dans la société. Or le paradigme de rupture repose sur une dichotomie entre énoncés scientifiques épistémologiquement « purs » et énoncés de vulgarisation. C'est bien cette dichotomie que nous remettons en cause, à la suite de nombreux auteurs, d'autant plus que nous envisageons ici des questions scientifiques ayant de fortes implications sociales. C'est pourquoi nous rejoignons Jacobi, lorsqu'il souligne que l'analyse des processus de communication des sciences, envisagée dans le cadre de ce paradigme, relève finalement d'un « *espoir insensé que la vulgarisation réunisse les conditions d'un débat parfaitement démocratique que les autres instances de la société sont incapables de créer* » (Jacobi, 2001, p. 142).

C'est également la raison pour laquelle nous situons notre réflexion à venir dans le cadre du paradigme de continuité des pratiques de sociodiffusion des sciences en envisageant plus une circulation des savoirs scientifiques dans la sphère sociale, qu'une transmission ou une traduction ou encore une trahison de ces savoirs. Car rappelons-le, cette partie de notre travail de recherche n'est pas sous-tendue par une intention éducative, contrairement à la précédente, où la transmission de connaissances prenait tout son sens. C'est selon ce modèle que nous abordons les relations entre connaissances et opinions dans les discours des chercheurs. Pour situer notre propos au sein du noyau dur des concepts scientifiques présentés par les chercheurs, précisons que les connaissances sur lesquelles nous nous focaliserons pour aborder ces relations se rapportent aux différentes dimensions d'obtention et d'utilisation des CSE humaines.

CHAPITRE IV-7
DISCOURS DE COMMUNICATION ET REPRESENTATIONS DES RELATIONS ENTRE CONNAISSANCES ET OPINIONS

Dans cette deuxième partie de notre questionnement de recherche, l'objectif est d'envisager la façon dont les discours des chercheurs révèlent et sont orientés par leurs représentations des relations entre sciences et société. Car la thématique de débat retenue, les utilisations des CSE humaines, est caractérisée par l'importance de ses dimensions sociales. Nous déplaçons donc notre spectre d'analyse. Il s'agit de s'éloigner plus encore d'une perspective où les savoirs scientifiques et leurs conditions de production sont considérés comme référents normatifs pour aborder certaines caractéristiques de leur circulation sociale. Selon le modèle de circulation sociale des savoirs que nous utilisons, nous nous focalisons donc sur les éléments de discours des chercheurs où sont envisagées les dimensions sociales de la question socio-scientifique mise en débat. Nous retenons comme dimensions sociales de la question des utilisations des CSE humaines les aspects économiques, législatifs et éthiques.

Dans un premier temps, nous nous attacherons à illustrer la diversité avec laquelle sont envisagées les dimensions économiques et législatives de l'activité de recherche dans les discours de communication des différents chercheurs consultés. Nous voulons rendre compte de la manière dont est présenté l'ancrage social de la question socio-scientifique autour de laquelle les chercheurs sont consultés. Il s'agira surtout de souligner la spécificité de la situation de communication que nous prenons comme objet de recherche, l'inscription évidente de valeurs, d'opinions dans les discours produits.

Dans un deuxième temps, il sera question de se focaliser sur ce que ces discours révèlent des relations entre connaissances et opinions personnelles lorsque les chercheurs abordent les implications éthiques des recherches sur les CSE humaines et sur leurs possibilités d'applications thérapeutiques. Ce questionnement sera mis en relation avec ce que nous savons des représentations des chercheurs quand aux relations entre connaissances et opinions. Nous faisons l'hypothèse que la fonctionnalité de ces représentations se traduit par une orientation des discours de communication. Ce questionnement suppose également que les discours de communication des chercheurs inscrivent des valeurs pour lesquelles il est possible d'identifier, grâce à une approche sociolinguistique, des traces, dans la langue.

IV-7-1 Des sciences en société ?

Il est tout d'abord à souligner que les dimensions économiques et législatives de la recherche scientifiques occupent une place très marginale dans les discours des chercheurs consultés dans le cadre des débats sciences et société, organisés au sein de la structure de médiation *Hippocampe*. Les quelques épisodes de discours dans lesquelles ces dimensions sont envisagées concernent cinq chercheurs sur sept pour ce qui est des aspects législatifs. Ils ne sont que trois sur sept à avoir abordé le financement de la recherche scientifique et plus généralement ses relations avec les activités économiques. Autant le dire d'entrée, nous travaillons là sur une frange quantitativement étroite des discours des chercheurs.

Aspects économiques et recherche scientifique

Les liens entre recherche scientifique, activités économiques et sphères financières ne constituent pas un élément déterminant du discours des scientifiques consultés par les lycéens, y compris lorsque les chercheurs se sont attardés sur le fonctionnement de la science. Deux chercheurs n'ont pas été amenés ni n'ont choisi de s'exprimer sur cette dimension de la recherche scientifique et médicale.

Pour autant les enjeux financiers des recherches ayant trait à la médecine régénérative n'en sont pas moins énormes. Rappelons que L'importante société de recherche privée *Advanced Cell Technlogy* rassemble aux Etats-Unis un groupe de chercheurs, dirigés par Robert Lanza, qui participe activement aux débats scientifiques relatifs à l'obtention et à l'utilisation de lignées de CSE humaines[206]. Bien que, comme nous l'avons discuté précédemment, l'horizon thérapeutique de l'utilisation des CSE humaines demeure très ouvert, plusieurs sociétés privées marchandent, d'ors et déjà, des services de conservation.

L'intervention du chercheur NS5 est un peu en marge de celles des autres puisqu'elle vise à alerter les jeunes citoyens sur le coût social des dépenses publiques de santé (« *ça c'est un problème de société* » mentionne-t-il). Ce chercheur s'est d'ailleurs largement attardé sur des problèmes de santé publique et plus particulièrement sur les usages des drogues (cannabis et alcool). Il a présenté en quoi le cerveau est « *un organe qui est sensible en fait à beaucoup de choses, l'alcool les drogues les médicaments* », pour mieux responsabiliser les adolescents sur leurs usages et sur leurs attentes vis-à-vis de la recherche scientifique. L'objectif était clairement de mettre en garde contre une vision consumériste de la médecine. On peut dire que ces propos s'inscrivaient dans la promotion d'une culture citoyenne du bien public de santé.

En ce qui concerne plus précisément les dimensions économiques de l'activité de recherche, trois chercheurs abordent spontanément la question du financement de la recherche et de ses conséquences. Pour le premier d'entre eux, le neuroscientifique NS1, c'est l'occasion dans un premier temps de déplorer le « *manque de moyens de la recherche* »

[206] Nous renvoyons ici le lecteur au chapitre III-2, pour plus de détails sur le débat scientifique.

publique française. Il fait référence au mouvement de contestation *Sauvons la Recherche* initié six mois plus tôt[207]. Un peu plus tard dans son discours, NS1 revient sur la baisse du financement public de la recherche scientifique :

> Et nous là actuellement dans les labos on commence à être au chômage technique c'est à dire qu'on a une expertise moi en ce moment je suis en train de vous parler je perds pas de temps à l'échelle de l'année là ça n'aurait pas été le cas il y a trois ans là on ne finit pas l'année avec le budget qu'on a cette année on est fonctionnaire bon on est en poste on est censé faire notre horaire on va le faire mais on va le faire en lisant les découvertes des autres des américains et on se tourne les pouces et on est payé par l'état pour ça / on n'a plus assez de moyens pour fonctionner toute l'année / alors on court de plus les sources de financement / moi j'ai passé toute l'année à faire des demandes de fric (NS1, LV1, 180504, 01 :13 :42).

Ce chercheur s'indigne des conditions de financement de la recherche publique française, après avoir relevé un peu plus tôt ce qui, selon lui, justifie l'importance de la maîtrise des thérapies cellulaires, à savoir la gratuité de l'accès aux soins et l'indépendance nationale en matière de santé.

L'optique est bien différente pour les deux autres chercheurs qui ont spontanément introduit les dimensions économiques de la recherche scientifique. Il s'agit de préciser aux étudiants l'importance économique de la recherche scientifique et la marchandisation dont elle fait l'objet. C'est le point de vue adopté par le scientifique NS4 qui, en réponse à une question de lycéen relative à la découverte supposée d'un facteur agissant sur les cellules souches, rappelle que :

> Toutes les boîtes pharmaceutiques sont là dedans puisque les enjeux sont importants si vous trouvez le bon produit vous ferez des millions de dollars de bénéfices (NS4, LV2, 080305, 00 :23 :20).

De même, après avoir relevé les risques de marchandisation du vivant (trafics d'organes et trafics possibles d'embryons), le scientifique NS5 précise :

> Aujourd'hui vous savez la biologie la recherche ça fait partie de la société notamment la recherche médicale c'est quand même un domaine ça a un poids sur la société je veux dire financier et autre c'est un domaine d'activité important parce que derrière ça bon il y a les chercheurs mais il y a aussi tout ce qui va avec après hein les entreprises de biotechnologie […] / pour eux c'est du business ça sera du business (NS5, LB, 150305, 00 :30 :58).

On peut remarquer dans ce discours l'expression d'une distinction, voire d'une opposition, nous y reviendrons, entre recherche publique et entreprises libérales (« *il y a les chercheurs mais il y a aussi tout ce qui va avec après les entreprises de biotechnologie* »).

Un scientifique a été plus précisément interrogé, à deux reprises, par les lycéens sur la dimension économique de la recherche. Dans un premier temps, une étudiante a questionné le chercheur sur le type de financement de la recherche comme en témoigne l'échange suivant :

> Lycéenne : Et heu vous êtes financée par l'état ?
> NS6 : Ouais non moi je suis chercheur CNRS […] donc comme les chercheurs INSERM, INRA, et cetera c'est des organismes de recherche d'état donc je suis fonctionnaire et salariée de l'état
> Lycéenne : Et est ce qu'il y a des instituts privés ?

[207] Pour plus de détails sur ce mouvement de revendication des chercheurs, voir le site : http://recherche-en-danger.apinc.org/ (site consulté le 28 juillet 2007 30 juin 2007).

NS6 : Des instituts privés non mais il y a de la recherche dans le privé dans des entreprises pharmaceutiques des entreprises donc il y a des boîtes de biotechnologies il y a des boîtes privées dans lesquelles on peut faire de la recherche donc c'est vrai qu'on a si on veut faire de la recherche on a toujours le choix entre la recherche publique et la recherche privée sachant que c'est un petit peu c'est des métiers bon évidemment il y a des points communs mais c'est un petit peu différent.
Lycéenne : c'est quoi qui est ?
NS6 : la recherche privée ne fera pas de la recherche fondamentale si tu veux faire de la recherche fondamentale ce sera quasiment en France que dans le public que tu peux la faire la recherche dans le privé ce sera quelque chose de très appliqué c'est dans un but heu de profit le privé d'accord donc il faut que ce soit rentable donc c'est de la recherche du développement de certains médicaments heu de nouvelles molécules et cetera donc c'est beaucoup plus ciblé c'est beaucoup plus directement applicable mais bon il y a de la recherche privée
(NS6, LSC1, 110505, 00 :42 :40).

La série de questions de l'étudiante semblait vouloir engager une discussion sur l'importance des modes de financement (public ou privé) dans l'orientation des recherches. Au-delà de l'apparent malaise du scientifique à répondre à cette question, on remarquera que le scientifique s'en tient à préciser les différences entre recherche fondamentale et recherche appliquée. On retrouve ce que nous venons de voir dans l'extrait de séquence précédent, sans pour autant que ne soit approfondie la réalité des financements de la recherche publique française et ses conséquences sur l'orientation des thématiques qui retiennent l'intérêt des scientifiques. Financement qui, comme l'ont précisé les chercheurs lors des entretiens postérieurs aux rencontres avec les lycéens, est à hauteur de cinquante pour cent du budget de fonctionnement des laboratoires de recherche. On peut penser que s'exprime là une difficulté du scientifique à clarifier, auprès des lycéens, les enjeux financiers de son activité professionnelle. Cette difficulté se traduit, au niveau du discours, par des hésitations et des contradictions : « *des instituts privés non mais il y a de la recherche dans le privé heu* ». C'est sans doute pour cette raison qu'un peu plus tard dans la discussion, le scientifique NS6 est à nouveau interrogé, dans un deuxième temps, mais de manière plus explicite cette fois, par un lycéen sur l'importance et le rôle des financements dans la recherche :

Lycéen 1 : c'est la question de Selim à la base / Quel rôle ont les fonds ?
MC : quel rôle ont les ?
Lycéen 1 : Les fonds
NS6 : les quoi ?
Lycéenne : Les fonds dans le sens l'argent
Lycéen 1 : Les fonds financiers
NS6 : Ah les fonds dans la recherche ?
Lycéen 2 : Non non dans le football (*Rires*)
NS6 : he ben pour faire de la recherche il faut avoir de l'argent ça coûte cher ça coûte cher hein les produits le matériel les engins sophistiqués heu le personnel et cetera donc
Lycéenne : mais du coup est ce que par exemple le clonage thérapeutique il sera accessible à tous si jamais heu si jamais c'est autorisé
NS6 : Après c'est des c'est des choix de société hein il faut voir il y a des traitements qui sont très onéreux il y a des thérapies contre le cancer contre les greffes et cetera c'est très onéreux maintenant c'est des choix de société est ce que c'est pris en charge par l'aide sociale et cetera
Lycéenne : oui mais madame on en revient toujours à ce que je vous disais tout à l'heure si par exemple heu si donc ma grand-mère elle a Alzheimer
NS6 : Vous savez à partir du moment où c'est disponible en France je veux dire la France est un pays qui est particulièrement social de ce point de vue là au niveau de l'accès aux soins c'est un des pays
Lycéenne : Si c'est pas l'accès pour tout le monde à quoi sert la science alors ?

> NS6 : Tu me dirais la même chose aux Etats Unis je serai assez d'accord avec toi mais dans un pays comme la France il y a une égalité face aux soins qui n'existe quasiment qu'ici donc s'il y a un lieu où on pourrait en bénéficier c'est bien c'est bien en France / par contre attendez ça pose d'autres problèmes il faut pas faire du tout rose et cetera le clonage thérapeutique ça pose d'autres problématiques même thérapeutiques par exemple (NS6, LSC1, 110505, 00 :45 :00).

Si ces larges extraits sont reproduits, c'est parce qu'ils révèlent à notre sens la prudence, voire ici la pudeur, avec laquelle sont envisagées les relations entre sciences et activités économiques. Il est intéressant de noter que l'interrogation des lycéens sur le financement de la recherche est à nouveau disqualifiée dans ce deuxième épisode. La discussion est déplacée par le scientifique vers l'accessibilité aux soins dans un premier temps, puis vers des « *problèmes thérapeutiques* » dans un second temps. C'est alors l'occasion pour le chercheur de légitimer son activité de recherche puisque les applications thérapeutiques qui peuvent en découler sont également accessibles pour tous les citoyens français, grâce au système d'« *aide sociale* », présenté en opposition avec le système nord-américain (« *dans un pays comme la France il y a une égalité face aux soins* »).

L'analyse de ces interventions fait apparaître que l'explicitation de la dimension économique de la recherche scientifique est faiblement mais diversement abordée par les chercheurs consultés. Les modalités de financement de la recherche, y compris publique, les questions posées par les relations avec la sphère privée sont pour le moins difficiles à envisager avec un public de lycéens. Lorsqu'ils n'ont pas fait le choix d'occulter ces questions, les chercheurs restent plutôt évasifs sur cette dimension des relations entre sciences et société. Nous faisons l'hypothèse que ce retrait tient dans une volonté de ne pas s'engager trop avant sur un terrain où les valeurs, les opinions personnelles, s'expriment nécessairement. Nous revenons par la suite en détail sur cet aspect du problème. Car il existe d'autres thématiques abordées lors de la rencontre où sont envisagées les relations entre sciences et société.

Les dimensions législatives des recherches sur les CSE humaines constituent en effet le deuxième lieu de rencontre où s'expriment les relations entre sciences et société. Qu'en est-il des discours des chercheurs sur ce point ?

Recherche scientifique et encadrement législatif [208]

L'encadrement législatif des activités de recherche scientifique a été abordé par une majorité de neuroscientifiques, abordé mais très rarement introduit. C'est en effet généralement en réponse à des questions posées par les lycéens que les scientifiques se sont exprimés sur cette dimension de la question des utilisations des CSE humaines. Les chercheurs ont été questionnés dans ce sens lorsque les utilisations des CSE humaines (pour la recherche et pour des tests thérapeutiques) mais aussi les modalités d'obtention (prélèvement sur un embryon existant ou créé par clonage thérapeutique) ont été envisagées. Bien que l'on trouve, dans les discours de certains chercheurs, des éléments qui se rapportent à l'encadrement législatif des tests thérapeutiques et du clonage reproductif, nous nous

[208] Quelques éléments concernant la législation et son évolution sont présentés dans le chapitre II-2, auquel nous renvoyons le lecteur.

focaliserons sur le cadre législatif relatif à l'utilisation des cellules souches embryonnaires humaines et au clonage thérapeutique. Nous relevons, d'une part, la présentation par les chercheurs des encadrements législatifs de ces activités. D'autre part, la façon dont ils apprécient les différentes législations nationales, que leurs jugements soient ou non explicites au sein de leurs discours, sera envisagée.

Tous les neuroscientifiques qui sont intervenus travaillent d'une manière générale sur le développement et la maturation du système nerveux. Ils sont en ce sens tous spécialistes de la neurogenèse cérébrale et les cellules souches nerveuses font partie des objets de recherche qui caractérisent leurs champs d'investigation. Cependant les problématiques de recherche de chacun les amènent à utiliser des modèles expérimentaux variés. Nous avions déjà précisé qu'un seul de ces chercheurs était institutionnellement proche de la recherche clinique et travaillait sur l'homme, mais selon une approche consistant à rechercher des déterminants génétiques à des pathologies cérébrales de développement. Les autres neuroscientifiques de notre panel travaillent sur des modèles animaux. Aucun des chercheurs n'est donc directement aux prises avec l'éventuelle manipulation de CSE humaines. Ceci peut expliquer la relative méconnaissance dont font preuve trois de ces scientifiques concernant la législation nationale en vigueur au moment de leur intervention. Il s'agit en l'occurrence de la loi de bioéthique de 1994 aisni que de la révision et des moratoires dont elle a été l'objet. Il faut préciser que la législation française, avec la levée d'un moratoire début 2005 sur l'interdiction de l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche, était en pleine évolution lorsque ces scientifiques sont intervenus.

Quand ils sont interrogés par les lycéens, les scientifiques qui connaissent peu les contraintes légales appliquées à l'utilisation des CSE, argumentent d'ailleurs de la distance de leur thématique de recherche à cette question. Dans ces cas, les discours des chercheurs sont alors ponctués par des propositions du type « *ce n'est pas trop mon domaine* », « *je ne suis pas directement concerné* », ou encore « *apparemment alors je ne connais pas exactement les textes de loi* ». L'échange suivant peut être proposé à titre d'exemple :

> Lycéenne : Au niveau de la législation on en est où exactement la loi elle permet quoi et qu'est ce qu'elle qu'est ce qu'elle empêche pour les cellules souches et cætera ?
> NS1 : ben heu provisoirement elle empêche l'expérimentation sur les cellules souches humaines / bon alors je ne suis pas directement concerné parce que de toute façon heu sans rentrer dans le détail de ma thématique d'équipe de laboratoire je travaille sur modèle animal […] là c'est l'interdiction de travailler sur les cellules souches humaines.
> Lycéenne : il y a une loi qui dit ça.
> NS1 : alors je ne sais pas où on en est de l'état exact est ce que c'est une loi un décret
> (NS1, LV1, 180504, 01 :18 :22).

Les quatre autres neuroscientifiques (NS2, NS3, NS4, NS6) ont à l'inverse une connaissance relativement précise du cadre juridique dans lequel s'inscrit leur activité. Ils présentent la législation relative à l'utilisation des CSE à des fins de recherche en insistant sur l'évolution récente de cette législation. Le chercheur NS3 introduit par exemple spontanément les aspects législatifs dans la discussion :

> En France depuis cet été on peut travailler sur les cellules souches embryonnaires humaines mais c'est tout récent ça a quelques mois jusqu'à présent c'était interdit la loi l'interdisait (NS3, LP2, 180105, 00 :08 :20).

Ces éléments sont repris un peu plus tard dans un épisode de l'interaction où le même chercheur introduit également la diversité des législations nationales sur cette question :

> Les cellules humaines sont accessibles depuis peu en France depuis un peu plus longtemps dans certains pays puisque chaque pays a sa législation à ce niveau hein vous savez qu'il y a des problèmes liés à cette législation éthiques heu et économiques aussi mais surtout des problèmes éthiques (NS3, LP2, 180105, 00 :11 :00).

La présentation comparée de différentes législations nationales apparaît d'ailleurs comme une constante des discours des chercheurs qui sont intervenus sur ce thème. C'est ainsi le cas du scientifique NS4 qui insiste sur l'encadrement législatif de son activité de recherche en situant l'évolution de la législation française par rapport à d'autres législations (noter la proposition « mais il y a des pays ») :

> Lycéen (R) : et par rapport euh pour en revenir aux embryons en fait c'est toléré dans une certaine mesure c'est ça ?
> NS4 : Non en fait en France il avait été adopté une partie dans laquelle on interdisait tout essai sur l'embryon c'est pas parce que l'embryon a un statut en soi mais parce que on pensait toucher à l'homme à la frontière de l'homme / qu'est ce que c'est que l'homme / est ce qu'on a le droit de le faire et ils nous avaient autorisés à travailler avec des lignées cellulaires donc c'est des cellules du rein immortalisées à partir d'une cellule humaine et c'était la limite qui avait été donnée mais il y a des pays dans lesquels on peut travailler sur les cellules souches prélevées à partir des embryons / vous savez qu'il y a toujours des embryons issus de la procréation in vitro / ils sont implantées pour les femmes qui ont des difficultés pour avoir un enfant et ces embryons sont congelés et si jamais ils doivent être utilisés / parce que il y a des taux d'échec dans la procédure et au bout d'un certain temps on ne sait pas quoi faire avec ça ils sont congelés et ils restent dans les congélateurs sans plus et donc euh on a dans certains pays la possibilité de travailler avec ces cellules maintenant en France on va pouvoir travailler avec ces cellules (NS4, LV2, 080305, 00 :18 :40).

On peut noter que la présentation des aspects législatifs est l'occasion pour ce chercheur de revenir sur des concepts scientifiques, tels que celui d'embryon surnuméraire, pour en clarifier le sens. Cette tendance se retrouve dans certaines séquences des discours proposés par les chercheurs NS2 et NS3. On peut aussi remarquer dans l'épisode reproduit ci-dessous, la précision du propos dans la présentation du calendrier législatif et dans la comparaison entre les différentes législations nationales (« *selon les pays* », « *les pays anglo-saxons* », « *les pays du sud de l'Europe* », « *en Angleterre* », « *en France* ») :

> Ça a changé / alors selon les pays effectivement la législation est pas du tout la même de manière générale disons c'est les pays anglo-saxons qui ont la législation la plus permissive et plutôt les pays du sud de l'Europe qui ont la législation la plus stricte pour l'instant sur l'utilisation de cellules souches embryonnaires / enfin on parle juste de cellules souches embryonnaires donc aux Etats Unis elle était autorisée uniquement dans un but de recherche sans but de clonage je vous l'ai dit tout à l'heure les cellules souches servent pas forcément au clonage et la législation sur le clonage interdit le clonage à but reproductif / aux Etats Unis c'était autorisé mais ils ont changé la législation il y a quelques mois sous l'influence du président Bush et donc là c'est un peu une question ouverte ils savent pas trop finalement si ça va être autorisé ou pas les chercheurs se battent et se mobilisent aux Etats Unis pour que la législation leur permette toujours d'utiliser les cellules souches embryonnaires humaines / sinon en Angleterre la législation a autorisé il y a deux ans l'utilisation de cellules souches embryonnaires humaines mais avec un comité un peu comme le comité d'éthique qu'on a en France qui doit à chaque fois vérifier dans quel objectif les chercheurs veulent les utiliser et donner son autorisation ou ne pas donner son autorisation donc c'est autorisé mais avec vraiment un contrôle vraiment au cas par cas / en France pour l'instant ce n'est pas autorisé sauf si ça a changé pour l'instant en France ça n'est pas autorisé ils revoient les

> lois régulièrement tous les quatre ans ils se disent bon est ce qu'on va changer est ce que les connaissances ont changé voir si on change la loi ou pas (NS2, LP1, 110105, 00 :29 :40).

Mais ce que l'on retient ici, c'est la volonté de distinguer et de préciser à quels concepts scientifiques s'appliquent ces différentes législations. Le chercheur NS2 souligne la différence entre recherche sur les CSE humaines et clonage par exemple. Il distingue par la suite les législations du clonage reproductif et celles du clonage thérapeutique.

Le scientifique NS3 situe également avec précision (« *récemment ça date de fin de décembre 2004 là on a maintenant le droit* ») l'évolution de la législation française concernant les recherches sur les CSE humaines. Il distingue, parmi les origines potentielles de CSE humaines, celles qu'il est possible d'utiliser dans le cadre de recherches scientifiques. Il s'agit des prélèvements effectués sur les embryons surnuméraires issus de fécondation in vitro. Son propos est articulé autour de formulations telles que « *ce qu'on ce qu'on a l'autorisation de faire maintenant et que l'on avait pas* » ou encore « *ça c'est l'avancée qu'il y a eu cette année par rapport à aux années précédentes parce que avant on n'avait pas le droit du tout de travailler sur les cellules souches embryonnaires humaines* » (NS3, LP2, 180105, 00 :31 :00). Ce chercheur mentionne que ces embryons peuvent être utilisés pour la recherche seulement si « *on a l'accord des parents* » et si ces embryons ne font plus l'objet d'un « *projet parental* ».

Finalement, les aspects législatifs sont présentés de manière très inégale par les différents chercheurs. Certains font preuve d'une connaissance très partielle de la législation en vigueur. Ils justifient cette méconnaissance par une relative distance entre leurs objets d'études et le champ des recherches portant sur les CSE humaines. Comme ils nous l'ont précisé au cours des entretiens qui ont eu lieu après leur intervention, c'est pour eux une difficulté identifiée de cette expérience de rencontre avec les lycéens autour des relations entre sciences et société. Les autres chercheurs connaissent bien les textes législatifs et leur évolution. Ces chercheurs prennent alors soin de présenter aux lycéens la diversité des législations nationales. Souvent, la présentation de ces législations est l'occasion pour eux de revenir sur la clarification de certains concepts (embryons surnuméraires, clonage thérapeutique et reproductif notamment).

Au-delà de la faiblesse ou des insuffisances supposées des discours sur les relations entre sciences et société, il nous semble intéressant d'interroger dans quelle mesure les discours relatifs aux dimensions législatives, mais aussi aux dimensions économiques inscrivent des opinions, des valeurs.

L'inscription de valeurs dans les discours des chercheurs

Car les séquences de discours qui envisagent les relations entre sciences et société inscrivent évidemment des valeurs. Nous l'avons souligné précédemment, lorsque sont abordées les relations entre recherche et activités économiques, certains chercheurs dessinent une opposition, parfois caricaturale, entre recherche publique et recherche privée. Il n'est pas rare qu'ils invoquent la nécessité de développer la recherche publique pour garantir une égalité dans l'accès aux traitements thérapeutiques. Dans l'extrait de discours suivant, où sont envisagées les entreprises de biotechnologie, nous remarquons, dans la langue, l'utilisation de

marqueurs de modalisations déontiques (« *on fait du mal* », « *négatif* »), c'est-à-dire renvoyant à des valeurs sociales :

> Les entreprises de biotechnologie c'est tout un groupe après / donc si vous avez de nouvelles molécules des nouvelles thérapies de nouvelles choses derrière il y en a qui ne pense pas qu'on fait du mal / pour eux c'est du business ça sera du business et ça va être je crois je dirai négatif c'est pour ça que décidément il faudrait un peu en discuter pour contrer ça
> (NS5, LB, 150305, 00 :30 :58).

La répétition du terme « *business* », activité dont le chercheur s'exclu (comme le montre la préposition « *pour eux* »), trace une distinction entre recherche publique et entreprises privées. Cette dernière sous entend une opposition reposant sur un jugement d'ordre axiologique (« *pour eux c'est du business et ça va être je crois, je dirai négatif* »).

Appréciation de la législation

Mais l'inscription des valeurs dans les discours des scientifiques est surtout palpable lorsque l'encadrement législatif de leur activité est abordé. Ils ont alors l'occasion d'exprimer non seulement leur jugement personnel sur l'état de cette législation mais aussi plus largement sur les valeurs de sciences ou plutôt sur la science. Ainsi, le scientifique NS6 présente la législation française relative au clonage thérapeutique dans les termes suivants :

> Pour le moment c'est pas admis en tout cas en France la législation la législation a un petit peu évolué en France vous savez que jusqu'à présent on était on était trés trés conservateurs.
> Lycéenne : ils interdisent aussi le le clonage thérapeutique
> NS6 : Oui en France pour l'instant le clonage thérapeutique est interdit donc on a on a obtenu récemment ça date de fin de décembre 2004 là on a maintenant le droit enfin en faisant une demande particulière auprès du ministère et cetera on a le droit certaines équipes ont le droit de travailler sur des lignées de cellules souches embryonnaires humaines (NS6, LSC1, 110505, 00 :31 :20).

La dimension axiologique du discours est ici traduite par l'expression « *très très conservateurs* ». Il est d'ailleurs fait référence à un système de valeurs, à une idéologie, l'idéologie conservatrice. L'intervention de ce chercheur traduit par ailleurs son opinion personnelle quand à la législation française jugée conservatrice, qui n'accompagne pas le mouvement de la recherche. Ce mouvement est inscrit dans une dynamique temporelle par l'utilisation de formulations telles que « *la législation a un petit peu évolué* » ou encore « *on a maintenant le droit* ». La posture militante adoptée par ce scientifique pour une évolution de la législation ouvrant la voie à l'utilisation, pour la recherche, de CSE humaines se traduit par la mobilisation d'un verbe exprimant une revendication collective (« *on a obtenu récemment* ») qui a été satisfaite.

Pour trois des chercheurs qui se sont exprimés dans ce sens en ce qui concerne la législation française, l'argumentation était supportée par la valeur de compétitivité associée à la science. La nécessité d'une évolution de cette législation est présentée au vu du « *retard* » pris par la recherche française par rapport à d'autres pays dans lesquels la législation est plus permissive. Par exemple, un peu plus tard dans son discours, le chercheur NS6 poursuit ainsi :

> Par rapport aux Etats Unis on a pris beaucoup de retard parce que pendant dix ans on n'a pas eu le droit de travailler eux ils ont généré plusieurs lignées de cellules souches humaines qui permettent de comprendre justement quels sont les mécanismes de différenciation de ces cellules qu'est ce

> qu'il faut ajouter pour obtenir tel type cellulaire et cetera tout ça c'est fait grâce à ces travaux / la France a pris beaucoup beaucoup de retard dans le savoir faire de tout ça
> (NS6, LSC1, 110505, 00 :32 :00).

La restriction législative de l'utilisation des CSE en France apparaît mal vécue par le chercheur engagé dans une compétition internationale de la connaissance. L'adverbe « *beaucoup* » est répété deux fois, mais la proposition relative au retard pris par la recherche française l'est aussi au sein de la séquence. Ce point de vue est partagé par une majorité des autres chercheurs qui sont intervenus en présentant une approche comparative des différentes législations nationales. Le fait en est perceptible dans l'extrait du discours du neuroscientifique NS2 que nous avons reproduit plus haut. Il l'est plus encore lorsque le neuroscientifique NS1 présente comme une « *catastrophe* » l'illégalité des recherches sur les CSE humaines, imposée par la législation française :

> A l'échelle de la France c'est une catastrophe […] en France il y avait un certain nombre de labo de pointe là dedans et qui ont arrêté net à cause de la loi alors c'est ça va être remis à l'étude mais là pour l'instant c'est arrêté » (NS1, LV1, 180504, 01 :18 :02).

Notons que lorsqu'il réaffirme plus tard dans son intervention le « *retard qui se creuse chaque semaine* » par rapport aux équipes anglosaxones, ce chercheur souligne l'importance de l'indépendance nationale en matière de recherche publique. Indépendance garante d'une « équitabilité » dans l'accès aux nouvelles thérapies cellulaires régénératrices dont il ne fait aucun doute, selon lui, qu'elles vont « *être mises au point en Amérique* ».

Les dimensions législatives de la question des utilisations des CSE humaines sont ainsi l'occasion, pour plusieurs chercheurs, de regretter d'une manière assez générale « *le retard pris par la recherche française* » par rapport aux pays, anglo-saxons particulièrement. Implicitement, c'est pour ces chercheurs une façon d'exprimer leurs opinions, concernant la législation nationale et leur adhésion ou plutôt leur non-adhésion aux textes qui légifèrent leur activité de recherche. Mais l'expression de ces opinions se fait sans prise en charge énonciative vraiment marquée, les chercheurs ne personnifient pas leurs discours sur ce point. Nous reviendrons largement sur la problématique des postures de communication entendues en termes de clarification des opinions personnelles. Remarquons pour le moment que les séquences de discours dans lesquelles les chercheurs abordent les dimensions législatives de l'encadrement de leur activité inscrivent des valeurs. Des valeurs sociales au sens large, comme un positionnement vis à vis d'attitudes conservatrices, ou encore comme les valeurs républicaines de garantie du service public de santé. Mais ces séquences révèlent aussi une référence à des valeurs de sciences comme la compétitivité par exemple.

Cette dimension de l'analyse des discours de neuroscientifiques, dans le cadre de leur intervention auprès des lycéens, avait déjà été ébauchée concernant la présentation des relations entre recherche sur les CSE humaines et applications thérapeutiques. Nous avions alors relevé (chapitre IV-6, section 2) une importante diversité concernant les communications des chercheurs. Certains mettaient en garde les lycéens vis-à-vis de la confiance excessive qui pourrait être attribuée à la recherche scientifique dans la perspective d'applications thérapeutiques. D'autres témoignaient de conceptions positivistes marquées lorsqu'ils exprimaient leur absence de doute, quand aux nécessaires bénéfices que l'on pourrait tirer de la recherche sur les CSE humaines. Nous avons voulu approfondir cet aspect

de notre analyse en essayant de repérer dans les discours des scientifiques les éléments se rapportant aux valeurs qui sont plus généralement associées aux sciences.

Sur ce point, les éléments de discours dont nous disposons permettent de penser que, selon les chercheurs, les sciences ne portent justement pas de valeurs, elles sont par nature socialement « neutres ». Les scientifiques qui s'expriment dans ce sens opèrent, en général en réponse à une question de lycéen, une disjonction entre la recherche et ses possibilités d'applications techniques. Ils soulignent également les dualités d'applications techniques des connaissances scientifiques. L'exemple de la recherche atomique est d'ailleurs souvent mobilisé. C'est une façon de prendre acte du fait que la recherche scientifique n'est plus uniquement, aux yeux du grand public, facteur de progrès et de bien être. Le neuroscientifique NS5, lorsqu'il est interrogé par les lycéens sur les « *dangers* » de certaines avancées scientifiques, signifie cette disjonction entre la recherche et ses possibilités d'applications techniques. La responsabilité sociale du chercheur, quand aux applications de ses recherches, est ainsi largement relativisée. Lorsqu'il dresse un parallèle entre la recherche sur les CSE humaines et celle menée par les physiciens de l'atome, ce scientifique interpelle les lycéens dans les termes suivants :

> Vous croyez que les gens qui ont fait la bombe H ils ont réfléchi que ça pouvait faire Hiroshima Nagasaki, vous pensez que les chercheurs qui ont travaillé là dessus ils ont pensé ça allait être utilisé pour ça je ne pense pas (NS5, LB, 150305, 00 :22 :38).

On retrouve dans l'intervention du chercheur NS6, reproduite ci-dessous, la volonté de dissocier l'activité de recherche scientifique de ces éventuelles implications sociales. Ces dernières relèvent ainsi plus d'un « *débat philosophique que scientifique* » :

> Dans toute avancée de connaissance il y a ce double aspect hein on ne va pas revenir à Einstein et à la bombe atomique je veux dire on a aujourd'hui bénéficié d'énormément de conséquences favorables de tout un tas de découvertes qui se sont faites par le passé mais il y avait aussi leur versant négatif et dans toutes les découvertes il y a le coté positif ce coté négatif et le rôle de l'homme sage entre guillemet c'est de faire en sorte qu'il soit utilisé pour le mieux et pas pour le pire / […] le principe même de l'être humain c'est d'essayer de comprendre son environnement et de comprendre de plus en plus de choses et de maîtriser de plus en plus de choses / après c'est la manière dont on les utilise qui fait la différence mais ça c'est un débat je dirais plus physio philosophique que scientifique / mais il est clair que les scientifiques qui travaillent dans ces domaines doivent avoir en tête ces sujets ces préoccupations […] mais c'est important c'est vrai que vous avez raison il faut se les poser ces questions mais il faut pas au nom de ces peurs arrêter toute progression scientifique ça n'est pas possible on en serait encore à l'ère où on mourrait d'une simple grippe parce que on avait pas d'antibiotique on avait pas encore de il faut progresser dans la vie (NS6, LSC1, 110505, 00 :35 :00).

La disjonction opérée entre recherche scientifique et applications techniques est ici doublée d'une dualité de ces applications, un « double aspect » qui est présenté comme inhérent à « *toute avancée de connaissance* ». Les marqueurs de modalisation d'ordre déontique qui ponctuent ces discours, comme par exemple « *positif* », « *négatif* », « *pour le mieux* », « *pour le pire* », renvoient explicitement à des valeurs sociales et morales attachées aux applications de la recherche scientifique.

Remarquons le paradoxe qui consiste, pour les scientifiques concernés, à légitimer leur activité de recherche par la possibilité des applications thérapeutiques, censées donc être

bénéfiques, que l'humanité peut en attendre. La valeur de progrès, dont nous avons déjà relevé le caractère idéologique, qui se traduit dans l'extrait précédent par l'expression « *il faut progresser dans la vie* », est ici renforcée par l'exemplification des bénéfices à mettre au tribut des avancées de la recherche scientifique. Alors que dans le même temps, les dérives possibles de l'application des connaissances scientifiques sont elles découplées de l'activité de recherche elle-même, selon une conception dualiste des relations entre sciences et techniques. La nécessité de ne pas céder aux « *peurs* », certes reconnues comme légitimes eut égard au « *versant négatif* » inhérent à « *toutes les découvertes* », s'impose d'ailleurs comme une réponse à la nature ontologique de la pensée humaine « *d'essayer de comprendre son environnement* »[209]. Selon le double mouvement (mention des dualités d'applications – positives et négatives- et disjonction entre la recherche scientifique et ses applications) mis en relief ci avant, les sciences sont donc présentées, « *par nature* » en quelque sorte, comme neutres. Elles ne sont « *ni bonnes ni mauvaises* », par essence. Le jugement que l'on peut porter sur elles doit ainsi faire abstraction des conséquences sociales de leurs applications et ne doit pas entraver le nécessaire « *progrès* » de la connaissance. On peut donc dire que les valeurs qui s'expriment ici témoignent de la prise en compte, par les scientifiques, des critiques de sciences que leur adressent les publics, mais sans que ne soit pour autant envisagée la complexité des relations entre sciences et société.

Ethique de responsabilité du chercheur

On observe par ailleurs que, lorsque les chercheurs précisent leur posture personnelle relativement à l'encadrement législatif de leur activité professionnelle, ils communiquent parfois sur leur propre éthique de responsabilité. Ainsi le neuroscientifique NS4 précise aux adolescents, en prenant l'exemple de l'expérimentation animale, que ses recherches sont encadrées, à un premier niveau, par une législation nationale et, à un deuxième niveau, par une régulation interne à son institution d'appartenance. soulignant que s'il peut « *éventuellement trafiquer* » en réalisant une expérimentation sur l'animal aujourd'hui interdite par la législation française, il ne peut pas « *la publier* ». Pour conclure « *donc je la fais pas quoi, je ne peux pas obtenir d'argent non plus pour faire cette manip* ». Le chercheur précise ici en quoi la transgression de l'encadrement législatif de son activité de recherche le pénalise (impossibilité de publier dans une revue scientifique, impossibilité d'obtenir des financements). On ne note pas dans ce cas de jugement de valeur porté à la législation elle même.

Dans certains cas, ces éléments de discours se révèlent au cours d'échanges avec les adolescents durant lesquels le chercheur est interpellé sur les limites de son activité, sur son encadrement, sur sa déontologie professionnelle, ainsi que sur les possibilités de transgression du cadre légal. C'est alors souvent l'éthique de responsabilité du chercheur qui est

[209] Bien que notre objet ne soit pas d'adresser une critique aux discours produits, nous devons rappeler que, selon nous et à la suite de nombreux auteurs qui parlent d'ailleurs de « technosciences », Levy-Leblond notamment, la distinction entre recherches fondamentales et applications techniques est aujourd'hui largement fragilisée. Par ailleurs, puisqu'il est souvent fait référence aux recherches atomiques, l'histoire a montré que les chercheurs impliqués dans le projet « Manhattan » s'étaient engagés justement en connaissance de cause. Leur responsabilité de scientifiques était donc engagée, et assumée d'ailleurs. Enfin, en ce qui concerne plus spécifiquement la question de débat retenue, il ne nous semble pas possible de dire qu'une réflexion sur la recherche relative au clonage thérapeutique chez l'homme, c'est-à-dire incluant la mise au point d'une technique de reproduction, soit dissociable de ses applications potentielles en termes de clonage reproductif.

questionnée dans la mesure où il ouvre la voie, du fait même de ses recherches, à la possibilité d'une transgression des cadres légaux. C'est par exemple le cas de cet échange relatif au clonage reproductif :

> Lycéenne : Et est ce que quelqu'un a déjà essayé de cloner un humain non est ce que ça c'est déjà fait ?
> NS6 : A priori non […] il y a un contrôle les gouvernements la législation l'interdit dans tous les pays donc dans tous les pays c'est interdit / maintenant le vol est interdit en France et il y a beaucoup de voleurs donc c'est pas parce que c'est interdit qu'effectivement on a la garantie à 100 % que ce ne sera jamais fait / comme je le disais tout à l'heure si quelqu'un est très puissant qu'il a beaucoup d'argent et qu'il arrive à convaincre quelqu'un qui a le savoir-faire de le faire on pourrait imaginer mais à priori c'est interdit ça ne se fait pas on ne veut pas que ça se fasse point barre / maintenant qu'il y ait des gens qui sont hors la loi on essaye de faire en sorte que ce ne soit pas le cas mais on n'a jamais le contrôle absolu
> Lycéenne : Mais avec autant de liberté comme ça il faut s'attendre que un jour ou l'autre ça va arriver puis c'est bien connu quand on a besoin on le prendra
> NS6 : Dans la mesure où justement le rôle du comité d'éthique est là pour ça justement pour éviter les dérives et essayer d'encadrer le travail et de le faire le plus précisément possible c'est pas n'importe qui dans son labo qui peut faire ce genre de travail il faut qu'il y ait un agrément que le labo ait été visité qu'on sache qu'il travaille dans des bonnes conditions qu'il ait fait un projet scientifique qui soit considéré comme valable par les experts scientifiques et cetera et que tout ça ait trouvé l'accord auprès des différentes instances et du gouvernement et cetera pour avoir l'accord de travailler sur ce genre de choses / donc un maximum de précautions sont prises justement pour éviter les dérives et c'est là que l'interaction avec la société avec les comités d'experts les comités d'éthique et cætera ont un rôle a joué et tous ensembles pour faire en sorte qu'on utilise ces connaissances pour le mieux et pas pour le pire (NS6, LSC1, 110505, 00 :33 :00).

C'est une situation difficile pour le chercheur qui est contraint à multiplier les garanties relatives au contrôle des dérives qu'il reconnaît comme n'étant « *jamais absolu* ». Ce scientifique rappelle ainsi la participation des « *comités d'experts* » et d'« *éthique* », la nécessité d'un « *agrément* » pour les laboratoires. De plus, on peut relever, dans la suite de la discussion, que ce scientifique est amené à souligner la nécessité d'avancer avec précaution sur ces thématiques (« *d'abord mettre des barrières et avancer un petit peu* ») alors qu'il avait déploré un peu plus tôt le « retard » de la recherche française provoqué par une législation « *très conservative* ». Il est manifeste que ce chercheur fait le choix de « *rassurer* » les lycéens sur la qualité de l'encadrement législatif de la recherche scientifique.

De ce point de vue les discours des chercheurs sont très divers. Ainsi il n'est pas vraiment dans les intentions du neuroscientifique NS2 que de rassurer son auditoire sur la qualité de l'encadrement de la recherche. Bien au contraire, ce scientifique se présente en « donneur d'alerte » lorsqu'il souligne la fragilité de l'éthique de responsabilité du chercheur. Selon lui, le « *problème moral* » du scientifique se pose dans l'état actuel du manque d'uniformité des législations quant à l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche :

> Lycéenne : donc en l'absence d'uniformisation des législations un chercheur peut très bien aller travailler là où c'est permis et faire.
> NS2 : si l'objectif du chercheur c'est de continuer sa recherche sur les cellules souches parce qu'il le trouve intéressant il va tenter de s'installer en Angleterre pour pouvoir travailler sur le sujet qui l'intéresse […] là ça devient après le problème moral du chercheur entre guillemets est ce qu'on peut profiter qu'un pays n'a pas de lois pour faire ce qu'on veut (NS2, LP1, 110105, 00 :30 :20).

Ce même chercheur rappelle également en ce qui concerne le clonage reproductif, la condition d'humanité, la vanité parfois du scientifique « *prêt à tout pour se faire connaître* ».

C'est une façon de préciser qu'il ne doit pas bénéficier d'un crédit supérieur à n'importe quel autre citoyen. Avec une réelle cohérence de discours, le chercheur NS2 dénonce plus tard dans son intervention, mais cette fois-ci concernant le clonage thérapeutique, les « *effets d'annonce* » de chercheurs qui parfois ambitionnent de « *se faire de l'argent sur d'autres personnes un peu crédules* ». Les propos de ce scientifique peuvent paraître prémonitoires – à peine un an plus tard le professeur Wang, spécialiste coréen du clonage humain, sera convaincu de fraude scientifique. Ils révèlent en tout cas la volonté, chez ce neuroscientifique, de « désacraliser » la fonction de chercheur et de l'humaniser aux yeux des lycéens. C'est sans doute, pour ce chercheur, une façon de rappeler le nécessaire contrôle de l'activité de recherche scientifique par des instances indépendantes de régulation. Notons que durant l'entretien que nous avons mené avec ce chercheur après son intervention auprès des lycéens, ce dernier s'était montré particulièrement sensible à l'image « *surévaluée* » dont bénéficient les chercheurs qui sont mis « *sur un piédestal* » par le grand public :

> Dans mon expérience les gens avec qui j'ai discuté dans ma famille mes amis en gros les gens ont une image très surévaluée de la recherche du métier de chercheur ils ne se rendent pas compte de tous les je ne sais pas comment formuler de tous les aspects bêtement humains qui rentrent en ligne de compte de se mettre des bâtons dans les roues, de ne pas avoir de financement, de certaines personnes qui ne sont pas motivées, voir qui publient des résultats pas très sûrs. Moi les gens avec qui j'ai discuté ont toujours l'impression que la recherche et les chercheurs enfin ils les mettent un peu sur un piédestal (eNS2).

Nous retrouvons donc chez le chercheur NS2, lors de son intervention auprès des lycéens, la volonté d'humaniser le monde de la recherche scientifique en exemplifiant les « *aspects bêtement humains* » qui peuvent parfois le caractériser.

Finalement les discours des chercheurs, lorsqu'ils abordent les dimensions économiques et juridiques de leur activité, inscrivent des valeurs, des opinions. Certes ces discours sont marginaux par rapport à l'exposé des connaissances scientifiques à proprement parler. Les enjeux économiques des recherches scientifiques sont notamment abordés par une faible minorité de chercheurs et de manière très superficielle. Mais l'encadrement législatif des recherches sur les CSE humaines, son évolution, les différentes juridictions nationales sont en revanche présentées par une majorité de scientifiques, de manière inégale d'un chercheur à un autre, il est vrai. Pour certains scientifiques, les dimensions législatives de la question retenue permettent de préciser certains concepts scientifiques (distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif, concept d'embryon surnuméraire…). Ce que nous voulons retenir ici c'est que les discours des scientifiques qui ont été consultés dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe* sont porteurs de systèmes de valeurs, d'opinions personnelles. Opinions dont il va s'agir maintenant, selon notre perspective de recherche, d'interroger la façon dont elles s'inscrivent dans les discours du point de vue de leurs relations avec les connaissances scientifiques.

Parce que la thématique de débat retenue est dominée par des enjeux éthiques, nous concentrons notre analyse sur les épisodes où ces enjeux sont discutés. La catégorisation des dimensions sociales de la question socio-scientifique abordée (économiques, juridiques, éthiques) ne recouvre donc d'intérêt que parce qu'elle nous a permis de penser, dans un premier temps, l'inscription des valeurs dans les discours des scientifiques. Nous verrons par la suite que cette catégorisation est largement artificielle tant les interdépendances entre les

dimensions économiques, juridiques et éthiques sont intimes. Mais avant de proposer une analyse de cette partie des discours, il nous semble pertinent de clarifier les représentations que les différents chercheurs ont des relations entre connaissances et opinions.

IV-7-2 Représentations des relations entre connaissances et opinions

La question des relations entre connaissances et opinions structure l'ensemble de notre réflexion de recherche. L'approche épistémologique développée dans la première partie de ce travail nous a permis de montrer combien, dans le domaine des neurosciences en particulier, la coupure épistémologique classiquement opérée entre connaissances et opinions semblait fragile et contestable. Plus précisément, il existe des relations d'interdépendance entre ces deux catégories. Nous venons de le voir, les discours de communication des chercheurs autour d'une thématique abordant explicitement les relations entre sciences et société inscrivent des opinions. Bien que ces éléments soient marginaux au vu de la globalité des discours produits, l'irruption des valeurs et des opinions dans les discours des chercheurs constitue une rupture avec d'autres discours de communication scientifique. Nous pensons notamment aux discours muséaux. L'analyse comparée d'expositions récentes sur le cerveau, proposée dans la deuxième partie de notre travail, laissait entrevoir dans quelle mesure ces dernières éludent tout à la fois la participation des neurosciences au registre des valeurs et leur inscription sociale. Ceci ne signifie pas, rappelons-le, que les discours muséaux ne soient pas porteurs d'opinions, de valeurs, en premier lieu celles qui consistent à considérer, justement, la science comme autoréférencée, hors de la société.

Avant de revenir plus largement sur les relations entre connaissances et opinions dans les discours de communication des chercheurs se rapportant aux dimensions éthiques de la question abordée, il semble pertinent de préciser comment ceux-ci envisagent ces relations. L'une des hypothèses fortes de notre travail emprunte en effet à Moscovici l'idée que les représentations sociales orientent les processus de communication. Lors des entretiens collectifs et individuels menés à l'issue des rencontres avec les lycéens, les chercheurs ont en effet été interrogés plus spécifiquement sur la façon dont ils avaient envisagé les relations entre connaissances et opinions dans leurs interventions respectives. Tous ont témoigné avoir identifié, au cours des rencontres avec les adolescents, des épisodes dans lesquelles ils ont été invités à clarifier leurs opinions personnelles, le plus souvent suite à une question de lycéen(ne). Ces épisodes étaient pour leur très grande majorité relatifs au statut de l'embryon humain ou aux différentes formes de clonage envisagées. Pour certains d'entre eux, il semble que l'intervention dans le cadre de débats portant sur les relations entre sciences et société a constitué un révélateur des tensions qui peuvent s'exprimer chez le chercheur en situation de communication, entre connaissances scientifiques et opinions personnelles.

Le scientifique NS1 fait par exemple part de sa surprise (les propositions « *je ne m'y attendais pas* », « *j'ai été pris beaucoup au dépourvu* » en attestent) d'avoir été interrogé sur les dimensions « *éthiques* » de la question des utilisations des CSE humaines :

> J'ai été surpris par la plupart des questions. Je ne m'y attendais pas je venais pour répondre avec les connaissances que j'ai et beaucoup de questions étaient sur le plan éthique en particulier pour

> lesquelles j'ai été pris beaucoup au dépourvu au point même des fois de ne pas avoir de réponse et de le dire. […] J'étais pas à l'aise du tout, et plus que pas à l'aise. J'ai eu la révélation d'un certain nombre de questions que je devrais éthiquement me poser enfin moralement pas éthiquement (eNS1).

Au-delà de la difficulté identifiée par ce chercheur (« *J'étais pas à l'aise du tout, et plus que pas à l'aise* ») lorsqu'il a été interrogé par les élèves sur les dimensions éthiques du problème, la surprise dont il fait part révèle une dichotomie dans la représentation des relations entre connaissances scientifiques et positionnement moral. Nous avons retrouvé également dans les représentations des neuroscientifiques NS3, NS6 et NS7 une distinction entre discours relevant des connaissances scientifiques et discours relevant du registre des opinions.

Le chercheur NS6 identifie ainsi un moment de son intervention où fut engagée une discussion dans laquelle il a été amené à se situer par rapport à des « *positions très probablement religieuses* » :

> J'ai été confronté à ça notamment vis-à-vis d'une élève qui était sur des positions très probablement religieuses à la base. Et c'est vrai qu'à un moment on rentre dans un discours qui n'est pas un discours scientifique donc c'est vrai qu'après c'est notre propre opinion. Donc c'est vrai que on passe, on est on est à un moment déséquilibré on est plus dans le discours scientifique (eNS6).

C'est bien un « *passage* » du registre des connaissances à celui des opinions qui a été identifié par ce chercheur. Passage qui, dans le cadre d'une représentation que l'on pourrait qualifier de « dualiste » concernant les relations entre connaissances et opinions, a eu tendance à déstabiliser le scientifique dans sa pratique de communication (« *on est à un moment déséquilibré* »).

Le scientifique NS3, qui semble avoir une expérience plus large de ce type de situation de communication (« *ce que je fais en général* »), a mené une réflexion en amont de son intervention auprès des lycéens sur cette dimension des débats :

> Souvent ce que j'essaye de faire c'est de renvoyer la question, en disant net que c'est un problème qui est bien au-delà du problème scientifique, que je peux donner mon opinion en tant que personne mais que je ne suis plus alors experte scientifique. Mon opinion en tant que personne est forcément influencée par mes connaissances, par mes croyances et mon activité mais aussi mes croyances, mes opinions politiques et cætera (eNS3).

Lorsqu'il identifie une thématique qui mobilise, selon lui ses opinions « *en tant que personne* », ce chercheur choisi d'aborder ou plutôt de ne pas aborder ce type de question avec son auditoire, c'est à dire « *de renvoyer la question* » et de sortir du débat. La question de la posture de communication fera l'objet d'un développement ultérieur. Remarquons ici que ce scientifique exprime une vision dichotomique du chercheur en communication qui se considère, en fonction des thématiques abordées, soit comme « *experte scientifique* », soit comme « *personne* ». Il est cependant à noter que son opinion personnelle sur ces questions est « *influencée* » à la fois par ses connaissances, par ses « *croyances* » et par ses « *opinions politiques* ». Sa représentation des relations entre connaissances et opinions repose donc sur une « *influence* » des premières dans la détermination des secondes.

On retrouve une représentation de ce type chez le chercheur NS5, mais de manière plus affirmée. Pour ce scientifique, l'exposé des connaissances visant à développer une « *culture générale* » apparaît comme un levier pour changer les opinions des auditeurs ou du moins

pour « *changer la réflexion* ». C'est dans cette perspective que ce chercheur envisage de « *redéfinir les termes de bases* », pour développer un référentiel linguistique commun nécessaire au débat :

> Donc si tu veux je pense qu'il y a une culture générale qu'il faut aussi introduire parce que maintenant c'est comme si on leur avait donné déjà une très grosse cylindrée mais qu'ils ne savent pas conduire. Donc c'est dangereux donc c'est peut-être à nous maintenant justement dans les débats c'est bien, tu reprécises, tu changes un peu leur opinion / tu vois que le début tout est favorable et après ça diminue donc il y a quelque chose parce que les termes viennent. On introduit des barrières. On dit attention il y a ça il y a ça il n'y a pas que du négatif il y a du positif aussi mais leur opinion change ils deviennent plus modérés parce qu'ils commencent à avoir des arguments et ils se disent ça ça n'est peut-être pas possible. Donc en réintroduisant des notions qui leur manquent on change carrément la réflexion (eNS5).

Les connaissances sont considérées alors comme des « outils » permettant de préciser la pensée de chacun et finalement de développer une argumentation pour défendre une opinion. Selon ce chercheur, les opinions sont en interaction avec les connaissances scientifiques dans le sens où ces dernières permettent de supporter des opinions, de les changer le cas échéant. C'est « *parce que les termes viennent* », parce que les concepts sont clarifiés que les opinions sont susceptibles d'évoluer.

Ce type de représentation, que nous qualifions d'« interactionniste » entre connaissances et opinions, s'exprime aussi chez le chercheur NS2. Ce scientifique a identifié les épisodes centrés sur les législations relatives au statut de l'embryon humain comme comportant « *forcément une part de subjectif* ». Les interactions entre opinions et connaissances ont été explicitées par ce scientifique qui avait déjà été confronté à cette problématique dans un cadre familial ou « *entre potes* » mais sans que cela ne soit réellement conscientisé (« *je ne faisais pas trop la part des choses* ») :

> Je me suis déjà retrouvée dans cette situation entre potes ou en famille pour ou contre les cellules souches mais dans cette situation là je ne faisais pas trop la part des choses entre mon statut d'experte scientifique entre guillemets et ma personne. Et même je dirai entre potes et en famille peut-être que j'en joue par ce que j'ai des arguments scientifiques qui sont peut-être plus développés que les autres et qui peut-être soutiennent plus mon opinion du coup et donc là part contre j'essaye pas du tout de différencier les deux (eNS2).

Ce chercheur relève la possibilité d'une mobilisation des connaissances scientifiques « *qui peut être soutiennent* » ses opinions personnelles lorsqu'il développe une argumentation pour convaincre. Il s'agit alors d'arguments d'autorité reposant sur le statut même des connaissances scientifiques et des acteurs qui les portent.

On peut affirmer que ça n'est pas du tout la représentation que le chercheur NS4 se fait des interactions entre connaissances et opinions. Ce dernier n'a pas été surpris, en soi, par un type d'échange où étaient mobilisées à la fois des connaissances et des opinions autour d'une question socio-scientifique. Il déclare y avoir déjà été confronté dans un cercle privé (famille, amis) mais a plutôt été surpris par le fait que ces questions « *étant jeunes, ils se les posaient déjà.* » Ainsi ce chercheur réfute, le concernant, la possibilité d'une double casquette en quelque sorte soit de scientifique, soit de non-scientifique. Il assume pleinement sa « globalité » faîte de connaissances scientifiques et d'opinions :

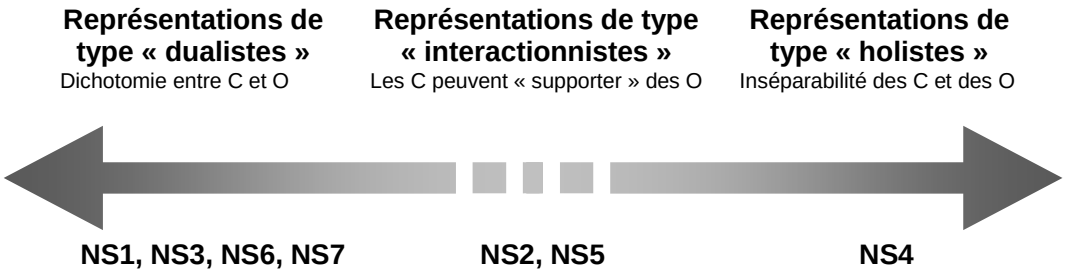
> « Moi je n'arrive pas à séparer mon côté scientifique de mon côté non scientifique. Moi je suis une globalité. Alors j'allais dire que ça c'est la science, du moment qu'on parle des problèmes éthiques

des problèmes sociaux de l'utilisation des embryons et cætera ce n'est plus évidemment des débats scientifiques ça a glissé effectivement vers autre chose » (eNS4).

On peut considérer que dans cette représentation, connaissances scientifiques et opinions personnelles sont regroupées dans un continuum, selon une perspective que nous pouvons qualifier d'« holiste ». La continuité entre connaissances et opinions est traduite par l'expression « *ça a effectivement glissé vers* ».

Les représentations des chercheurs concernant les relations entre connaissances scientifiques et opinions sont donc diverses. Les représentations dominantes au sein du panel de scientifiques qui sont intervenus dans les débats sciences & société *Hippocampe* apparaissent cependant polarisées autour d'une conception dualiste, c'est-à-dire une distinction franche entre connaissances scientifiques et opinions. Cette diversité de représentations peut être résumée de la manière suivante :

Figure 30 : Schéma des représentations des différents chercheurs concernant les relations entre connaissances (C) et opinions (O)



Il s'agit maintenant de se demander dans quelle mesure les représentations des chercheurs concernant les relations entre connaissances et opinions, dont nous avons essayé de mieux cerner la diversité, sont susceptibles d'orienter les processus de communication. Pour ce faire, nous focalisons notre spectre d'analyse sur les séquences de discours dans lesquelles ont été discutées les dimensions éthiques des utilisations des CSE humaines. Ce sont en effet les séquences pour lesquelles, d'une manière générale, chercheurs et lycéens, sont amenés à engager plus largement leurs propres opinions.

IV-7-3 Reformulations et identification de concepts hybrides entre connaissances et opinions

Le statut de l'embryon humain se révèle en effet central dans des discussions collectives portant sur les utilisations des CSE humaines. D'ailleurs, avec celle du clonage, c'est généralement la question principale de débat que les lycéens ont collectivement définie comme légitime pour orienter leur réflexion sur cette thématique. Les discours de communication des chercheurs sont maintenant questionnés pour ce qu'ils expriment des relations entre connaissances scientifiques et opinions autour du statut de l'embryon. C'est bien dans la langue que nous allons rechercher des traces de ces relations. Mais notre

questionnement se fera à la lumière des représentations que les chercheurs ont, justement, des relations entre connaissances et opinions. Précisons le, nous ne prétendons pas à une analyse argumentative, en tant que telle, de la pensée éthique développée par les chercheurs. Une telle analyse ne relève ni de nos compétences ni de notre perspective de recherche.

Pour analyser les discours portant sur le statut de l'embryon, nous mobilisons le cadre proposé par le philosophe et juriste Roberto Andorno (1997, p. 64-74). Ce dernier situe sa réflexion en distinguant, suite à l'avènement des techniques de fécondation in vitro, les acceptions subjectives et objectives de l'embryon humain, entre la personne et la chose. Il propose alors trois approches différentes : l'approche biologique, l'approche philosophique et l'approche éthico-juridique. L'approche biologique de l'embryon est bornée, d'une part, par la fusion entre les gamètes (ovules et spermatozoïdes) définissant la fécondation et d'autre part par l'apparition d'une forme[210]. Selon cette approche, l'embryon est défini par Adorno comme un « *individu unique doué d'une information génétique propre* », sans pour autant s'y réduire. Nous avons déjà précisé en effet en quoi on ne peut confondre individualité biologique et unicité génétique, comme l'illustre le cas des jumeaux monozygotes. En tout état de cause, la dimension biologique de l'embryon humain, si elle confirme son appartenance à l'espèce humaine, ne nous apprend rien sur son statut de personne. C'est bien plutôt la dimension philosophique de l'embryon qui est à même de poser cette question. Andorno précise que, de ce point de vue, la « personne » est définie comme « *substance individuelle d'une nature rationnelle* ». Selon cette définition, l'embryon humain est un individu humain, bien que divisible dans les premiers stades de son développement, au sens qu'il s'oppose au *genre*, abstrait, universel. En revanche cette approche philosophique, parce qu'elle est incapable d'attribuer avec certitude à l'embryon humain une pensée rationnelle, ne peut ni nier ni affirmer qu'il soit une « personne ». C'est d'ailleurs, selon Andorno, ce « *doute ontologique qui nous conduit, sur le plan éthique à le respecter, comme s'il était une personne* ». Et c'est dans cette perspective, quittant le plan ontologique pour investir celui pratique de l'agir, du *devoir-être*, que la dimension éthico-juridique propose de dépasser l'impuissance des approches biologique et philosophique à attribuer à l'embryon humain un statut de personne. Mais l'auteur soulève toute l'ambiguïté du statut de l'embryon humain dans le droit positif français, de sa réification dans les lois de 1975 autorisant l'avortement, à la reconnaissance de son statut de personne « dés le commencement de sa vie » dans les lois de bioéthiques de 1994. Ce rapide détour relatif aux fondements bioéthiques de la question permet seulement de préciser dans quels termes peut être pensé le statut de l'embryon humain, entendu comme source potentielle de CSE. Nous retenons surtout le caractère structurant, dans ces débats, de l'opposition entre les valeurs de personnification et de réification de l'embryon humain.

Car, s'ils n'ont pas proposé à proprement parler une définition de l'embryon, tous les chercheurs qui sont intervenus dans les débats ont abordé la question du statut de l'embryon.

[210] Nous verrons que la différenciation du système nerveux est souvent envisagée par les scientifiques comme élément susceptible de « borner » la définition de l'embryon. Andorno rappelle que Dominique Folscheid pointe la faille philosophique des thèses qui exigent un certain développement cérébral pour reconnaître une personne. « *On a le droit d'en déduire qu'un homme qui ne dispose plus de fonctions cérébrales n'est plus un homme. Mais on ne peut pas en conclure que c'est le cerveau qui fait l'homme.* […] *Une condition biologique, aussi nécessaire soit-elle, ne peut donc pas être traitée comme une cause mécanique, et l'être qui doit pourtant sa vie à cette condition ne peut pas être considéré comme son effet. C'est pourquoi la leçon que l'on tire de la mort cérébrale ne peut être appliquée à un être qui n'a pas encore d'activité cérébrale, mais chez qui elle apparaîtra si on le laisse croître* » (Dominique Folscheid, cité par Andorno, p. 71).

Dans la majorité des cas, cet aspect est envisagé en réponse à des questions explicites de lycéens. Ces dernières se rapportent souvent à une interrogation relative à la survie de l'embryon suite au prélèvement de CSE. La destruction de l'embryon apparaît en effet comme une singularité qui distingue totalement les recherches sur les CSE humaines des autres formes de recherche sur l'homme.

Un embryon humain à dimension biologique essentiellement, « sans forme »

Commençons par une remarque. Le plus souvent l'adjectif « humain » est omis dans la langue lorsque les scientifiques envisagent l'embryon humain mais aussi les CSE humaines. C'est également le cas lorsque sont évoqués les clonages thérapeutiques et reproductifs. Nous retrouvons là une constante des discours de communication sur le thème, comme l'avait déjà relevé l'analyse interdiscursive proposée par (Federico-Agraso et Jiménez-Aleixandre 2006). Nous faisons l'hypothèse que cette omission quasi systématique du qualificatif « humain » participe d'un effet d'euphémisation visant à « refroidir » une thématique reconnue par les chercheurs comme vive et controversée dans la société.

Malgré la diversité des discours produits par les chercheurs quand il s'est agit de la question du statut de l'embryon humain, on peut dire, dans un premier temps, que c'est surtout sa dimension biologique qui a été mise en avant. L'embryon humain correspond ainsi à un stade de développement compris entre la fécondation, la formation du zygote et la différenciation des premières formes. L'apparition de formes identifiables, c'est-à-dire l'initiation de l'organogenèse, marque, pour plusieurs chercheurs, la distinction entre embryon et fœtus. C'est explicite dans l'extrait reproduit ci après mais nous le retrouverons par la suite dans la très grande majorité des extraits de discours que nous analysons :

> Ce qu'on appelle un embryon en fait c'est dès la fécondation donc quand les gamètes mâle et femelle se rencontrent et il va y avoir fusion il va y avoir les premières divisions cellulaires qui vont s'effectuer et à partir d'un certain nombre de divisions cellulaires on considère que c'est un embryon et à partir du stade où c'est la morphogenèse c'est à dire la construction de ce qui va être le fœtus avec les premières ébauches d'organe de membres et cætera là on parlera de fœtus l'embryon c'est vraiment les premiers stades de divisions cellulaires
> (NS7, LSC2, 180505, 00 :00 :40).

Parfois il est fait référence au stade de développement du système nerveux mais sans que le chercheur n'explicite en quoi l'initiation de la différenciation du système nerveux, de la neurogenèse, peut justifier un changement de statut de l'embryon. Un évènement implicite, un changement en cours de développement, marquerait le début du processus d'individuation de l'embryon et de son évolution vers une personne humaine. Le discours du neuroscientifique NS2 fait un peu figure d'exception sur ce point. Il répond à une question d'adolescente de la manière suivante :

> Lycéen : à partir de combien de temps on peut considérer un embryon comme un être humain ?
> NS2 : Alors là je pense qu'il n'y a aucune réponse scientifique à cette question parce que qu'est ce que c'est qu'un humain ? Si vous voulez être très stricte il faut considérer que même une seule cellule comme elle a la potentialité de former un organisme / cette potentialité suffit pour définir un être humain / bon il y a des personnes qui prennent comme définition un stade où le fœtus commence à avoir un système nerveux c'est à dire sous entendu peut éventuellement ressentir de la douleur et sans parler de réflexion ou de conscience a une certaine sensation au moins de son corps / voilà bon certaines personnes prennent un stade encore plus tardif où il y a vraiment la

> forme complète disons on peut reconnaître vraiment un bébé en miniature ça c'est peut être plus une définition qui touche à notre approche visuelle dès que ça ressemble à un humain disons qu'on ne peut plus y toucher je crois que c'est à chacun de se faire son opinion là je peux pas répondre heu pour tout le monde (NS2, LP1, 110105, 00 :04 :40).

Puis la discussion se poursuit un peu plus tard :

> Lycéenne : Donc en fait c'est la structure de l'embryon à ce moment là il n'y a que des ébauches nerveuses ?
> NS2 : Ah non il n'y a même pas d'ébauche des tissus la structure de l'embryon c'est une boule enfin une sphère […] et une autre cavité qui est remplie d'une masse de cellules qui n'a aucune forme et qui sont pas du tout différenciées encore et qui sont donc les cellules souches embryonnaires / l'embryon à ce stade là ne ressemble qu'à une sphère […] c'est ce que je vous disais dans l'embryon c'est des cellules rondes qui n'ont aucune forme particulière rien de très spécial (NS2, LP1, 110105, 00 :06 :00).

Dans ce cas, le chercheur expose plusieurs conceptions qui s'expriment sur le statut de l'embryon. Plus précisément, il présente différentes connaissances mobilisées pour limiter le domaine de « non personne » de l'embryon. Ce peut être le début de différenciation du système nerveux qui est relié à la possibilité de ressentir la douleur. Ce peut être aussi l'apparition d'une forme à partir de laquelle l'embryon « *ressemble à un être humain* ».

Mais il est apparu surprenant de ne pas retrouver plus largement dans les discours des neuroscientifiques des références à la neurogenèse dans leurs discours sur la définition biologique de l'embryon humain. Nous avions précisé en effet que les neurosciences modernes se sont construites autour d'un paradigme fort, moniste, se donnant pour objet de rechercher des corrélats d'activité physiologique à des fonctions mentales. Il n'est pas rare que, dans ce cadre de pensée, les scientifiques fassent référence à un stade précis de développement et de maturation du système nerveux (le quatorzième jour après la fécondation qui marque par exemple la différenciation de la ligne primitive)[211]. L'absence de différenciation du système nerveux signifiant l'impossibilité d'une pensée mentale, l'embryon ne peut être identifié à une personne humaine. Mais ce type de connaissances n'est pas mobilisé par les neuroscientifiques qui sont intervenus dans le cadre des débats *Hippocampe*.

En revanche, ce qui apparaît clairement, et de manière partagée par la majorité des chercheurs, c'est l'expression d'une réduction de l'embryon à sa dimension cellulaire, sans forme particulière. Ainsi et sans que les propos rapportés ici soient en réponse directe à une question d'adolescent :

> Donc en fait on a quelques cellules donc l'embryon enfin c'est même pas un embryon c'est vraiment quoi c'est un tout début d'embryon il y a une trentaine de cellules dans l'œuf et on arrête le développement à ce stade là on récupère les cellules et là on les met en culture on a des cellules souches embryonnaires (NS6, LSC1, 110505, 00 :22 :40).

[211] Voir sur ce point l'argumentation de Richard L. Gardner dans l'article « Le destin des cellules dans l'embryon » in La recherche, Décembre 1990, n° 227.

Notons que le quatorzième jour de développement correspond également à la fin de la détermination embryonnaire (possibilité de séparation des cellules qui garde jusque là la potentialité de donner à nouveau un embryon). Selon cette perspective, d'autres scientifiques proposent comme « borne supérieure » à la définition de l'embryon la fin de la huitième semaine, lorsque l'activité électrique du cerveau est repérable par examen électroencéphalographique ou encore la vingtième semaine lorsque l'embryon réalise certaines fonctions sensorielles et mnésiques.

Ou encore :

> Quand vous parlez d'embryons il faut pas s'imaginer un enfin dans le cas de ces cellules c'est pas un embryon déjà avec une tête et cetera c'est vraiment les premiers stades de différenciation (NS4, LV2, 080305, 00 :19 :00).

Et aussi :

> Les cellules souches embryonnaires on les trouve dans l'embryon comme leur nom l'indique mais un embryon très précoce hein qui ne ressemble pas du tout à un individu ni même à un animal qui est un amas de cellules / et comme on les trouve dans l'embryon très précoce justement si on laisse l'embryon se développer ces cellules elles vont donne tous les tissus toutes les cellules de l'embryon (NS2, LP1, 110105, 00 :04 :20).

Cette présentation pluricellulaire (« *amas* » ou « *masse* » de cellules, dont le nombre est parfois précisé, « *une trentaine* »), informe (une « *sphère* », une « *boule* », qui n'a « *aucune forme* », sans « *tête* », qui « *ne ressemble pas du tout à un individu* ») de l'embryon traduit, pour les scientifiques qui se sont exprimés dans ce sens, une conception où l'embryon apparaît comme un matériel biologique, une source de cellules. L'activité de reformulation est ici dominée par des comparaisons ou les comparants (amas, masse, sphère, boule) sont juxtaposés au comparé (l'embryon). Ces séries de reformulations traduisent une réduction de l'embryon humain à sa dimension biologique et cellulaire, et donc une réification de l'embryon. C'est également une façon de ne pas aborder de front la question centrale de la distinction entre sujet et objet qui structure les débats sur le statut de l'embryon humain. Il est intéressant de noter que les scientifiques explicitent rarement la conception qu'ils ont de l'individualité de l'embryon, précisant même parfois que les tous premiers stades du développement ne correspondent pas vraiment à un embryon, comme c'est le cas pour deux des chercheurs cités précédemment.

L'activité de reformulation apparaît ici importante et caractéristique des discours de communication des chercheurs. Comme l'avait relevé Jacobi, mais au sujet de discours de vulgarisation n'intégrant pas explicitement les relations entre sciences et société, les reformulations successives intègrent des glissements de sens. Il nous semble que, concernant la définition du statut de l'embryon, les glissements de sens identifiés correspondent à une inscription de valeurs dans les discours.

Pour autant la plupart des chercheurs ont fait le choix de ne pas partager explicitement leur propre point de vue. Comme en attestent les marqueurs de modalisation des épisodes concernés qui traduisent une faible prise en charge énonciative des discours. L'analyse plus fine des discours, prenant en compte, dans les reformulations intradiscursives des chercheurs les hésitations, souligne la difficulté à exprimer des opinions personnelles. Cette difficulté est particulièrement sensible lorsque le chercheur est confronté à la question des conséquences du prélèvement de cellules souches sur l'embryon.

> NS5 : Ces cellules souches embryonnaires ce sont des cellules qui sont issues d'un embryon humain euh qui euh à partir d'un oeuf il y a eu quelques divisions on obtient une masse de cellules qui sont encore peu différenciées / souches
> Lycéenne : Mais euh est ce quand on fait des prélèvements de cellules souches sur un embryon est ce que ça le tue ?
> NS5 : Euh alors attends je vais y rev je vais répondre à ta question puisque ça suit immédiatement ce que j'étais en train dire […] il faut faire la différence entre les embryons qui sont utilisés pour la

> thérapie cellulaire et qui effectivement sont issus d'interruptions volontaires de grossesse donc qui sont des embryons morts et euh le prélèvement d'une cellule sur un embryon qui peut dans certaines conditions c'est très difficile c'est très délicat mais ne pas entraîner la mort de l'embryon (NS5, LB, 150305, 00 :15 :40).

Les nombreuses hésitations du scientifique et l'utilisation du qualificatif « *morts* » pour des embryons qui ne le sont évidemment pas, puisque l'on récupère des cellules souches bien vivantes et destinées à développer des lignées, traduisent cette difficulté.

Bien que les chercheurs n'explicitent pas leurs opinions relatives au statut de l'embryon, ils proposent des arguments qui justifient d'utiliser certains embryons comme source de CSE humaines pour la recherche.

Un embryon qui n'est pas le sujet, ou plutôt qui ne fait pas l'objet, d'un projet

Ces arguments ont, dans la majorité des cas, trait au projet dans lequel s'inscrit l'embryon dont la destruction doit permettre de récupérer des CSE humaines. Ainsi lorsqu'ils précisent les embryons à partir desquels il leur semble légitime d'isoler des CSE humaines, c'est-à-dire lorsqu'ils argumentent implicitement en faveur d'une utilisation des CSE à des fins de recherche, les chercheurs font souvent spontanément référence à la finalité de l'embryon, au projet parental dont il n'est plus le sujet, ou plutôt l'objet. C'est dans la mesure où ils « *ne servent plus à rien* », proposition répétée deux fois dans l'extrait suivant, que les embryons surnuméraires peuvent être considérés comme sources de CSE humaines pour la recherche :

> Vous savez quand les couples ont des problèmes pour avoir des enfants ils font des fécondations in vitro et en général pour avoir un enfant on fait il y a des centaines de d'œufs en fait qu'on essaye de réimplanter et il y a beaucoup de ces oeufs qui sont congelés et qui ne servent plus jamais à rien soit parce que le couple a réussi à avoir un enfant et que c'est bon il s'arrête là et qu'il y a des stocks qui sont restés soit parce qu'ils ont abandonné le projet parental / et donc auquel cas on a des embryons congelés enfin des oeufs congelés heu qui ne servent plus à rien et qui sont détruits au bout de cinq ans en général et ce qu'on a l'autorisation de faire maintenant et que l'on avait pas avant c'est de pouvoir travailler sur ces oeufs de cultiver les cellules souches embryonnaires à partir de ces oeufs si on a l'accord des parents s'il n'y a plus de projet parental en fait ce qu'on appelle le projet parental c'est à dire si les deux parents qui ont conçu ces oeufs ont arrêté tout projet parental à ce moment là la recherche peut les récupérer à des fins de recherche peut essayer de générer des lignées de cellules souches (NS6, LSC1, 110505, 00 :31 :00).

Le chercheur NS6 s'applique à préciser comment sont conçus puis conservés et détruits les embryons sur lesquels il est envisageable de récupérer des CSE humaines. Il insiste sur le « *projet parental* » dans lequel ne s'inscrivent plus ces embryons. Une tentative de définition, tautologique, du concept de projet parental est esquissée. Plusieurs neuroscientifiques argumentent ainsi du statut de l'embryon en faisant référence de manière téléologique, comme en témoignent les expressions « *conçus pour* », « *à finalité* », au « *projet* » dans lequel il s'inscrit. On peut identifier cette caractéristique des discours de communication des chercheurs dans les extraits suivants :

> La plus grosse critique qu'on fait à l'utilisation de cellule souches c'est que généralement on veut utiliser des cellules souches embryonnaires donc comme leur nom l'indique qui proviennent d'un embryon / alors c'est un embryon très précoce c'est à dire c'est encore une sphère de cellules indifférenciées les embryons qui proviennent d'avortement enfin qui n'ont pas été conçus pour

> récupérer des cellules souches mais bon qui sont là quand même donc les cellules souches embryonnaires on les trouve sur ces embryons très précoces (NS2, LP1, 110105, 00 :02 :20).

Ou encore :

> Ils ont pas été créés à finalité humaine enfin en en recherche pardon ont été à finalité procréation dans un cadre établi par la loi donc dans un certain contexte et donc maintenant on va pouvoir les utiliser puisse qu'ils sont là ces cellules ces embryons (NS4, LV2, 080305, 00 :18 :40).

Notons ici les hésitations sur les différents types de finalités (humaine, de recherche, procréation). Mais au-delà, c'est au défi scientifique, à la quête de connaissances qu'invitent ces extraits de discours[212]. Les horizons de recherche ouverts par les CSE humaines sont immenses dans le contexte d'une compétition internationale de la connaissance.

L'argumentation mobilisée par le chercheur NS1 pour justifier la possibilité de prélever des cellules souches sur l'embryon humain, à des fins de recherche, est légèrement différente, bien qu'elle utilise le même procédé. L'argumentaire renvoie ici à la « viabilité » de l'embryon. On peut le percevoir dans l'épisode suivant où NS1, après avoir précisé le problème éthique qui se pose en réponse à une question d'élève, argumente concernant l'utilisation des CSE humaines :

> Lycéenne 1 : Quel est l'intérêt de le faire sur un embryon si on peut le faire sur un adulte ? Qu'est ce qu'on a de plus chez un embryon ?
> NS1 : C'est que chez un adulte alors c'est elles sont beaucoup moins nombreuses et beaucoup plus difficiles à prélever c'est plus une opération
> Lycéenne 2 : pourquoi c'est plus facile sur un embryon.
> Lycéenne 1 : ben c'est qu'un tas de cellules
> NS1 : Voilà
> Lycéenne 2 : enfin c'est qu'un tas de cellules heu il y aurait des risques pour heu l'embryon
> NS1 : ha ben ça c'est possible quand on parle de cellules souches embryonnaires on parle en fait de la possibilité pour heu la recherche d'utiliser heu les prélèvements sur fœtus pour faire de la recherche en laboratoire mais heu ce type de prélèvement n'est pas fait sur des embryons en cours de développement qui vont donner heu un futur heu concitoyen / ce type de prélèvement sur des fœtus résultant enfin résultant d'avortements naturels ou ou provoqués heu ou même de fausse couche donc de d'embryons qui ne seraient pas viables de toute façon » (NS1, LV1, 180504, 00 :25 :22).

Avec une forte cohérence de discours, ce même chercheur revient, plus tard dans la discussion, sur la question du statut de l'embryon (le mot « *fœtus* » est ici utilisé) :

> Le danger dans ces débats d'éthique c'est de se contenter de clichés ou de mots lancés à l'emporte pièce vous vous voyez vous-mêmes ce que c'est qu'une boîte de culture une culture cellulaire heu quelques cellules prélevées sur un fœtus alors pas prélevées au milieu du cerveau d'un homme adulte ça je suis bien d'accord mais prélevées sur un fœtus qui de toute façon n'est pas viable pour analyser les propriétés faire l'inventaire de quelques molécules dans ces quelques centaines de cellules c'est ça la recherche sur les cellules souches c'est ça la recherche sur les cellules souches (NS1, LV1, 180504, 01 :08 :22).

[212] Bien que la métaphore avec la conquête d'une montagne puisse paraître hasardeuse, ou tout au moins hyperbolique, on peut se souvenir que le néo-zélandais Sir Edmund Hilary, premier alpiniste à avoir atteint le sommet de l'Everest en 1953 (et à en être redescendu pour certains historiens de l'himalayisme), accompagné du sherpa népalais Tenzing Norgay, répondait ainsi à la question de savoir pourquoi il gravissait des montagnes : « *parce qu'elles sont là* ». (voir Bonington, 1992, ainsi que l'article d'Alain Nicolas, « Everest, le rêve reste », L'Humanité, 24 mai 2003).

Au-delà de la réduction de l'embryon à sa dimension biologique cellulaire (« *c'est qu'une boîte de culture cellulaire* »), déjà mentionnée, le chercheur fait référence aux seuls embryons détruits après une interruption, volontaire ou non, de grossesse et qui ne sont pas conservés comme les embryons surnuméraires issus de fécondation in vitro.

Le premier échange témoigne, d'autre part, des difficultés de locution qui apparaissent lorsque la discussion suppose l'engagement de valeurs. Ces difficultés contrastent évidemment avec l'aisance et la fluidité de la locution lorsque sont abordées des connaissances scientifiques seules. Ce chercheur avait par ailleurs fait part, en entretien, de ces difficultés. Comme cela a déjà été précisé, il avait alors déclaré avoir été « *pris au dépourvu* » par les questions d'adolescents portant sur le statut de l'embryon. En revanche, ce chercheur est le seul à avoir explicité sa conception personnelle des embryons issus d'interruption volontaire de grossesse et leur destruction dans le cadre d'une utilisation à des fins de recherche :

> Par contre sur un embryon non viable tel qu'il en est malheureusement heu récupérés heu quotidiennement dans les services de gynécologie obstétrique de tous les grands hôpitaux des pays développés là il y a une source potentielle de cellules souches humaines sur lesquelles on puisse faire l'analyse des propriétés et des facteurs de régulation qui est indispensable comme préliminaire pour les applications cliniques heu c'est incontournable et ça ne lèse personne / ça ne pose pas plus de problèmes éthiques selon moi que un prélèvement sanguin pour une transfusion ce ne sont que quelques cellules qu'on prélève et qu'on va mettre sur la paillasse
> (NS1, LV1, 180504, 01 :05 :02).

La prise en charge énonciative du discours est ici signifiée par la mobilisation de l'expression « *selon moi* ». Concernant la thématique du statut de l'embryon humain, c'est la seule occurrence de clarification d'opinion que nous avons relevé dans un épisode où s'expriment des valeurs. Ces dernières sont ici marquées par des marqueurs de modalisation d'ordre déontique (« *malheureusement* ») ou appréciatif, c'est-à-dire relevant d'un jugement plus subjectif (comme en témoigne la répétition de la proposition « *ça ne lèse personne* »).

Dans la majorité des cas, les chercheurs n'explicitent pas leurs opinions relatives au statut de l'embryon. Pour autant, on peut identifier dans ces discours des formes d'argumentation dans la mesure où, pour reprendre le vocable de Breton, sont exposées « de bonnes raisons » d'adhérer à une opinion. Les procédés argumentatifs que nous relevons dans les discours des scientifiques se rapprochent parfois de ce que Breton (2003) désigne, parmi d'autres modalités argumentatives, de « double détente argumentative ». Dans un premier temps l'embryon est décrit, ou pour être plus précis, redéfini, selon des opérations de reformulation, le plus souvent de l'ordre de la comparaison. La dimension cellulaire, informe de l'embryon apparaît alors comme un argument dit de cadrage. Mais la référence à l'absence de « *projet parental* » qui concerne les embryons issus d'interruption volontaire de grossesse ou certains embryons surnuméraires constituent également une deuxième famille d'arguments de cadrage. Ces arguments visent à modifier le contexte de réception, pour le préparer l'auditoire à recevoir une opinion. En l'occurrence, il s'agit du bien fondé d'utiliser l'embryon pour isoler des lignées de CSE humaines comme objet de recherche.

Cependant, on ne retrouve que rarement, dans les discours produits par les chercheurs, d'arguments dit *de lien*, deuxième temps de la double détente argumentative décrite dans le schéma canonique théorisé par Breton. Ces arguments sont censés « tisser un lien » entre le contexte de réception modifié par les arguments de cadrage et l'opinion proposée. Il nous

semble que c'est bien parce que les chercheurs n'explicitent pas leurs opinions que ce type de procédé argumentatif ne s'exprime que de manière partielle. En effet, le seul argument de lien que nous ayons identifié comme tel, l'a été dans l'épisode reproduit ci avant et attribué au chercheur NS1. C'est d'ailleurs, nous l'avons vu, le seul chercheur a avoir explicité son opinion sur le statut de l'embryon. Le procédé argumentatif mobilisé par ce chercheur peut être résumé comme suit : son discours porte des arguments de cadrage (restriction aux embryons issus d'interruption de grossesse, redéfinition de l'embryon selon sa dimension cellulaire) puis de lien, en l'occurrence d'analogie par comparaison (le prélèvement sanguin) de manière à inviter son auditoire à passer de ce qui est admis (« le prélèvement sanguin pour une transfusion ») à ce qu'il veut faire admettre, la possibilité, pour les chercheurs de travailler sur les CSE humaines.

On peut donc dire que l'argumentation mobilisée par les chercheurs pour soutenir la recherche sur les CSE humaines repose sur des arguments de cadrage, par lesquels l'embryon humain, qu'il soit surnuméraire ou issu d'interruption de grossesse, c'est-à-dire sans projet parental, est réifié. Ce qui justifie l'opinion, partagée par les scientifiques dont nous analysons les discours, du bien fondé de l'utilisation de l'embryon pour isoler des lignées de CSE humaines à des fins de recherche. Remarquons qu'il s'agit là des termes dans lesquels s'exprimait le consensus dégagé autour de l'évolution de la législation française, fin 2004, c'est à dire dans la période où se sont déroulées les rencontres.

Reformulation, effet de nomination, argument de cadrage…. et clarification d'opinions

Les discours des chercheurs, consultés dans un contexte de débats relatifs aux relations entre sciences et société, inscrivent à l'évidence des valeurs, des opinions. C'est le cas lorsqu'ils sont questionnés par les lycéens, à la marge rappelons-le, sur les dimensions économiques et juridiques de l'activité de recherche, mais plus encore sur les implications éthiques des utilisations des CSE humaines. Notamment, la question du statut de l'embryon humain, entre objet et sujet, se distingue comme « lieu d'interactions » entre connaissances et opinions. C'est pourquoi nous avons concentré notre analyse sur les épisodes où a été envisagé le statut de l'embryon, en questionnant l'activité de reformulation des chercheurs. Cette activité de reformulation réunit les discours de communication produits par les scientifiques autour d'une définition de l'embryon, où la dimension biologique est largement dominante par rapport aux dimensions philosophique ou éthico-juridique.

De plus, les chercheurs partagent une importante activité de reformulation qui produit, dans la langue, ce que nous avons identifié, dans un premier temps, comme des concepts hybrides entre connaissances et valeurs. La (re)définition de l'embryon est ainsi reformulée selon ses caractéristiques pluricellulaire et informe, et grâce à un procédé linguistique de comparaison essentiellement (les comparés les plus mobilisés sont « amas », « masse », « sphère », « boule » de cellules). Jacobi (1999) souligne qu'à l'exception des synonymies référentielles (peu rencontrées dans les discours analysés ici), les reformulations successives qui caractérisent les discours de vulgarisation scientifique intègrent des glissements de sens. Nous avons avancé que les activités de reformulation mises en œuvre par les chercheurs

procèdent d'une réduction lexico-sémantique autour de la dimension cellulaire de l'embryon et sont porteuses de glissements de sens. Ces glissements de sens correspondent à des opérations sur les valeurs visant à objectiver l'embryon. Les reformulations ou redéfinitions autour du concept d'embryon participent ainsi de sa réification, ce qui permet de justifier, en l'état actuel des (in)connaissances de sa destruction, et plus largement de son utilisation comme source de CSE humaines pour la recherche. Il nous semble que réside dans cette articulation l'une des caractéristiques majeures des relations entre connaissances et opinions dans les discours des chercheurs en situation de communication.

Nous rejoignons là, nous semble-t-il, ce que (Memmi 1989) désigne comme un « *effet de nomination* » lorsqu'elle analyse les discours d'experts dans le contexte d'un colloque sur l'assistance médicale à la procréation. Dans ce sens, les connaissances scientifiques participent effectivement d'un effort de redéfinition de l'embryon humain, permettant de disqualifier ou de requalifier certaines opinions. En l'occurrence, c'est ici un statut d'objet qui est assigné par l'opération de nomination à l'embryon humain surnuméraire, ou issu d'interruption de grossesse, et sans projet parental.

C'est aussi selon cette perspective que les discours produits par les chercheurs, lorsqu'il s'est agit du statut de l'embryon humain, s'apparentent à des discours argumentatifs. Mais ils ont la particularité que la majorité des scientifiques n'y explicitent pas leurs opinions relatives à l'individualité de l'embryon humain. Un seul épisode a été identifié dans lequel un chercheur exprimait son point de vue personnel avec une réelle prise en charge énonciative.
Nous faisons l'hypothèse que cette particularité explique que les procédés argumentatifs mobilisés par les chercheurs apparaissent « tronqués ». Nous avons vu en effet que, pour reprendre le schéma de double détente argumentative défini par Breton, l'argumentation des scientifiques repose pour l'essentiel sur des arguments de cadrage. Il en est ainsi des reformulations opérées autour du terme pivot « embryon », qui procèdent par comparaisons pour l'essentiel. Mais c'est aussi le cas des arguments visant à resituer l'embryon dans le cadre d'un « projet parental ». Le « contexte de réception » est modifié par le déplacement de point de vue que les locuteurs introduisent. Ce sont en effet ces arguments qui concourent à rendre acceptable l'identification de l'embryon humain, surnuméraire ou issus d'interruption volontaire de grossesse, à un objet plutôt qu'à un sujet. Et par suite, c'est ce qui justifie la possibilité pour les chercheurs de travailler sur les CSE humaines. En revanche, très peu d'arguments de liens ont été repérés dans les procédés argumentatifs mis en œuvre par les scientifiques. Que l'on parle de reformulation, d'argument de cadrage ou d'effets de nomination, il nous semble que les discours analysés éclairent la question des relations entre connaissances et opinions, dans un contexte de communication où sont envisagés les implications sociales des sciences. Tout se passe comme si les reformulations opérées par les chercheurs mobilisent des connaissances scientifiques qui font autorité dans leur capacité à « faire écran » aux positionnements de valeurs que suppose la question du statut de l'embryon humain. L'autorité des savoirs scientifiques, largement légitimés par le contexte du laboratoire de recherche dans lequel se sont déroulées ces rencontres, permet aux chercheurs d'exposer implicitement leurs opinions sans que ne soit nécessairement abordée la question du statut de l'embryon humain.

Pour autant nous n'irons pas jusqu'à identifier dans les figures argumentatives des chercheurs, une « traduction » de connaissances en opinions, dont il s'agirait de questionner la

légitimité, comme le suggère Breton. D'une part, parce que, dans un contexte de communication, nous venons de le voir, les savoirs scientifiques jouent plus d'un effet d'écran quand aux questions sur lesquelles peuvent s'exprimer des opinions. D'autre part, parce que si tel était le cas, il nous semble que les scientifiques auraient mobilisés beaucoup plus largement leurs connaissances. Or, comme cela a été précisé, les chercheurs font peu mention des connaissances scientifiques susceptibles de « borner » la définition de l'embryon, la différenciation du système nerveux notamment. Ceci peut paraître surprenant pour des spécialistes des neurosciences dont le champ est structuré, justement, par une réduction des états mentaux, de conscience, d'individuation donc, à leurs corrélats d'activité physiologique. Or cette dimension centrale de la distinction entre l'embryon objet et l'embryon personne ne relève pas, selon nous, dans les discours des chercheurs, d'une traduction. Cependant, et pour ne pas tomber dans un relativisme inopérant, il est clair que les connaissances scientifiques relatives aux différents stades de différenciation de l'embryon semblent indispensables pour éclairer le jugement sur le statut de ce dernier. Mais les scientifiques qui mobilisent ces connaissances n'en discutent pas ni n'en explicitent la légitimité. Comme si, entre scientisme et relativisme, les chercheurs ne souhaitaient pas prendre le risque de se positionner. Pourtant il nous semble que c'est justement une réflexion collective sur la place des connaissances scientifiques qui fonde l'un des intérêts didactiques majeurs des rencontres entre chercheurs et adolescents autour des relations entre sciences et société.

La question de recherche à laquelle nous avons ici proposé des réponses interrogeait les discours de communication des chercheurs sur ce qu'ils inscrivaient des relations entre connaissances et opinions. Mais nous nous étions également demandé dans quelle mesure les représentations des scientifiques sur les relations entre connaissances et opinions orientent leurs discours de communication. Les représentations dominantes au sein du panel de scientifiques qui sont intervenus dans les débats sciences & société *Hippocampe* apparaissent cependant polarisées autour d'une acception que nous avons qualifié de « dualiste » entre connaissances et opinions, entre scientifique et non-scientifique, philosophique notamment mais plus largement social. S'y exprime une condition de clôture du champ scientifique.

De fait, dans les discours qu'ils proposent, les chercheurs n'explicitent pas leurs opinions personnelles quant au statut de l'embryon, tout en les signifiant. Leurs discours apparaissent, nous y reviendrons, empreints de neutralité énonciative sur le plan des valeurs puisqu'ils présentent des connaissances. Ce qui apparaît cohérent avec leurs représentations, où connaissances et opinions sont clairement distinguées. L'hypothèse selon laquelle la communication par les chercheurs des relations entre connaissances et opinions est orientée par les représentations qu'ils ont, au sens où ces dernières sont socialement fonctionnelles est confirmée.

On doit cependant en souligner la fragilité. Les deux chercheurs dont les représentations nous ont semblé les plus « marquées », relation « dualiste »[213] entre connaissances et opinions pour l'un (NS1), et inséparabilité des connaissances et des opinions pour l'autre (NS4), ne se distinguent en effet pas particulièrement du constat qui vient d'être fait. Il est même à remarquer que la seule occurrence de discours dans laquelle nous avons relevé une marque de personnification et de prise en charge énonciative en ce qui concerne le statut de l'embryon concerne le neuroscientifique NS1.

[213] Le lecteur pourra se référer à la figure 30 présentée en fin de section précédente.

Reste que tous les chercheurs qui sont intervenu dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe* ont identifié des thématiques sur lesquelles étaient impliquées à la fois connaissances scientifiques et opinions personnelles. A l'exception d'un chercheur, tous les scientifiques qui ont rencontré des adolescents ont fait le choix de ne pas expliciter leurs opinions personnelles. Ces choix traduisent donc des postures de communication sur lesquelles il s'agit maintenant de s'interroger.

CHAPITRE IV-8
POSTURES DE COMMUNICATION ET REPRESENTATIONS DES RELATIONS ENTRE SCIENCES ET DECISION

Les discours des neuroscientifiques ayant participé aux débats *Hippocampe*, présentés comme des débats autour d'une question socio-scientifique, révèlent certaines de leurs représentations concernant les relations entre sciences et société, lorsque ces derniers sont en situation de communication avec un public non-spécialiste. Plus précisément il apparaît pertinent de s'attarder sur la façon dont les chercheurs ont exprimé leurs points de vue sur les acteurs, instances et procédures de décision relatifs aux choix scientifiques et techniques. L'objet de ce chapitre est de s'interroger à nouveau sur la façon dont les discours des chercheurs révèlent et sont orientés par leurs représentations des relations entre sciences et société. Mais il s'agit de se focaliser ici sur la posture de communication des scientifiques.

Dans un premier temps, nous tentons de caractériser la diversité de postures de communication des chercheurs, telle qu'elle s'exprime dans leur discours, c'est-à-dire essentiellement autour de l'explicitation et de la prise en charge énonciative des opinions personnelles.

Dans un deuxième temps, il s'agira de rechercher dans les discours de communication produits des caractéristiques communes, ainsi que les divergences traduisant la façon dont les chercheurs envisagent leur propre place, mais aussi la participation des non-spécialistes, dans les choix scientifiques et techniques de société.

Nous préciserons ensuite les représentations que ces chercheurs ont des relations entre sciences et société et plus précisément entre sciences et décision. Les entretiens menés auprès des scientifiques ont permis d'approfondir la connaissance de leurs représentations en ce qui concerne leur propre posture de citoyen expert, mais aussi en ce qui concerne les conditions de réalisation d'une citoyenneté scientifique.

Il sera alors envisageable de se demander dans quelle mesure les discours produits sont orientés par ces représentations.

Notre questionnement de recherche repose sur deux hypothèses principales. La première suppose que les discours de communication produits par les chercheurs portent des traces qui traduisent la façon dont ils envisagent leur place et celle des citoyens non-spécialistes dans les procédures de décision relatives aux choix scientifiques et techniques. La seconde hypothèse repose sur la fonctionnalité sociale des représentations qu'ils ont des relations entre sciences et société. Nous pensons que ces représentations permettent d'expliquer leur posture de communication.

La démarche méthodologique mise en œuvre sera la même que dans le chapitre précédent. Nous procédons à une analyse sociolinguistique comparée des discours produits par les

différents chercheurs après avoir distingué des épisodes à forte cohérence sémantique. Les choix opérés par les scientifiques concernant leur posture de communication seront alors éclairés par les éléments relevés lors des entretiens individuels et collectifs que nous avons eu avec eux à l'issue de leur rencontre avec les lycéens.

IV-8-1 Explicitation des opinions personnelles et mythe de neutralité

Dans le chapitre précédent, l'analyse proposée a permis de mettre en évidence que les discours de communication des chercheurs inscrivent des valeurs. Il a déjà été fait mention du fait que ce sont essentiellement les épisodes polarisés autour de la question du statut de l'embryon humain, ou des différentes formes de clonage, pour lesquels on peut identifier des traces linguistiques révélant l'inscription des opinions des chercheurs. Concernant le statut de l'embryon humain, si les discours inscrivent des valeurs, les scientifiques prennent soin de ne pas expliciter leurs opinions personnelles. Dans le chapitre précédent, nous n'avions relevé qu'une seule occurrence de prise en charge énonciative par un chercheur de l'explicitation de son point de vue sur le statut de l'embryon.

On peut faire le même constat en ce qui concerne les épisodes de discours où sont envisagées les questions de société ayant trait au clonage thérapeutique et, dans une moindre mesure, au clonage reproductif. Sur ce point, un seul chercheur explicite aux adolescents son propre point de vue de manière argumentée. Ainsi le neuroscientifique NS5 introduit la question du clonage et la traite très rapidement, sans pour autant que la relation entre clonage reproductif, clonage thérapeutique et CSE humaines ne soit explicitée aux étudiants. L'extrait de discours suivant se rapporte à l'opinion du chercheur relative au clonage reproductif puis glisse vers le clonage thérapeutique :

> Le clonage humain c'est pareil le clonage qu'on est / moi moi je suis pas très favorable et je suis pense que / et de toute façon il y a des verrous je ne pense pas qu'on puisse les faire sauter comme ça et demain cloner quelqu'un ça je ne pense pas / c'est assez compliqué vu les exemples qu'il y a eu au jour d'aujourd'hui / mais si on prend l'aspect technologique c'est à dire ce que les gens ont mis au point ça c'est intéressant de voir comment ils ont fait le clonage / et de se dire ben tiens dans quel cas est ce que je pourrai utiliser cette méthode la méthode est intéressante le but après c'est toujours pareil c'est savoir qu'est ce que les gens veulent en faire et quel est l'objectif qui il y a derrière / les cellules souches si on dit c'est pour soigner les malades c'est très bien c'est mais qu'est ce qu'il peut y avoir comme dérive dedans (NS5, LB, 150305, 00 :23 :18).

Dans cet extrait, le chercheur précise son opinion personnelle sur le clonage humain (« *moi je suis pas très favorable* ») sans introduire de distinction entre clonage thérapeutique et clonage reproductif. La prise en charge énonciative est forte, comme en témoigne le fait qu'il s'exprime à la première personne du singulier (le verbe penser est conjugué à la première personne du singulier à trois reprises dans le début de cet extrait) et qu'il mobilise le pronom personnel « *moi* ». Notons que le scientifique réalise une partition entre les dimensions éthiques du clonage et les dimensions technologiques (« *si on prend l'aspect technologique* ») qui sont présentées comme « *intéressantes* » du point de vue des connaissances fondamentales. Plus tard, le même chercheur revient sur la question en précisant cette fois une

relation entre le clonage thérapeutique et l'utilisation des CSE humaines dans le cadre de la thérapie cellulaire :

> Moi j'essaie de vous donner mon point de vue en tant que chercheur sur ça j'ai quelques idées je pense que c'est nécessaire de le développer mais il faut le contrôler il faut le contrôler il faut se dire qu'il faut pas qu'il y ait de dérive dessus quoi indépendamment de l'aspect religieux et politique qui lui n'a rien à voir là dessus / c'est de savoir en fait si vraiment ces cellules souches vont vraiment servir à l'idée générale que les gens ont quoi / faites pour corriger et soigner des maladies (NS5, LB, 150305, 00 :51 :58).

Là encore, la prise en charge énonciative dans l'explicitation de son « *point de vue* » est marquée, le discours est personnifié. En témoignent les propositions « *Moi j'essaie de vous donner mon point de vue* » ou « *j'ai quelques idées* ». Précisons que le scientifique donne ici son opinion personnelle « *en tant que chercheur* ». Cette formulation pose question. S'agit-t-il d'une opinion reposant sur des connaissances scientifiques, s'agit-il d'un point de vue exprimé à titre personnel, en tant que membre d'une institution ou d'un organisme de recherche ? Elle traduit, selon nous, une dichotomie déjà relevée entre connaissances et opinions. Comme le confirme d'ailleurs par la suite la proposition « *indépendamment de l'aspect religieux et politique* », laquelle suppose que la question du clonage peut être envisagée en faisant abstraction de présupposés éthiques sur le statut de la personne humaine. En tout état de cause, l'exemple envisagé ci dessus constitue la seule occurrence où un chercheur exprime explicitement son point de vue personnel. Nous retrouvons donc là, chez la majorité des chercheurs, le choix de ne pas expliciter leur propre opinion sur une dimension éthique de la question des utilisations des CSE humaines, tel qu'il s'était révélé concernant le statut de l'embryon. C'est une caractéristique de la posture de communication partagée par la majorité des scientifiques qui sont intervenus dans le contexte des débats sciences & société *Hippocampe*.

C'est pourquoi, au cours des entretiens menés avec les chercheurs à l'issue de leur rencontre avec les lycéens, nous les avons interrogés plus spécifiquement sur la posture qu'ils avaient adoptée, ou plutôt qu'ils pensaient avoir adoptée, concernant l'explicitation de leurs opinions personnelles, dans cette situation de communication. La majorité des chercheurs argumentent sur le « poids » de la parole du scientifique expert et les risques d'influencer les lycéens dans l'évolution de leurs opinions. Comme ils l'avaient déclaré au cours de l'intervention, ils laissent les adolescents se « *faire leur opinion* » sur ces questions, d'autant plus que ces derniers étaient impliqués dans une démarche délibérative. C'est avec ce point de vue qu'un chercheur a choisi de ne pas exprimer, devant les lycéens, ses opinions personnelles sur le statut de l'embryon et/ou sur le clonage thérapeutique :

> Notre opinion non scientifique en tant qu'experts scientifiques ça a beaucoup de poids pour eux. […] Moi je leur disais que c'était plus à eux d'avoir à se faire leur opinion par rapport aux connaissances qu'on leur donnait. Moi je ne pense pas leur avoir donné ma propre opinion (eNS7).

Durant les entretiens, d'autres chercheurs ont déclaré avoir eu l'impression d'expliciter aux lycéens leurs opinions personnelles lorsque les questions du statut de l'embryon, des différentes formes de clonage, ou plus généralement de l'utilisation des CSE à des fins de recherche ou d'utilisation thérapeutique, se sont posées. Pourtant, si ces chercheurs ont « *eu l'intention* » d'exprimer leurs points de vue ou ont « *essayé de leur dire* », nous avons déjà

souligné que cela n'était pas explicite dans leurs discours auprès des adolescents. Les pratiques déclarées sont exprimées de la manière suivante :

> Je suis tenté de dire que oui mais c'est pas sûr, en tout cas j'ai eu l'intention de le dire, j'ai eu l'intention de le dire. Il y avait certaines fois rares où ça tapait dans des connaissances objectives et puis certaines fois où ha ben non là c'est plus de la science, c'est de l'opinion et c'est du ressort même pourquoi pas des décideurs politiques (eNS1).

Ou encore :

> J'ai essayé dans la réponse je pense d'abord de leur dire vraiment l'aspect scientifique et ensuite de leur dire la conclusion que moi j'en tirais en essayant de montrer que c'était plus une opinion. […] Même si le sujet était science société que je suis intervenue comme experte scientifique je m'étais juste demandé si mon opinion allait entrer en ligne de compte ou pas et je me suis vraiment posé la question en face des élèves lors de certaines réponses qu'ils me demandaient donc là j'ai essayé de leur dire que c'était vraiment mon opinion personnelle j'ai essayé de leur dire (eNS2).

Nous interprétons ce décalage de perception entre posture déclarée et posture réelle dans l'explicitation par les chercheurs de leur propre positionnement comme l'expression d'une réelle tension. Le chercheur en situation de communication se trouve en effet écartelé entre une volonté de donner des informations, les connaissances scientifiques, qu'ils jugent nécessaires pour appréhender les termes du débat et la réticence à exprimer leur opinions personnelles pour ne pas « influencer » leur auditoire. Nous pensons que ce type de posture de communication est en partie orienté par une représentation où connaissances scientifiques et opinions sont clairement distinguées.

Reste que certains scientifiques choisissent de ne pas exprimer leurs propres opinions parce qu'ils craignent d'influencer leur jeune auditoire. Pour le chercheur NS2 cette préoccupation dépasse d'ailleurs largement le cadre de son intervention au sein des débats sciences & société *Hippocampe.* C'est bien ce qu'il exprime lorsqu'il en vient à regretter l'« *aura* » dont bénéficient les chercheurs auprès du grand public :

> J'ai toujours l'impression que cette espèce d'aura qui tourne autour du métier de chercheur qui fait que ta prise de parole peut avoir plus d'importance que celle d'un autre, il faut arriver à doser ça parce que justement dans le cadre d'une expertise citoyenne je pense que ça ne devrait pas être le cas (eNS2).

Ce scientifique, qui pense que « *de toute façon les gens comprennent que l'on a des opinions* », précise par ailleurs que l'explicitation des opinions personnelles par un chercheur placé en situation de communication dépend du contexte dans lequel il intervient et du contrat de communication qui sous tend la rencontre. Ainsi, selon sa perception du contrat de communication identifié pour les rencontres avec des lycéens, il avait choisi de ne pas expliciter son point de vue sauf si la question lui était posée.

Bien qu'il ait été le seul chercheur à avoir clairement explicité ses opinions personnelles, avec une forte prise en charge énonciative, à la fois sur les questions des clonages thérapeutiques et reproductifs et sur les utilisations des CSE humaines à des fins de recherche et d'application thérapeutique, le neuroscientifique NS5 exprime aussi le risque d'« *influencer* » les élèves. Ce chercheur souligne toute la « *difficulté* » de cette situation de communication jugée « *délicate* ». S'il envisage la possibilité de « *donner son opinion* », c'est pour mieux soulever le risque d'« *influencer* » ou de « *faire changer* » l'opinion des lycéens :

> On peut donner son opinion je pense mais il faut être prudent quand même. Moi je serais prudent avec les plus jeunes c'est quand même plus difficile. Avec les adultes de toutes façons ils ont déjà leur opinion, parce qu'ils ont un vécu, c'est souvent sur leur vécu, je parle du grand public, c'est sur leur vécu (eNS5).

Il est à remarquer que ce chercheur identifie la spécificité du jeune public qu'il juge « *très malléable* » contrairement aux adultes qui « *ont déjà leur opinion* ». C'est donc tout autant comme éducateur que comme scientifique consulté que se positionne ce chercheur. Les difficultés de ce contexte de communication le poussent à recommander la plus grande prudence quand à l'explicitation de l'opinion personnelle.

La perspective est différente en ce qui concerne le neuroscientifique NS4. Selon lui la question n'est pas tant de ne pas exprimer ses opinions personnelles, ce qui ne lui paraît d'ailleurs pas « *gênant* », que de ne pas « *manipuler* » son auditoire. Il s'agit donc, pour ce chercheur, de clarifier les points de vue individuels, de livrer les « *arguments* », y compris les siens. C'est selon lui une condition pour permettre aux adolescents de se positionner sur la question retenue. Son discours est à cet égard extrêmement clair :

> C'était eux qui devaient décider et pas moi. C'était eux étant les citoyens qui devaient résoudre les questions, mais sur certains aspects effectivement les casquettes se mélangent. […] Je ne pense pas que ça soit gênant. Si on les met face à eux, face aux choix enfin on n'est pas en train de les manipuler voilà la question pour moi. C'est dans quelle mesure je suis en train de leur vendre des cravates et les forcer à adopter une position. C'est plutôt de dire voilà les arguments sont là mais c'est à vous finalement de vous exprimer pourquoi ça et pourquoi pas, pourquoi utiliser un embryon et pourquoi ne pas l'utiliser (eNS4).

On doit rappeler que ce chercheur se distingue du point de vue de ses représentations par le fait qu'il est le seul à ne pas séparer connaissances et opinions, mais à en souligner l'inséparabilité (« *les casquettes se mélangent* »). Ce qui tendrait à renforcer l'hypothèse selon laquelle les pratiques de communication sont orientées par les représentations sociales des relations entre connaissances et opinions. Mais la posture de communication de ce chercheur en termes d'explicitation de ses opinions personnelles ne diffère pas nettement de celle des autres scientifiques.

Une volonté de « neutralité » dans la posture de communication de certains chercheurs

Nous distinguons cependant les postures qui viennent d'être explicitées de celle des chercheurs qui convoquent une supposée neutralité du scientifique engagé dans une entreprise de communication. Deux scientifiques se sont en effet exprimés dans ce sens. Par exemple le chercheur NS3, s'il fait également état du contexte de communication (débats *Hippocampe* versus son laboratoire de recherche), préconise une neutralité du scientifique en situation de communication. Comme il l'a précisé au cours de l'entretien :

> Dans les débats *Hippocampe* les règles sont claires, je sentais que je devais rester neutre après dans le laboratoire oui je dis mon opinion […]. Donc oui, je pense qu'effectivement il faudrait aborder ces choses-là, mais donner notre avis, asséner des vérités, en tant qu'expert, on risque de les déstabiliser ou même de les monter contre nous. Par exemple si il y a des catholiques pratiquants, sur l'avortement et la vie et cætera (eNS3).

Cette neutralité apparaît comme une façon d'éviter le risque de déstabilisation d'une partie de l'auditoire. Il est précisé que, face a des individus ayant des convictions catholiques, « *donner son avis* » pourrait se révéler même contre-productif (« *les monter contre nous* ») s'il s'agit par exemple de se prononcer clairement en faveur d'une utilisation des CSE humaines à des fins de recherche. Pour autant, le discours de ce même chercheur apparaît de ce point de vue contradictoire puisqu'il précise, dans la suite de l'entretien, la posture qu'il adopte « *en général* » concernant l'explicitation de ses opinions personnelles. Mais il ne l'a pas adopté durant les débats sciences & société *Hippocampe* :

> En général je leur dis mais j'essaie de leur renvoyer la question en leur disant votre avis vaut autant que le mien. Dans notre société on à un choix à faire, c'est un choix de société, un choix éthique, à ce moment-là votre avis vaut autant que le mien. Mais je ne me souviens plus si dans le cas d'*Hippocampe* j'avais donné mon propre avis, je crois que je n'avais pas donné mon propre avis (eNS3).

La nécessité de « *rester neutre* » est également l'argument qui justifie la posture de communication adoptée par le scientifique NS6 :

> L'idée étant de rester neutre sur le fait de montrer qu'on est conscient des risques potentiels, que la communauté essaye de s'entourer d'un certain nombre de précautions avec des comités d'éthique etc. etc. qui vérifient l'activité et la manière dont elle est menée. Mais sur le bien-fondé de la recherche il y a une position qui est quand même l'intérêt humain à faire progresser la connaissance à la base et donc de trouver un équilibre entre justement la curiosité humaine et du chercheur et la barrière de protection mise par les comités d'éthique (eNS6).

Nous espérons avoir convaincu le lecteur, dans le chapitre précédent, que les discours produits par les chercheurs, notamment lorsque sont abordées les dimensions éthiques, économiques et législatives de la question de débat retenue, inscrivent implicitement des opinions personnelles. Il nous semble donc que convoquer la nécessité d'une attitude neutre, sur le plan des valeurs, dans le contexte de la situation de communication qui retient notre attention, relève du mythe. D'ailleurs, la contradiction est apparente dans l'extrait précédent où le chercheur, tout en supposant qu'il reste neutre soulève « *quand même* » la nécessité de « *faire progresser la connaissance* ». Mais cette contradiction s'exprime mieux encore dans l'argumentaire développé par ce même chercheur un peu plus tôt au cours de l'entretien collectif :

> Il y a un petit peu deux cas de figure c'est-à-dire il y a le débat ouvert où effectivement les lycéens sont un peu dans l'attente de pouvoir se forger leur propre sentiment et le cas où finalement ils sont déjà ils ont déjà une opinion tranchée. Et quand c'est une opinion conservatrice on va dire, nous on est un petit peu attaqué dans le sens où on est du coté du scientifique qui mène les recherches donc forcément on soutient forcément la thèse opposée même si on met toutes les restrictions, les nuances qu'on peut y mettre on est quand même du coté où on est les manipulateurs on est ceux qui font cette recherche là donc on est on est dans une position où on est obligé un petit peu de justifier cette activité et donc d'entrer dans un débat beaucoup plus je dirais moins fin je dirais plus rentrer dedans quoi (eNS6).

Il s'agit pour ce scientifique de prôner une posture de neutralité dans le cas où les adolescents sont dans le mouvement de « *se forger leur propre sentiment* ». Mais cette posture ne tient plus pour les lycéens qui expriment une « *opinion tranchée* ». L'expression d'une « *opinion conservatrice* » conduit ainsi le chercheur à changer de posture, à se faire le promoteur

militant du bien fondé des recherches sur les CSE humaines. Le scientifique se trouve effectivement dans une position où, pratiquant lui-même une activité de recherche, il se sent « *obligé de justifier cette activité* ». Etant à la fois l'acteur et le promoteur de recherches sur les cellules souches, comment peut-il prétendre « *rester neutre* » surtout lorsque lui est opposée une opinion jugée « *conservatrice* » ?

Prise en compte de la diversité et de la relativité des points de vue

Nous avons relevé dans les discours de communication des scientifiques le choix de ne pas expliciter leurs propres opinions personnelles, particulièrement en ce qui concerne le statut de l'embryon sur lequel il serait possible de récupérer des cellules souches. Il est par ailleurs à remarquer que certains chercheurs interpellent sur cette question les lycéens pour leur faire prendre conscience de la diversité des opinions qui peuvent s'exprimer au sein de la société. Cette diversité de points de vue, plusieurs chercheurs en précisent la relativité en fonction des intérêts et des valeurs qui les sous tendent. Ainsi, le neuroscientifique NS2 met en perspective la coexistence de « *beaucoup de points de vue différents* » dans la société qui est traversée par des « *influences très contradictoires* », que ce soient celles des « *associations de malades* », des « *chercheurs* », des « *personnes qui ont des idées morales et religieuses très strictes* », comme cela apparaît dans l'extrait suivant :

> Vous comprenez pourquoi quand on est du coté des associations ou des malades ou de leur famille il y a beaucoup d'attentes sur la recherche et peut être que les questions qui se posent ne sont pas tout à fait les mêmes que les questions qu'on essaye de se poser enfin que la société essaye de se poser froidement en termes de comité d'éthique de bien de mal d'embryons jusqu'à quelle date enfin à partir de quelle date l'embryon serait il humain […] / dans la société il y a vraiment des influences très contradictoires entre les associations de malades qui veulent bien sûr un maximum de recherches bon les chercheurs qui généralement aiment la recherche et sont prêts à en faire aussi des personnes qui ont peut être des idées morales et religieuses très strictes et qui sont honnêtement choquées par ce qu'on essaye de faire sur les malades parkinsoniens / chaque point de vue est respectable mais il y a vraiment beaucoup de points de vue différents dans la société (NS2, LP1, 110105, 00 :56 :00).

Il est à noter que ce scientifique inclus les chercheurs dans le panorama représentant la diversité des points de vue, mais leurs motivations à militer en faveur de la recherche sur les CSE humaines ne font pas l'objet d'un développement particulier, si ce n'est qu'ils « *aiment la recherche* ». Le neuroscientifique NS7 propose également aux lycéens de prendre en compte la relativité des points de vue (« *en fonction de l'angle d'attaque du problème* »). Il invite pour se faire les adolescents à se mettre à la place d'acteurs ayant des points de vue différents (« *si dans votre famille* », « *si par exemple vous êtes dans le cadre d'un désir d'enfant* ») :

> Ça c'est aussi une réflexion que vous devez avoir vous j'imagine que si dans votre famille quelqu'un a une maladie très grave et que on pourrait peut être éventuellement trouver des pistes pour la soigner en utilisant ces cellules là et bien c'est vrai qu'on se demande ben pourquoi les gens le font pas […] mais d'un autre coté ces embryons là c'est peut être un individu qui va qui pourrait se développer donc c'est toujours à mettre en balance en fonction de l'angle d'attaque en fait du problème donc il y a des réflexions à avoir j'imagine que enfin je sais pas si je faisais un tour de table je sais pas si vous auriez les mêmes les mêmes opinions sur ces problèmes là ça c'est des débats qu'il faut avoir entre nous il n'y a pas de d'opinions qui sont la vérité il y a autant

> d'opinions que de personnes à priori il y a des gens qui disent ouais je vais les utiliser des gens qui disent c'est la vie on ne peut pas les utiliser (NS7, LSC2, 180505, 00 :15 :20).

On le voit dans cet extrait, pour sensibiliser les adolescents sur la relativité des différents points de vue, ce chercheur les renvoie d'ailleurs à la diversité des opinions qui peuvent s'exprimer au sein même du groupe d'élèves auquel il s'adresse. C'est aussi la stratégie adoptée par le chercheur NS5. Mais ce dernier tient à souligner que des débats d'opinions contradictoires se font jour au sein même de la communauté scientifique. Il rappelle alors l'importance des « *idées politiques ou religieuses* » dans l'élaboration des opinions de chaque chercheur sur la question :

> Les chercheurs ils sont divisés là dessus parce que il y en a qui aimeraient faire tout avec les cellules souches être complètement libres parce que pour eux ils pensent que c'est vraiment l'avenir moi je pense que oui aussi il y a des choses qu'ils peuvent faire / mais après vous avez des chercheurs aussi qui ont d'autres idées politiques ou religieuses (NS5, LB, 150305, 00 :21 :38).

Notons que cet extrait de séquence est l'un des très rares cas où un scientifique explicite son propre point de vue (« moi je pense que oui ») avec une prise en charge énonciative forte. Comme cela a déjà été souligné, la posture du chercheur NS5 est de ce point de vue à la marge de celle adoptée par les autres scientifiques qui sont intervenus devant les lycéens.

Car la majorité des chercheurs partagent le choix d'une posture de communication où ils n'explicitent pas leurs opinions personnelles. Ce choix n'est cependant pas supporté par les mêmes arguments d'un scientifique à l'autre. Pour un chercheur (NS4), les discours de communication sont nécessairement porteurs d'opinions, de valeurs, et il est illusoire de penser qu'ils ne le sont pas. La question se pose alors en termes de « manipulation » de l'auditoire, auquel il faut fournir les éléments d'une analyse critique de la diversité des points de vue qui s'expriment sur la question socio-scientifique abordée.

Pour d'autres (NS1, NS2, NS7), le « risque » communicationnel réside dans la possibilité d'« influencer » les lycéens dans la construction de leurs propres opinions. Ceci est d'autant plus sensible qu'ils sont jeunes et influençables. C'est donc la critique de l'autorité des scientifiques qui les conduit à ne pas expliciter leurs propres points de vue en situation de communication. Mais, là encore, le fait que leurs discours inscrivent nécessairement des valeurs n'est pas remis en cause. Il ajoute simplement à la « difficulté » de la situation de communication.

Enfin pour les derniers (NS3 et NS6), le choix d'une posture de communication où ne sont pas explicitées les opinions personnelles est fondé sur la nécessité, et donc la possibilité, de rester « neutre » quand aux relations entre sciences et société.

Il a déjà été souligné que, selon nous, cette dernière posture relève d'un « mythe » de neutralité tant il est évident que les discours des chercheurs inscrivent des valeurs. Nous avons précisé en quoi les reformulations opérées autour du terme pivot « embryon » sont l'objet de glissements de sens qui traduisent implicitement, selon un effet dit de « nomination » notamment, les opinions des scientifiques. Mais est-ce le seul procédé discursif identifiable par lequel les discours de chercheurs en situation de communication inscrivent leurs opinions ?

IV-8-2 Effets de problématisation

Dans une réflexion à laquelle nous nous sommes référés dans l'introduction de ce travail, Alan Irwin soulevait les risques d'instrumentation des procédures de consultation des citoyens dans la perspective d'orientation des choix scientifiques et techniques. Irwin (2001) invitait plus précisément à interroger les procédures participatives dans ce sens en se focalisant sur la formulation des questions au travers desquelles étaient envisagées les relations entre sciences et société. C'est d'ailleurs pour tenter d'éviter cet écueil que nous avions retenu un protocole de débat dans lequel les lycéens définissaient collectivement un questionnement initial qui leur semblait légitime autour de la thématique des CSE humaines. Nous intégrons cette contribution, en reconnaissant que le choix des termes dans lesquels sont envisagés des dilemmes socio-scientifiques, constitue une opération de « cadrage » que l'on se doit d'interroger.

C'est pourquoi les épisodes de discours où les chercheurs qui abordent les dimensions éthiques des CSE humaines (statut de l'embryon, clonage reproductif et thérapeutique essentiellement) sont analysés en se focalisant sur les procédés de communication par lesquels ces derniers précisent les questions qu'il leur semble légitime de se poser. Dans le chapitre consacré à l'exposé des connaissances, il avait déjà été mentionné que plusieurs scientifiques introduisent la thématique du clonage en questionnant les élèves sur la différence entre clonage reproductif et clonage thérapeutique. Mais d'une manière générale, nombreuses sont les occurrences de discours où les chercheurs prennent l'initiative de formuler un questionnement de société. Il en va ainsi de la façon dont doit être abordée la question du clonage humain.

Par exemple, en réponse à une question de lycéenne, dont l'objet était de savoir si le clonage reproductif avait déjà été expérimenté chez l'homme, le neuroscientifique NS6 répond :

> Chez l'homme ça jamais mais ça s'est fait chez de nombreuses espèces animales le clonage reproductif a été fait la première fois ça avait été une brebis on en avait beaucoup parlé c'était Dolly et depuis ça a été fait sur des chats des chiens des lapins enfin on a essayé sur tout un tas d'espèces évidemment et heureusement pas chez l'homme d'un point de vue éthique c'est inconcevable donc justement toute la le conflit est là est ce que l'intérêt potentiel thérapeutique du clonage thérapeutique est suffisant et est ce que d'un point de vue éthique ça se justifie par rapport au risque potentiel qu'on prend […] le risque c'est qu'il y ait une dérive et que à partir du moment où on maîtrise le clonage au lieu d'arrêter le développement là (*montre un schéma sur le paper board*) qu'il y ait des gens qui dans leur coin quelque part parce qu'ils ont payé très cher parce que ils ont le bras long parce qu'ils se développent un laboratoire privé parce que ceci parce que cela et bien on n'arrête pas le développement à ce stade là et que l'on laisse développer l'embryon et qu'on ait qu'on génère vraiment des clones d'êtres humains / déontologiquement c'est inacceptable d'accord donc c'est ça la dérive possible du clonage (NS6, LSC1, 110505, 00 :27 :20).

On remarquera la volonté didactique de ce scientifique pour préciser aux lycéens les possibilités de « *dérive* » du clonage thérapeutique au clonage reproductif. Mais ce que nous retenons, c'est la formulation de la question éthique qu'il convient de se poser lorsque est discuté le bien fondé social de l'autorisation du clonage thérapeutique : « *le conflit est là est-ce que l'intérêt potentiel thérapeutique du clonage thérapeutique est suffisant et est ce que d'un point de vue éthique ça se justifie par rapport au risque potentiel qu'on prend* ». Le

chercheur pose ces questions sans proposer de réponse. Bien que, comme nous l'avons précédemment souligné, on devine facilement dans cet exemple que le chercheur condamne implicitement le clonage reproductif, comme en témoigne la présence de marqueurs de modalisation déontique dont la dimension axiologique est claire (« *heureusement pas chez l'homme d'un point de vue éthique c'est inconcevable* » puis plus tard « *déontologiquement c'est inacceptable* »).

Pour le scientifique NS1, la question éthique (« *là où commencerait le problème éthique* » précise-t-il) que soulève la création d'embryons par clonage thérapeutique à des fins de recherche se pose dans les mêmes termes : un « *détournement éventuel à des fins de clonage* » (sous entendu reproductif). En revanche, les questions identifiées par le chercheur NS7 autour de la thématique du clonage thérapeutique couvrent des « *problèmes* » qui sont de plusieurs ordres :

> Là il y a deux problèmes qui rentrent en cause le statut de l'embryon qu'est ce qu'on fait de ces embryons là et est ce que c'est possible de travailler là dessus et est ce qu'on a le droit de faire des clones des individus même uniquement pour s'en servir comme pièces détachées vraiment c'est la grosse caricature de dire ça. […] Donc ça c'est des débats qu'il faut avoir aussi est ce qu'on a le droit est ce qu'on a pas le droit » (NS7, LSC2, 180505, 00 :44 :00).

Au-delà de la question de savoir si le clonage thérapeutique est justifiable dans la perspective du développement de traitements par thérapie cellulaire, ce chercheur pose la problématique du statut de l'embryon entendu comme objet de recherche.

D'ailleurs, la thématique du statut de l'embryon regroupe des épisodes au sein desquelles on retrouve également des procédés de formulation de questions par les scientifiques, selon un retournement symétrique des rôles puisque dans le protocole de débat mobilisé, les chercheurs sont consultés par les lycéens pour répondre à leurs questions et non pas pour leur en poser. Ainsi à la suite d'une question de l'adolescent demandant une clarification autour des dimensions de l'embryon humain, entre objet de recherche (« *tas de cellules* ») et sujet (« *personne à part entière* ») :

> Lycéen : Il n'y a pas un problème sur le statut de l'embryon enfin c'est à dire qu'il peut être considéré est ce qu'il est considéré comme juste un tas de cellules ou comme une personne à part entière c'est ça ?

Le chercheur NS7 reformule en restreignant le « *problème éthique* » à la question du « *moment* » à partir duquel l'embryon humain acquiert le statut de personne :

> Ça après c'est des discussions éthiques qui sont sensées être enfin c'est sensé être légiféré […] ce qui est le plus important les problèmes éthiques liés à l'utilisation d'embryons à partir de quel moment on considère que l'embryon c'est l'adulte et à partir de dès les premières divisions qui suivent la fécondation ? / à partir de l'apparition d'un cerveau à partir de je ne sais pas (NS7, LSC2, 180505, 00 :10 :00).

Le scientifique reformule la question posée par le lycéen sans pour autant y répondre. Mais le fait même de reformuler cette question dans les termes de l'identification d'un événement du développement embryonnaire postérieur à la fécondation suppose en soi une opération de recadrage sur les valeurs.

Pour le chercheur NS5, la question du statut de l'embryon se pose dans les mêmes termes. Il s'agit, comme en témoigne l'extrait de discours suivant, d'identifier le « *moment* » qui correspond au début de l'individuation de l'embryon humain :

> Je pense que c'est plutôt un débat qui / moi j'ai assisté à une conférence là dessus aux Etats Unis où vous aviez les conservateurs c'est des gens qui sont proches de Bush par exemple heu un scientifique qui est très haut placé aux Etats Unis et qui avait un débat lui religieux à quel moment on considère que un individu ben c'est un individu est ce que c'est à partir du moment où il y a eu la fécondation du spermatozoïde avec l'ovule et à ce moment là on dit c'est un individu ou est ce qu'on considère qu'il est individu à partir du moment où il naît c'est de savoir heu parce que c'est ça en fait on a une atteinte sur l'individu en fait c'est ça le débat (NS5, LB, 150305, 00 :18 :38).

Là encore, s'il précise les termes dans lesquels se pose la question du statut de l'embryon, le chercheur évite d'expliciter son propre point de vue. On remarquera par ailleurs que la référence aux Etats Unis sous administration dirigée par des « *conservateurs* » autour du président G.W. Bush traduit bien la référence à des systèmes de valeurs. Notons que juste à la suite de cet épisode, le chercheur traduit de manière implicite son adhésion à une conception de l'embryon entendu comme source de CSE, c'est-à-dire sans individualité propre (« *nous on va l'utiliser enfin les chercheurs vont l'utiliser comme un matériel* »). Le glissement entre la forme « *nous* » et « *les chercheurs* » reflète l'adhésion du locuteur à l'opinion majoritaire exprimée par les scientifiques pour pouvoir travailler sur les CSE humaines. Il traduit sans doute une difficulté à clarifier le « d'où je parle » pour le chercheur dans cette situation de communication. Il parle tantôt à titre personnel, tantôt au titre de son appartenance à une communauté professionnelle.

Parfois la reformulation d'une problématique du débat se fait dans l'interaction. Nous l'avons relevé notamment dans les discours des chercheurs doctorants et post doctorants qui témoignent d'une « *proximité* » avec les adolescents. Proximité d'âge mais aussi proximité culturelle, linguistique. C'est effectivement avec ces scientifiques que la coopérativité dialogale des échanges entre chercheurs et lycéens a été la plus dynamique, au dépend de la dimension magistrale de la rencontre. Ainsi après avoir proposé une problématisation autour du bien fondé moral (« *est ce qu'on a le droit* ») des recherches sur l'embryon humain, le scientifique NS7 rebondit de la manière suivante sur une intervention de lycéen :

> Lycéen : il faudrait avoir une définition de la vie pour ça
> NS7 : oui c'est vrai mais d'un autre coté un embryon il est composé de cellules une cellule c'est l'une l'unité en fait plus basique de la vie donc un embryon est vivant / mais après est ce qu'un embryon est un être un être humain (NS7, LSC2, 180505, 00 :50 :40).

La question de débat est reprise par un lycéen en termes de « définition de la vie » avant d'être reformulée par le chercheur autour de l'individualité de la personne « humaine ».

Les procédés de (re)formulation des questions, sous l'angle desquelles les scientifiques proposent d'envisager les implications éthiques des recherches sur les CSE humaines, sont partagés par plusieurs chercheurs. Nous rapprochons cette dimension des discours de communication des chercheurs de ce que Memmi avait qualifié d'effet de problématisation lorsqu'elle avait travaillé sur les discours d'experts. Selon cet effet de problématisation certains scientifiques formulent (ou reformulent), à la lumière de leurs connaissances, les questions qui leur semblent pertinentes dans le cadre d'une mise en débat des utilisations des CSE humaines. Cet effort de problématisation s'exprime non seulement dans la volonté de

différencier clonage reproductif et clonage thérapeutique (« *qu'est ce que c'est la différence ? Est ce que vous faîtes la différence entre le clonage à but reproductif et le clonage à but médical ?* »). Mais il peut aussi consister à borner, et à formuler, la manière selon laquelle il est légitime d'envisager les questions éthiques relatives au statut de l'embryon (« *là où commencerait le problème éthique* », « *c'est ça la dérive possible du clonage* », « *il y a deux problèmes qui rentrent en cause le statut de l'embryon, est ce que c'est possible de travailler là dessus et est ce qu'on a le droit de faire des clones* »). Bien qu'elles ne soient pas explicitées les opinions des chercheurs se traduisent dans les opérations de reformulations qu'ils opèrent et que nous qualifions d'effet de nomination et de problématisation. C'est dans ce sens que présenter comme « neutres » des discours sur les implications sociales des recherches sur les CSE humaines ne peut relever selon nous que du mythe.

IV-8-3 Des limites et de la délégation des « compétences »

La question des compétences, ou plutôt des compétences que les scientifiques se reconnaissent (ou pas), est à notre sens déterminante dans une situation de communication où sont explicitement envisagées les relations entre sciences et société. Connaissant le choix de posture partagé par les chercheurs de ne pas expliciter leurs opinions personnelles, on pouvait s'attendre à ce que leurs discours inscrivent des traces signifiant qu'il n'en avait pas la compétence ni l'autorité. C'est effectivement ce que le corpus constitué par les discours de communication des scientifiques traduit selon nous. Les scientifiques ont ainsi tenu à préciser aux lycéens à plusieurs reprises, de manière tout à fait explicite et assumée, les limites de leur domaine de compétences. Nous avons déjà relevé qu'en ce qui concerne l'encadrement législatif de la recherche sur les CSE humaines notamment, les scientifiques avaient pointé les limites de leurs connaissances de la dimension juridique. Ce sont les limites du domaine de spécialité des scientifiques se rapportant à des connaissances scientifiques qui retiennent maintenant notre attention. Ces limites recouvrent trois thématiques principales.

La première d'entre elles concerne les connaissances relatives aux pathologies cérébrales (causes symptômes, traitements) chez l'homme. C'est par exemple le cas lorsqu'un chercheur est interrogé sur les symptômes ou les déterminismes d'une maladie comme le montre les deux exemples suivants :

> Lycéenne : et c'est quoi les symptômes en fait [*de la maladie de Parkinson, ndr*]
> NS5 : alors les symptômes moi c'est pas du tout mon domaine donc les symptômes exacts je ne suis pas clinicien donc je pourrais pas je voudrais pas dire de bêtises (NS5, LB, 150305, 00 :35 :18).

Ou encore :

> Lycéenne : Et est ce que c'est héréditaire l'épilepsie ?
> NS6 : Heu ça j'en sais rien du tout c'est pas mon domaine je ne voudrais pas vous dire de bêtises mais il faudrait mieux demander à un médecin je ne sais si c'est héréditaire je ne travaille pas là dessus en plus (NS6, LSC1, 110505, 00 :29 :00).

On le voit, les chercheurs, dont un seul est impliqué dans un programme de recherche clinique, tiennent à signaler aux adolescents le territoire de leur domaine d'expertise (« *ça*

n'est pas mon domaine »). Il s'agit alors de ne « *pas dire de bêtises* » aux lycéens qui les interrogent.

La deuxième thématique, sur laquelle les chercheurs explicitent les limites de leur domaine d'expertise, concerne les essais cliniques réalisés dans le cadre d'une utilisation des CSE à des fins thérapeutiques. Ainsi, à une question sur les tests de thérapie cellulaire réalisés chez l'homme, le neuroscientifique NS2 répond :

> Il y a des essais sur certains organes mais sur le cerveau je malheureusement je ne connais pas tout / je sais que sur certains organes il y a eu des tests de faits assez positifs notamment on sait que certains organes ont été régénérés des choses comme ça on peut utiliser d'autres cellules / pour le cerveau je pourrai pas vous dire ça c'est quelque chose que je ne connais pas assez bien
> (NS2, LP1, 110105, 00 :24 :38).

Dans l'échange suivant le chercheur NS5, après avoir mentionné son manque de connaissances concernant les thérapies cellulaires utilisées dans le cadre de pathologies neurodégénératives, renvoie la lycéenne à des interlocuteurs qui connaissent mieux le champ dont il est question :

> Lycéenne : et on est sûr de pouvoir utiliser les cellules souches sur ce genre de maladies ou il faudrait encore des tests
> NS5 : je ne saurais pas ça je ne pourrais pas vous dire ça c'est / ce qui a été fait sur Alzheimer Parkinson je ne saurai pas vous dire / je pense qu'ici en fait vous êtes dans le bon institut parce qu'ils travaillent vraiment là dessus donc vous pourrez leur poser la question
> (NS5, LB, 150305, 00 :38 :38).

De même, le chercheur NS6 prend soin de préciser que sa recherche portant sur les propriétés de neuroplasticité utilise un modèle animal, la souris en l'occurrence. A une question de lycéenne, il répond de la manière suivante :

> Lycéenne : Mais est ce qu'il est déjà arrivé que par exemple il n'y ait aucun risque chez l'animal et que une fois que vous étiez sûrs de vous que vous faisiez ces tests enfin chez un humain et que ça engendre la mort par exemple / c'est déjà arrivé que vous vous trompiez totalement sur quelque chose que vous
> NS6 : Moi je ne fais pas du tout de clinique hein je fais de la recherche fondamentale au niveau des souris […] donc je n'ai pas j'ai pas l'expérience mais j'ai pas la connaissance de tous les cas qui ont été faits depuis la nuit des temps si tu veux donc ma réponse va forcément être imparfaite
> (NS6, LSC1, 110505, 00 :56 :00).

L'adolescente est prévenue par le scientifique de la dimension « *imparfaite* » de sa réponse, étant donné son manque de connaissance de l'« *historique* » des tests thérapeutiques réalisés.
Enfin, les limites du domaine d'expertise sont révélées par des questions portant pragmatiquement sur les techniques d'obtention et de manipulation des CSE humaines. C'est par exemple le cas du neurobiologiste NS4 :

> Lycéenne (R) : Et sur les embryons comment on prélève les cellules souches ?
> NS4 : Alors j'ai jamais enfin c'est en plus humain j'ai aucune absolument aucune idée comment ils procèdent j'ai jamais fait moi-même la manip donc au niveau technique je serais assez nul pour le faire bon je sais pas vous dire trop […] on peut dissocier donc on a des techniques banales de dissociation cellulaire quand on a des amas cellulaires on va les dissocier et à partir de là on fait ce qu'on veut on les place en culture avec des mitogènes on les fait se diviser je pense que c'est comme ça / j'ai pas d'expérience personnelle (NS4, LV2, 080305, 00 :32 :20).

Et un peu plus tard dans la discussion :

> Lycéenne (R) : Et heu il y a un âge limite pour heu ?
> NS4 : Ah ça je sais pas je suppose que oui hein je ne sais pas j'ai pas vraiment d'expérience pratique j'ai jamais travaillé sur l'embryon humain donc je sais pas / mais bon évidemment à partir d'un moment il commence à différencier et à se polariser l'embryon donc du coup pas toutes les cellules vont avoir les mêmes potentialités (NS4, LV2, 080305, 00 :33 :40).

Ces limites du domaine d'expertise révèlent l'impossibilité, pour des neurobiologistes impliqués dans des recherches qu'ils qualifient de « fondamentales » sur les cellules souches et travaillant sur modèle animal, à embrasser l'ensemble du domaine de la connaissance correspondant en biologie humaine. Nous avions déjà relevé ces limites, lorsque nous remarquions la relative méconnaissance dont les chercheurs témoignaient concernant la législation sur les CSE humaines, finalement relativement éloignée de leurs préoccupations et de leurs pratiques de recherche. Mais ces limites n'empêchent pas pour autant la majorité des scientifiques de convoquer l'« espoir » suscité par les perspectives d'applications thérapeutiques pour légitimer les recherches sur les CSE humaines. Elles rappellent surtout, qu'étant donnée l'extrême spécialisation des sciences modernes, un spécialiste dans un champ de connaissance est un « *non-expert dans presque tous les autres* » pour reprendre la formulation de Levy-Leblond (2001, p. 96). Reste que les chercheurs signifient avec beaucoup de modestie les limites de leur domaine de connaissances (comme en témoignent les nombreuses formulations du type « *je sais pas* », « *je ne pourrais pas vous dire* », « *j'ai pas la connaissance* », « *j'ai aucune absolument aucune idée* », « *je serais assez nul* », « *j'ai pas d'expérience personnelle* »…), ce qui est différent de l'incertitude scientifique, telle que nous l'avons envisagée dans le chapitre IV-6. La signification à l'auditoire des limites du domaine de compétences apparaît comme une caractéristique de leurs discours de communication avec des lycéens.

Il est par ailleurs nécessaire de distinguer l'explicitation des limites du domaine de compétences relatif aux connaissances scientifiques de ce que l'on pourrait qualifier, à la suite de Memmi (1989), de déni de compétences. En effet les dimensions éthiques, et plus largement sociales, des recherches sur les CSE humaines ont été l'occasion pour les scientifiques de signifier leur manque de compétence pour donner réponse à certaines questions des lycéens. Les « *je ne sais pas* » qui ponctuent alors leurs discours relèvent non plus d'un manque de connaissances dans un domaine spécialisé, mais bien plutôt de ce que les chercheurs ne se reconnaissent pas la légitimité, les compétences pour proposer des réponses à ces questions.

Ainsi, dans l'exemple suivant, lorsque le chercheur NS1 est interrogé sur son opinion relativement à l'égalité d'accès aux soins concernant d'éventuelles possibilités d'application thérapeutique des CSE, il convoque son manque de compétence et délègue cette compétence, dans un premier temps, aux adolescents eux-mêmes puis, dans un deuxième temps, aux spécialistes de la médecine :

> Lycéen : mais est ce que vous avez pas peur que si on le fait pour certains malades il y en ai d'autres qui le demandent et puis on le
> NS1 : ça c'est une question générale de la médecine moi je suis pas du tout compétent pour y répondre / ou plutôt vous pouvez le faire aussi bien que moi ou plutôt vous adresser à un médecin heu quand une nouvelle thérapie arrive surtout quand elle est large il y a une phase de transition où

> heu un certain nombre de patients seulement y ont accès et puis ils vont y avoir accès de plus en plus nombreux ça c'est général
> Lycéen : Mais les chercheurs ont quand même une certaine responsabilité dans le sens où c'est eux qui mènent les recherches c'est eux qui les dirigent qui leur donnent une certaine direction non ?
> NS1 : Non j'allais je suis tenté de dire aucune mais précisez peut être votre question (NS1, LV1, 180504, 00 :37 :42).

La clôture de l'échange par le scientifique témoigne, dans cet exemple, de la volonté de ne pas engager la responsabilité du chercheur concernant les applications potentielles de son propre travail de recherche. L'explicitation, par le chercheur, des limites de son champ de compétences (« *moi je suis pas du tout compétent pour y répondre* ») apparaît alors comme une façon d'éviter une discussion relative à la légitimité sociale de son activité et d'éluder la question de sa propre responsabilité. Le procédé est lui-même doublé d'une formulation qui tend à diluer cette responsabilité (« *vous pouvez le faire aussi bien que moi* ») et même à étendre le champ de l'expertise aux lycéens profanes. Notons que la formalisation des limites de son propre domaine d'expertise par un scientifique peut parfois apparaître comme une façon d'expliciter sa propre éthique de responsabilité. L'interprétation que nous proposons ne s'applique qu'à ce cas qui peut paraître anecdotique.

Il n'en reste pas moins que les discours des chercheurs en situation de communication révèlent, à plusieurs reprises, une articulation entre limites du domaine d'expertise, déni de compétences et délégation de compétence. On peut ainsi remarquer dans le discours du chercheur NS7, la volonté de ne pas s'exprimer personnellement sur le bien fondé de la législation relative au clonage (« *je sais pas, je ne peux pas vous donner de réponse* », « *de vérité* »…). Même s'il précise une formulation de questionnement qui lui semble légitime, comme l'illustre l'échange suivant :

> Lycéen : Pourquoi le clonage enfin le clonage le vrai clonage il est interdit ?
> NS7 : ça c'est des réflexions éthiques qui sont menées et qui sont à avoir aussi entre vous parce que est ce qu'on a le droit de créer des individus qui sont copie conforme en fait de l'individu des copies […] est ce qu'on a le droit de faire ça par exemple enfin je ne sais pas moi je ne peux pas vous donner de réponse sur ça il faut vous faire votre propre opinion est ce qu'on a le droit de faire des copies conformes des individus je sais pas est ce qu'on a le doit de faire des copies conformes des individus pour soigner des maladies ça bon c'est ça peut être peut être un peu plus noble / mais d'un autre coté c'est quand même la vie qu'on manipule donc même cet embryon si on va jusqu'à un stade de j'en sais rien 200 300 cellules c'est quand même pas grand chose c'est une boule de cellules mais c'est quand même la vie et c'est quand même un individu à part entière parce qu'il a capacité à priori de se développer en tant qu'être vivant qu'être humain donc enfin je peux pas vraiment je peux pas vous donner de vérité sur ces trucs là c'est vous qui devez avoir une réflexion et vous dire est ce qu'on a le droit de faire ça est ce qu'on a le droit de faire ça pour soigner les gens et est ce qu'on peut manipuler des embryons qui sont des êtres vivants et qui sont les des humains finalement même si c'est quelques cellules même si c'est si ça ressemble pas à un être humain enfin ça c'est vraiment vous qui devez faire ces réflexions » (NS7, LSC2, 180505, 00 :54 :20).

Après avoir signalé son incompétence à donner des « *vérités* », le chercheur précise aux étudiants qu'il leur délègue la réflexion éthique et qu'ils ont donc toute légitimité pour ce faire. La répétition des propositions telles que « *c'est vous qui devez avoir une réflexion* », « *ça c'est vraiment vous qui devez faire ces réflexions* », témoigne de l'importance que ce chercheur accorde à la délégation de compétences pour ce qui concerne les dimensions

éthiques des recherches sur les CSE humaines. Le discours du neuroscientifique NS2 présente également une articulation entre déni et délégation de compétences :

> NS2 : Alors là je pense qu'il n'y a aucune réponse scientifique à cette question parce que qu'est ce que c'est qu'un humain ? […] je crois que c'est à chacun de se faire son opinion là je peux pas répondre pour tout le monde. » (NS2, LP1, 110105, 00 :04 :40)

Dans ce cas là le chercheur précisent que la définition du statut de l'embryon est une affaire personnelle (« *c'est à chacun de se faire son opinion* ») qui ne saurait relever de la connaissance scientifique. Il n'est pourtant pas précisé que pour pouvoir se « faire son opinion », cela suppose d'avoir un certain nombre de connaissances. Et le lien entre connaissances et opinions est ici nié.

On retrouve dans les propositions « *je ne peux pas vous donner de réponse », « de vérité* », « *je ne peux pas répondre pour tout le monde* », le choix, partagé par une majorité de scientifiques, de ne pas préciser explicitement leur propre conception du statut de l'embryon. Ces discours traduisent par ailleurs le statut de « vérité » que certains chercheurs assignent aux connaissances scientifiques. Ceci nous renvoie représentations des chercheurs, lesquelles traduisaient pour la majorité d'entre eux, une distinction voire une opposition entre connaissances scientifiques et opinions. Dans ce cas, on voit que certains scientifiques, conscients de la portée de leur parole de spécialiste adulte, préfèrent ne pas exprimer leur propre point de vue et marque la délégation de la réflexion aux lycéens qui les interrogent. Cette posture semble révéler, pour les scientifiques qui se sont exprimés dans ce sens, et ils sont majoritaires dans notre échantillon, le fait qu'ils reconnaissent aux adolescents un statut d'expertise citoyenne concernant la question socio-scientifique abordée. Dans ce cadre, les connaissances scientifiques exposées doivent permettre d'éclairer le jugement des lycéens concernant la question du statut de l'embryon, dans la perspective d'une utilisation des CSE à des fins de recherche et à des fins de traitements thérapeutiques. Or, nous l'avons vu les connaissances relatives par exemple aux différents stades de développement du zygote, et notamment l'ontogenèse du système nerveux de l'embryon, ne sont pas envisagées par les chercheurs.

En tout état de cause, les discours des scientifiques révèlent une volonté partagée de signaler les limites de leur domaine d'expertise. Au-delà, les scientifiques expriment sur les dimensions éthiques, notamment du statut de l'embryon et du clonage humain, un déni de compétences et ils les délèguent aux lycéens pour envisager ces questions. L'affirmation de la légitimité qu'ont les non-spécialistes à statuer sur les dimensions éthiques et plus largement sociales des questions abordées traduit de la part des scientifiques une reconnaissance déclarée de la possibilité d'une expertise citoyenne. Ceci paraît tout à fait cohérent avec le choix de posture qu'ils partagent, consistant à ne pas clarifier leurs opinions personnelles. Mais ce serait faire abstraction des effets de nomination et de problématisation relevés plus haut, qui témoignent selon nous d'un certain nombre de paradoxes. Avant d'éclairer ces paradoxes de communication, il apparaît pertinent d'interroger les représentations des chercheurs, en ce qui concerne les relations entre sciences et décision, et plus précisément, en ce qui concerne la participation des citoyens non-spécialistes aux décisions de société impliquant des choix scientifiques et techniques de société.

IV-8-4 Représentations de la citoyenneté scientifique

Selon l'une de nos hypothèses de travail, l'étude des représentations sociales des différents scientifiques doit permettre d'éclairer la compréhension de leurs postures respectives de communication. Rappelons que les chercheurs se rassemblent autour d'une posture dans laquelle ils n'explicitent pas leurs opinions personnelles sur le statut de l'embryon notamment. Ils argumentent pour cela du « risque » communicationnel d'influencer la formation des opinions de leur auditoire et deux d'entre eux convoquent le devoir de neutralité. Nous n'avons ainsi relevé que deux occurrences où les chercheurs (NS1 et NS5) exprimaient explicitement leurs points de vue personnels.

De manière cohérente, les scientifiques se retrouvent également sur l'expression des limites de leur domaine d'expertise. Ils délèguent aux lycéens les compétences pour s'exprimer eux-mêmes sur les dimensions éthiques et plus largement sociales des recherches sur les CSE humaines. Dans ce sens, la posture des scientifiques repose sur la reconnaissance de la légitimité du citoyen non scientifique à pouvoir s'exprimer quand aux choix scientifiques et techniques de société.

Cependant, nous avons montré que les discours des chercheurs en situation de communication partagent des effets de reformulation, de nomination qui opèrent, par réductionnisme, des déplacements au sein du champ des valeurs. Par ailleurs, plusieurs scientifiques (NS5, NS6, NS7) proposent des discours de communication dans lesquels on peut identifier des effets de problématisation consistant à préciser les termes dans lesquels se posent les questions de société retenues. Ces caractéristiques des discours de communication posent donc légitimement la question de ce qui fonde leur orientation. Il s'agit de comprendre sur quoi repose la reconnaissance par les chercheurs d'une forme d'expertise citoyenne C'est ce qui motive l'intérêt pour les représentations des chercheurs relatives à la place du non-spécialiste dans les procédures de décision concernant les choix scientifiques et techniques

Au cours des entretiens réalisés avec les scientifiques, nous leur avons demandé de s'exprimer sur la pertinence des différentes procédures de décision relatives à des choix de politique scientifique. Ils se sont exprimés spontanément sur des procédures en général en faisant référence à des modèles de décision ou de consultation connus (référendum, rôle du comité consultatif national d'éthique). Afin d'approfondir la compréhension de leurs représentations, nous avons relancé la discussion sur ce thème en leur présentant le principe d'autres procédures telles que les conférences de citoyens menées en France, les conférences de consensus pour les pays du nord de l'Europe, les référendum (particulièrement le référendum italien sur l'utilisation des cellules souches embryonnaires humaines à des fins de recherche), les votations en Suisse… Les scientifiques ont alors pu s'exprimer sur l'appréciation personnelle qu'ils avaient de ces différentes procédures.

Nous présentons donc ici les représentations que les scientifiques se font de la démocratie scientifique et technique. Elles recoupent partiellement les représentations que les chercheurs avaient exprimées sur ce thème dans quelques épisodes de leur intervention auprès des lycéens. Spontanément dans leurs discours de communication avec les lycéens, et plus rarement suite à une question posée par un(e) adolescent(e), les chercheurs se sont en effet exprimés sur les procédures de décision qui président aux choix de société lorsqu'une

question socio-scientifique se pose, comme c'est le cas concernant l'utilisation des CSE humaines. Au-delà de la simple présentation de ces procédures, ce sont alors les représentations des neuroscientifiques qui se font jour quand à la légitimité de telle ou telle instance, de tel ou tel acteur social à encadrer l'activité de recherche. Seuls deux chercheurs ne se sont pas exprimés sur cette dimension des relations entre sciences et société au cours de leur intervention auprès des lycéens. Cette analyse croisée interdiscursive permet d'affiner, et dans certains cas de relativiser, la connaissance que nous avons des représentations des chercheurs concernant les relations entre sciences et décision, telles qu'elles s'expriment dans la situation de communication qu'est l'entretien.

Modèles d'interaction entre sciences et décision dans les représentations des chercheurs

Les représentations des scientifiques sont relativement diverses. Nous avons utilisé les catégories distinguées par Habermas (1973) pour décrire les différents modèles d'interaction entre sciences et décision : technocratique, décisionniste et pragmatique.

Le modèle d'interaction entre sciences et décision qui apparaît dominant dans les représentations des neuroscientifiques que nous avons interrogés est le modèle décisionniste, dans lequel l'expert conseille le politique. Dans ce modèle, les « *gens mandatés pour réfléchir* » aux questions socio scientifiques sont des spécialistes éventuellement issus d'autres disciplines que celles directement concernées par le domaine d'expertise auquel font référence ces questions. C'est dans ce sens que s'exprime le neuroscientifique NS1 :

> Quand on dit opinion citoyenne pour moi c'est pas chaque personne dans la rue c'est éventuellement des gens mandatés pour réfléchir des gens qui ne soient pas du milieu scientifique et moi je pense en particulier aux gens de la philosophie de la sociologie qui soient au même niveau de réflexion mais dans des domaines d'activité complètement différents que nous (eNS1)

Notons que la représentation des relations entre sciences et décision qui s'exprime chez ce chercheur en entretien est en réelle cohérence avec son discours de communication auprès des lycéens. Il précise en effet aux adolescents :

> Les scientifiques n'ont pas vocation à réfléchir eux-mêmes sur la portée éthique de ce qu'ils font parce que c'est une activité trop temps […] c'est pas à nous de faire cette réflexion là mais on a tous conscience que c'est à d'autres à le faire à des philosophes mais pas tous seuls dans leur coin c'est à dire qu'il faut que pour discuter d'éthique il faut que des représentants de chercheurs en fait des gens qui aient eux-mêmes une solide pratique personnelle de l'activité de recherche mais qui à un moment donné arrêtent d'en faire pour passer à une réflexion d'ordre éthique se mettent autour d'une table avec des philosophes des psychologues (NS1, LV1, 180504, 01 :08 :02).

Lorsque ce chercheur envisage que la réflexion sur les implications éthiques de la recherche ne relève pas des scientifiques eux-mêmes, qui selon lui « *n'ont pas vocation à réfléchir sur la portée éthique de ce qu'ils font* », c'est pour mieux affirmer la nécessité de faire appel à des philosophes et des spécialistes des sciences humaines, mais aussi des « *représentants de chercheurs* » ayant une « *solide pratique personnelle de l'activité de recherche* ». Il revient, par la suite, longuement auprès des élèves sur un protocole, qu'il juge « *exemplaire* », ayant présidé à l'évolution récente de la législation sur les toxicomanies. Ce protocole, qui a abouti selon le chercheur à une « *bonne loi* », repose essentiellement sur la consultation d'experts

scientifiques (« *des chercheurs de pointe* ») par un comité de parlementaires mobilisés sur la question. Dans cette intervention, le chercheur NS1 mobilise clairement un modèle décisionniste, dans lequel le scientifique et/ou le technicien est subordonné à une demande du politique. En effet, après avoir « *contacté le milieu scientifique* » parce qu'« *ils savent qu'ils ne sont pas capables* », les élus politiques « *totalement informés* » peuvent légiférer en toute connaissance de cause. Relevons d'ailleurs que, de l'avis du chercheur, le document d'aide à la décision produit par les scientifiques n'est pas jugé compréhensible par le « *grand public* » ; mais seulement par des gens « *qui aient le niveau bac et puis éventuellement un peu d'études supérieures pas forcément de biologie* ».

Selon cette perspective, les décisions portant sur des choix scientifiques sont considérées comme étant affaire d'un ensemble de spécialistes dont le modèle, en France, est le Comité Consultatif National d'Ethique. Ainsi, lorsqu'il est interrogé sur la question décisionnelle, le chercheur NS2 déplore l'insuffisante prise en compte des réflexions menées par ce comité de spécialistes regroupant une diversité d'expertise :

> En France je pense qu'il faudrait renforcer leur poids je comprends l'idée d'une commission consultative d'un rapport consultatif des je trouve qu'en France ça reste lettre morte. […] Renforcer la pression pour que les législations soient plus en accord avec les problèmes posés. La j'ai toujours l'impression qu'on a dix ans de retard en tout cas sur le sujet que je connais. Sur les cellules souches là c'est bon parce qu'ils ont voté justement ils ont voté mais à l'époque où on a fait le débat il y a même une loi qui avait été mise en stand-by depuis je ne sais pas combien d'années un rapport du comité consultatif qui n'avait pas été pris en compte (eNS2).

La problématique de l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche apparaît ainsi comme un très bon exemple pour illustrer le « *retard* » induit par l'inadéquation entre la législation et la réflexion des spécialistes. On retrouve dans le discours en communication de ce chercheur l'expression d'un intérêt pour le modèle décisionniste. Sur la question jugée « difficile » du statut de l'embryon humain, ce chercheur explicite en effet :

> Je pense que c'est très difficile à définir et que là il faut vraiment que les scientifiques et les politiques se mettent d'accord et fixent une limite qui puisse convenir au plus grand nombre (NS2, LP1, 110105).

Il est à noter que ce même scientifique, plus tard dans son intervention, revient sur les problèmes de prise de décision en s'exprimant favorable à l'autonomie du politique pour légiférer sur l'encadrement de la recherche. Une représentation proche des relations entre sciences et décision s'exprime chez le chercheur NS5 lorsqu'il réaffirme le rôle central du comité d'éthique dans les processus décisionnels. Ce sont à ces spécialistes de « *mener des réflexions* » et de « *poser les questions et les problèmes* ».

> Bien sûr tout citoyen peut avoir, tout citoyen finalement a un avis, tout citoyen doit savoir donner son avis sur ce genre de sujet, mais ça ne remplace pas la réflexion du comité d'éthique donc je pense qu'il serait intéressant de permettre à des comités d'éthique de mener des réflexions sur ces problèmes d'essayer de poser les questions et les problèmes par rapport aux lois, par rapport aux pratiques religieuses par rapport aux questions éthiques et ensuite il faut pouvoir donner oui cette information au public, faire rentrer dans le débat les citoyens ou un certain nombre sélectionnés pratiquement au hasard et leur donner le temps de la compréhension et de la réflexion. […] Par contre je ne suis pas du tout contre impliquer les gens à la réflexion, à laquelle les gens doivent réfléchir (eNS5).

« *Impliquer les gens à la réflexion* » se limite alors à « *informer* » les citoyens des réflexions menées par les spécialistes, mais il n'est pas reconnu de légitimité au citoyen non-spécialiste quand à son intervention dans les processus décisionnels.

Dans les représentations de ces chercheurs, la faible légitimité des citoyens non-spécialistes à intervenir dans les choix scientifiques et techniques repose sur leur déficit de compétences relatives aux questions socio-scientifiques qui se posent. Le neuroscientifique NS6, bien que reconnaissant la nécessité de prendre en compte l'avis des citoyens « dans l'absolu », fait ainsi un parallèle avec l'incompétence, ou plutôt l'« inaptitude », qu'il prête à une partie des citoyens français ayant voté contre le projet de constitution européenne :

> Ça me fait penser au référendum moi cette histoire-là c'est-à-dire que effectivement c'est aux citoyens de décider de ce qu'ils veulent ou pas dans l'absolu mais on a demandé par exemple dans le cadre du référendum aux citoyens de choisir sur un sujet sur lequel ils n'étaient absolument pas aptes de choisir. Ils n'avaient pas les informations en main qui leur permettaient de choisir donc c'est un peu pareil pour des questions scientifiques pour que quelqu'un puisse émettre un jugement il faut qu'à minima ils aient eu les informations pour émettre ce jugement (eNS6)

Cette représentation est cohérente avec celle exprimée en situation de communication avec les lycéens. Le neuroscientifique NS6 y faisait en effet référence aux « *comités d'experts* » et aux « *comités d'éthique* » dans leur capacité à « *éviter les dérives* ». D'une manière générale, nous n'avons pas relevé, dans l'ensemble des discours de communication des neuroscientifiques avec les adolescents, d'éléments de critique du mode de fonctionnement du système français en ce qui concerne les processus décisionnels relatifs aux choix scientifiques et techniques. L'importance et la légitimité du Comité Consultatif National d'Ethique sont soulignées ainsi que, pour certains chercheurs, le rôle des représentants politiques. L'existence de l'Office Parlementaire des Choix Scientifiques et Techniques n'est, par ailleurs, pas mentionnée.

C'est le même modèle de représentations des relations entre sciences et décision qui est mobilisé par le neuroscientifique NS5. Bien que se déclarant « *théoriquement* » favorable à l'intervention des citoyens dans les choix scientifiques et techniques (« *ça passera par la population* » précise-t-il), ce chercheur n'envisage que difficilement une participation des non-spécialistes (« *les prises de décision, c'est particulier quand même* »). Y compris dans un cadre où il ne serait que question de demander à ces citoyens leur « *accord* ». Sa représentation de la place des citoyens dans les processus décisionnels en termes de choix scientifiques et techniques s'exprime de la manière suivante :

> Je pense que les informer, discuter avec eux, c'est important mais après dans les décisions, les prises de décision, c'est particulier quand même. Parce que oui il faut qu'ils soient au courant, c'est quelque chose qui est majeur, qui est essentiel, mais après il y a tellement de je ne sais pas je ne sais pas si tu peux vraiment demander une expertise citoyenne dans le sens où on va dire voilà on veut faire ça est-ce que vous êtes tous d'accord ? (eNS5).

Notons que ce chercheur rebondit sur la question posée, pour développer par la suite un débat sur les utilisations des CSE humaines, mais entre chercheurs eux-mêmes, auquel il a assisté aux Etats-Unis. Pour NS5, la participation des citoyens se limite donc au fait de les « *informer* » afin qu'ils « *soient au courant* ».

C'est au titre du manque de compétences que les scientifiques s'expriment, pour la plupart d'entre eux, contre une consultation directe des citoyens sur des questions socio-scientifiques. Nous pensons aux consultations qui ont pu être menées par référendum en Italie ou par le moyen des votations en Suisse si l'on prend l'exemple des CSE humaines. Le scientifique NS2 juge « *plus judicieux* », les procédures visant à consulter un panel de citoyens ayant été informés, les conférences de consensus en l'occurrence. Mais c'est en contradiction avec le reste de son discours. Finalement le manque d'intérêt des citoyens pour les questions scientifiques et techniques est convoqué pour mettre en doute la validité opérationnelle des procédures participatives. C'est parce que les gens ne sont pas vraiment intéressés, ont « *autre chose à faire* », que la société n'est pas jugée « *prête* » aux procédures consultatives :

> Pour une intervention des citoyens dans ce genre de débats par contre je ne suis pas très pour la consultation globale puisque je ne pense pas que tout le monde soit préparé et ça n'est pas faisable de préparer tout le monde. Les gens ont autre chose à faire alors qu'un panel dont je ne sais pas quelle taille un panel choisi et à qui on donne le temps de réfléchir et de rencontrer des experts de différents bords ça ça me paraît plus judicieux. Ceci dit s'il y avait eu ce type de référendum en France je ne pense pas qu'on aurait rencontré les difficultés de l'Italie, il n'y a pas de enfin pour l'instant en tout cas il me semble qu'il n'y a pas le poids religieux qu'il y a en Italie. Par exemple si tu veux en Californie ils ont voté l'année dernière bon ça n'est pas tout à fait un référendum mais c'est le je ne sais plus comment ça s'appelle là-bas l'acceptation de la loi par les citoyens et ça n'a pas soulevé des problèmes autant qu'en Italie. D'ailleurs les citoyens ont accepté le financement des programmes de recherche sur les cellules souches. Donc en France je ne crois pas que ce type de problème se poserait mais en même temps je ne crois pas que la société soit prête à répondre à ce genre de question enfin intéressée vraiment par ce genre de questions (eNS2).

Les modèles largement mobilisés dans les représentations des scientifiques interrogés sur les relations entre sciences et décision sont donc de type décisionniste à tendance technocratique parfois. C'est la relation du politique au scientifique, ou du scientifique au politique qui apparaît comme l'approche décisionnelle la mieux adaptée à l'élaboration des choix scientifiques et techniques de société. Parmi les scientifiques que nous avons interrogés, un seul chercheur exprime une critique des modèles technocratiques et décisionnistes dont il pointe les limites. Plus particulièrement, le neuroscientifique NS4 définit la place que le scientifique pourrait prendre dans une procédure de consultation citoyenne autour d'une question socio-scientifique. Les scientifiques ne sont, selon lui, pas les mieux placés pour intervenir directement dans les procédures décisionnelles dans le sens où ils « *perdent les repères sociaux, éthiques* ». L'« appropriation » par les citoyens de ces problématiques est une garantie pour ce chercheur de « protéger les dérives » possibles :

> Je pense que l'expertise citoyenne je suis a priori d'une façon très abstraite je suis d'accord, je crois que c'est les citoyens qui devraient décider. C'est pas nécessairement les scientifiques qui doivent prendre des décisions dans ce domaine. Donc je crois que les scientifiques doivent montrer ce qui est détaché de tout le pathos etc. et c'est les citoyens qui doivent faire. Donc les citoyens doivent être en état de comprendre et donc je trouve dans ce sens-là très bien toute la démarche. Mais c'est à lui de prendre ces décisions je crois que c'est une façon de aussi protéger les dérives quelque part non parce que nous on est enfin je j'ai pas là-dedans mais je ne travaille pas sur les cellules souches humaines donc heu je ne suis pas du tout à justifier rien du tout donc je pense qu'effectivement une partie des dérives vient de là qu'on est très pris dans son boulot etc. et les gens perdent vraiment les repères sociaux et éthiques, morales etc. et peut-être que c'est quelque chose que les citoyens doivent s'approprier je pense que c'est quelque chose qui devrait se développer mais en réalité je ne vois pas du tout dans l'application je ne vois pas du tout comment il faut comment faire (eNS4).

On remarque cependant dans cet extrait de discours que, si la participation des citoyens dans les choix scientifiques et techniques est considérée comme souhaitable de « *façon très abstraite* », le chercheur a du mal à cerner, de manière pragmatique, les possibilités de cette participation (« *dans l'application je ne vois pas du tout comment il faut comment faire* »). En prenant comme exemple l'évolution récente de la législation autour du mariage homosexuel en Espagne, ce même chercheur souligne par la suite le caractère parfois contre-productif (il précise : « *on est en train d'assister en ce moment au phénomène opposé c'est une régression dans le sens de la stigmatisation* ») d'une décision qui serait le seul fait des « *grandes têtes* ». Il est important, selon lui, que les décisions prises soient susceptibles de « *refléter l'opinion* ». Le modèle mobilisé par ce chercheur se rapproche sans doute beaucoup plus du modèle pragmatique tel qu'il a été défini dans la typologie proposée par Habermas au sujet des relations entre sciences et décision politique. Ce modèle stipule en effet l'existence d'un espace de négociation entre les instances de décision, les représentants d'une rationalité scientifique et le public. Cependant, cette représentation apparaît marginale par rapport à celles des autres chercheurs qui ne remettent pas en cause le primat de l'expertise scientifique dans les processus décisionnels en termes de choix scientifiques et techniques.

Le modèle dominant, qui structure donc les représentations de la plupart des chercheurs interrogés, reste le modèle décisionniste. Les chercheurs sont attachés à une démocratie représentative, dans laquelle le politique et l'expert scientifique demeurent les principaux décisionnaires en termes de choix scientifiques et techniques. Plus précisément, dans ces représentations, les experts scientifiques font un « état de la question » à la demande des décideurs politiques qui, informés, peuvent légiférer. Ces représentations s'avèrent très cohérentes, qu'on les analyse dans la situation d'entretien entendue comme expérience de communication, ou dans la communication avec les adolescents. Le modèle majoritairement mobilisé met la compétence au fondement de la légitimité d'un acteur à participer aux choix scientifiques de société. Il nous a semblé intéressant d'affiner cette étude en précisant les représentations que ces mêmes chercheurs ont de la notion d'expertise citoyenne en termes de choix scientifique et technique.

Citoyenneté scientifique et expertise citoyenne dans les représentations des chercheurs

C'est pourquoi, au cours des entretiens, les scientifiques ont été interrogés plus spécifiquement sur leurs représentations de la citoyenneté scientifique. Cette partie de l'analyse des représentations de scientifiques est complémentaire de celle relative aux procédures de décision portant sur les choix scientifiques et techniques. On trouve ainsi confirmation du fait que la faveur exprimée, par une grande majorité de chercheurs pour des modèles de relation entre sciences et décision de type décisionniste, repose, pour partie, sur une idéologie de la compétence. Le scientifique NS5 relève ainsi que la question de l'utilisation des CSE humaines ne fait pas l'objet d'un consensus au sein de la communauté scientifique. Il argumente en ce sens en reprenant l'exemple d'un débat, déjà évoqué plus haut, entre scientifiques ayant eu lieu aux Etats-Unis. L'importance de la controverse « *entre chercheurs, ayant l'expertise* » rend le chercheur sceptique (« *je crois c'est difficile, très*

difficile ») quant à la capacité que pourraient avoir des citoyens non experts à statuer sur la question de l'utilisation des CSE humaines.

> C'est difficile je crois très difficile parce que tu biaises de toutes façons parce que même nous dans la communauté scientifique on n'est pas d'accord donc tu as quand même des experts et ils ne sont pas d'accord entre eux (eNS5).

Si « même » les scientifiques, experts de par leurs compétences, ne peuvent trouver un consensus, c'est dire combien les difficultés des non-spécialistes à le faire apparaissent insurmontables. De la même façon, le chercheur NS1 met en avant les inégalités de compétence des citoyens face à certaines questions. Il ne lui semble pas envisageable que des citoyens, « *qui ne sont pas dans les sciences* », « *qui ne sont pas dans la recherche* » et « *qui peut être même n'ont pas de formation initiale en science* », puissent appréhender les termes d'un débat relatif à une question socio-scientifique aussi pointue que celle des CSE humaines. Il est intéressant de noter que lorsque nous l'avons interrogé sur ces représentations de l'expertise citoyenne, ce scientifique argumente de l'importance de la compétence dans la légitimité à participer aux processus décisionnels, en pointant ses propres limites de compétence au sein même du vaste champ des neurosciences. Ces limites de compétences le poussent à « *faire confiance à d'autres neurobiologistes* » ayant les « *bases scientifiques nécessaires* » lorsque les questions posées débordent son domaine de compétence. C'est donc parce qu'il fait le constat des limites de ses propres compétences qu'il préconise de s'en remettre à la réflexion des plus compétents. Ces mêmes arguments soutiennent, pour de nombreux auteurs dans lesquels nous nous incluons, qu'à l'inverse, le constat d'une compétence scientifique ultra spécialisée ne peut amener qu'à relativiser la compétence d'un expert, quel qu'il soit, quant à sa capacité d'embrasser les multiples dimensions qui caractérisent les questions socio-scientifiques.

Concernant la prégnance de l'idéologie de la compétence dans les représentations des scientifiques sur les relations entre sciences et décision, le neuroscientifique NS4 fait à nouveau figure d'exception. En cohérence sur la façon dont il s'était positionné concernant les procédures de décision en termes de choix scientifique et technique, ce dernier exprime la possibilité, pour un citoyen non expert, de s'exprimer sur l'acceptabilité sociale de certaines dimensions des technosciences, ainsi que sur la possibilité pour la recherche de « *progresser dans tel domaine* ». Ce chercheur argumente pour cela sur le fait que les citoyens n'ont pas besoin d'un « *background scientifique énorme* » pour pouvoir s'exprimer sur les choix scientifiques et techniques. Il reprend d'ailleurs cet argument dans l'entretien, en relevant la nécessité d'une formation minimale mais pas « *époustouflante* » pour que les citoyens puissent appréhender précisément les termes des débats :

> En tout cas ce que je voulais dire c'est que finalement ils avaient le background suffisant pour avoir une discussion et ça c'est le citoyen. Certes il manquait quand même des éléments mais ils en ont appris un certain nombre lors de leur séjour à mon avis ces gens sortants d'ici sont mieux plus aptes à discuter à parler de ces questions et ça n'a pas été une formation époustouflante ils ont les trois jours voilà quoi (eNS4).

Mais cette représentation se distingue de celle des autres scientifiques interrogés qui, rappelons le, plébiscitent un modèle décisionniste de relation entre sciences et décision, dans lequel les scientifiques sont consultés par le politique, eu égard à leur compétence relative à la question socio-scientifique sur laquelle il s'agit de légiférer. Le manque de compétence

attribué aux citoyens non-spécialistes, par la plupart des chercheurs, pour justifier de leur non-légitimité au sein des processus décisionnels, a amené certains scientifiques à s'exprimer sur la nécessité d'une formation de ces non-spécialistes.

Plusieurs scientifiques ont ainsi envisagé la formation des citoyens dans la perspective d'une participation aux choix scientifiques et techniques de société. Nous avons d'ailleurs, au cours des entretiens, questionné plus spécifiquement les chercheurs sur leurs représentations des principaux objectifs et des différentes modalités possibles pour une telle formation. Il s'agissait surtout de préciser si, selon eux, ce type de formation pouvait prétendre à développer des compétences généralistes pour que les citoyens puissent participer aux débats de société sur l'ensemble des questions socio-scientifiques. Ou si, au contraire, chaque question, par ses spécificités propres et plus précisément en fonction des savoirs qui étaient en jeu, demandait une formation particulière. Selon cette dernière perspective, l'un des chercheurs, le neuroscientifique NS5, met en avant la nécessité d'une formation des citoyens pour qu'ils aient un « *minimum de connaissances sur le sujet* ». C'est à cette condition, d'une maîtrise des connaissances, que ce chercheur considère possible de « *dépasser* » la simple opposition des opinions et plus précisément des « *positions religieuses* » :

> C'est vrai que si on n'a pas les connaissances on n'a pas, la réflexion ne va pas dépasser les positions religieuses, on va avoir une opposition pour ou contre le clonage. C'est un peu comme la politique. Il faut pouvoir éduquer les gens à avoir des discussions sur les cellules souches ou, sur les questions d'éthique, ils doivent pouvoir donner leur avis mais en connaissant le fond du débat les avantages et les inconvénients les limites et conditions, avoir un minimum de connaissances sur le sujet (eNS5).

Dans cette perspective, ce neuroscientifique souligne l'importance de la pluralité du panel d'experts qui pourraient être rencontrés dans le cadre d'une formation des citoyens à une question socio-scientifique. De l'avis du scientifique NS5, c'est d'ailleurs dans le choix des experts scientifiques rencontrés que réside le principal problème. La formation des citoyens (« *pour que eux se fassent leur opinion* ») passe par la possibilité d'assister à des débats contradictoires entre scientifiques ayant des opinions différentes. Dans la suite de l'entretien, ce scientifique propose d'ailleurs d'étendre la consultation bien au-delà de la seule sphère des scientifiques spécialisés. Les acteurs identifiés comme pertinents pour compléter cette consultation sont essentiellement des « *gens qui seront proches de la religion* » pour les aspects éthiques ainsi que des « *politiques* » susceptibles d'éclairer les enjeux économiques et financiers de la « *maîtrise* » des thérapies cellulaires utilisant les cellules souches. Car selon lui : « *il ne faut pas se leurrer la science, la biologie en tant que telle il y a une réalité économique derrière, c'est quand même un gros marché la santé* ».

Les autres chercheurs, NS2, NS4 et NS6 notamment, qui se sont exprimés sur le sujet envisagent en revanche une formation plus généraliste qui pourrait être mobilisées sur des questions socio-scientifiques différentes. Dans ce cas, les scientifiques argumentent sur l'importante spécialisation des connaissances relatives à chaque question ainsi que sur l'évolution rapide de ces connaissances. C'est alors plutôt une « *démarche* » de réflexion qui est mise en avant par ces chercheurs. Notons qu'en ce qui concerne le neuroscientifique NS6, c'est la « *démarche scientifique* », bien plus que les connaissances, qui permet de donner aux citoyens les « *moyens de la réflexion* » :

> Moi quand je parlais de vouloir transmettre un petit peu une approche scientifique ça rejoint un petit peu ça c'est-à-dire ça me paraît évident que l'idée derrière *Hippocampe* ce n'est pas de donner à des lycéens des connaissances sur les cellules souches ce n'est pas ça l'intérêt c'est effectivement de leur faire réaliser qu'en s'intéressant un tant soit peu à une thématique pendant une semaine et bien on est capable ensuite de mener une réflexion par soi-même sur un sujet relativement vaste et ça apprend justement comment mener cette démarche scientifique pour se donner les moyens de la réflexion ça ça me paraît fondamental (eNS6).

Enfin, concernant la formation des citoyens, ce même chercheur soulève le problème de l'« *accès à l'information par le grand public* ». Il évoque alors le nécessaire investissement des chercheurs dans la mise à disposition de cette information, pour que la recherche de ressources fiables par les citoyens ne relève pas du « *parcours du combattant* ». La question de l'accès à l'information est d'ailleurs, pour lui, l'occasion de soulever la question des usages de l'Internet. Le corollaire de la facilité et de la « rapidité d'accès à l'information » rendu possible par l'Internet est une difficulté à « *faire le tri* », à « *vérifier l'information* ». Le chercheur pointe le déficit de formation méthodologique des citoyens dans l'utilisation des nouvelles technologies de l'information. Ce constat est partagé par le neuroscientifique NS4 qui déplore également l'importance et surtout l'inégale qualité des informations disponibles en ligne. Les méthodes de recherche d'information et la capacité à distinguer les informations pertinentes sont identifiées par ces chercheurs comme des enjeux essentiels de formation pour que les citoyens puissent appréhender les questions socio-scientifiques.

Les discours de communication auxquels nous faisons ici références correspondent à la rencontre des chercheurs avec les lycéens. Mais le protocole de débat proposé aux adolescents incluait, pour certains d'entre eux, la rencontre concomitante ou séquentielle avec un responsable d'association de malades. L'impact didactique de ce protocole est analysé dans la partie suivante. De fait, certains chercheurs ont donc été consultés par les lycéens en même temps qu'un responsable d'association de malades. On peut préciser les représentations des chercheurs sur les relations entre sciences et décision en envisageant la façon avec laquelle ils envisagent la place de ces citoyens particuliers que sont les responsables d'association de malades au sein des processus décisionnels.

Le cas particulier des responsables et représentants d'association de malades : une forme d'expertise citoyenne ?

Les chercheurs ont donc été interrogés sur leur perception du rôle que peuvent jouer les responsables d'association de malades au sein des procédures de décision ayant trait aux choix scientifiques et techniques. Quatre d'entre eux sont en effet intervenus avec un responsable ou un représentant d'association de malades (maladie de Parkinson et chorée de Huntington) pour répondre aux questions des adolescents. Parmi eux, le scientifique NS4 reconnaît dans ces intervenants une forme d'expertise citoyenne. Il argumente dans ce sens en convoquant à la fois la formation (le « *minimum d'information* ») qui permet aux responsables de ces associations de « *prendre des décisions rationnelles* ». Par ailleurs, ce chercheur avance la relative indépendance de ces représentants qui ne font ni partie « *du monde scientifique* » ni partie des « *lobbys pharmaceutiques* » et « *hospitaliers* ». Cependant le

chercheur NS4 modère son propos en relevant l'investissement affectif de ces personnes soumises aux « *pressions des malades* » :

> Moi je trouve que des citoyens doivent donner leur avis mais pour donner leur avis ils doivent être un minimum informés et donc effectivement les associations de malades sont un bon exemple c'est des gens qui ne font pas partie du monde scientifique qui ne sont pas impliqués là-dedans etc. ils ne sont pas dans les lobbys pharmaceutiques hospitaliers etc. et ils sont bien informés pour moi c'est un cas idéal presque mais je me dis il en faudrait d'autres plus détachés effectivement de la pression des malades, familiale etc. mais pour moi l'expert civil si on veut l'expert citoyen c'est quelqu'un qui est formé qui est donc capable du coup de prendre des décisions c'est pas n'importe qui que l'on va prendre le référendum etc. qui peut dire un avis intéressant valorisant ou je ne le sais pas quoi c'est un minimum de formation de connaissances dans le domaine pour pouvoir prendre une décision rationnelle (eNS4).

La représentation de ce chercheur est cohérente avec ce que nous avions relevé plus haut. Rappelons en effet que c'est le seul chercheur qui reconnaissait la possibilité d'une expertise citoyenne en termes de choix scientifiques et techniques.

Concernant les trois autres chercheurs qui se sont retrouvés dans la situation de partager leur temps d'intervention avec un responsable d'association de malades, les représentations relatives à la place de ces responsables dans les processus décisionnels sont réellement différentes. L'investissement affectif de ces acteurs, leur « *implication* » très forte, ou leur manque de « *recul* », en font des personnes qui doivent certes être consultées dans les processus décisionnels mais qui, selon ces scientifiques, ne sont pas les mieux placés pour rendre une décision citoyenne sur la question de l'utilisation des CSE humaines. La représentation du chercheur NS1 est à situer dans cette perspective. Il souligne la différence entre ces citoyens motivés et des citoyens « *en bonne santé* ». Mais c'est aussi le point de vue du neuroscientifique NS7 qui s'est ainsi exprimée :

> C'est le terme de citoyen qui me gêne par ce que c'est quelqu'un qui a à la fois un background enfin qui est informée des questions scientifiques. Il y a ce côté implication très très fort socialement etc. émotionnellement dans une maladie puisqu'elle touche souvent des membres de la famille donc ce n'est pas un citoyen lambda qui a entendu parler de la maladie qui ne sait peut-être pas sur la vie quotidienne l'impact que ça a donc c'est des gens qu'il faut impliquer nécessairement dans ces débats éthiques puisqu'ils ont une vision très très proche du patient enfin social très très forte je ne pense pas qu'ils sont plus informés éventuellement mieux informés qu'un citoyen lambda (eNS7).

Notons que le chercheur NS7 souligne cependant la nécessiter d'« *impliquer* » des représentants d'association de malades dans les débats éthiques qui nous intéressent. Le scientifique NS2 s'exprime aussi pour que ces responsables soient consultés, au même titre que les « *experts* » scientifiques. Mais il souligne également l'implication de ces représentants dans la promotion de la recherche et de l'évolution de la législation. Ce chercheur identifie les responsables d'association de malades à une « force de lobbying ». Là encore, on peut dire que ces chercheurs sont en réelle cohérence avec ce que nous avions précédemment relevé de leurs représentations sur les relations entre sciences et décision. Ils mobilisaient en effet un modèle de type décisionniste, dans lequel les prises de décision sur les choix scientifiques et techniques relèvent du politique, après consultation d'experts, scientifiques notamment.

Enfin, il est à préciser que deux chercheurs (NS3 et NS6) n'ont pas souhaité intervenir aux côtés d'un représentant de malades. Nous reviendrons sur ce choix. Ces chercheurs expriment des points de vue similaires aux scientifiques précédents concernant la place des représentants de malades dans les processus de décision en termes de choix scientifiques et techniques. Le neuroscientifique NS6, par exemple, considèrent que les responsables d'association de malades sont trop impliqués dans la problématique (ils sont « *partie prenante à 150 %* », ils manquent de « *recul* ») pour rendrent un avis objectif :

> Je dirais si on part du principe que l'expertise citoyenne doit donner un avis extérieur par rapport justement à la communauté qui est la tête dans le guidon je dirais qu'ils manquent peut-être un peu de recul par rapport à une question, les représentants d'associations de malades ne sont pas très représentatifs de cette citoyenneté là puisqu'ils sont vraiment partie prenante à 150 % quoi. En revanche ils doivent évidemment faire partie des groupes de discussions de type comité éthique et cætera à ce titre justement de vécu (eNS6).

A l'exception de ce qu'exprime le chercheur NS4, les responsables d'association de malades sont donc considérés par les autres neuroscientifiques comme trop impliqués vis-à-vis des résultats attendus des recherches sur les possibilités d'utilisations thérapeutiques des CSE humaines, pour pouvoir être considérés comme des décisionnaires pertinents en termes de choix scientifiques et techniques. Les chercheurs argumentent ici de la difficulté d'être, selon la formule consacrée, à la fois juge et partie. Rappelons que la majorité de ces chercheurs ont exprimé leur préférence pour des modèles de relation entre sciences et décision de type décisionniste, dans lesquels l'expert scientifique occupe une place centrale. Peut on pour autant dire que le scientifique est suffisamment « détaché » de son activité de recherche pour prétendre, selon l'argumentation mobilisé au sujet des représentants de malades, à sa régulation sociale ? Nous soulignons là l'expression d'une forme d'incohérence dans les discours d'une majorité des chercheurs que nous avons interrogé, dans la mesure où l'argumentaire développé autour de la place des responsables d'association de malades dans les processus décisionnels, ne s'applique pas au scientifique lui-même.

Mais au-delà de cette contradiction, il nous semble que ces discours traduisent le primat de la compétence scientifique dans les représentations que les chercheurs se font de la légitimité à participer aux choix scientifiques et techniques de société.

IV-8-5 De quelques paradoxes de communication

Les interventions des chercheurs auprès des lycéens traduisent à l'évidence un choix de posture de communication partagé, caractérisé par la volonté de ne pas expliciter leurs opinions personnelles sur les questions de société envisagées (statut de l'embryon, clonage thérapeutique notamment). En revanche, il existe une réelle diversité quand à l'argumentation proposée par les différents scientifiques pour justifier ce choix de posture. Pour deux scientifiques (NS3 et NS6), il s'agit de rester « neutre ». Cette argumentation est sous tendue par une représentation dichotomique entre connaissances et opinions. A l'inverse, le neuroscientifique NS4 reconnaît une inséparabilité entre connaissances et opinions. Son choix de posture est orienté par ce qu'il identifie comme un risque de manipulation de son auditoire. Enfin les autres chercheurs expliquent leur choix de posture par le risque communicationnel d'influencer le jeune public d'adolescents, lorsque sont discutées les implications sociales des

sciences. Certains d'entre eux reconnaissent volontiers des interactions entre connaissances et opinions.

Nous avions relevé que les représentations des relations entre connaissances et opinions n'orientent donc qu'en partie les postures de communications des différents chercheurs. Il nous a semblé plus pertinent d'interroger sur ce point les représentations que les chercheurs ont des relations entre sciences et décision. Pour reprendre la typologie d'Habermas, le modèle dominant, qui structure les représentations de la plupart des chercheurs ayant participé aux débats *Hippocampe,* est le modèle décisionniste. Selon ce modèle, les experts scientifiques font un « état de la question » à destination des décideurs politiques. Ces derniers, informés, peuvent légiférer sur les choix scientifiques et techniques. Seul le chercheur NS4 se déclare favorable à une intervention des citoyens dans les processus décisionnels ayant trait à la politique scientifique. Il argumente pour cela des risques de « dérives » qui consisteraient à laisser aux seuls spécialistes le pouvoir de décider d'orientations impliquant l'ensemble de la société. Dans ce sens, nous avons rapproché sa représentation des relations entre sciences et décision du modèle pragmatique défini par Habermas. Celui-ci stipule la définition d'un espace de négociation entre décideurs, scientifiques et non-spécialistes. Nous avons pu tester la robustesse de ces analyses de représentations pour les différents chercheurs en croisant leurs discours en situation d'entretien entendue comme expérience de communication ou en situation de communication avec les lycéens.

C'est au titre du manque de compétences scientifiques des citoyens non-spécialistes que la majorité des chercheurs ne leur reconnaissent pas la légitimité d'intervenir dans les choix scientifiques et techniques de société.

A l'exception du neurobiologiste NS4, les autres chercheurs ont mis en doute la possibilité d'une expertise scientifique citoyenne avec une importante cohérence de discours. Dans ce sens, l'ensemble des chercheurs a souligné l'effort de formation qui devait être mis en œuvre pour que les non-spécialistes puissent appréhender les termes de ces débats. Notons par ailleurs que plusieurs scientifiques ne reconnaissent pas non plus une forme d'expertise citoyenne dans les représentants d'association de malades. Mais c'est ici au nom de leur « manque de recul » et de leur implication dans la thématique discutée, et non plus au nom de ce que nous avons identifié comme l'expression d'une idéologie de la compétence.

Lorsque on tente d'analyser les discours de communication des chercheurs à la lumière de leurs représentations entre sciences et décision, il semble que plutôt que d'orienter leurs discours, ces représentations mettent au jour un certain nombre de paradoxes communicationnels. Nous avons en effet souligné que, dans leurs discours de communication, les scientifiques exprimaient très généralement un déni de compétences quand à leur capacité à proposer des réponses aux questions portant sur le statut de l'embryon ou sur le bien fondé du clonage thérapeutique. Ce déni de compétences allait de pair avec la volonté répétée, partagée par l'ensemble des chercheurs, d'exprimer les limites de leurs savoirs. Il se traduisait par la délégation aux lycéens de la réflexion sur les dimensions éthiques et sociales de la question socio-scientifique abordée. Cette délégation pouvait alors apparaître comme une reconnaissance de la légitimité des adolescents à produire collectivement du sens autour de ces problématiques, autrement dit à exercer une forme de citoyenneté scientifique. Mais elle apparaît tout à fait contradictoire avec les représentations que ces chercheurs se font de la

légitimité réelle de participation des non-spécialistes aux choix scientifiques et techniques. De ce point de vue, seule la posture de communication adoptée par le neurobiologiste NS4 apparaît cohérente avec sa représentation des relations entre sciences et décision puisqu'il se déclare favorable aux procédures participatives en termes de choix scientifiques et techniques.

Concernant les autres chercheurs, nous retenons donc un paradoxe de communication qu'il s'agira de discuter par la suite. Ce paradoxe s'exprime également, à notre sens, dans le choix que ces scientifiques partagent de ne pas clarifier leurs opinions personnelles sur les questions de société qu'ils abordent. Car ce serait faire abstraction des effets de nomination et de problématisation relevés dans les discours de communication des scientifiques que de penser que ces derniers n'inscrivent pas, à l'évidence, des opinions. Les multiples procédés de reformulation dont nous avons fait état caractérisent en effet ces discours. Les reformulations autour du terme pivot « embryon » par exemple réalisent, en participant de son objectivation, des opérations sur les valeurs qui visent, selon nous, à rendre acceptable sa manipulation. Mais il peut s'agir aussi de la reformulation des questions que les chercheurs pensent légitimes de se poser, à la lumière de leurs connaissances, et nous l'avons souligné, de leurs opinions.

Avant de discuter ce qui peut fonder ces paradoxes de communication, il semble essentiel de sortir d'un constat par trop « statique » des représentations des chercheurs, telles que nous avons essayé de rendre compte.

CHAPITRE IV-9
EXPERIENCE DE COMMUNICATION ET ACTUALISATION DES REPRESENTATIONS DES CHERCHEURS

Les entretiens menés auprès des scientifiques après leur consultation par les adolescents ont été pour eux l'occasion d'exprimer ce que leur avait apporté cette expérience de communication. Pour certains, il semble que la rencontre a été l'occasion d'actualiser leurs représentations, des relations entre connaissances et opinions d'une part et des relations entre sciences et décision d'autre part.

Par ailleurs, ces entretiens ont permis aux chercheurs de rendre plus généralement compte de leur appréciation personnelle de cette expérience de communication. C'est par cette dimension de leur réflexion que nous introduisons ce chapitre.

IV-9-1 Une expérience positive mais un contrat de communication pas toujours clairement identifié

Les neuroscientifiques ont jugé très positivement la participation aux débats *Hippocampe*. S'ils ont parfois relevé la difficulté à être consultés, en tant que spécialistes, par les lycéens sur une question scientifique ayant de fortes implications sociales, ils ont apprécié la curiosité des lycéens et le fait que ces derniers aient préparé, en amont, leur rencontre avec un chercheur. Alors que le contrat didactique est apparu clairement pour cinq d'entre eux, deux chercheurs relèvent cependant avoir été surpris du manque de lisibilité qu'ils avaient eu concernant « *ce qu'on attendait d'eux* ». Nous revenons dans la discussion sur la question du contrat didactique des rencontres entre chercheurs et lycéens.

Un scientifique a par ailleurs regretté que la rencontre avec les adolescents n'ait pas été encadrée par un modérateur, et que les questions soient essentiellement portées par deux élèves rapporteurs. Ce dernier aspect a été discuté entre les différents chercheurs en entretien collectif, plusieurs d'entre eux estimant que cela avait permis de lancer la discussion, et qu'ensuite « *les autres spontanément les coupaient* » pour poser des questions.

Les entretiens ont surtout été l'occasion pour les chercheurs de s'exprimer sur la pertinence de l'intervention d'un responsable d'association de malades, dans un protocole de débats centrés sur les relations entre sciences et société. Car, si tous les neuroscientifiques sont intervenus au moins une fois seuls auprès des lycéens, il avait été proposé aux chercheurs, pour les besoins de l'analyse didactique du protocole débats, d'intervenir devant les lycéens simultanément avec un représentant de malades. Rappelons que parmi les sept scientifiques qui sont intervenus dans les débats, deux chercheurs (NS3 et NS6) ont préférés

ne pas intervenir au côté d'une responsable d'association de malades. Un neuroscientifique (NS5), qui avait accepté de le faire, est intervenu seul ; le représentant de malades n'ayant pas pu se rendre, ce jour là, au centre *Hippocampe*.

Les scientifiques qui ont accepté d'intervenir avec un responsable d'association de malades ont vécu cette « cohabitation » de manière très positive. Ainsi, sans en préciser réellement la teneur, le chercheur NS1 souligne la complémentarité des expertises de chacun. Ce sentiment est partagé par le scientifique NS7. Pour lui, la complémentarité repose surtout sur la bonne connaissance que les représentants d'association de malades ont des législations en cours (« *ils sont plus forts que nous sur la législation* » précise-t-il). Il leur reconnaît aussi une bonne maîtrise des essais thérapeutiques déjà réalisés, concernant l'utilisation de CSE dans le traitement de pathologies neurodégénératives. Par ailleurs, ce chercheur, mais c'est aussi le cas du neurobiologiste NS2, considère que l'intervention de deux spécialistes a permis d'enrichir le débat en incitant les élèves à un questionnement plus orienté vers les implications concrètes de la question, et vers les relations entre sciences et société :

> De mon point de vue il y avait plus de questions science société justement dans le cas où on est intervenu tous les deux alors que dans le cas où j'étais toute seule. J'ai l'impression qu'on est plus resté sur des questions scientifiques à part ponctuellement la définition de l'embryon par exemple (eNS2).

Ou encore

> Ça a suscité vraiment des questions plus intéressantes au plan éthique chez eux que ceux qui avaient vus uniquement l'expert scientifique seul puisque ils n'avaient pas forcément derrière l'implication dans la thérapeutique dans le fait de sauver des gens et cætera un peu trop éloignés entre de la recherche et puis peut-être un jour un impact sur une maladie quelconque. Là ils avaient quelque chose de concret oui et bien ça peut sauver tel type de patient (eNS7).

Selon le chercheur NS7, c'est essentiellement au « *côté poignant du témoignage* » et à la charge émotionnelle portée par le discours du responsable d'association de malade, que l'on doit la valeur ajoutée de cette double intervention. Le témoignage du représentant de malades a ainsi permis d'ancrer les débats dans la réalité des préoccupations des malades vis-à-vis de la recherche scientifiques. Le caractère émotionnel de l'intervention du responsable d'association de malade est également, pour le chercheur NS2, l'une des raisons pour lesquelles les lycéens se sont sentis plus concernés par les débats :

> Je ne me rappelle pas dans les questions des élèves mais dans leur regard j'en ai vu oui qui avaient vu que le mec qui est venu c'était un parkinsonien et que sa maladie était vraiment visible et handicapante […] J'ai senti une émotion un peu chez eux et par contre ce qui m'a frappé c'est que dans les questions qu'ils posaient même quand ils posaient à peu près la même question que l'autre groupe ils avaient toujours une formulation un peu plus soft un peu moins choquante pour être sûrs enfin j'ai interprété que c'était pour ne pas choquer la personne malade (eNS2)

Ces deux chercheurs relèvent cependant une difficulté quand à leur intervention aux côtés d'un responsable d'association de malades. Cette difficulté porte sur les éventuelles inexactitudes ayant émaillé le discours du responsable lorsque ce dernier mobilise des concepts scientifiques. Au-delà des « *aspects scientifiques* » (portant dans ce cas sur les thérapies de stimulation intracrânienne dans le traitement de la maladie de Parkinson), le chercheur NS2 remarque les divergences d'opinions qui se font parfois exprimées lorsque les relations entre sciences et société ont été abordées. Notons que ce chercheur relève un

désaccord avec le responsable d'association de malades, sur le calendrier d'avancée des recherches utilisant des CSE humaines, et donc sur les relations entre recherche fondamentale et recherche appliquée ou plus précisément sur la « *rapidité avec laquelle il aurait aimé que les choses se passent* ». Dans ce sens l'intervention, au côté du scientifique, d'un responsable d'association de malades permet sans doute d'ancrer les débats dans la complexité du réel et met en exergue la relativité des points de vue. C'est sans doute aussi, pour les chercheurs, l'occasion d'une réflexion sur la façon dont se manifestent les implications sociales de la recherche scientifique.

Le témoignage des deux chercheurs qui n'ont pas souhaité intervenir au côté d'un responsable d'association de malade est tout autant intéressant à analyser. Pour le scientifique NS6, c'est justement la « *charge émotionnelle* » portée par le témoignage d'un malade ou d'un responsable d'association qui semblait à priori difficile à gérer dans la situation de communication. Ce chercheur identifie une possibilité de « *conflits* » entre la complexité du réel introduit par « *ce côté émotionnel* » et la nécessité pour lui d'exposer des connaissances scientifiques. Dans l'extrait d'entretien suivant il exprime la crainte que les discussions ne soient détournées « *au détriment du côté scientifique* » :

> Parce que justement j'avais un petit peur que ça ne se fasse pas qu'il puisse y avoir des conflits entre l'aspect recherche l'aspect malade et par ce côté émotionnel je n'étais pas sûr de pouvoir faire face à cette charge émotionnelle d'une part et j'avais peut-être un peu peur que ça détourne un petit peu par rapport à l'intérêt des enfants. C'est-à-dire que le débat pour les enfants c'était la question d'un débat autour des cellules souches et j'avais peur que ça devienne un petit peu un débat autour du malade, du chercheur. […] Je trouve que quand on est face à des malades bon c'est une expérience qu'on n'a quand on va parler au grand public et qu'il y a souvent des malades qui viennent quand il y a des annonces de conférence ou quoi. Ils arrivent avec vraiment leur histoire leur vécu et ça focalise sur un point sur leur sur leur vie sur leur maladie et au détriment du côté scientifique en fait (eNS6).

Le neurobiologiste NS3 revient lui sur les interrogations suscitées par sa propre attitude vis-à-vis des responsables d'association de malades. C'est, selon ce chercheur, essentiellement la distance entre la recherche fondamentale qu'il pratique et les attentes des malades en termes d'applications thérapeutiques qui pose problème. Ainsi la présence de responsables d'associations de malades pousse le chercheur à modifier son discours, à être « *plus vigilant* » parce que « *on est quand même très loin des applications thérapeutiques* » :

> Donc ça m'a quand même forcément interrogé à partir du moment où la présence de responsables d'associations me gênait moi c'est bien que j'avais à réfléchir sur le problème donc je pense qu'effectivement la présence de responsables d'associations peut modifier notre débat et sûrement enfin je ne sais pas il faudrait que je réfléchisse un peu plus je pense qu'effectivement devant des gens qui ont une relation assez différente et donc effectivement il faut avoir un discours beaucoup plus vigilant dans le sens où chaque avancée chaque résultat est pour eux très important et que nous en tant que chercheur scientifique on n'est pas médecin quoi on est quand même très loin des applications thérapeutiques on a une connaissance générale sur le sujet mais on est de toute manière quand même très loin des applications thérapeutiques dans notre recherche d'un travail sur modèle animal.[…] Et la présence de ces gens là comme quand on va faire un séminaire devant des représentants de ces associations modifie notre propre discours moi je pense (eNS3).

Cette « gêne » à expliciter, devant des responsables d'association de malades, les relations entre recherches fondamentales et possibilités d'applications thérapeutiques est à nouveau

manifestée par le chercheur NS5, dans la suite de l'entretien. Lorsqu'il évoque une expérience antérieure de communication à destination des malades aux *Journées thérapies cellulaires de Marseille*, c'est pour mieux souligner qu'il avait alors insisté sur l'actualité des recherches jugées « *loin d'aboutir* », « é*ventuellement* », à des applications thérapeutiques.

Nous identifions là l'une des difficultés majeures qui se posent au scientifique en situation de communication auprès du grand public lorsque sont envisagées les relations entre sciences et société. L'horizon d'applications thérapeutiques, principalement dans le cadre du traitement des maladies neurodégénératives en ce qui nous concerne, est en effet souvent avancé pour légitimer socialement le besoin de recherche sur les CSE humaines. Le scientifique NS3 argumente également sur la difficulté d'intervenir avec un responsable d'association de malade en relevant la vigilance, la « retenue » qu'impose la présence de malades lorsque sont abordés les aspects relatifs aux tests thérapeutiques réalisés chez l'homme. Dans ce cas c'est le risque de « *lapsus* » qui pourrait amener les représentants de malades à croire que le chercheur présente « *l'homme comme un modèle de recherche* ». Ce type de lapsus est jugé « *insoutenable* » pour un malade. Il apparaît, aux yeux du chercheur impliqué dans la recherche fondamentale et travaillant sur modèle animal, comme une mise en danger supplémentaire dans la situation de communication.

Notons enfin, qu'après discussion avec des chercheurs ayant exposé leur vécu « très positif » de la cohabitation avec un responsable d'association de malades, les craintes de ces deux scientifiques se sont dissipées. A tel point qu'à l'issue de l'entretien collectif, les chercheurs, qui avaient préféré ne pas intervenir en même temps qu'un responsable d'association de malades, envisageaient de pouvoir partager l'expertise avec l'un de ces responsables. Ces données traduisent donc une réelle évolution des représentations de ces chercheurs quand au risque communicationnel de partager l'estrade avec d'autres acteurs.

IV-9-2 Des représentations en mouvement

L'actualisation des représentations des scientifiques est surtout tangible pour ce qui concerne les relations entre connaissances et opinions ou entre sciences et société. Plusieurs chercheurs ont ainsi fait état de l'évolution de leurs représentations des relations entre connaissances scientifiques et opinions personnelles à la lumière des échanges qu'ils ont eu avec les adolescents.

Cette première expérience d'intervention auprès de scolaires autour d'une question socio-scientifique constitue pour le neurobiologiste NS2 une source de réflexion, à la fois sur ce qui fonde son opinion, mais aussi sur les conséquences prévisibles de l'expression de cette opinion lorsqu'il est en situation de communication :

> Je me suis plus posée la question à savoir à quel point mon opinion personnelle devait apparaître dans le discours. C'est une question que je ne m'étais pas posée pour les cinq sens (*intervention auprès de scolaires dans le cadre de la Semaine du cerveau, manifestation de culture scientifique,NDR*) où donc je me suis posée cette question avant de venir et en y étant quand les questions devenaient sociétales justement, est-ce que c'est bien ou mal de quand ils demandaient voilà pourquoi sur l'embryon on peut prélever ou pas donc là je me suis rendu compte que en même temps que la réponse scientifique j'allais forcément leur faire passer un peu mon opinion (eNS2).

L'expérience de communication avec les lycéens est jugée originale par rapport à des expériences antérieures dans la mesure où le scientifique s'interroge plus spécifiquement sur l'explicitation de ses opinions personnelles dans le processus communicationnel, « *à quel point* » son opinion « *devait apparaître dans le discours* ». La réflexion portant sur la place des opinions personnelles en situation de communication est alors identifiée par ce chercheur comme une composante majeure des interventions auprès du grand public. Il déclare en effet avoir ressenti le besoin d'en débattre avec ses collègues scientifiques :

> J'en ai parlé avec d'autres chercheurs en revenant des débats *Hippocampe* en leur disant parce que je discutais avec des gens qui avaient fait avec moi la semaine du cerveau et justement pour leur dire que là je me suis posée des questions que je ne m'étais pas posé à la semaine du cerveau plus que je parlais un peu de mes opinions mais le débat n'a pas été très loin même parmi nous. Pourtant je travaille dans un environnement où il n'y a que des enseignants chercheurs peut-être qu'ils étaient un peu plus sensibilisés à cet aspect pédagogique mais je ne me rappelle pas qu'on se soit jamais vraiment posé la question de faire passer nos opinions est-ce qu'on les faisait passer inconsciemment (eNS2).

Bien que n'ayant pas suscité beaucoup d'enthousiasme auprès des autres scientifiques de son laboratoire qui interviennent auprès du grand public, il semble que l'expérience de communication à laquelle ce chercheur a participé a été l'occasion d'une réelle pensée réflexive sur la tension entre connaissances et opinions, telle qu'elle se révèle en situation de communication. Ce neuroscientifique interroge ainsi ses expériences antérieures de communication sur l'implicite de ses discours, comme en témoigne la remarque « *est ce qu'on les* [nos opinions, NDR] *faisait passer inconsciemment* ».

La rencontre avec les lycéens apparaît aussi pour le neuroscientifique NS3 comme une occasion de porter un regard réflexif sur sa posture de communication. C'est le cas du moins pour ce qui concerne plus spécifiquement l'explicitation de son opinion personnelle relative dimensions éthiques et sociales de la question socio-scientifique abordée. La réflexivité du discours est palpable dans l'extrait suivant lorsqu'il reformule la présentation de sa posture de communication en passant de ce qu'il « *fai*(t) » en général à ce qu'il « *aurai*(t) *dû faire maintenant aujourd'hui* » en ayant comme il le précise « *avancé* » :

> Alors ce que je fais en général dans ces cas-là, alors que j'aurais dû faire maintenant aujourd'hui en ayant avancé, souvent ce que j'essaye de faire c'est de renvoyer la question, en disant net que c'est un problème qui est bien au-delà du problème scientifique, que je peux donner mon opinion en tant que personne mais que je ne suis plus alors experte scientifique. Mon opinion en tant que personne est forcément influencée par mes connaissances, par mes croyances et mon activité mais aussi mes croyances, mes opinions politiques et cætera (eNS3).

Si l'opposition entre connaissances scientifiques et opinions personnelles demeure structurante dans les représentations de ce chercheur, qui oppose son statut de « personne » à son statut d'« *experte scientifique* », il n'en reste pas moins que cet extrait de discours traduit une évolution dans la représentation des relations entre connaissances et opinions dans la mesure où ces dernières sont « *influencées* » par ses « *connaissances* », mais aussi ses « *croyances* » ou son « *activité* ».

C'est donc bien à une actualisation des représentations de certains chercheurs que président leurs expériences de communication portant sur les relations entre sciences et société. Nous incluons également, dans ces expériences de communication des chercheurs, les entretiens individuels et collectifs qui ont fait suite à leurs interventions auprès des lycéens. Si cette actualisation des représentations apparaît clairement pour ce qui est des relations entre connaissances et opinions, elle se manifeste également en ce qui concerne les relations entre sciences, société et décision. Ainsi, à la suite de son intervention auprès des adolescents, le neurobiologiste NS6 témoigne de ce que cette expérience de communication l'a renvoyé à sa « *responsabilité de scientifique* » :

> Moi l'effet que ça m'a fait c'est que ça nous renvoyait beaucoup à notre responsabilité de scientifiques. C'est des questions qu'on ne se pose pas vraiment au quotidien en tant que scientifiques dans notre exercice quotidien. Et là d'un coup on est vraiment renvoyé à ça et on prend en compte de ce que ça représente dans l'opinion publique la responsabilité du scientifique dans l'avancée des connaissances, des conséquences éventuelles (eNS6).

Il a déjà été signalé en quoi cette expérience de communication avait constitué, pour certains chercheurs, un révélateur des implications sociales de leur activité (chapitre IV-7, section 1). Ainsi le scientifique NS1 avait précisé dans quelle mesure certaines interrogations de lycéens l'avaient déstabilisé et l'avaient conduit à se « *poser des questions* » qu'il ne se posait pas concernant les implications sociales de son activité de recherche. C'est au même constat qu'aboutit le scientifique NS6 dans l'extrait d'entretien reproduit ci avant. L'expérience de communication conduit ce chercheur à une prise en compte de ce que représente son activité « *dans l'opinion publique* », question qu'il « *ne se pose pas au quotidien* ».

Au-delà d'une pensée réflexive sur la responsabilité sociale du chercheur, l'intervention des scientifiques auprès des adolescents invite certains d'entre eux à actualiser leurs représentations des relations entre sciences et décision. Ainsi, le neuroscientifique NS6 qui s'était initialement déclaré défavorable à la participation des citoyens non-spécialistes au nom de leur « manque de compétence », tire la conclusion suivante à l'issue de l'entretien collectif :

> Si l'observation finale de cette petite je ne sais pas si c'est très représentatif cette expérience au niveau d'*Hippocampe* ce que finalement en prenant des gens voilà dans un lycée qui sont quand même en terminale scientifique on arrive après trois séances ou quatre séances de discussion et d'information à les rendre finalement aptes à mener une réflexion et finalement à se prononcer sur un thème ça veut dire qu'à ce moment-là au niveau de la société on peut imaginer que quand on veut solliciter l'opinion publique on organise pendant 15 jours des débats télévisés en présence de scientifiques en présence de tel ou tel représentant d'association en présence de philosophes en présence de sociologues et cætera et que à l'issue de tout ça on pourrait faire à ce moment-là un référendum (eNS6).

Ce scientifique reconnaît la possibilité que des non-spécialistes puissent être « *finalement aptes à mener une réflexion et finalement à se prononcer* » sur les implications sociales d'une question scientifique qui ne pouvait relever selon lui que de la responsabilité de spécialistes. Notons cependant que ce chercheur mobilise un modèle transmissif d'information depuis les spécialistes vers les citoyens pour que ces derniers puissent être formés et devenir « aptes » à participer aux processus décisionnels en termes de choix scientifiques et techniques. Bien plus que reconnaître la légitimité des citoyens non-spécialistes à élaborer une réflexion en ayant

été éclairés, il semble que ce chercheur exprime la possibilité d'un transfert de compétences depuis les spécialistes vers les profanes. Il n'en reste pas moins que ces éléments traduisent une dynamique des représentations de ce chercheur sur les relations entre sciences et société qui va dans le sens d'une relativisation de l'idéologie de la compétence relevée par ailleurs.

Les discours des chercheurs traduisent donc un mouvement de détermination réciproque, comme le suggère Moscovici, entre représentations sociales et processus de communication. Nous avons en effet montré au cours des chapitres précédents dans quelle mesure les représentations des chercheurs sont susceptibles d'orienter leurs pratiques de communication. Mais les données que nous venons de présenter rappellent que les représentations sociales ne sont pas figées, et qu'en retour les expériences de communication agissent sur ces représentations. Nous entendons par expériences de communication susceptibles d'actualiser les représentations des chercheurs, tout autant la situation d'interaction avec les lycéens, que les entretiens que nous avons eus à l'issue des rencontres. L'évolution des représentations de certains chercheurs se manifeste aussi bien en ce qui concerne les relations entre connaissances et opinions, qu'en ce qui concerne les relations entre sciences et société. Ce dernier aspect comprend une évolution sur les possibilités de participation des citoyens non-spécialistes, ou des représentants de malades, dans les processus décisionnels se rapportant aux choix scientifiques et techniques de société.

CHAPITRE IV-10
DISCUSSION DE LA QUATRIEME PARTIE

Nous proposons, dans ce dernier chapitre, de reprendre les éléments de réponse apportés aux différentes problématiques de recherche qui ont orienté notre travail en tentant de les inscrire dans une réflexion plus large ayant trait aux processus de communication scientifique. Il s'agit de discuter les éléments qui paraissent signifiants dans l'expérience de communication analysée, en tentant de préciser les propriétés des processus communicationnels où les chercheurs sont amenés à échanger avec des non-spécialistes sur les relations entre sciences et société.

Dans un premier temps, il est proposé de discuter des connaissances scientifiques présentées par les chercheurs, de leurs modes de production ainsi que des articulations entre recherche et applications thérapeutiques.

Dans un deuxième temps, nous revenons sur la signification des interactions qui se jouent entre connaissances scientifiques et opinions personnelles dans l'activité de reformulation qui caractérise les discours de communication des chercheurs.

Dans un troisième temps nous discutons des paradoxes identifiés dans les postures de communication des chercheurs lorsque ces dernières ont été envisagées à la lumière de leurs représentations des relations entre sciences, société et décision.

Après avoir souligné les limites de cette étude de cas, cette dernière partie débouche sur une discussion générale dans laquelle les principales conclusions des différentes approches mobilisées sont mises en perspectives. Elle sera l'occasion d'aborder plus avant la question du contexte et du contrat de communication que supposent ou qu'instituent les consultations de scientifiques par des non-spécialistes engagés dans des protocoles de discussions collectives autour des implications sociales des sciences. Seront alors précisés les questionnements de recherche qu'il nous semble pertinents de poursuivre pour qui interroge la communication directe des scientifiques avec des non-spécialistes, c'est-à-dire dans l'interaction verbale.

IV-10-1 La communication de la science par ceux qui la pratiquent

Les discours de communication des scientifiques, lorsqu'ils sont consultés par des lycéens engagés dans des discussions collectives sur la thématique des utilisations des CSE humaines, sont dominés par la présentation de concepts scientifiques. Les choix cognitifs des chercheurs se regroupent autour d'un ensemble de concepts relativement homogènes (définition, propriétés, obtentions et utilisations de CSE humaines) dont on pourrait considérer qu'ils constituent un référentiel lexical et sémantique jugé nécessaire pour appréhender les termes d'un débat sur les utilisations des CSE humaines. Mais certains concepts structurants des neurosciences tels que les déterminismes du développement et du fonctionnement cérébral ou

encore la neuroplasticité sont aussi envisagés. Cependant ces concepts sont très diversement présentés en termes de niveau de formulation. Les scientifiques ayant la plus grande expérience de communication, avec une diversité de publics, sont les mieux à même de s'adapter à leur auditoire. On peut s'en convaincre aisément à l'analyse du lexique mobilisé au cours des opérations de reformulation, d'ailleurs caractérisées par l'usage de métaphores.

Pour autant, la spécificité des discours de communication des sciences proposés par les chercheurs lorsqu'ils sont consultés par des adolescents tient pour l'essentiel dans le fait que sont envisagés des éléments relatifs à la nature des sciences, aux conditions de production des connaissances. Le corpus retenu fait apparaître de manière manifeste que tous les chercheurs ont largement développé le caractère à la fois parcellaire et instable des savoirs sur les CSE humaines, ainsi que sur leurs utilisations. Nombre de formulations (« *pour l'instant on en est pas là* », « *les connaissances manquent* », « *ça c'est encore à prendre un petit peu avec des pincettes* ») inscrivent ainsi les savoirs scientifiques, relatifs notamment aux utilisations thérapeutiques des CSE humaines, ainsi qu'à leurs propriétés de différenciation, dans un mouvement de remise en question sans cesse actualisé ou actualisable. Les controverses et débats actuels qui animent la communauté scientifique sont ainsi donnés à voir aux lycéens. Les choix épistémologiques opérés par les chercheurs inscrivent le mouvement de construction des savoirs scientifiques dans une perspective cumulative, où il s'agit de prospecter les domaines d'ignorance. Les connaissances scientifiques ne sont pas présentées dans leur confrontation avec d'autres connaissances antérieures, ni dans leur capacité à décrire et à comprendre le vivant avec des domaines de validité de plus en plus larges. Or plusieurs auteurs, dont Levy-Leblond notamment, invitent à prendre en compte en termes de culture scientifique la nature limitée, relative des connaissances scientifiques. Il rappelle en effet qu'un énoncé scientifique : « *ne peut être vrai ou faux, mais seulement vrai si…ou faux mais…La science ne produit pas des vérités absolues et universelles ; bien plutôt, elle fournit des énoncés conditionnels, et sa force vient précisément de sa capacité à définir leurs conditions de validité* » (Levy-Leblond, 2001, p. 97).

De plus, les conditions de production de ces savoirs, au premier rang desquelles le débat contradictoire entre pairs et le caractère relatif des connaissances scientifiques, ne sont prises en charge que par la moitié des scientifiques. En choisissant de présenter le « front » de la recherche actuelle sur les CSE, il nous semble que les scientifiques, parce qu'ils mettent en lumière le caractère instable des savoirs, se situent en rupture avec une présentation spectaculaire des sciences. Car pour Roqueplo la vulgarisation des contenus de la science et de l'autorité qui légitime ces contenus procède d'une mise en spectacle parce qu'« *elle efface ou oublie les conditions de sa propre production* » (Roqueplo, 1974, p. 89). D'autant plus que, dans l'expérience de communication analysée, les lycéens sont engagés en parallèle dans une pratique de science puisqu'ils réalisent des expérimentations, encadrés par des jeunes chercheurs. Nous n'avons pas identifié à proprement parler de processus d'ontologisation du savoir qui les rendraient absolus et dogmatiques. Parce que les chercheurs exposent les limites de la connaissance scientifique, en pointant les incertitudes des recherches actuelles, les situations de communication sur lesquelles nous avons travaillé nous semblent permettre de dépasser, dans une certaine mesure, une mise en spectacle de la science. Les chercheurs apparaissent effectivement très bien placés pour exemplifier les modes de construction des savoirs scientifiques pour peu qu'ils prennent conscience des conceptions de leur auditoire sur le fonctionnement de la recherche.

Cependant, il a été souligné que les chercheurs n'envisagent que superficiellement des éléments permettant de saisir la façon dont se construisent les connaissances scientifiques. Un seul chercheur par exemple évoque le principe de validation par les pairs d'une avancée scientifique via le processus de publication ou encore sur la dimension collective de la recherche en faisant référence à des équipes de recherche engagées dans des controverses. Il s'agit d'idées de sens commun pour les scientifiques qui n'identifient pas l'intérêt de communiquer à des non-spécialistes ces dimensions de leur activité. A moins que l'on puisse faire l'hypothèse que les discours des chercheurs reproduisent certaines caractéristiques des discours de publicisation des sciences largement légitimés dans la sphère sociale, par les médias notamment. Cette hypothèse permettrait d'expliquer la mobilisation de métaphores (« pièces détachées », « copies conformes » par exemple) dont nous avons relevé l'ambiguïté.

Par ailleurs, les discours des chercheurs concernant les relations entre recherche fondamentale sur les CSE humaines et potentialités d'applications thérapeutiques témoignent d'une plus grande hétérogénéité de positionnement épistémologique. Les scientifiques soulignent généralement l'insuffisance actuelle de connaissances fondamentales concernant les CSE humaines et militent pour la nécessité d'une recherche fondamentale, sur modèle animal, préalable à toute possibilité d'application clinique. Une majorité d'entres eux abordent la complexité des relations entre recherche fondamentale et applications thérapeutiques. Ils insistent sur la prudence avec laquelle il est nécessaire d'envisager la faisabilité des thérapies cellulaires cérébrales tout en exprimant l'espoir de prolongements thérapeutiques que portent leurs recherches.

Un chercheur cependant présente la thérapie cellulaire comme un prolongement nécessaire et obligatoire des recherches fondamentales engagée sur les cellules souches. Ce point de vue, positiviste, n'est pas sans rappeler l'argumentation développée par les généticiens dans le cadre des campagnes de dons pour la promotion de la recherche sur les maladies génétiques rares. L'important effort de recherches consenti dans ce domaine n'a pourtant pas été suivi d'applications thérapeutiques très significatives en termes de thérapie génique. Bien que minoritaire dans le corpus de discours analysé, il témoigne d'une mise en avant des bénéfices certains de la recherche, pour en signifier la légitimité sociale. Il participe, à notre avis, d'un renforcement de l'idéologie du progrès scientifique susceptible, à long terme du moins, d'alimenter un scepticisme de la part des non-spécialistes. C'est en tout cas ainsi que nous interprétons les ambiguïtés des exemples connus de promotion autour des recherches sur les thérapies géniques.

En prenant le contre-pied de ce type de point de vue, un autre chercheur a choisi, avec une grande cohérence de discours tout au long de son intervention, d'alerter les lycéens sur la complexité des relations entre recherches fondamentales et applications thérapeutiques. Ce chercheur relativise fortement les possibilités d'applications thérapeutiques que l'on peut attendre de toute recherche fondamentale. La difficulté à « programmer » les résultats de la recherche est mise en exergue, pour appeler à un effort global de recherche fondamentale. C'est, à notre sens, dans ce type de discours que s'exprime le mieux le caractère incertain des savoirs, envisagés comme modèles transitoires de réflexion. Il est à noter que le scientifique concerné est également celui dans le discours duquel les éléments de connaissance sur la nature et le fonctionnement de la science sont les plus développés.

Pour la majorité des chercheurs, tout se passe donc comme si la relativisation des savoirs scientifiques, qu'autorisent les éléments de connaissances sur la science, fragilisait ces

savoirs, alors même que ces derniers légitiment leur consultation en tant que spécialistes. Car la volonté de légitimation sociale de leurs travaux est tangible dans leurs discours. Ces derniers traduisent d'ailleurs une tension entre valorisation et mise à distance critique des sciences, telle qu'elle apparaît caractériser la situation de communication étudiée. Ça n'est pas là l'une des moindres difficultés auxquelles le chercheur en situation de communication sur les implications sociales des sciences est confronté.

Finalement la communication des sciences à un public de non-spécialistes relève donc d'un exercice délicat, qu'il soit pris en charge par un « troisième homme » vulgarisateur ou par un scientifique. C'est dans ce sens que nous pointons la faiblesse du paradigme de la rupture. Car la dichotomie entre énoncés scientifiques épistémologiquement « purs » et énoncés de vulgarisation que suppose ce modèle ne résiste pas à l'analyse des discours des scientifiques en situation de communication avec des non-spécialistes. L'idéal de communication que poursuit ce courant critique de la vulgarisation des sciences apparaît comme un horizon théorique, inaccessible. Y compris par les chercheurs qui, dans ce cadre de pensée, se révèlent à bien des égards des traducteurs de science. D'autant plus que l'expérience de communication retenue envisage des questions scientifiques ayant de fortes implications sociales.

IV-10-2 Activité de reformulation : entre connaissances scientifiques et opinions personnelles

Le changement de perspective auquel invite ce constat nous a conduit à interroger plus finement les discours de communication des scientifiques en nous focalisons sur l'activité de reformulation qui domine ces discours. Nous avons, pour ce faire, emprunté au cadre d'analyse linguistique théorisé, notamment par Jacobi, autour du paradigme de continuité des pratiques de sociodiffusion des sciences. L'activité de reformulation a particulièrement été étudiée dans les épisodes de discours se rapportant à la question centrale, dans des interventions sur les utilisations des CSE humaines, du statut de l'embryon. Cette activité rassemble l'ensemble des chercheurs autour de procédés de reformulation, par comparaison essentiellement, durant lesquels l'embryon est envisagé dans sa dimension biologique essentiellement et selon ses caractéristiques pluricellulaire et informe (les comparés les plus mobilisés sont « *amas* », « *masse* », « *sphère* », « *boule* » de cellules). Nous avons avancé que ces reformulations opèrent des glissements de sens, autorisés par les savoirs scientifiques, qui incluent des valeurs. Ils participent de la réification de l'embryon humain. C'est parce que l'embryon humain (surnuméraire ou issu d'interruption de grossesse, sans projet parental) n'est pas considéré comme une personne, jusqu'à un certain stade de son développement, qu'il apparaît légitime de l'utiliser comme un matériel biologique, comme une source de CSE humaines.

Dans ce sens les connaissances scientifiques participent donc d'un effort de redéfinition de l'embryon humain, permettant de disqualifier ou de requalifier certaines opinions. On retrouve ainsi, dans les discours de communication des chercheurs autour des implications sociales des sciences, certaines caractéristiques des discours d'expertise, au premier rang

desquels l'effet de nomination, telles qu'elles ont été dessinées par Memmi. Les discours de communication des chercheurs inscrivent donc implicitement des opinions personnelles. Implicitement car, cela est discuté par la suite, la majorité des chercheurs prennent soin de ne pas expliciter aux lycéens qu'ils rencontrent leurs conceptions personnelles du statut de l'embryon. C'est d'ailleurs cette caractéristique des discours de communication des chercheurs qui conduit à reconnaître des procédés d'argumentation « tronqués ». Ainsi, pour reprendre le schéma de double détente argumentative de Breton, les chercheurs mobilisent essentiellement des arguments de cadrage. Ces arguments qui, selon, nous incluent les procédés de reformulation autour du terme pivot « embryon », mais aussi et surtout le « projet parental » dont il est le sujet ou plutôt l'objet, visent à modifier le « contexte de réception » des discours en réalisant un déplacement de perspective. Ce déplacement vise à rendre acceptable l'utilisation de l'embryon humain, surnuméraire ou issu d'interruption de grossesse, pour la recherche sur les CSE humaines. Mais les liens entre ces arguments de cadrage et les opinions personnelles des chercheurs concernant le statut de l'embryon demeurent implicites[214].

Cette analyse permet d'éclairer la question des relations entre connaissances et opinions, dans un contexte précis de communication. Tout se passe comme si les reformulations opérées par les chercheurs mobilisent des connaissances scientifiques qui font autorité dans leur capacité à « faire écran », à se substituer, aux positionnements de valeurs que suppose nécessairement la question du statut de l'embryon. L'autorité des savoirs scientifiques, largement légitimés par le contexte du laboratoire de recherche au sein duquel se sont déroulées ces rencontres, permet aux chercheurs d'exposer implicitement leurs opinions sans que ne soient abordée les multiples dimensions du statut de l'embryon humain.

De plus, il a été souligné que les scientifiques font finalement peu mention des connaissances scientifiques susceptibles de « borner » la définition de l'embryon, la différenciation du système nerveux notamment. Ce qui peut paraître surprenant pour des spécialistes des neurosciences dont le champ est structuré justement par le paradigme du réductionnisme matérialiste des états mentaux, de conscience, d'individuation à leurs corrélats d'activité physiologique. Or le questionnement scientifique de l'ontogenèse du système nerveux se prête à la production de normes scientifiques, en construction d'ailleurs, sur l'état de différenciation à partir duquel on peut considérer l'embryon comme un sujet et non comme un objet. C'est parce que l'embryon n'est composé, dans ses stades précoces que de « quelques cellules », c'est-à-dire implicitement parce que la différenciation de son système nerveux n'est pas avancée, qu'il n'est pas considéré comme un sujet.

Alors que l'on pourrait penser qu'il s'agit, pour les scientifiques, de présenter des connaissances susceptibles d'éclairer le jugement des lycéens sur le statut de l'embryon, il semble bien plutôt qu'elles soient mobilisées sur ce point surtout pour leur propriété occultatoire des positionnements de valeurs qu'implique cette question. Car la complexité des relations entre connaissances et systèmes de valeurs n'est pas discutée. Alors même que cette complexité représente, à notre sens, une dimension à priori intéressante des situations de débats sur les implications sociales des sciences caractérisées par la rencontre d'un chercheur.

[214] Concernant cette relation entre connaissances et opinions nous reconnaissons des similitudes avec la situation d'expertise que Roqueplo caractérise de la manière suivante : « *c'est moins l'option politique qui dépend du témoignage des données de la science, que les données scientifiques retenues qui dépendent de l'interprétation qui en est faîte* » (Roqueplo, cité par Laügt, 2000, p. 100).

Comme si, entre scientisme et relativisme, les scientifiques ne souhaitaient pas prendre le risque de se positionner.

Il semble par ailleurs pertinent de penser, à la suite de Moscovici, que cette régularité dans les discours de communication des scientifiques, dans le contexte étudié, est orientée en partie par leurs représentations des relations entre connaissances et opinions. L'étude plus fine de ces représentations montre qu'elles sont dominées, pour la majorité du panel de chercheurs qui sont intervenus dans les débats sciences & société *Hippocampe*, autour d'une acception que nous avons qualifiée de « dualiste » entre connaissances et opinions. Un seul chercheur en effet revendique une approche holistique, selon laquelle connaissances et opinions font partie intégrante, et de manière indissociable, de sa personnalité. Nous retrouvons dans ces représentations le postulat d'objectivité de la science qui repose en effet classiquement sur la disjonction entre faits et valeurs. Selon ce postulat, le sujet est exclu de la connaissance scientifique. C'est une condition de clôture du champ scientifique. Et les discours de communication produits par les scientifiques, parce qu'ils sont dominés par des connaissances scientifiques et parce que les opinions personnelles ne sont pas explicitées, sont caractérisés par une apparente neutralité énonciative sur le plan des valeurs. La cohérence entre représentations des relations entre connaissances scientifiques et opinions et discours de communication relève, selon nous, de la fonctionnalité de ces représentations sociales, dans le sens où elles orientent les processus de communication.

Si les connaissances scientifiques se construisent classiquement dans une opposition entre faits et valeurs, entre connaissances et opinions, il a été montré, dans l'approche épistémologique développée dans la première partie de ce travail, que cette dichotomie est discutable. Sans adopter le point de vue relativiste du programme fort de la sociologie des sciences, qui envisage une totale détermination externaliste des savoirs scientifiques. La complexité des interactions entre connaissances et opinions a ainsi pu être exemplifiée. L'histoire passée et plus contemporaine des sciences du cerveau est à cet égard riche d'exemples qui permettent d'illustrer cette complexité. Particulièrement, les réflexions de Georges Canguilhem permettent d'appréhender dans quelle mesure les savoirs scientifiques peuvent soutenir des idéologies. Par ailleurs, les nombreuses études réalisées dans le champ de la didactique des sciences éclairent également la façon dont les conceptions des non-spécialistes se nourrissent des relations entre connaissances et systèmes de valeurs. Il apparaît donc pertinent de continuer à s'interroger sur cette dimension du discours des chercheurs en situation de communication, notamment en ce qui concerne les expériences de communication qui s'inscrivent dans le cadre de discussions collectives visant à interroger les relations entre sciences et société.

En tout état de cause, les données que nous présentons viennent confirmer la pertinence des modèles de communication des sciences qui ne supposent pas une rupture entre énoncés épistémologiquement purs et énoncés de vulgarisation. Elles contribuent à renouveler l'intérêt d'un questionnement sur la façon dont les procédés d'énonciation participent d'un continuum entre connaissances scientifiques et opinions qui caractérise la sociodiffusion des sciences. Car, pour prolonger la réflexion de Jacobi, les glissements de sens que supposent les activités de reformulation apparaissent, du moins dans les discours de communication où sont

explicitement envisagées les relations entre sciences et société, comme des lieux d'interactions entre connaissances et opinions.

IV-10-3 Des discours de communication qui inscrivent des valeurs et des opinions

C'est dans la mesure où les discours de communication des chercheurs traduisent des relations entre connaissances et opinions qu'il apparaît pertinent de les interroger en termes de circulation sociale des savoirs. D'ailleurs, l'analyse du corpus retenu permet de valider l'hypothèse selon laquelle les discours de communication des chercheurs, bien que dominés par l'exposé de connaissances, n'en inscrivent pas moins des valeurs et des opinions.

Il peut s'agir d'un premier niveau de valeurs que l'on pourrait qualifier « de » sciences comme l'importance accordée aux données empiriques, au scepticisme organisé ou à la compétitivité. C'est en effet bien à une culture du doute, comme valeur constitutive de la science, que les chercheurs renvoient dans certains épisodes de leur intervention. Un chercheur fait ainsi explicitement référence dans son discours à la culture systématique du doute organisé lorsqu'il rapporte les limites de la connaissance actuelle relative à la potentialité des cellules souches adultes. Ce premier niveau de valeurs traduit selon nous le fait que le scientifique, dans sa pratique de recherche, est idéalement animé par une éthique de la connaissance, une conscience professionnelle qui l'incite à « connaître pour connaître » au-delà de toutes autres valeurs qu'elles soient d'ordre religieux, politique ou économique.

Attardons nous plus largement sur un deuxième niveau de valeurs qui s'inscrivent dans le discours de communication des chercheurs lorsque ces derniers envisagent les relations entre sciences et société. Bien que peu prolixes pour envisager spontanément les dimensions économiques, juridiques et surtout éthiques de leur activité de recherche, les chercheurs ont été questionnés par les lycéens, à la marge rappelons-le, sur ces dimensions.

D'une manière générale, les éléments de discours analysés permettent de penser que, selon certains chercheurs, les sciences ne portent justement pas de valeurs, elles sont par nature socialement « neutres ». Les scientifiques qui s'expriment dans ce sens opèrent une disjonction entre la recherche et ses possibilités d'applications techniques. Ils soulignent également les dualités d'applications techniques des connaissances scientifiques, notamment en mentionnant l'exemple de la recherche atomique. C'est une façon de prendre en considération l'ambivalence des applications de la recherche. Nous retrouvons là l'analyse d'Edgar Morin (1990, p108) lorsqu'il considère que le chercheur est « *irresponsable par principe et par métier* ». Pour cet auteur, le scientifique n'a pas les moyens de penser scientifiquement la place et le rôle de la science dans la société et donc finalement la responsabilité du scientifique dans la société. C'est là le constat d'impuissance que dresse Morin de la sociologie des sciences à embrasser les sciences. Cette impuissance est, selon lui, accrue par le caractère triplement paradoxal de la connaissance scientifique : le paradoxe entre avancée des connaissances et corrélativement avancée des domaines d'ignorance, le paradoxe reposant sur le caractère ambivalent des implications sociales des sciences (aspects bénéfiques

et néfastes) et enfin le paradoxe d'un pouvoir accru des sciences dont la maîtrise échappe aux scientifiques eux-mêmes.

La place des systèmes de valeurs et des opinions au sein des activités de reformulation des scientifiques a déjà été largement discutée en ce qui concerne les dimensions éthiques du statut de l'embryon humain. Mais l'irruption des systèmes de valeurs dans les discours de communication est également palpable lorsque sont envisagées les dimensions économiques et juridiques de la recherche scientifique. Lorsqu'ils n'ont pas fait le choix d'occulter les dimensions économiques de la recherche scientifique, les chercheurs restent plutôt évasifs sur cet aspect des relations entre sciences et société. Ainsi, un seul chercheur introduit dans son discours les enjeux économiques de la recherche scientifique ainsi que les problèmes posés par l'accroissement du financement privé. C'est alors une occasion pour lui de soulever les risques de marchandisation du vivant que posent les éventuelles utilisations des CSE humaines. L'hypothèse a été avancée que la réticence de la majorité des chercheurs à envisager les problèmes posés par le financement de la recherche traduit une volonté de ne pas s'engager trop avant sur un terrain où les valeurs, les opinions personnelles, s'expriment nécessairement.

Mais c'est surtout lorsque les chercheurs abordent l'encadrement législatif des recherches sur les CSE humaines que leurs discours traduisent un positionnement sur le plan des valeurs. Ainsi, l'encadrement législatif de ces recherches, son évolution et les différentes juridictions nationales sont présentés par une majorité de scientifiques. De manière inégale d'un chercheur à un autre il est vrai. La relative méconnaissance dont témoignent certains scientifiques en ce qui concerne l'encadrement législatif de la recherche ne peut qu'inviter, à la suite de Levy-Leblond (2001, p. 100), les recherches qui prennent pour objet la médiation des sciences à interroger plus avant « *les connaissances sociales et politiques indispensables pour leur permettre* (aux chercheurs, NDR) *de comprendre la nature de leurs propres travaux et les incidences de leurs découvertes* »[215].

Ce que nous retenons ici, ce sont les nombreux marqueurs de modalisation déontique relevés dans les discours de communication des chercheurs lorsqu'ils argumentent du « retard » pris par la recherche française en raison d'une législation jugée trop restrictive. Les choix axiologiques que traduisent ces discours relèvent selon nous, l'éthique de responsabilité, l'éthique civique, qui anime les chercheurs et qui leur permet de penser leur place et leur rôle dans la société. Il est apparu que lorsque les chercheurs sont interpellés par les adolescents sur l'encadrement législatif de leur activité, sur leur déontologie professionnelle ainsi que sur les possibilités de transgression du cadre légal, c'est leur éthique de responsabilité qu'ils convoquent. Sur ce point, la majorité des chercheurs multiplient les garanties relatives au contrôle des dérives qu'ils reconnaissent comme n'étant « jamais absolues ». En revanche, un chercheur met en avant la fragilité de l'éthique de responsabilité du scientifique, son « problème moral » dans l'état actuel du manque d'uniformité des

[215] Regrettant que les recherches sur la médiation des sciences se focalisent quasi-exclusivement sur la culture scientifique des non-spécialistes, Levy-Leblond pose à la suite la question : « *N'en demandons-nous donc finalement pas plus aux profanes qu'aux experts ? Qu'est ce qui est le plus dangereux (à court et à long terme) : laisser les scientifiques continuer leurs recherches nucléaires ou génétiques sans qu'ils aient une idée claire de leurs conséquences sociales, culturelles ou économiques, ou bien laisser les citoyens profanes refuser les risques de ces conséquences sans qu'ils aient une idée claire de leurs fondements scientifiques ?* » (Levy-Leblond, 2001, p. 100).

législations quand à l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche. Ce chercheur se distingue par une volonté d'humaniser le monde de la recherche scientifique en exemplifiant les « aspects bêtement humains » qui peuvent parfois le caractériser.

A ce propos, il est intéressant de revenir sur les éléments d'analyse de discours des scientifiques qui se rapportent à la présentation des relations entre recherche sur les CSE humaines et applications thérapeutiques. Nous avions alors relevé une réelle diversité dans les discours de communication des chercheurs sur ce point. La majorité des scientifiques mettent en garde les lycéens vis-à-vis de la confiance excessive qui pourrait être attribuée à la recherche scientifique dans la perspective d'applications thérapeutiques tout en mobilisant une terminologie d'espoir. Un chercheur exprime son absence de doutes quant aux nécessaires bénéfices que l'on pourrait tirer de la recherche sur les CSE humaines. En revanche, un scientifique souligne l'imprédictibilité qui caractérise, selon lui, la recherche fondamentale en militant pour un effort global de recherche.

On peut reconnaître ici que les scientifiques conservent, en situation de communication, donc ce que Boy avait identifié dans la situation d'expertise comme une « *relative liberté de choix idéologique* » (Boy, 2003). Cette liberté s'exprime particulièrement en ce qui concerne l'idéologie du progrès scientifique vis-à-vis de laquelle les scientifiques se révèlent aussi bien comme « donneurs d'alerte » que comme tenants d'une confiance excessive dans le progrès scientifique. Rappelons que c'est dans la reconnaissance de l'importance des convictions personnelles du scientifique placé en situation d'expertise que Boy identifie la dimension citoyenne du scientifique devenu expert. Au titre de l'irruption des idéologies dans les choix scientifiques et techniques, Boy pose d'ailleurs la question de savoir s'il faut demander aux experts des « déclarations de convictions » comme il leur est demandé de faire des déclarations d'intérêt, en fonction de leur appartenance professionnelle. Si la situation de communication que nous étudions se distingue clairement de la situation d'expertise dans la mesure où la question de la décision n'est pas engagée, il n'en reste pas moins que la dimension citoyenne du scientifique qui communique pose la question de la clarification de ses opinions personnelles sur les implications sociales des sciences.

Remarquons que plusieurs chercheurs ont déclaré avoir formalisé leurs opinions personnelles au cours de leur intervention alors qu'ils ne l'ont pas fait. Cette distance entre expérience réelle et expérience racontée rétrospectivement illustre à notre sens tout le dilemme inhérent à une situation de communication sur les implications sociales des sciences où le chercheur est dans une situation de transgression possible par rapport aux situations de communication avec des pairs. Transgression vis-à-vis de l'ésotérisme des savoirs scientifiques d'une part mais aussi et surtout transgression par rapport à la neutralité attendue autour de ces savoirs.

Car l'ensemble des chercheurs qui sont intervenus dans le cadre des débats sciences & société *Hippocampe* ont identifié des thématiques sur lesquelles étaient impliquées à la fois des connaissances scientifiques et des opinions personnelles. Qu'en est-il de l'expliciation par les chercheur de leurs opinions personnelles au cours de leur consulation par les lycéens ?

IV-10-4 Tensions entre valorisation et mise à distance critique des sciences

L'interrogation relative à la posture de communication adoptée par les chercheurs conduit à repréciser le contexte. C'est en effet dans la mesure où ils sont portés par des acteurs sociaux, des scientifiques en l'occurrence, dans un contexte donné de valorisation de la recherche scientifique, que les discours retenus doivent être analysés. Si ces discours sont porteurs tout à la fois de connaissances et d'opinions, ils n'en sont pas moins caractérisés par le fait qu'à l'exception d'un chercheur, les scientifiques qui sont intervenus auprès des lycéens ont choisi de ne pas expliciter leurs opinions personnelles. Il en va ainsi des opinions relatives au statut de l'embryon mais c'est également le cas lorsque les scientifiques communiquent sur le bien fondé du clonage thérapeutique par transfert nucléaire. Les épisodes de discours concernés sont remarquables par la faiblesse de prise en charge énonciative. Il ne s'agissait pas d'interpréter une telle posture de communication à l'aune de sa fonction sociale d'une mais bien plutôt d'essayer d'en saisir les fondements et éventuellement les paradoxes.

Ce choix partagé qui caractérise les postures de communication n'est pas supporté par les mêmes arguments d'un scientifique à l'autre. Selon un chercheur, il s'agit de ne pas « manipuler » l'auditoire, parce qu'il reconnaît que les discours de communication sur les relations entre sciences et société sont nécessairement porteurs d'opinions. Pour d'autres scientifiques, ce choix de posture résulte d'une critique de leur propre autorité. S'ils n'explicitent pas leurs propres points de vue, c'est aussi pour gérer le « risque » communicationnel identifié d'« influencer » les adolescents dans la construction de leurs propres opinions. En revanche pour deux autres chercheurs, ce choix de posture est fondé sur la nécessité, et donc la possibilité, de rester « neutre » dans les discours de communication relatifs aux relations entre sciences et société. Selon nous, ce dernier point de vue est orienté par le fait que les représentations des chercheurs sont dominées par une disjonction entre faits et valeurs, entre connaissances et opinions. Au-delà du fait que nous considérons comme parfaitement illusoire de penser que les discours de communication des scientifiques se rapportant à des questions ayant de fortes implications sociales puissent prétendre à une quelconque neutralité sur le plan des valeurs, nous interrogeons cette affirmation de neutralité. Il ne s'agit pas de remettre en en cause le caractère objectif d'un savoir scientifique, mais lorsque celui-ci est convoqué dans la situation de communication où sont discutées les relations entre sciences et société, le référentiel en est changé. De savoir objectif, le savoir s'inscrit alors dans un univers de pratiques. Et comme le précise Roqueplo : « *Invoquer l'objectivité d'un savoir objectif pour faire passer comme « neutre » (parce qu'objective) une information scientifique constitue une opération* idéologique » (Roqueplo, 1974, p. 149). On peut faire l'hypothèse que l'opération qu'évoque ici Roqueplo peut, dans le contexte de communication étudié, consister à faire penser que les glissements de sens qui caractérisent les procédés de reformulation dans les discours des chercheurs ne traduisent aucune opération sur les valeurs. Or il n'en est rien, car nous espérons avoir convaincu le lecteur que les effets de nomination correspondant aux reformulations du terme pivot « embryon » participe d'un recadrage sur les valeurs, qui peut être interprété comme un mode de légitimation par rapport à la possibilité, pour les chercheurs, de travailler sur les CSE humaines.

Au-delà de la non-explicitation des opinions personnelles, le choix de posture partagé par les scientifiques ayant rencontré des lycéens est caractérisé par un déni et une délégation de compétences quand il s'agit d'évoquer notamment les dimensions éthiques de la question des utilisations des CSE humaines. Là encore, nous retrouvons des procédés qui caractérisent les discours des scientifiques en situation d'expertise, comme l'analyse notamment Memmi. Mais dans le contexte de communication de notre objet de recherche, ce déni et cette délégation de compétence (qui s'expriment dans la langue par des propositions du type « *je n'en sais rien* », « *je ne peux pas vous donner de réponse* », « *de vérité* », « *je ne peux pas répondre pour tout le monde* », « *vous pouvez le faire aussi bien que moi* »…) institue de fait un contrat de communication dans lequel la légitimité des non-spécialistes à exercer une expertise citoyenne est reconnue par les scientifiques. D'ailleurs, l'argument généralement convoqué par les chercheurs pour justifier ce choix de « *renvoyer la question* » est essentiellement une volonté de ne pas influencer l'auditoire, ce qui apparaît cohérent avec le choix de ne pas expliciter leurs opinions personnelles. Les chercheurs soulèvent alors l'importance du contexte et du contrat de communication qui, selon eux, invitait à une telle posture.

Cependant, un certain nombre de paradoxes de communication se font jour lorsqu'on interroge les postures de communication des scientifiques à la lumière des représentations qu'ils ont des relations entre sciences et décision. Il a été en effet souligné que le modèle décisionnel qui structure les représentations de la grande majorité des chercheurs est de type décisionniste centré sur la relation du scientifique au politique. Un scientifique se distingue par une représentation où est envisagée une expertise citoyenne justifiant la possibilité d'intervention des citoyens non-spécialistes dans les processus décisionnels ayant trait à la politique scientifique. Il argumente pour cela des risques de « dérives » qui consisteraient à laisser aux seuls spécialistes le pouvoir de décider d'orientations impliquant l'ensemble de la société et surtout de la capacité des non-spécialistes à appréhender les enjeux des questions socio-scientifiques. Alors que c'est au titre du manque de compétences scientifiques des citoyens non-spécialistes que la majorité des chercheurs ne leur reconnaissent pas la légitimité d'intervenir dans les choix scientifiques et techniques de société. Ce qui apparaît tout a fait cohérent avec l'expression unanime, dans leurs discours de communication, des limites de leur domaine de spécialisation. Un expert n'est légitime en tant que tel que parce qu'il est capable de préciser les limites de son domaine d'expertise.

Lorsqu'ils délèguent la réflexion, notamment sur les dimensions éthiques des utilisations des CSE humaines, c'est donc en contradiction avec les représentations qu'ils ont de la légitimité sociale de cette réflexion au regard des choix scientifiques et techniques de société. Et les effets de nomination traduisent selon nous cette contradiction. Tout comme le font les effets de problématisation relevés dans les discours des scientifiques quand aux questions éthiques qu'ils leurs semblent légitimes de se poser. Effets de problématisation par lesquels les scientifiques, particulièrement pour ce qui concerne le statut de l'embryon humain surnuméraire, sans projet parental ou issus d'interruption de grossesse, mais aussi pour ce qui concerne l'obtention de CSE humaines par clonage thérapeutique, disqualifient ou légitiment certaines opinions, à la lumière de leurs connaissances. Un seul chercheur présente une réelle cohérence entre sa posture de communication, caractérisée par la non-explicitation de ses opinions personnelles, le déni et la délégation de compétences, et sa représentation des relations entre sciences et décision, voisine d'un modèle pragmatique

Finalement les effets de nomination et de problématisation relevés dans les discours de communication des chercheurs traduisent, pour la plupart d'entre eux, une tension entre leurs représentations des relations entre sciences et décision et leur posture de communication autour des implications sociales des sciences. Mais ils révèlent surtout une forme de démagogie, quant à donner l'illusion à leur auditoire, qu'il est en mesure d'exercer une citoyenneté scientifique sans pour autant souhaiter la participation des citoyens aux processus de décision en termes de choix scientifiques et techniques.

Ces paradoxes communicationnels invitent à une réflexion sur le contrat de communication que suppose et/ou qu'instituent les rencontres entre chercheurs et non-spécialistes autour des relations entre sciences et société. Nous la poursuivons dans la discussion générale de ce travail.

DISCUSSION GENERALE

L'objectif de cette discussion générale est pour l'essentiel, de croiser deux regards, les approches didactiques et communicationnelles, sur un même objet de recherche : la rencontre entre des chercheurs et des lycéens dans le cadre de débats où sont envisagées les relations entre sciences et société. Il s'agit de préciser en quoi ces deux regards peuvent être complémentaires mais aussi en quoi ils sont divergents voire contradictoires.

Nous tenterons cette mise en correspondance de deux approches radicalement différentes selon trois directions qui sont apparues significatives pour ce faire. La première correspond à la relation entre connaissances scientifiques et opinions qui a structuré l'essentiel de notre propos. La seconde concerne la question déterminante du contexte et du contrat de communication dans lequel s'inscrit une expérience de médiation des sciences caractérisée par la rencontre entre un chercheur et des élèves. Enfin la dernière perspective se risque à tenter de cerner les limites et les apports, sur le plan méthodologique et sur le plan théorique, des recouvrements entre les approches didactique et communicationnelle.

Retour sur les relations entre connaissances et opinions

Notre réflexion a été introduite en précisant en quoi la mobilisation d'un modèle de continuité entre le registre des connaissances scientifiques et celui des opinions permet en partie de rendre compte des relations entre sciences du cerveau et société au cours de l'histoire des sciences. Ce modèle doit pouvoir s'appliquer à toutes les sciences. Il est en tout cas pertinent pour décrire comment, depuis leur émergence, les sciences ayant pris le cerveau pour objet ont produit des modèles et des normes qui ont rencontré des normes sociales, des opinions, des idéologies.

La mobilisation d'un modèle de continuité s'est également avérée opérante pour décrire et interpréter certaines des propriétés des discours de communication des chercheurs lorsqu'ils sont consultés, par des lycéens autour des relations entre sciences et société. Il a été montré en quoi ces discours ne sont pas, à l'évidence, « purement » scientifiques et qu'ils sont porteurs d'opinions et de valeurs. Quand bien même les chercheurs se prévalent d'une illusoire « neutralité » énonciative. Mais au-delà, le modèle du continuum de sociodiffusion des sciences, théorisé par Jacobi, permet de repérer, dans la langue, au travers des multiples reformulations opérées par les chercheurs en situtaion de communication avec des non-spécialistes, des traces discursives qui révèlent certaines des régularités qui caractérisent les relations entre le registre des connaissances et celui des opinions. L'exemple des reformulations opérées autour du concept d'embryon humain est à cet égard significatif. La requalification de l'embryon à sa dimension pluricellulaire, informe, procède d'une réduction

lexico-sémantique qui porte, en elle-même, l'opinion autorisant sa réification, c'est-à-dire son utilisation pour prélever des cellules souches destinées à la recherche ou à des applications thérapeutiques. Cet effet de nomination, qui se traduit donc par la construction d'un concept hybride, est à interroger dans ce qu'il traduit des relations d'interdépendance entre le registre de l'opinion et celui des connaissances scientifiques. Car, rappelons le, dans ce cas, les connaissances scientifiques qui fondent l'opinion selon laquelle l'embryon humain ne peut être considéré comme un sujet du fait de son état pluricellulaire, sans différenciation du système nerveux, ne sont pas explicitées. Il est d'ailleurs rare que l'embryon soit défini, même dans sa dimension biologique. Se joue donc à ce niveau la mobilisation implicite d'une norme scientifique qui postule un degré de développement du système nerveux, une étape de l'ontogenèse, à partir de laquelle l'embryon n'est plus considéré comme un objet mais comme un sujet. On peut dire de cette norme scientifique qu'elle ne fait d'ailleurs pas l'objet d'un consensus au sein de la communauté de recherche, qu'elle est en construction. Les chercheurs ont du mal à définir un moment précis du développement embryonnaire à partir duquel le développement du système nerveux autorise à penser que l'embryon est doué de fonctions cérébrales.

Si les chercheurs délèguent volontiers aux lycéens la compétence pour qu'ils se fassent « leurs » opinions personnelles sur la question des utilisations des CSE humaines, ils ne précisent pas les connaissances qui peuvent être pertinentes pour participer à la construction d'une opinion raisonnée. Alors même que ces connaissances, l'ontogenèse du système nerveux notamment, dont on peut raisonnablement penser qu'elle est déterminante pour des neurobiologistes dans la construction de leur propre opinion, sont par ailleurs envisagées dans leur discours, mais sans qu'elles ne se rapportent à la question du statut de l'embryon. Il nous a semblé que cette propriété des discours de communication des chercheurs reposait, au moins pour partie sur les représentations qu'ils ont des relations entre connaissances scientifiques et opinions. Il apparaît en effet que la majorité d'entre eux ont une représentation dichotomique, exclusive, de ces deux catégories. Ce qui se comprend aisément dans la mesure où c'est là une condition de clôture épistémologique de la science.

Il ne s'agit pas de faire de ce constat une injonction à destination des chercheurs pour qu'ils orientent différemment leurs pratiques de communication. Là n'est pas l'objet d'une approche qui, justement parce qu'elle ne se donne pas d'intention praxéologique, permet de relever ces régularités de discours de communication dans leurs relations avec les représentations sociales de leurs auteurs. En revanche, cela permet d'éclairer une réflexion didactique sur les enjeux de la consultation d'un scientifique dans le cadre de la mise en débat, avec des lycéens, d'une question socio-scientifique donnée.

L'analyse didactique de l'argumentation des élèves fait clairement apparaître que les connaissances scientifiques ne sont pas explicitement mobilisées pour fonder leurs opinions et leurs prises de décision. Ainsi ils ne font pour ainsi dire pas référence aux nombreuses données de sciences présentées par les chercheurs, relatives aux CSE humaines, d'une part et aux propriétés du développement et du fonctionnement cérébral, d'autre part. Cela ne veut pas dire que les connaissances ne leur permettent pas de « penser » les enjeux de la question envisagée. D'autant plus qu'il a été souligné combien la « mise en contexte », par le débat sur les relations entre sciences et société, participe de l'assimilation de connaissances scientifiques auxquelles les élèves donnent sens. Mais cela ne doit pas faire oublier que l'on

observe également dans l'argumentation des lycéens, toujours au sujet du statut de l'embryon, le même mode de réduction lexico-sémantique que celui relevé dans les discours de communication des scientifiques. Là encore, les connaissances scientifiques mobilisées exercent un effet d'opacification, de substitution qui, loin d'en clarifier les termes, occulte en quoi elles sont susceptibles de fonder une opinion. Le lien entre connaissances et opinions apparaît comme une évidence, un implicite tellement fort qu'il en est évidemment suspect.

Il n'est pas question d'interpréter l'expression de cette corrélation entre les discours de communication des chercheurs et l'argumentation des élèves selon une relation de causalité des uns sur l'autre. Nous identifions plutôt là l'expression de cultures médiatiques et éducatives dominantes, vis-à-vis desquelles, il est vrai, les discours de communication des chercheurs, sur cette dimension précise du moins, ne s'inscrivent pas en faux.

Qu'il soit légitime de fonder une opinion en mobilisant des connaissances scientifiques n'est pas la question. On peut même avancer que c'est là l'un des objectifs d'une éducation scientifique citoyenne : développer la capacité des élèves à saisir les enjeux d'une question socio-scientifique et à se forger une opinion « en connaissances ». Mais encore faut-il que les élèves aient conscience de l'articulation des connaissances, par nature instables et empruntant à des champs différents, avec les systèmes de valeurs qui leurs permettent de fonder une opinion. Si cette articulation se réduit à une « boîte noire » on peut envisager au moins deux écueils par rapport aux objectifs que se donne l'éducation aux questions socio-scientifiques.

Le premier est évidemment celui de la transposition ou du moins de la rencontre, non pas entre connaissances scientifiques et opinions voire en idéologies, c'est une vision par trop simpliste, mais bien entre normes scientifiques et normes sociales. On peut ainsi considérer par exemple que les neurosciences construisent des normes autour de la réduction matérialiste des états mentaux aux états cérébraux dont il s'agit d'explorer les déterminismes. Si ces normes ne sont pas explicitées comme telle, et c'est le cas lorsque est mise en avant la dimension pluricellulaire informe de l'embryon, sous entendu, sans système nerveux différencié, on peut considérer que la mobilisation de cette norme opère une opération sur les valeurs dont il n'est pas inutile de questionner la dimension idéologique. Car, nous l'envisagions à la suite de Canguilhem, alors que les normes biologiques s'observent, peuvent être révélées par l'investigation expérimentale, que la méthode soit hypothético-déductive ou expérimentale prédictive, les normes sociales, elles, se construisent, s'inventent.

Le deuxième écueil du défaut de conceptualisation des relations entre connaissances et opinions tient dans le risque de relativisme absolu, qui consisterait à penser que comme le registre de la connaissance et celui de l'opinion ne s'excluent pas, ils peuvent se réduire l'un à l'autre. Par suite, il n'existerait pas de connaissances scientifiques du monde tendant à se rapprocher, même imparfaitement, d'un idéal d'objectivité et de rationalité. Or le fait que ces registres ne s'excluent pas, le fait que la clôture épistémologique des sciences est en construction permanente, ne signifie pas qu'ils sont réductibles mais bien au contraire, qu'ils sont dans un rapport de continuité, d'interdépendance nécessaire.

Autrement dit, la question de l'exploration des « boîtes noires » relatives aux interactions entre connaissances et opinions, lorsque sont envisagées les relations entre sciences et société, est un enjeu de recherche qui peut réunir à la fois les approches communicationnelles et didactiques. L'approche communicationnelle est en effet à même de préciser comment peuvent s'édifier, dans les rapports sociaux, mais aussi au travers des productions

médiatiques, les relations entre connaissances et opinions. Mais cela suppose de pouvoir « situer » les connaissances scientifiques. Car comme nous l'avons vu, pour espérer atteindre les processus de reformulation au sein desquels opinions et connaissances se rencontrent, il apparaît nécessaire d'avoir une idée suffisamment précise des connaissances en jeu. Or, justement, les approches communicationnelles revendiquent, pour la plupart, une indépendance d'analyse par rapport aux contenus de connaissances.

Lorsqu'on évoque les relations entre sciences du cerveau et société ou entre sciences du climat et société ou encore entre astrophysique et société…, s'il est évident que les savoirs en jeux sont différents, on peut aussi penser que les systèmes de valeur impliqués le sont aussi. Et rien ne prouve que les processus de communication qui participent de la construction des interactions entre ces catégories soient les mêmes quels que soient les thèmes sciences et société envisagés. Cette remarque invite à engager des études comparatives qui prennent comme objet des situations d'interactions directes entre chercheurs et non-spécialistes autour de divers thèmes sciences et société.

C'est d'ailleurs bien plutôt les approches didactiques qui revendiquent un ancrage fort aux savoirs scientifiques de référence. Mais la limite de ces dernières tient dans la raison sociale qu'elles se donnent. L'intention éducative, au service de laquelle les approches didactiques sont consacrées, exerce un effet d'implication qui leur empêche de pouvoir embrasser les déterminations sociales susceptibles d'organiser les relations entre connaissances et opinions. L'intention éducative est un obstacle pour accéder aux représentations sociales des acteurs impliqués et pour penser objectivement le rôle de l'institution scolaire ou culturelle de sciences dans l'organisation de ces relations. Ça n'est pas là la moindre des difficultés de posture à laquelle nous avons été confronté tout au long de ce travail, dans un aller-retour permanent et parfois « schizophrénique » entre deux orientations de recherche divergentes dans leurs intentions.

En tout état de cause, les questions posées par l'enseignement des questions socio-scientifiques invitent à renouveler un modèle d'éducation scientifique par trop dogmatique. C'est par exemple ce que proposent Simonneaux *et al.* (2006) lorsqu'ils envisagent d'aborder la diversité des « *éducations à …* », sous l'angle de la construction d'une « *opinion raisonnée* » définie comme la « *mise en cohérence* » de savoirs « *nouveaux, incertains, à caractère pluridimensionnel, y compris juridiques* », entre eux et avec les « *positions éthiques et politiques* » et qui vise à appréhender les enjeux des questions socio-scientifiques, par nature, complexes. Ce type de modèle peut permettre d'interroger à la fois les conceptions épistémologiques des élèves et des enseignants mais aussi les pratiques éducatives et la formation des enseignants.

On peut rajouter que ces orientations de recherche en didactique des questions socio-scientifiques relative à la « mise en cohérence » d'une diversité de savoirs et de valeurs, doivent aussi porter une attention particulière aux relations d'interdépendances entre ces catégories et à la façon dont elles se construisent, y compris dans les rapports sociaux. Tant il nous est apparu important que soit engagé, avec les élèves et les enseignants qui proposent de les accompagner dans une réflexion sur les relations entre sciences et société, un travail métacognitif sur les propriétés des relations qui se construisent entre connaissances scientifiques et opinions. De ce point de vue, l'accompagnement des élèves et des enseignants vers une meilleure prise en compte de l'histoire des sciences et de leur « publicisation »

apparaît pertinente. La formation épistémologique des enseignants est notamment une préoccupation de recherche constante pour l'équipe de médiation des sciences du Muséum national d'histoire naturelle. Yves Girault et ses collaborateurs en soulignent l'importance mais ils précisent que, pour être efficace, elle doit s'inscrire dans la durée (Girault et Lapérouse 2005 ; Girault *et al.*, 2007).

Il semble par ailleurs nécessaire que cette réflexion intègre plus largement l'étude des productions médiatiques, prises dans leur diversité, en relation avec l'enseignement des questions socio-scientifique. Nous avions ébauché une réflexion de cette nature en collaboration avec Benoît Urgelli autour de l'actualité scientifique médiatisée. L'exemple de la découverte du crâne de l'hominidé *Toumaï* au Tchad en 2004 avait permis notamment de distinguer des temporalités différentes dans le traitement de l'actualité : le temps de la recherche, le temps des média et le temps de l'école (Molinatti et Urgelli, 2005). Il semble que la capacité de l'école à penser sa propre temporalité pour aborder les questions socio-scientifiques soit essentielle. Mais cette réflexion reste à approfondir.

Enfin, un tel travail de recherche doit également réserver une place de choix au contexte et au contrat éducatif ou de communication dans le cadre desquels il est proposé aux élèves, ou d'une manière plus générale aux non-spécialistes, d'envisager les relations entre sciences et société.

Questions de contexte et de contrat de communication

Nous proposons, à la suite de Jacobi (1999), de prêter une attention particulière à la situation de communication, ou plus précisément au contexte, dans lequel se sont déroulées les rencontres entre scientifiques et lycéens. Rappelons que si, pour les chercheurs, cette expérience ressemble à une intervention « classique » dans le cadre d'une tendance réaffirmée de la médiation des sciences, les lycéens qui les consultent n'en sont pas moins engagés dans un protocole multiépisodique de discussions collectives sur les relations entre sciences et société. C'est donc dans un mouvement du renversement du rapport à l'expertise que cette expérience didactique a d'emblée été située. Le contrat de communication qu'instituait ce protocole de débat plaçait donc bien les chercheurs dans une dynamique de consultation, où ils étaient convoqués pour répondre à des questions préalablement préparées par les adolescents. Ce contrat s'est avéré avoir été clairement identifié par la majorité des scientifiques ayant rencontré les adolescents. Deux chercheurs ont cependant mentionné lors de l'entretien collectif mené à l'issue des rencontres que ce contrat ne leur était pas apparu suffisamment explicite.

Par ailleurs, il est à rappeler que ces rencontres ont été organisées par une structure de médiation scientifique pilotée par des chercheurs. C'est donc à l'initiative du monde de la recherche qu'il est proposé aux scientifiques d'intervenir devant des lycéens impliqués dans des discussions sur les relations entre sciences et société. De plus les rencontres qui ont retenu notre attention se sont déroulées au sein d'un institut de recherche dans un cadre où les lycéens étaient parallèlement engagés dans la réalisation d'expériences de biologie variées,

encadrées par des jeunes chercheurs pour réfléchir à la démarche expérimentale. L'expérience de communication retenue pour analyse inscrit donc des objectifs d'apparence contradictoire, entre valorisation et mise à distance critique de la recherche scientifique dans ses relations avec la société. Car débattre des implications sociales des sciences suppose évidemment la nécessité d'une prise de recul par rapport à l'objet. A ce titre le laboratoire de recherche ne constitue sans doute pas le contexte le plus approprié.

L'analyse didactique a en effet permis de montrer que s'exprime dans l'argumentation et dans les prises de décision des élèves une véritable idéologie du progrès scientifique. Rappelons que la très grande majorité des lycéens ont émis un avis favorable à la recherche sur les CSE humaines ainsi qu'à leur utilisation thérapeutique. Ils argumentent souvent de la nécessaire « avancée des connaissances », contre vents et marées. Car les thérapies cellulaires cérébrales sont présentées par les chercheurs qu'ils ont rencontrés comme non applicables en l'état actuel des connaissances, étant donné les risques qu'ils impliquent pour les patients.

On pourrait penser que des lieux moins légitimants pour la science, les musées et centres de sciences, mais aussi les établissements scolaires ou encore les cafés sont plus favorables à une prise de distance critique. Mais à partir du moment où ces rencontres sont organisées par des institutions de recherche, il est à craindre que la tension entre valorisation et mise à distance critique ne soit pas dissipée par un simple changement de lieu. Ainsi, Pablo Jensen, l'un des scientifiques animateurs des cafés des sciences à Lyon, résumait de la manière suivante les objectifs de cette manifestation culturelle :

> Si nous voulons que la société continue à soutenir l'effort de recherche, la production de savoirs nouveaux, il faut certes la convaincre de l'utilité pratique de la science dans la vie de tous les jours. Mais, plus profondément, il faut montrer ce que peut apporter la science à la connaissance du monde, à la culture des simples citoyens que nous sommes tous. Il s'agit là d'un formidable défi, et essayer de le relever ne peut qu'être bénéfique pour notre science et, bien sûr, pour les chercheurs eux-mêmes, qui devront se forcer à replacer leur savoir dans un contexte plus large et à justifier sa pertinence (Jensen, 1998).

L'institution de recherche scientifique organise donc la mise en débat les relations entre sciences et société pour remporter l'adhésion du public, pour qu'il continue à « *soutenir l'effort de recherche* ». Ce sont alors des objectifs paradoxaux qui sont visés dans nombre de situation de médiation des sciences, où le monde de la recherche se propose de mettre la science en débat autour de ses implications sociales. Le contexte des rencontres entre chercheurs et lycéens, organisées au sein de la structure de médiation *Hippocampe,* n'échappe pas aux tensions de communication qu'impliquent ces objectifs paradoxaux. Rappelons en effet que cette structure de médiation propose de répondre à une double crise identifiée par le monde de la recherche : crise de désaffection pour les filières scientifique, d'une part, et crise de confiance entre sciences et société, d'autre part. Bien que la réalité de ces crises puissent être discutées, il n'en reste pas moins que l'objectif de valorisation, de publicisation de la science impulsée par la tutelle ministérielle depuis la fin des années 1980, sous-tend nécessairement ce type d'expériences de communication. Le contrat de communication sur lequel repose l'expérience retenue suppose donc une mise à distance critique des sciences tout autant que leur valorisation. S'y greffe une intention didactique du fait que les scientifiques

s'adressent à des scolaires. Si les scientifiques s'impliquent dans la formation des élèves c'est aussi parce qu'ils pensent que l'Ecole ne jouent pas ce rôle.

Dans ce contexte il ne semble pas surprenant que soient identifiés des paradoxes dans les discours de communication des chercheurs. Le premier de ces paradoxes porte sur la volonté de présenter les conditions de production des connaissances scientifiques, leur caractère instable notamment, tout en ne remettant que partiellement en cause, à l'exception notable d'un chercheur, la prédictibilité des possibilités d'applications thérapeutique. Il a été souligné la tension qui s'exprime dans ces discours entre relativisation et affirmation de l'autorité, valorisation, des savoirs scientifiques. Le second paradoxe identifié tient dans la contradiction entre la posture de communication des chercheurs et leurs représentations des relations entre sciences et décision. Le contrat de communication qu'ils instituent tend à déléguer aux adolescents les réflexions portant sur les dimensions éthiques de la question socio-scientifique abordée. C'est en explicitant les limites de leurs compétences que les scientifiques font le choix de ne pas exprimer leurs opinions personnelles. Pour autant, les représentations de la grande majorité des chercheurs qui sont intervenus devant les lycéens se rassemblent autour de modèles décisionnels qui excluent les non-spécialistes. Plusieurs chercheurs ne leurs reconnaissent pas de légitimité à participer aux choix scientifiques et techniques de société. Et cette contradiction laisse des traces dans les discours produits comme le révèlent les effets de nomination ou de problématisation.

Il faut cependant signaler que, par ailleurs, les scientifiques actualisent leurs représentations des relations entre sciences et société quand ils communiquent avec des non-spécialistes[216]. L'expérience de communication qui a retenu notre attention a été, par exemple, l'occasion pour les chercheurs de développer une pensée réflexive sur les relations entre opinions et connaissances, voire, pour certains, sur les relations entre sciences, société et décision. Les scientifiques en communication avec des non-spécialistes s'engagent dans un processus critique où ils pensent la science en société. Selon Edgar Morin, cette prise de conscience doit permettre au scientifique de tenter de dépasser « *le splendide isolement et l'activisme borné* » qui peut parfois caractériser l'activité de recherche. C'est donc à une approche réflexive qu'est invité le scientifique pour penser les relations entre sciences et société. Une approche réflexive qui permettrait d'établir une « *communication entre objet et sujet* » et de « *tenter la communication entre « faits et valeurs* » (Morin, 1990, p. 112-113).

Quand la médiation par l'exposition de sciences échoue dans sa capacité à montrer l'état des approximations du savoir et des limites de la connaissance, la communication directe entre scientifiques et non-spécialistes est en mesure d'y parvenir. Cela suppose sans doute pour le chercheur en situation de communication qu'il accepte de laisser parler sa condition première de citoyen : le scientifique doit pouvoir participer à l'émergence d'une raison rhétorique. On peut sur ce point rapprocher le chercheur qui communique sur les relations

[216] Il a déjà été souligné l'intérêt que peut revêtir, pour les scientifiques, la rencontre de non-spécialistes. Pour les jeunes chercheurs notamment, l'effort de médiation est souvent une occasion l'occasion d'apprendre à formuler leurs propres problèmes de recherche. C'est par exemple ce qu'on montré D. Raichvarg et L. Maillot, autour de l'exemple de l'Experimentarium de Dijon déjà évoqué (Communication intitulée « *Culture scientifique : comment, pour qui, pour quoi oeuvrent les chercheurs, producteurs d'actualités ?* » aux 28è Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles, « École, culture et actualités des sciences et des techniques », Chamonix, 27 avril 2007, sous presse).

entre sciences et société de l'expert pour qui, selon Laügt, la principale difficulté réside dans le fait de « *passer du rôle attendu de porte parole d'une illusoire vérité scientifique au seul rôle véritablement assumable pour lui, de sujet de la parole portée* » (Laügt, 2000, p168).

Ce que plusieurs des scientifiques, dont nous avons analysé les discours de communication, font puisqu'ils promeuvent une culture de l'incertitude en ouvrant la réflexion sur la connaissance, ses conditions de production, ses limites de validité. Cela suppose de dépasser une position souvent vécue comme inconfortable et déstabilisante et qui peut pousser le scientifique à « surinvestir son savoir » en renforçant de lui-même les arguments d'autorité. Ce qui aurait pour effet de renforcer la vision d'une science comme accumulation de vérités. Cette vision dogmatique des sciences est par ailleurs largement légitimée, dans le contexte scolaire notamment. C'est bien dans ce sens que le scientifique peut contribuer à l'évolution de l'image de la science et participer à disqualifier la relation technocratique entre sciences et décision.

D'une manière générale, les questions posées par le contexte et le contrat de communication qui contraignent les expériences délibératives sur les relations entre sciences et société invite à poursuivre des recherches, par ailleurs déjà engagées. Nous pensons notamment aux travaux de Jean-Paul Natali (2000b, 2001) qui ont largement alimenté notre réflexion quant à l'élaboration d'un protocole de débat délibératif. Natali fait en effet la distinction entre processus décisionnels et processus délibératifs et il analyse le rôle que peuvent jouer les musées et centres de culture scientifique et techniques dans l'organisation de tels protocoles. Si les procédures délibératives peuvent participer à la constitution d'un réel espace public scientifique, Natali invite à rester prudent et souligne les risques et les limites de ces procédures, entre spectacularisation des débats et risques d'instrumentalisation. Etant donné les résultats que nous avons présentés, nous ne pouvons que le suivre, en tentant de rester critique, en terme de formation à la citoyenneté scientifique, quant à la portée des expériences analysées.

Apports et limites d'une double perspective de recherche

Nous avons souligné au cours de ce travail la difficulté théorique à se situer au carrefour de deux approches radicalement différentes qui interrogent l'éducation aux relations entre sciences et société, et les pratiques de médiation qui s'organisent autour de ces relations.

La première, l'approche didactique, est guidée par des enjeux praxéologiques. C'est une recherche qui se donne des intentions éducatives. Son cadre propre, la didactique des questions socio-scientifiques, lui permet de penser les situations didactiques, la pratique du débat argumenté entre pairs notamment, pour en dégager les limites, les contraintes et proposer des pistes pragmatiques qui permettraient de les dépasser, ou du moins d'envisager un « espace des possibles »[217] pour des pratiques pédagogiques. Son ancrage sur les connaissances scientifiques engagées est l'une de ses spécificités.

[217] L'expression est de Joshua. Il ne s'agit pas pour les didacticiens de proposer des outils ou des démarches pour l'action mais de décrire, selon ses mots un « *état des possibles pour penser une pédagogie effective* »(Joshua, 2000, p. 35).

La seconde, l'approche communicationnelle, propose, elle, de décrire et de donner du sens, dans le cadre des relations sociales aux discours de médiation des sciences. Mais les situations de production de ces discours sont envisagées pour elles mêmes, parce qu'elles sont là en quelques sortes. L'approche communicationnelle n'est pas orientée vers une volonté de changer ou d'améliorer ces discours. Elle cherche seulement à interpréter leurs régularités en termes de processus de communication et de déterminations sociales.

Nous avons précisé en quoi les paradigmes de base qui structurent ces approches sont donc bien différents, voire antinomiques. Il a aussi été envisagé des points de convergence, notamment lorsqu'il est question, comme ce fût le cas ici, de questionner la rencontre entre normes sociales et normes scientifiques qui, à notre sens, permet de d'interpréter en partie l'expérience de médiation retenue. On a pu également montré des convergences d'ordre méthodologique quant à l'analyse de discours produits dans le cadre d'interactions verbales. Nous pensons notamment aux outils d'analyse de l'argumentation dans la langue, qui se situe, par définition au carrefour des registres des connaissances et des opinions. Nous pensons aussi à la recherche des marqueurs de modalisation qui marque l'orientation de prise en charge personnelle des discours produits.

Mais ce sont surtout les limites d'une telle approche qui se doivent d'être soulignées. Il est évident que la volonté d'embrasser deux cadres de réflexion aussi différents se traduit par une maîtrise superficielle et de l'un, et de l'autre. Du moins en ce qui nous concerne, et c'est le sentiment que nous avons eu tout au long de ce travail. On soulignera donc la faiblesse théorique et méthodologique de l'ensemble du propos. Cela a au moins le mérite d'en relativiser la portée, dont on rappelle qu'elle n'a pas prétention à être généralisante.

De plus, la mobilisation d'un double cadre de réflexion nous a conduit à tenter de faire régulièrement des mises au point quant à la clarification des cadres de pensée mobilisés et quant à la clarification de la posture de recherche et des valeurs personnelles, du « d'où je parle ». Cette difficulté est d'autant plus forte que l'on se propose d'analyser des discours dans ce qu'ils inscrivent des opinions et des systèmes de valeurs de leurs auteurs. Cette démarche implique donc un effort de réflexivité dont nous mesurons, en terminant ce travail, qu'il a sans aucun doute été très relatif. N'est ce pas en effet là le fondement de toute démarche en sciences humaines et sociales que d'interroger sans cesse plus avant son propre positionnement ? Là encore, la complexité des questions envisagées ne peut que nous conduire à beaucoup de modestie.

Malgré ces nombreuses limites, s'il n'existe pas de cadre théorique permettant de penser la médiation scientifique dans un dialogue entre approche didactique et approche communicationnelle, comme cela a été envisagé dans ce travail, il nous semble que l'effort de recherche pour se faire doit être poursuivi. Car, nous l'avons souligné, le même objet de médiation scientifique peut être envisagé comme objet didactique d'une part et comme processus de communication d'autre part. Quelques pistes de réflexion ont été ébauchées ici pour cerner la complémentarité de ces approches.

Les pistes envisagées par Bernard Lahire et Samuel Joshua (2000) pour fonder une didactique sociologique, ou une sociologie didactique, vont plus loin puisqu'elles invitent à la construction d'un cadre de réflexion commun entre approches didactiques et approches sociologiques. Nous empruntons largement à leur dialogue dans les lignes qui suivent. Lahire

rappelle en effet que si la sociologie de l'éducation a largement délaissé les savoirs, c'est essentiellement parce qu'elle s'est surtout présentée comme une sociologie de la domination et de la légitimité[218]. Il en appelle à un recentrage de cette sociologie comme sociologie de la connaissance, susceptible d'éclairer les phénomènes cognitifs. Selon lui, la sociologie ne peut ignorer que « *les êtres qu'elle étudie sont des êtres connaissants, parlants, se représentant le monde* » (Lahire, 2000, p. 20). Il s'agit donc de poursuivre un programme de recherche qui, notamment en Grande Bretagne et aux Etats-Unis avec la sociolinguistique et l'ethnologie de la communication en milieu scolaire, ambitionnait de comprendre « *les diverses constructions sociales de la réalité* ». De son côté, Joshua souligne que la définition qu'il donne à la didactique, « *sciences des relations sociales dans des institutions particulières à propos d'un objet spécifique qui est la gestion des savoirs* », est loin de faire l'unanimité chez les didacticiens. Même si le concept de « transposition didactique », largement utilisée[219] en didactique, a été développé par Chevalard à partir d'un « emprunt » à la sociologie, et que ce dernier propose aujourd'hui une orientation anthropologique de la didactique.

Reste que le problème d'un rapprochement entre didactique et sociologie est rendu difficile par le caractère « prescriptif » de la première qui se propose de répondre à une demande sociale que l'on peut considérer comme légitime. Alors que la seconde s'est construite dans la recherche d'une autonomie scientifique. Lahire rappelle sur ce point que le problème initial de la sociologie a été de « s*e couper de toutes les formes de demande sociale et politique* », soulignant que « *le temps de la science et celui de l'actualité ne sont pas les mêmes* ». Pour autant la sociologie est aux prises avec la réalité sociale, mais son objet est, selon Lahire, de répondre à certaines questions qu'une fois qu'elles ont été « *retravaillées, recomposées, reformulées* » (Joshua et Lahire, 2000, p. 33-36). C'est un problème d'intention de recherche dont nous avons déjà souligné la réalité pour qui se propose de mener de front une double approche, communicationnelle et didactique.

La deuxième difficulté qu'identifient ces auteurs quant au développement d'un dialogue entre sociologie et didactique tient au positionnement de ces deux traditions de recherche. La didactique possède un ancrage fort sur les savoirs dont elle propose d'étudier les régularités et la diversité des processus d'apprentissage par l'élève entendu comme entité quasi-théorique. La sociologie de l'éducation envisage, elle, la réussite scolaire « en général », au regard de la diversité des élèves entendue en termes de différences d'origine socioprofessionnelle des parents ou de différences de classes sociales. Les conditions d'un rapprochement supposent donc que la didactique soit capable d'une « *déconnexion de la scène scolaire* » alors que la sociologie doit prendre en considération la nature des objets qu'elle interroge au travers de

[218] Selon ces points de vue, l'Ecole est envisagée, pour le premier, comme un instrument de reproduction des rapports sociaux inégalitaires et, pour le second, comme un instrument d'oppression de l'Etat ou de disciplinarisation des corps et des esprits. Ces perspectives s'inspirent respectivement des travaux de Pierre Bourdieu et de Michel Foucault. On pense notamment aux ouvrages *La reproduction. Eléments pour une théorie du système d'enseignement* de Pierre Bourdieu et Jean-Claude Passeron (Paris, Editions de Minuit, 1970) ou *La noblesse d'État. Grandes Écoles et esprit de corps* de Pierre Bourdieu (Paris, Editions de Minuit, 1989) ainsi que *Surveiller et punir Naissance de la prison* de Michel Foucault (Paris, Gallimard, 1975).

[219] Nous avons présenté ce concept, au moins dans le sens de la transposition didactique externe, qui a été mobilisé dans l'analyse comparée de quatre expositions sur le cerveau (voir chapitre II-1).

« *cas singuliers* »[220], même si cela est plus complexe, plus coûteux en temps de recherche. Lahire résume les moyens d'un tel rapprochement entre sociologie et didactique de la manière suivante : « *Toute « sociologie didactique » ou « didactique sociologique » devra singulariser ses objets sans perdre de vue les problèmes généraux que ces études permettent de soulever* » (Joshua et Lahire, 2000, p. 48). Selon cette perspective, les questions posées par la clarification du « contrat didactique », par sa mise en scène et par ses disfonctionnements apparaissent centrales.

Cette ouverture, puisque le débat reste ouvert, sur les apports et les limites d'une double approche didactique et communicationnelle, comme nous avons essayé de la mener, peut déboucher sur une reformulation de notre questionnement général de recherche. Une reformulation qui prenne en compte la capacité de l'approche communicationnelle à « retraduire » les questions sociales ou de médiation. Nous proposions en effet de cerner les régularités et la diversité des relations entre opinions et connaissances, telles qu'elles s'expriment dans des situations de médiation qui proposent de mettre en discussion les relations entre sciences et société. Ce questionnement envisageait de préciser également la portée didactique de situations de médiation des sciences caractérisées par une rencontre directe entre des chercheurs et des élèves. Si l'on se propose de reformuler ces questionnements, ce serait sans doute dans des termes proches de ceux qui suivent.
Comment se négocient les relations entre des normes sociales et des normes scientifiques, dans des rencontres entre chercheurs et non-spécialistes (ou élèves), pris dans leur diversité, et où sont débattues des relations entre sciences et société ? Sur quel contrat de communication (ou didactique) repose ces rencontres ? Ce contrat est-il renégocié entre les participants ? Dans quelle mesure le contexte de médiation détermine-t-il la négociation (ou la non-négociation) entre scientifiques et non-spécialistes des relations entre normes scientifiques, en construction, et normes sociales, en construction également ?

Selon cette dernière perspective, les questions de la construction de normes scientifiques relatives à la définition des neuropathologies, et plus précisément des psychopathologies, ainsi que la diffusion sociale de ces normes se doivent d'être interrogé par les recherches prenant la médiation scientifique pour objet. La limitation de notre sujet nous a amené à mettre de côté cette partie de la réflexion. C'est un vaste projet de recherche qui demeure à poursuivre.

[220] Lahire utilise pour illustrer son propos la très belle métaphore du mouchoir en papier, dont il dit que s'il « *représente la structure sociale ou le tissu social, chaque individu est alors une version (singulière) froissée de ce tissu social* » (Joshua et Lahire, 2000, p. 45).

CONCLUSION GENERALE

L'histoire comme l'actualité des sciences du cerveau et de leurs enjeux sociaux conduit à penser que, dans ce domaine de la connaissance scientifique du moins, on ne peut supporter la vision classique d'une rupture exclusive entre connaissances scientifiques et opinions. La médiation des neurosciences a ainsi été envisagée selon un modèle de continuité entre le registre de la connaissance scientifique et celui de l'opinion. Pour qui interroge les expériences de médiation scientifique se proposant d'envisager explicitement les relations entre sciences et société, il apparaît ainsi nécessaire d'interroger plus précisément comment sont organisées les rencontres entre normes scientifiques et normes sociales en construction.

L'analyse comparée préalable d'expositions contemporaines sur le cerveau met en relief les limites de ce média spécifique dans sa capacité à intégrer le registre des opinions, des valeurs, à inscrire les neurosciences en société. Les expositions retenues se présentent pour l'essentiel comme une actualisation des connaissances scientifiques sur le cerveau sans que les conditions de leur production et encore moins leur capacité à produire des normes scientifiques ne soient envisagées. Si une opinion est exprimée dans les discours muséaux retenus, c'est celle d'une science autoréférencée, en dehors de la société. A la lumière de cette analyse préalable, nous avons interrogé une modalité de médiation des sciences dont la montée en puissance est manifeste : les rencontres directes organisées entre chercheurs et élèves se donnant comme objectif de mettre en débat les relations entre sciences et société. L'étude de cas retenue pour ce faire porte sur un ensemble de rencontres entre neuroscientifiques et lycéens engagés dans des débats sur les utilisations des cellules souches embryonnaires humaines, pour la recherche d'une part, et pour le traitement de certaines pathologies neurodégénératives d'autre part. Ces rencontres ont été analysées selon une double perspective : didactique puis communicationnelle.

L'analyse didactique a emprunté le cadre de la didactique des questions socio-scientifiques. Elle se proposait de questionner la portée didactique d'un contexte et d'un protocole de débat dans sa capacité de contextualisation de la question retenue. Il s'agissait de la consultation d'un chercheur et de la tenue de débats sciences et société au sein d'un centre de médiation scientifique, hébergé par un institut de recherche. La contextualisation correspondait à la possibilité pour les élèves de rencontrer, en plus d'un chercheur, un responsable d'association de malades atteints de pathologies neurodégénératives. Les compétences argumentatives des lycéens, ainsi que la mobilisation des connaissances relatives à la nature des sciences, ont particulièrement été analysées. Les prises de décision des élèves sont relativement peu argumentées et ils se déclarent favorables aux utilisations des cellules souches embryonnaires humaines pour la recherche et pour le traitement par thérapie cellulaire de pathologies neurodégénératives. Pourtant ils avaient été informés par les chercheurs qu'il n'était pas, à l'heure actuelle, envisageable de mettre en œuvre ces thérapies cellulaires cérébrales, étant donné les risques encourus par les patients. Au-delà de

l'acquisition de connaissances, auxquelles les lycéens donnent sens, il en ressort que l'argumentation des élèves sur la question socio-scientifique retenue est dominée par une idéologie du progrès scientifique. Nous l'avons surtout interprété comme un effet de contexte : le laboratoire de recherche n'est pas le lieu le mieux approprié pour permettre aux élèves d'envisager avec suffisamment de recul la complexité des relations entre sciences et société. De manière apparemment paradoxale, puisque les patients militent en faveur d'une mise en œuvre rapide de stratégies thérapeutiques, la rencontre d'un responsable d'association de malades modère, chez les élèves qui ont bénéficié d'une « double expertise », l'expression de l'idéologie du progrès scientifique. Ces résultats mettent en valeur la pertinence d'un protocole ménageant la consultation d'une expertise variée, mais aussi le poids du contexte dans lequel se tiennent les débats. Ils soulignent la nécessité de poursuivre la pratique du débat argumenté, entendu comme objectif de formation pour développer les compétences argumentatives des élèves. C'est là un enjeu de l'éducation à la citoyenneté scientifique qui se propose de préparer les élèves à participer aux débats de société qui les attendent. Ils invitent également à poursuivre une réflexion sur les protocoles de débat mis en œuvre en prêtant une attention particulière au contexte et au contrat didactique qui préside à de telles stratégies didactiques.

L'analyse communicationnelle se proposait d'envisager les discours de communication des neuroscientifiques à la lumière de leurs représentations sociales. Ces discours sont caractérisés par les éléments relatifs à la nature et au fonctionnement des sciences (instabilité des connaissances, limites de validité, construction collective, scepticisme organisé…) que les scientifiques livrent à leur auditoire. C'est sans conteste une propriété originale de ce mode de médiation scientifique. La mobilisation du modèle de continuité entre connaissances scientifiques et opinions, ainsi que du modèle du continuum de sociodiffusion des sciences, s'avère pertinente pour appréhender certaines des propriétés des processus de communication, dans une situation de médiation des sciences caractérisée par des échanges directs entre chercheurs et non-spécialistes. Il a ainsi été mis en évidence que les procédés de reformulation qui caractérisent les discours de communication des scientifiques intègrent une rencontre entre normes scientifiques et normes sociales. Les normes sociales, relatives au statut de l'embryon humain, entre sujet et objet, comme les normes scientifiques, le stade d'ontogenèse cérébrale qui autorise à penser l'embryon comme sujet, sont en construction. Le fait que les normes scientifiques, même si elles ne sont pas consensuelles, mais aussi leur rencontre avec des normes sociales, ne soient pas explicitées, a été interprété comme la traduction des représentations que les chercheurs ont des relations entre connaissances et opinions. Par ailleurs, les postures de communication des chercheurs sont caractérisées par le fait qu'ils ont choisi de ne pas expliciter leurs opinions personnelles sur la question socio-scientifique abordée et qu'ils délèguent la compétence aux lycéens pour s'exprimer sur le sujet. Ces postures se revendiquent d'une neutralité dont nous avons montré qu'elle était totalement utopique, en particulier à travers les effets de nomination et de problématisation, qui laissent des traces dans les discours de communication. Leur mise en regard avec les représentations que les chercheurs ont des relations entre sciences, société et décision fait apparaître des paradoxes. En effet, la majorité des chercheurs considèrent que les non-spécialistes ne sont pas compétents pour participer aux choix scientifiques et techniques de société. Cependant, ces représentations sont en constant remaniement. Elles sont notamment actualisées par l'expérience de communication qu'ils ont partagée avec les lycéens.

Cette recherche, parce qu'elle correspond à une étude de cas, n'a pas prétention à voir ses conclusions généralisées au-delà du contexte dans lequel elle a été menée. D'autant plus que notre spectre d'analyse nous a conduit à négliger une multitude de déterminations potentielles des discours analysés, au premier rang desquelles figurent les discours à propos de sciences produits par les médias grand public. Les intérêts, comme les limites d'une double approche didactique et communicationnelle ont été soulignés. S'il existe des zones de dialogue, de recouvrement entre ces deux approches, elles n'en restent pas moins divergentes dans leurs intentions de recherche.

Ce travail invite à poursuivre des recherches sur les processus de communication caractérisant les rencontres entre scientifiques et non-spécialistes. Mais celles-là doivent tout autant interroger la culture scientifique et les représentations sociales des non-spécialistes, comme elles le font souvent, que la culture épistémologique et les représentations des chercheurs quant aux relations entre sciences, société et décision. Il y a là un travail d'investigation empirique passionnant à mener, dans une diversité de contextes. Il peut se proposer d'interroger la multiplicité des déterminations qui laissent traces dans les discours de communication des sciences. Il s'agit plus largement d'envisager les transformations des conditions de clôtures épistémologiques et culturelles que révèlent et que construisent ces situations de communication.

C'est ce que nous avons tenté de faire en interrogeant les relations entre connaissances et opinions dans les discours de communication analysés. Car comme nous l'avons discuté, le scientifique qui communique à propos de sciences est tout autant citoyen que spécialiste. Cette démarche suppose de pouvoir situer les connaissances scientifiques dans un continuum de reformulations successives qui caractérise les discours de vulgarisation. L'ancrage autour des savoirs scientifiques apparaît donc pertinent, mais ces derniers ne sont pas envisagés selon un modèle de rupture vis-à-vis des savoirs de sens commun. En tout état de cause, c'est à la modestie qu'invite la complexité des processus de communication mis en œuvre.

Reste que si les professionnels de la recherche se donnent comme objectif de mettre la science en culture et en débat, ce ne sera qu'en réunissant les conditions de l'examen critique de son inscription sociale. L'une de ses conditions, et pas la moindre, suppose notamment de croire, plus que de feindre de croire, à la capacité et à la légitimité des non-spécialistes, informés, à produire collectivement du sens pour orienter les choix scientifiques et techniques de société. Dans le cas contraire, on peut craindre que les discussions collectives, proposées à l'initiative du monde de la recherche scientifique, ne soient instrumentalisées dans un processus d'autolégitimation. Une autre condition repose aussi sur la capacité de la communauté scientifique à développer une culture de la réflexivité qui lui permette de continuer à penser la place des sciences dans la société.

Car, selon nous, la participation des chercheurs dans l'organisation d'un réel examen critique des relations entre sciences et société, par les citoyens non-spécialistes, est une condition nécessaire de leur valorisation. Dans un contexte où les para-sciences retrouvent de l'audience – nous pensons notamment au regain des mouvements créationnistes -, il semble que la communication des sciences par les scientifiques, pour qu'elle puisse développer tout son intérêt, ne peut faire l'économie d'un contrat négocié, clarifié avec ses publics.

BIBLIOGRAPHIE

ABOU TAYEH P. (2003), *La biologie entre opinions et connaissances : conceptions d'enseignants libanais sur le cerveau et son épigenèse, et sur d'autres déterminismes génétiques / épigénétiques*, Thèse de didactique des sciences, Université Claude Bernard, Lyon I.

ABOU TAYEH P. et CLÉMENT P. (1999), « La biologie entre opinions et connaissances : les conceptions d'étudiants libanais sur le cerveau », *Actes des premières rencontres scientifiques de l'Association pour la recherche en didactique des sciences et des techniques (ARDIST)*, Paris : INRP - ENS Cachan, p. 81-87.

ADAM J.-M. (1992), *Les textes : types et prototypes*, Paris : Nathan Université.

AIKENHEAD G. S. (1986), « The content of STS education », *STS Mesearch Network Missive*, n° 2, p. 13-18.

ALBE V. (2003), « Incertitudes, ignorances et questionnements soulevés par une controverse techno-scientifique sur les dangers de la téléphonie mobile », A. Giordan et J. L. Martinand et. D. Raichvarg, éd., Paris : DIRES.

ANDERSON R. P. (1998), « Collaborative learning in biology », *The American Biology Teacher*, n° 62, p. 202-205.

ANDORNO R. (1997), *La bioéthique et dignité de la personne*, Paris : Presses universitaires de France.

ANDRIEU B. (1998), *La Neurophilosophie*, Paris : PUF, coll. « Que sais-je ? ».

ANDRIEU B. (2002), *La chair du cerveau, Phénoménologie et biologie de la cognition*, Liège : Sils Maria asbl, coll. « Des nouvelles possibilités d'existence ».

ASTOLFI J. P. *et al.* (1997), *Mots-clés de la didactique des sciences*, Bruxelles : De Boeck Université.

ASTRATIAN E. (1953), *I. Pvalov, sa vie et son œuvre*, Moscou : Editions de l'Académie des sciences d'URSS.

ATLAN H. (1999), *La fin du tout génétique ? Nouveaux paradigmes en biologie*, Paris : INRA Editions.

AUGER N., JACOBI D. (2003), « Autour du livre scientifique documentaire : Un dispositif de médiation entre adulte et enfant lecteur », *Aster*, n° 37, p. 215-241.

BABOU I. (1999), *Science, télévision et rationalité : analyse du discours télévisuel à propos du cerveau*. Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Université de Paris VII.

BABOU I. (2001), « Histoire d'une confrontation. Le discours télévisuel à propos de science », Actes du XII^{e} Congrès national des sciences de l'information et de la communication « Émergences et continuité dans les recherches en information et en communication », Paris : UNESCO - SFSCI, p. 83-91.

BABOU I., LE MAREC J. (2003), « Science, musée et télévision : discours sur le cerveau », *Communication et langages*, n° 138, p. 69-88.

BACHELARD G. (1972 [1938]), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris : Vrin.

BADER B. (2004), « Disqualification de points de vue critiques face aux sciences », *Cahier du CIRADE*, n° 3, p. 5-23.

BANCEL N. *et al.* (2004), *Zoos humains. Au temps des exhibitions humaines*, Paris : La Découverte.

BEAUFILS D. (2007), « Vingt années de thèse en didactique de la physique et de la chimie », *Aster*, n° 27, p. 23-44.

BEITONE A. (2004), « Enseigner des questions socialement vives. Note sur quelques confusions », Contribution présentée à la 7e biennale de l'éducation et de la formation, 15 avril 2004, Lyon.

BENSAUDE-VINCENT B. (2003), *La science contre l'opinion. Histoire d'un divorce*, Paris : Les Empêcheurs de penser en rond - Le Seuil.

BERLUCCHI G. (2002), « The origin of the term plasticity in the neurosciences : Ernesto Lugaro and chemical synaptic transmission », *Journal of the History of the Neurosciences*, n° 11, p. 305-309.

BERNARD J. (1992), « Les fonctions cérébrales et les protections de la personnalité et de la communauté », *in* : C. HERVE (coord.), éd., *Médecine, biologie, quelles questions sur l'éthique aujourd'hui? Actes de la journée d'éthique médicale du 29 Novembre 1989*, Paris : L'Harmattan, p. 65-89.

BERNARD J. (1996), *La bioéthique*, Paris : Flammarion, coll. « Dominos », n° 15.

BJORNSON R. L. *et al.* (1999), « Turning Brain into Blood : A Hematopoietic Fate Adopted By Adult Neural Stem Cells in Vivo », *Science*, n° 283, p. 537.

BONINGTON C. (1992), *Deux siècles d'histoire de l'alpinisme*, Paris : Delachaux et Niestlé.

BOY D. (2003), « Société civile et société politique. L'expert citoyen, le citoyen expert », *Cahiers français*, n° 316, p. 20-26.

BRETON P. (1998), *L'argumentation dans la communication*, Alger : Casbah Editions.

BRETON P. (2001), *L'argumentation dans la communication*, Paris : La Découverte.

BRETON P. (2003), « L'argumentation, entre information et manipulation », *in* : P. Cabin, éd., *La communication. Etats des savoirs*, Auxerre : Sciences humaines Editions, p. 159-165.

BRONCKART J. P. (1996), *Activité langagière, textes et discours. Pour un interactionisme socio-discursif*, Paris : Delachaux & Niestlé.

BUISSERET P. (1999), *Mille cerveaux, mille mondes*, Paris : Nathan et Muséum national d'histoire naturelle.

CABEDOCHE B. (2003), « Discours scientifiques et discours des scientifiques : quand l'institution doit défendre sa légitimité au sein de l'espace public », *in* : C. Le Bœuf et N. Pélissier, éd., *Communiquer l'information scientifique. Ethique du journalisme et stratégies des organisations*, Paris : L'Harmattan, p. 75-104.

CALLOT E. (1986), *Les étapes de la biologie, Histoire de la biologie illustrée par la vie et les textes des plus grands naturalistes*, Paris - Genève : Champion - Slatkine.

CAMPAN R., SCAPINI F. (2002), *Éthologie, approche systémique du comportement*, Paris : De Boeck Université.

CANDOLLE A. D. (1837), *Lettre à un de MM. Les Conseillers d'Etat sur la question des étrangers qui séjournent ou s'établissent dans le canton de Genève par M. Alphonse de Candolle, professeur et député au Conseil Représentatif*, Genève : Ch. Gruaz.

CANDOLLE A. D. (1883 [1873]), *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles. Précédée et suivi d'autres études sur des sujets scientifiques. En particulier sur l'hérédité et la sélection dans l'espèce humaine*, Genève - Bâle : H. Georg.

CANGUILHEM G. (1977), *Idéologie et rationalité dans l'histoire des sciences de la vie*, Paris : Vrin.

CANGUILHEM G. (1989 [1949]), *La connaissance de la vie*, Paris : Vrin.

CANGUILHEM G. (1994 [1943]), *Le normal et le pathologique*, Paris : Vrin.

CASPI A. *et al.* (2002), « Role of genotype in the cycle of violence in maltreated children », *Science*, n° 297, p. 851-854.

CHANGEUX J.-P. (1983), *L'homme neuronal*, Paris : Fayard.

CHANGEUX J.-P. (2000), « L'inné et l'acquis dans la structure du cerveau », *La Recherche*, n° 331, p. 19-31.

CHANGEUX J.-P. (2003), *Gènes et culture. Symposium annuel du Collège de France*, Paris : Odile Jacob.

CHEVALARD Y. (1985), *La transposition didactique : du Savoir savant au Savoir enseigné*, Grenoble : La Pensée sauvage.

CHEVASSUS-AU-LOUIS N. (2007). « La biologisation des questions sociales : lourde hérédité », *ASH Magazine*, 21, p. 44-47.

CHEVEIGNÉ (de) S. (2004), « Quand l'Europe mesure les représentations de la science : une analyse critique des Eurobaromètres », Actes du colloque « Sciences, médias et société », ENS LSh, Lyon, 15-17 juin 2004.

CHEVEIGNÉ (de) S. (1997), « La science médiatisée : les contradictions des scientifiques », *Hermès*, n° 21, p. 121-133.

CHEVRON M.-P., CORDIER S. et LALLEMENT J.-C. (2002), « Les chemins buissonniers de la biologie : l'Ecole de l'ADN », Lettre de l'OCIM, 80, p. 8-13.

CLAYTON M. et PHILO R. (1992), *Léonard de Vinci : anatomie de l'homme : dessins de la collection de la reine Elizabeth II*, Paris : Seuil.

CLÉMENT P. (1993a), « La spécificité de la muséologie des sciences et l'articulation nécessaire des recherches en muséologie et en didactique des sciences, notamment sur les publics et leurs représentations/conceptions », Paris : OCIM - Palais de la Découverte, p. 128-165.

CLÉMENT P. (1993b), « Représentations, conceptions, connaissances », *in* : A. Giordan, Y. Girault et P. Clément, éd., *Conceptions et connaissances*, Berne : Peter Lang.

CLÉMENT P. (1994), « La difficile évolution des conceptions sur les rapports entre cerveau, idées et âme », *in* : A. Giordan, Y. Girault, et P. Clément, éd., *Représentations, conceptions, connaissances*, Berne : Peter Lang, p. 73-90.

CLÉMENT P. (1997), « Cerveaux d'hommes et de femmes : l'idéologie était déjà dans la revue Nature », A. Giordan, J.-L. Martinand et D. Raichvarg, éd., Actes Journées Internationales sur l'Education Scientifique, Chamonix : Université Paris Sud, p. 267-272.

CLÉMENT P. (2001), « Using complex images in the popularization of science : scientific or ideological agenda ? », *in* : J. F. Rouet, J. Levonen, et A. Biardeau, éd., *Multimedia learning : cognitive and instructional issues*, Londres : Pergamon, Elsevier Science, p. 87-98.

CLÉMENT P. (2004), « Sciences et idéologie : exemples en didactique et épistémologie de la biologie », Actes du Colloque Sciences, médias et société. Lyon, 15-17 juin 2004 : Ecole normale supérieure Lettres et Sciences humaines, p. 53-69.

CLÉMENT P., COTTANCIN D. et FEBVRE V. (1998), « Quelles conceptions sur les fondements biologiques de l'identité d'un être humain ? », A. Giordan, J. L. Martinand et D. Raichvarg, éd., Actes des Journées internationales sur l'éducation et la culture scientifique, technique et industrielle, Chamonix : Université Paris Sud, p. 181-188.

CLÉMENT P. et FORISSIER T. (2002), « L'identité biologique n'est pas que génétique : un défi pour un enseignement citoyen », *Communication au Symposium BioEd « The challenge of the Next Century », Paris, 15-18 May 2000*.

CLÉMENT P., HERGUETA S. et BUISSERET P. (1999), « Pas si bêtes ! 1000 cerveaux, 1000 mondes. À chacun son monde », *Bulletin de l'Association des professeurs de biologie-géologie*, n° 3, p. 527-546.

CLÉMENT P. et SAVY C. (2001), « Le cerveau des hommes et des femmes : conceptions d'universitaires algériens », *in* : *Didactique de la biologie. Recherches, innovations, formations*, Alger : ANEP, p. 151-163.

CNRS (2004), « Comprendre d'abord, guérir ensuite : la révolution des cellules souches », Le journal du CNRS, 179 : p. 18-27.

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL D'ETHIQUE (1995), *Avis sur les questions éthiques posées par la transmission de l'information scientifique relative à la recherche biologique et médicale.*

CORSI P. (1990), *La fabrique de la pensée, la découverte du cerveau de l'art de la mémoire aux neurosciences*, Milano : Electa.

CRAGG B. G. (1975), « The development of synapses in the visual system of the cat », *Journal of comparative neurology*, n° 160, p. 147-166.

DAMASIO A. R. (2001), *L'erreur de Descartes*, Paris : Odile Jacob.

DARWIN C. (1998 [1872]), *Expression de émotions chez l'homme et les animaux*, Paris : Editions du CTHS (Ministère de l'Education nationale, de la Recherche et de la Technologie).

DARWIN F. (1905), *The Life and Letters of Charles Darwin*, New York : D. Appleton & Co.

DE FELIPPE J., JONES E. G. (1991), *Cajal's Degeneration and Regeneration of the Nervous System*, Oxford : Oxford University Press.

DE VECCHI G. (1992), « La conception de niveaux de formulation », *in* : A. Giordan, Y. Girault et P. Clément, éd., *Conceptions et apprentissages*, Berne : Peter Lang.

DE VECCHI G., GIORDAN A. (1990), *L'enseignement scientifique, comment faire pour que ça marche ?*, Nice : Z'Editions.

DE WIT H. C. D. (1994 [1989]), *Histoire du développement de la biologie. Volumes I, II, III*, Lausanne : Presses polytechniques universitaires romandes.

DEBARD C., GIRAULT Y. et RASSE P. (1998), « Diffuser ou débattre : réflexions sur la médiation muséale des problèmes environnementaux », Y. Girault, éd., *Actes de colloque : Des expositions scientifiques à l'action culturelle, des collections pour quoi faire ?*, Paris : Muséum national d'histoire naturelle, Grande galerie de l'Évolution, p. 249-259.

DECETY J. (2003), « L'empathie ou l'émotion partagée », *Pour la science*, n° 309, p. 46-51.

DOUAIRE J. (2004), *Argumentation et disciplines scolaires*, Saint Fons : Institut national de la recherche pédagogique.

DRIVER R., NEWTON P. et OSBORNE J. (2000), « Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms », *Science Education*, n° 84, p. 287-312.

DURANT J. R. (1987), « Darwinism and divinity. Essays on evolution and religious belief », *Isis*, n° 78, p. 663-664.

ECCLES J. C. (1988 [1953]), *The neurophysiological basis of mind, the principles of neurophysiology*, Oxford : Garland Publishing, Inc.

ECCLES J. C. (1992), *Évolution du cerveau et création de la conscience*, Paris : Champs / Flammarion.

EDELMAN G. M. (1994), *Biologie de la conscience*, Paris : Points Seuil, Odile Jacob.

EIDELMAN J. et VAN PRAËT M. (2000), *La muséologie des sciences et ses publics*, Paris : Presses universitaires de France.

EXPOREGIE. (2000), Guide des expositions et animations itinérantes 1999-2000, Paris.

FANCHER R. (1983), « Alphonse de Candolle, Francis Galton, and the Early History of the Nature-Nurture Controversy », *Journal of History of Behavioral Sciences*, n° 19, p. 341-351.

FARAH M. J. (2002), « Emerging ethical issues in neuroscience », *Nature Neuroscience*, n° 5, p. 1123-1129.

FEDERICO-AGRASO M. et JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P. (2006), « Therapeutic cloning. Discourse genres, ethical issues and students' perception », Sixth Europeans Researchers in Didactic of Biology (ERIDOB), Londres.

FERRY L. et VINCENT J.-D. (2000), *Qu'est ce que l'homme ? Sur les fondamentaux de la biologie et de la philosophie*, Paris : Odile Jacob.

FISCHER J.-L. (2001), « L'essor de la biologie au 19e siècle », *Sciences Humaines*, numéro hors série n° 31, p. 20-23.

FISCHER J.-L. (2002), « Autour de la réforme de 1902 souffle l'esprit néo-lamarkien », *in* : H. Nicole, éd., *Sciences naturelles et formation de l'esprit*, Paris : Presses universitaires du Septentrion, p. 128-147.

FISCHER J.-L. (2003), « Buffon et les théories de la génération au XVIIIe siècle », Caen : Scéren CRDP Basse Normandie, p. 45-68.

FISCHER J.-L. et SMITH J. (1984), « French embryology and the « mechanics of development ». From 1897 to 1910 : C. Chabry, Y. Delage and E. Bataillon », *Hist. Phil. Life Sci.*, n° 6, p. 25-89.

FOISY M. et GINGRAS Y. (2003), « La désaffection des jeunes pour les sciences : réalité ou fiction ? », *in* : B. Schiele et R. Jantzen, éd., *Les territoires de la culture scientifique*, Montréal : Presses universitaires de Lyon et Presses de l'université de Montréal, p. 143-194.

FORISSIER T. et CLÉMENT P. (2000), « L'identité biologique n'est pas que génétique : un défi pour un enseignement citoyen », *Communication au Symposium BioEd « The Challenge of the Next Century », Paris, 15-18 May 2000*.

FOUCAULT M. (2002 [1954]), *Maladie mentale et psychologie*, Paris : Quadrige.

FOUREZ G. (1997), « Qu'entendre par "îlots de rationalité" et par "îlot interdisciplinaire de rationalité" ? », *Aster*, n° 25, p. 217-225.

GAGE F. H. (2000), « Mammalian neural stem cells », *Science*, n° 287, p. 1433-1438.

GAGE F. H. (2002), « Neurogenesis in the Adult Brain », *The Journal of Neuroscience*, n° 22, p. 612-613.

GANDOLFO G., GRAMMONT F. (2005), « Les divers aspects de la neuroplasticité », *Bulletin de l'Association des professeurs de biologie-géologie*, n° 2, p. 291-312.

GILBERT S. F., SINGER S.-R. (1996), *Biologie du développement*, Paris, Bruxelles : De Boeck Université.

GILLY M. (1989), « Les représentations sociales dans le champ éducatif », *in* : D. Jodelet, éd., *Les représentations sociales*, Paris : Presses universitaires de France, p. 363-386.

GIORDAN A. (1986), « L'évaluation, un outil de formation et de conception pour la culture et la communication scientifiques », *in* : A. Giordan et P. Rasse, éd., *Culture, Education scientifique et Évaluation*, Nice : Z'Editions, p. 9-32.

GIORDAN A. (1987), *Histoire de la biologie*, Paris : Tec & Doc, Petite collection d'histoire des sciences.

GIORDAN A. (1998), « Concevoir le musée à partir d'apprendre et de comprendre », *in* : B. Schiele et E. H. Koster, éd., *La révolution de la muséologie des sciences*, Lyon : Presses universitaires de Lyon, p. 187-205.

GIORDAN A. et MARTINAND J.-L. (1988), « Etat des recherches sur les conceptions des Apprenants à propos de la biologie », *Annales de didactique des sciences*, n° 2, p. 13-63.

GIRAULT Y. (1986), « Conception et évaluation d'une exposition », *Feuilles d'épistémologie appliquée et de didactique des sciences*, n° 8, p. 175-184.

GIRAULT Y. (1989), *Contribution à l'étude de la bande dessinée comme outil de vulgarisation*, Thèse de doctorat, Université de Paris VII.

GIRAULT Y.et DEBARD C. (2001), « Le musée forum, un difficile consensus : l'exemple du Muséum National d'Histoire Naturelle », *Quaderni*, n° 46, Hiver 2001-2002, p. 147-162.

GIRAULT Y. et GIRAULT M. (1999), *L'aléatoire et le vivant*, Paris : Editions Diderot.

GIRAULT Y., LANGE J.-M., FORTIN-DEBART C., DELALANDE-SIMONNEAUX, L., LEBEAUME, J. (2007), « La formation des enseignants dans le cadre de l'éducation à l'environnement pour un développement durable : problèmes didactiques », *Education Relative à l'Environnement : Regards, Recherches, Réflexions*. , n° 6, p. 119-136.

GIRAULT Y. et LAPEROUSE C. (2005), « Dans le cadre d'un partenariat, conduire progressivement des élèves à la formulation d'un problème scientifique : un suivi de cohorte du CP au CE2 », *Aster*, n° 6, p. 97-119.

GIRAULT Y. et RENÉ DE COTRET S. (1993), *Contribution de la didactique des sciences à l'étude des obstacles relatifs à la destruction du concept racialiste et raciste dans l'enseignement, Repères, Essais en éducation*, n° 15, p. 95-120.

GIRAUX F. *et al.* (2001), « Cortical reorganization in motor cortex after graft of both hands », *Nature neuroscience*, n° 4, p. 691-692.

GOFFMAN E. (1973), « La mise en scène de la vie quotidienne. 1. La présentation de soi », *Tome 1 (Trad. The presentation of self in everyday life)*, Paris : Les Editions de Minuit.

GONNET J. (2001), *L'éducation aux médias. Les controverses fécondes*, Paris : CNDP-Hachette Education.

GOULD S. J. (1983), *La mal-mesure de l'homme*, Paris : Editions Ramsay.

GREGORY R. L., dir. (1993), *Le cerveau, un inconnu, dictionnaire encyclopédique*, Paris : Ed. Robert Laffont.

GRISON P. (2007), « Mettre en scène l'actualité scientifique », *La lettre de l'OCIM*, n° 109, p. 26-32.

GRIZE J. B. (1996), « Logique naturelle et communications », Paris : Presses universitaires de France.

GUICHARD J. (1990), *Diagnostic didactique pour la production d'un objet muséologique*, Thèse de doctorat n° 178. Université de Genève.

GUICHARD J. (1993), « La prise en compte du visiteur comme outil de la conception muséologique : un exemple concret : la Cité des Enfants », *Publics & Musées*, n° 3, p. 111-135.

GUICHARD J. (1995), « Nécessité d'une recherche éducative dans les expositions à caractère scientifique et technique », *Publics & Musées*, n° 7, p. 95-115.

GUICHARD J. et MARTINAND J.-L. (2000), *Médiatique des sciences, éducation et formation*, Paris : Presses universitaires de France.

HABERMAS J. (1973), *La technique et la science comme idéologie*, Paris : Gallimard.

HAECKEL E. (1902), *Les énigmes de l'univers*, Paris : Schleicher Frères.

HEBB D. O. (1949), *The Organization of the Behavior : A Neuropsychological Theory*, New York : Wiley.

HERGUETA S., LEMIRE F. et GIRAULT Y. (1997), *Résultats et analyse préliminaire des études évaluatives menées sur le projet d'exposition « cerveaux » par l'équipe « Médiation Muséale » de la Grande Galerie de l'Évolution. Questionnaire « attentes et représentations »*, Muséum national d'histoire naturelle (non publié).

HERTZ-PANNIER L. *et al.* (2002), « Late plasticity for language in a child's non-dominant hemisphere A pre- and post-surgery fMRI study », *Brain*, n° 125, p. 361-372.

HERVÉ C. coord. (1992), *Médecine, biologie, quelles questions sur l'éthique aujourd'hui ?, Actes de la journée d'éthique médicale (29 novembre 1989, Paris)*, Paris : L'Harmattan.

HUBEL D. H. (1994), *L'œil, le cerveau et la vision*, Paris : Pour la science.

HUBEL D. H. et WIESEL T. N. (1979), « Les mécanismes cérébraux de la vision », *Pour la science*, n° 25, p. 79-83.

HULIN N. (2002), *Sciences naturelles et formation de l'esprit*, Paris : Presses universitaires du Septentrion.

HWANG W. S. *et al.* (2005), « Patient-specific embryonic stem cells derived from human SCNT blastocysts », *Science*, n° 308, p. 1777-1783.

IMBERT M. (1992), « Les fonctions cérébrales et les protections de la personnalité et de la communauté », *in* : H. Christian (coord.), éd., *Médecine, biologie, quelles questions sur l'éthique aujourd'hui ? Actes de la journée d'éthique médicale du 29 Novembre 1989*, Paris : L'Harmattan, p. 93.

INSERM (2002), « Cellules souches : thérapies du futur », Collection Repère. Mars 2002.

IRWIN A. (2001), « Constructing the scientific citizen : science and democracy in the biosciences », *Public Understanding of Science*, n° 10, p. 1-18.

IRWIN A. et WYNNE B. (1996), *Misunderstanding Science? The public reconstruction of science and technology*, Cambridge: Cambridge University Press.

JACOB F. (1970), *La logique du vivant, une histoire de l'hérédité*, Paris : Gallimard.

JACOB F. (1981), *Le jeu des possibles, Essai sur la diversité du vivant*, Paris : Fayard.

JACOBI D. (1984), « Auteurs et lecteurs de la recherche. Une illustration de la thèse de la continuité », *Bulletin de la Bibliothèque de France*, n° 29, p. 484-491.

JACOBI D. (1998), « Communiquer par l'écrit dans les musées, in La révolution de la muséologie des sciences », *in* : B. Schiele & E. H. Koster, éd., *La révolution de la muséologie des sciences*, Lyon : Presses universitaires de Lyon, p. 267-291.

JACOBI D. (1999), *La communication scientifique. Discours, figures, modèles*, Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.

JACOBI D. (2001), « La gestion des contraintes de lexique et des explications litigieuses dans des discours de vulgarisation sur la santé », *Quaderni*, n° 46, p. 123-145.

JACOBI D., SCHIELE B. et CYR M.-F. (1990), « La vulgarisation scientifique et l'éducation non formelle », *Revue Française de Pédagogie*, n° 91, p. 81-111.

JEANNEROD M. (2002), *Le cerveau intime*, Paris : Odile Jacob.

JENSEN P. (1998), « Un café pour les sciences », *Alliage*, n° 33-34.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P., AGRASO M. F. et EIREXAS F. (2004), « Scientific Authority and Empirical Data in Argument Warrants about the *Prestige* Oil Spill », Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P. et PEREIRO-MUNOZ C. (2002), « Knowledge producers or knowledge consumers ? Argumentation and decision making about environmental management », *International Journal of Science Education*, n° 24, p. 1171-1190.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P., RODRIGUEZ A. B. et DUSCHL R. A. (2000), « "Doing the lesson" or "doing science" : Argument in high school genetics », *Science Education*, n° 84, p. 757-792.

JOHANSEN C. K. et HARRIS D. E. (2000), « Teaching the ethics of biology », *The american biology teacher*, n° 62 n°5, p. 352-258.

JOHANSSON C. B. *et al.* (1999), « Identification of a Neural Stem Cell in the Adult Mammalian Central Nervous System », *Cell*, n° 96, p. 25-34.

JOLY P. et ASSOULINE G., dir. (2001), *Assessing Debate And Participative Technology Assessment in Europe. Final Report*, Grenoble : INRA - QAP Decision.

JONES E. G. (2000), « Plasticity and neuroplasticity », *Journal of the History of the Neurosciences*, n° 9, p. 37-39.

JOSHUA S. et DUPIN J.-J. (1989), *Représentation et modélisation : le débat scientifique dans la classe et l'apprentissage de la physique*, Berne : Peter Lang.

JOSHUA S., LAHIRE B. (2000), « Pour une didactique sociologique », *Education et Sociétés*, n° 4, p. 29-56.

JOURDAN F. (1981), « La neurobiologie et ses acteurs : fantasmes, pouvoirs et principes de réalité », *in* : P. Clément, N. Blaes, S. Blaineau, E. Debard *et al.*, éd., *Raison Présente*, n° 57, Paris : p. 33-35.

JURDANT B. (1969), « Vulgarisation scientifique et idéologie », *Communications*, n° 14, p. 150-161.

JURDANT B. (1973), *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*, Université Louis Pasteur de Strasbourg.

KAHN A. (2001), « Le clonage thérapeutique », *Biofutur*, n° 213, p. 45-46.

KAHN A. (2002), « De la biologie à l'éthique (1). Cellules souches et médecine régénératrice », *Medecine / Sciences*, n° 18, p. 503-509.

KELLY G. J., DRUKER S. et CHEN (1998), « Students' reasoning about electricity : combining performance assessment with argumentation analysis », *International Journal of Science Education*, n° 20, p. 849-871.

KELLY T. E. (1986), « Discussing controversial issues : Four perspectives on the teacher's role », *Theory and Research in Social Education*, n° 19, p. 113-138.

KEMPERMANN G. et GAGE F. H. (1997), « More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment », *Nature*, n° 386 (6624), p. 493-495.

KERBRAT-ORECCHIONI C. (1998), *Les interactions verbales. Approche interactionnelle et structure des conversations*, tome 1, Paris : Armand Colin.

KLIMANSKAYA I. *et al.* (2006), « Human embryonic stem cell lines derived from single blastomeres », *Nature*, n° 444, p. 481-485.

KOLSTØ S. D. (2000), « Consensus Projects : teaching science for citizenship. Research Report », *International Journal of Science Education*, n° 22, p. 645-664.

KOLSTØ S. D. (2001a), « Scientific literacy for citizenship : tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues », *Science Education*, n° 85, p. 291-310.

KOLSTØ S. D. (2001b), « To trust or not to trust…, pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue », *International Journal of Science Education*, n° 23, p. 877-901.

KOLSTØ S. D. (2004), « Students' argumentations : Knowledge, values and decisions », E. K. Henriksen et M. Ødegaard, éd., Kristiansand : Høyskoleforlaget AS, p. 63-78.

KOLSTØ S. D. (2005), « Assessing the science dimension of environmental issues through environmental education », *in* : E. Johnson & M. Mappin, éd., *Environmental Education and Advocacy. Changing Perspectives of Ecology and Education*, Cambridge : Cambridge University Press, p. 207-224.

KORTLAND K. (1996), « An STS case study about students' decision making on the waste issue », *Science Education*, n° 80, p. 673-689.

KRAGH H. (2002), « Problems and challenges in the historical study of the neurosciences », *Journal of the History of the Neurosciences*, n° 11, p. 55-62.

KUHN D. (1991), *The Skills of Argument*, Cambridge, England : Cambridge University Press.

KUHN D. (1993), « Science as argument : Implications for teaching and learning scientific thinking », *Science Education*, n° 77, p. 319-337.

KUHN T. S. (1983), *La structure des révolutions scientifiques*, Paris : Flammarion.

LABASSE B. (1999), *Observations sur la médiation des connaissances scientifiques et techniques. Rapport à la Direction générale XII de la Commission européenne*, Bruxelles : Commission européenne.

LABASSE B. (2001), *La communication scientifique. Logiques et méthodes*, Lyon : Editions Colbert.

LACOTTE J. et BRUGUI"RE C. (2004), « L'intervention d'un expert en classe favorise-t-elle la construction d'une démarche explicative chez les élèves ? », *Aster*, n° 38.

LAFON F. (2001), *Les auditeurs des cours publics du Museum national d'histoire naturelle. Session 2001*, Paris : Museum national d'histoire naturelle.

LAHIRE B. (2000), « La sociologie de l'éducation et l'opacité des savoirs », *Education et Sociétés*, n° 4, p. 15-28.

LAROCHELLE M. et DÉSAUTELS J. (2002), « L'îlot de rationalité : de quoi s'agit-il ? », *Courrier du Cethes*, n° 50, p. 2-12.

LATOUR B. et WOOLGAR S. (1988), *La vie de laboratoire La production des faits scientifiques*, Paris : La Découverte.

LAÜGT O. (2000), *Expertise et démocratie*, Paris : L'Harmattan.

LE MAREC J. (1992), « Les évaluations préalables : une aide à la conception des expositions », *La lettre de l'OCIM*, n° 22, p. 21-26.

LE MAREC J. (1996), *Le visiteur en représentations. L'enjeu des évaluations préalables en muséologie*, Thèse de sciences de l'information et de la communication, Université Jean Monnet de Saint-Étienne.

LE MAREC J. (1998), « Repenser la relation du musée à son public ? », *in* : B. Schiele et E. H. Koster, éd., *La révolution de la muséologie des sciences*, Lyon : Presses universitaires de Lyon, p. 379-396.

LE MAREC J. *et al.* (1992), *L'homme et la santé. Évaluation préalable*, Rapport interne, Cellule évaluation, Direction des expositions, Cités des sciences et de l'industrie, Paris.

LEGARDEZ A. (2004), « Transposition didactique et rapports aux savoirs : l'exemple des enseignements de questions économiques et sociales, socialement vives », *Revue française de pédagogie*, n° 149, p. 19-27.

LEGARDEZ A. et ALPE Y. (2001), « La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs », *Actes du 4e congrès de l'AECSE Actualité de la recherche en éducation et formation*, Lille.

LELAY P. (2004), *Les dirigeants face au changement*, Paris : Editions Huitième Jour.

LEVY-LEBLOND J.-M. (1996), *La pierre de touche, la science à l'épreuve…*, Paris : Gallimard.

LEVY-LEBLOND J.-M. (2001), « Science, culture et public : faux problèmes et vraies questions », *Quaderni*, n° 46, *La science dans la cité*, p. 95-103.

LLOYD G. E. R. (1990), *La science grecque après Aristote*, Paris : La Découverte.

LORENZ K. (1970 [1965]), *Trois essais sur le comportement animal et humain*, Paris : Le Seuil.

MAFFÉO V. (1999), *Statut et rôle des images médicales du cerveau humain dans l'enseignement secondaire français - Approches didactique, épistémologique et socio-historique*, Thèse de didactique, Université de Lyon 1, Villeurbanne.

MAGUIRE E. A. *et al.* (2000), « Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers », *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, n° 97, p. 4398-4403.

MALABOU C. (2004), *Que faire de notre cerveau ?*, Paris : Bayard.

MALDIDIER P. et BOLTANSKI L. (1970), « Carrière scientifique, morale scientifique, vulgarisation », *Informations sur les sciences sociales*, n° 9, p. 99-118.

MARTINAND J.-L. (1986), *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*, Bern : Peter Lang.

MAYER E. (1989 [1982]), *Histoire de la biologie. Diversité, évolution et hérédité*, Paris : Fayard.

MC FARLAN D. (1990), *Dictionnaire du comportement animal*, Université d'Oxford : Robert Laffont, coll. « Bouquins ».

MEANS M. L. et VOSS J. F. (1996), « Who reasons well ? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels », *Cognition and Instruction*, n° 14, p. 139-178.

MEIN M.-T. (1988), « Les représentations du cerveau : modèles historiques », *Aster*, n° 7, p. 185-204.

MEIN M.-T. et CLÉMENT P. (1988), « Comment se représente-t-on aujourd'hui notre cerveau *?* », *Actes des dixièmes Journées internationales sur l'éducation scientifique*, Chamonix, p. 243-252.

MEMMI D. (1989), « Savants et maîtres à penser : la fabrication d'une morale de la procréation artificielle », *Actes de la recherche en sciences sociales*, n° 76-77, p. 82-103.

MOLES A. et OULIF J.-M. (1967), « Le troisième homme, vulgarisation scientifique et radio », *Diogène*, n° 58, p. 29-40.

MOLINATTI G. (2006), « Développement d'une banque de données et d'un logiciel de visualisation pour une exploitation pédagogique de la neuroimagerie », *Résumé des contributions de la 8e biennale de l'éducation et de la formation, INRP Lyon, avril 2006*, p. 255-256.

MOLINATTI G. et URGELLI B. (2005), « L'actualité scientifique dans les médias l'exemple de "Toumaï" », *Dossiers de l'ingénierie éducative du CNDP*, n° 52, p. 38-41.

MOLINATTI G., VILAIN Y. et TILQUIN F. (2004), « La neuroimagerie, un enjeu pour la formation », *Dossiers de l'ingénierie éducative du CNDP*, n° 47-48, p. 85-87.

MORANGE M. (1998), *La part des gènes*, Paris : Odile Jacob.

MORANGE M. (2000), « Des lois de Mendel à la lecture du génome », *Pour la science*, n° 270.

MORANGE M. (2005), « L'épigénétique : un domaine de recherche aux multiples facettes », *Medecine / Sciences*, n° 21, p. 367-369.

MORENO J. D. (2003), « Neuroethics : an agenda for neuroscience and society », *Nature Reviews Neuroscience*, n° 4, p. 149-153.

MORI (2001), *The Role of Scientists in Public Debate : Summary of Findings*, Londres : Wellcome Trust.

MORIN E. (1990), *Science avec conscience*, Paris : Fayard - Seuil.

MORIN E. et PIATTELLI-PALMARINI M. (1974), *L'unité de l'homme, tome 2, Le cerveau humain*, Paris : Le Seuil, coll. « Points ».

MORRIER C. (1994), *Samara : une impossible synthèse entre économie et culture scientifique ?*, Mémoire DEA Didactique (Option Muséologie des Sciences et des Techniques). Université de Lyon (Co-encadrement par P. Clément et M. Laigneau).

MOSCOVICI S. (1981 [1976]), *La psychanalyse, son image et son public*, Paris : Presses universitaires de France.

MOSCOVICI S. (1989), « Des représentations collectives aux représentations sociales : éléments pour une histoire », *in* : D. Jodelet, éd., *Les représentations sociales*, Paris : Presses Universitaires de France, p. 62-86.

NATALI J.-P. (2000a), « La douleur au-delà des maux, une exposition de la Cité des Sciences et de l'Industrie », *La lettre de l'Office de Coopération et d'Information Muséographique*, n° 31, p. 10-14.

NATALI J.-P. (2000b), « L'intégration de protocoles délibératifs dans les dispositifs de la médiation muséale des sciences set des techniques », *in : Les cahiers de JERICOst,1998-2000, n°3, Méthodes et conduites du débat public*, IUT de Tours.

NATALI J.-P. (2001), « Le développement des conférences, colloques, débats dans les centres de culture scientifique », *Quaderni*, n° 46, hiver 2001-2002, p. 63-177.

NDIAYE V. et CLÉMENT P. (1998), « Analyse des conceptions d'élèves - professeurs au Sénégal, sur le cerveau : prégnance du dualisme cartésien ? », *Liens*, n° 1, p. 3-15.

NELKIN D. (1995), *Selling science. How the press covers science and technology*, New York : W. H. Freeman & Co.

NELKIN D. et LINDEE S. (1998), *La mystique de l'ADN. Pourquoi sommes-nous fascinés par le gène ?*, Paris : Belin Débats.

NONNON E. (1996), « Quels outils se donner pour lire la dynamique des interactions ? », *Enjeux*, n° 30-40, p. 12-42.

ORANGE C. (2003), « Débat scientifique dans la classe. Problématisation et argumentation : le cas d'un débat au cours moyen », *Aster*, n° 37, p. 83-107.

OSBORNE J. *et al.* (2001), « Enhancing the quality of argument in school science », *School Science Review*, n° 82, p. 63-70.

OURISSON G. (2002), *Rapport sur la désaffection des étudiants pour les études scientifiques*, Paris : Ministère de l'Education nationale.

PATRONIS T., POTARI D. et SPILIOTOPOULOU V. (1999), « Students' argumentation in decisionmaking on a socio-scientific issue : Implications for teaching », *International Journal of Science Education*, n° 21, p. 745-754.

PAVLOV I. P. (1954), *Œuvres choisies*, Moscou : Editions de l'académie des sciences d'URSS.

PAVLOV I. P. (1961), *La psychopathologie et la psychiatrie. Œuvres choisies*, Moscou : Editions de l'académie des sciences d'URSS.

PERELMAN C. et OLBRECHT-TYTECA L. (1988 1958), *Traité de l'argumentation. La nouvelle rhétorique*, Bruxelles : Editions universitaires de Bruxelles.

PERKINS D. N., FARADY N. et BUSHEY N. (1991), « Everyday reasoning and the roots of intelligence », *in* : J. F. Voss, D. N. Perkins et J. W. Segal, éd., *Informal Reasoning and Education*, Hillsdale, NJ : Erlbaum, p. 83-105.

PETERFALVI B. (1997), « Les obstacles et leur prise en compte didactique », *Aster*, n° 24, p. 3-11.

PIAGET J. (1976), *Psychologie et pédagogie*, Paris : Denoël.

POLINE J.-B. *et al.* (2005), « Quelle confiance accorder aux images du cerveau en action ? », *Pour la science*, n° 338, p. 138-142.

PORCHET M. (2002), *Rapport à l'attention de Monsieur le Ministre de l'Education nationale sur les jeunes et les études scientifiques*, Lille : Ministère de l'Education nationale - Université des sciences et technologies, Lille 1.

PROCHIANTZ A. (1989), *La construction du cerveau*, Paris : Hachette.

PROCHIANTZ A. (1997), *Les anatomies de la pensée : À quoi pensent les calamars ?*, Paris : Odile Jacob.

PURVES D. *et al.* (1999), *Neuroscience*, Paris : De Boeck Université.

QUERÉ F. (2001), *Conscience et neurosciences*, Paris : Bayard.

RAICHVARG D., JACQUES J. (1991), *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation scientifique*, Paris : Le Seuil.

RASSE P. (1999), *Les musées à la lumière de l'espace public*, Paris : L'Harmattan.

RATCLIFFE M., GRACE M. (2003), *Science education for citizenship. Teaching socio-scientific issues*, Maidenhead - Philadelphia : Open University Press.

RIZZOLATI G. *et al.* (1996), « Premotor cortex and the recognition of motor actions », *Cognitive Brain Research*, n° 3, p. 131-141.

ROBERT C.-N., SARDI M. (1996), « Modeste note sur une note qui l'est moins, Notes sur les chiffres de la délinquance », *Pénombre, La lettre grise*, n° 1, p. 1-6.

ROQUEPLO P. (1974), *Le partage du savoir. Science, culture, vulgarisation*, Paris : Le Seuil.

ROQUEPLO P. (1997), *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*, Paris : INRA Editions.

ROSENZWEIG M. R., LEIMAN A. L. et BREEDLOVE S. M. (1998), *Psychobiologie*, Paris : De Boeck Université.

ROUSSEAU J.-J. (1971 [1754]), *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes, Discours sur les sciences et les arts*, Paris : Flammarion.

SADLER T. D. (2004), « Informal reasoning regarding socioscientific issues : A critical review of research », *Journal of Research in Science Teaching*, n° 41, p. 513-536.

SADLER T. D., CHAMBERS F. W. et ZEIDLER D. L. (2004), « Student conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue », *International Journal of Science Education*, n° 26, p. 387-409.

SADLER T. D. et DONNELLY L. A. (2006), « Socioscientific argumentation : The effects of content knowledge and morality », *International Journal of Science Education*, n° 28, p. 1463-1488.

SALOMON J.-C. (1996), « Le racisme scientifique », *Alliage*, n° 28.

SAVY C. (2005), *Comment des enfants de 5 à 11 ans dessinent ce qu'ils ont dans la tête ? Leurs conceptions retrouvent-elles les modèles historiques ?*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I.

SCHAER R. (1993), *L'invention des musées*, Paris : Gallimard.

SCHIELE B. (2005), « Publiciser la science ! Pour quoi faire ? », *in* : I. Paillard, éd., *La publicisation de la science. Exposer, communiquer, débattre, publier, vulgariser. Hommage à Jean Caune*, Grenoble : Presses universitaires de Grenoble, p. 11-51.

SCHIELE B. et KOSTER E. H. (1998), *La révolution de la muséologie des sciences*, Lyon : Presses universitaires de Lyon.

SCLOVE R. (2003 [1995]), *Choix technologiques et choix de société*, Paris : Fondation Charles L. Mayer.

SIGRIST R. (2004), *L'essor de la science moderne à Genève*, Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes.

SIMONNEAUX J. *et al.* (2006), « Multiréférentialité et rationalité dans les "éducation à…" », Villeneuve d'Ascq : IUFM, 12/13 octobre 2006.

SIMONNEAUX L. (1995), *Les biotechnologies de la reproduction animale chez les bovins : approche didactique et muséologique*, Thèse Université Claude Bernard - Lyon 1.

SIMONNEAUX L. (2001), « Role-play or debate to promote students' argumentation and justification on an issue in animal transgenesis », *International Journal of Science Education*, n° 23 (9), p. 903-928.

SIMONNEAUX L. (2003), « L'argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée », *Aster*, n° 37, p. 189-214.

SIMONNEAUX L. (2004), « Impact of the interdiscursive analysis of contradictory discourses on a socioscientific issue on students' argumentation skills », NARST Conference (National Association for Research in Science Teaching), San Francisco.

SIMONNEAUX L. *et al.* (2005), « La perception des sciences par des lycéens est-elle modifiée par la présentation par des chercheurs de leurs travaux ? », Lyon, 12-17 octobre 2005 : Institut national de la recherche pédagogique, p. 347-353.

SIMONNEAUX L. et SIMONNEAUX J. (2004), « Améliorer l'argumentation des élèves dans un débat : un exemple sur les OGM », *IUFM 59-62*, Arras, 17-19 mars 2004 : IUFM Nord-Pas de Calais - Université Lille 3 - E.A. Théodile Lille 3, p. 1-11.

SIMONNEAUX L. et SIMONNEAUX J. (2006), « How do french teachers perceive their role in the teaching of controversial socio-scientific issues ? », NARST Conference (National Association for Research in Science Teaching), éd., San Francisco.

SIMONNEAUX L. (1999), *Les biotechnologies à l'école : un enjeu éducatif pour la formation à la citoyenneté*, Thèse de didactique, Université Claude Bernard - Lyon 1.

SINGER B. (1990), « Histoire de l'étude du comportement animal », *in* : McFarland D., éd., *Dictionnaire du comportement animal*, Université d'Oxford : Robert Laffont, Bouquins, p. 238-468.

SQUIRE L. R. et KANDEL E. R. (2002), *La mémoire : de l'esprit aux molécules*, Paris : De Boeck Université.

THOMSON J. A. *et al.* (1998), « Embryonic Stem Cell Lines Derived from Human Blastocysts », *Science*, n° 282, p. 1145-1147.

TOULMIN S. (1958), *The uses of argument*, Cambridge : Cambridge University Press.

TRABELSI CHALGOUMI N. (2006), *Impact de deux situations-débats sur la construction des connaissances et la prise de décision d'élèves tunisiens au sujet d'un savoir relatif au génie génétique : le dépistage prénatal de la drépanocytose*, Université Le Mirail - Toulouse 2 et Université des lettres, arts et sciences sociales - Tunis 1.

TREVARTHEN C. (1993), « Section médiane du cerveau et esprit », *in* : Gregory Richard L., éd., *Le cerveau, un inconnu, dictionnaire encyclopédique*, Paris : Robert Laffont, p. 1199-1209.

TRIQUET E. (1993), *Analyse de la genèse d'une exposition de science. Pour une approche de la transposition didactique*, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon I.

TRIQUET E. et CLÉMENT P. (1990), « Confrontations d'imaginaires lors de la genèse d'une exposition scientifique », A. Giordan, J. L. Martinand et C. Souchon, éd., Chamonix : Université Paris Sud, p. 93-100.

URGELLI B. (2007), « Le changement climatique : une question socio-scientifique médiatisée; Comment la prendre en charge dans l'enseignement ? », Actes des 28è Journées Internationales sur la Communication, l'Éducation et la Culture Scientifiques et Industrielles, « École, culture et actualités des sciences et des techniques », Chamonix, 27 avril 2007.

URGELLI B. (2004), *Mémoire de DEA. Réforme 2000 des sciences de la Terre : le concept d'effet de serre en classe de seconde. Entre savoir savant et savoir enseigné*, Université Lumière Lyon II, Laboratoire Interactions Corpus Apprentissages Représentations.

VAN BLYENBURGH N. H. (1989), *Une étude du décalage entre les connaissances du public et le savoir scientifique en biologie humaine : évaluation des conceptions, analyse des obstacles et réalisation d'aides didactiques*, Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'université de Genève.

VARELA F. J. (1996), *Invitation aux sciences cognitives*, Paris : Le Seuil, coll. « Points Sciences ».

VESCOVI A. *et al.* (1999), « bFGF regulates the proliferative fate of unipotent (neuronal) and bipotent (neuronal/astroglial) EGF-Generated CNS Progenitor Cells », *Neuron*, n° 11, p. 951-966.

WILKIE A. O. M. (2001), « Genetic prediction : what are the limits ? », *Studies on History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences*, n° 32, p. 619-633.

WITKOWSKI N. (2001), *Dictionnaire culturel des sciences*, Paris : Editions du Regard.

WOLINSKY E. et WAY J. (1990), « The behavioural genetics of Caenorhabditis elegans », *Behavior Genetics*, n° 20, p. 169-189.

WOOSLEY T. A., WANN J. R. (1976), « Areal changes in mouse cortical barrels following vibrissal damage at different postnatal ages », *Journal of comparative neurology*, n° 170, p. 53-66.

ZEIDLER D. L. (1984), « Moral issues and social policy in science education : Closing the literacy gap », *Science Education*, n° 68, p. 411-419.

ZOHAR A. et NEMET F. (2002), « Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemnas in human genetics », *Journal of Research in Science Teaching*, n° *39*, p. *35-62*.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma du darwinisme neuronal, une théorie sélectionniste de la fonction cérébrale (d'après Edelman, 1994) 31

Figure 2 : Tableau de statistiques de Candolle portant sur la criminalité et les « habitudes d'économie » des « populations étrangères » de Genève (d'après Candolle, 1837) 76

Figure 3 : Planche La perception visuelle selon Descartes, (1637).....96

Figure 4 : Schéma des conceptions de futurs enseignants sur le déterminisme génétique du phénotype (d'après Forissier et Clément, 2000).....98

Figure 5 : Conceptions de jeunes enfants sur le cerveau.....100

Figure 6 : Une illustration du modèle du « cerveau-muscle », convoqué par les adolescents.....101

Figure 7 : Éléments pour une analyse didactique comparée de quatre expositions sur le cerveau.....105

Figure 8 : Affiches de présentation des quatre expositions sur le cerveau retenues.....108

Figure 9 : L'organisation des réseaux neuronaux et les fonctions sensorielles et motrices au niveau cérébral. (Section « Human biology, Natural History Museum de Londres).....109

Figure 10 : les données de neuroimagerie, une constante des expositions récentes sur le cerveau, au service de la présentation du paradigme neuropsychologique 112

Figure 11 : la neuroplasticité, un objectif/obstacle didactique identifié dans l'exposition « Milles cerveaux milles mondes » (MNHN) 114

Figure 12 : Taille de l'encéphale : perspectives phylogénétiques et ontogénétiques 117

Figure 13 : La phrénologie, une des facettes de l'histoire des sciences du cerveau la plus souvent abordée dans les expositions 117

Figure 14 : Protocole de débat sciences société *Hippocampe* (différentes sessions) 177

Figure 15 : Les participants aux débats, données sociologiques et expérience de pratique du débat argumenté 181

Figure 16 : Graphique présentant la qualité de définitions des cellules souches proposées par les lycéens dans les pré et post tests.....194

Figure 17 : Graphique présentant la répartition des prises de décision des adolescents**,** formalisées suite à la question :"Êtes vous favorable à la recherche scientifique sur les cellules souches embryonnaires humaines dès 2005 ?" (Témoin versus Contextualisé).....196

Figure 18 : Graphique présentant l'occurrence des arguments des participants ayant un avis partagé quant à l'utilisation des CSE humaines à des fins de recherche (Témoin versus Contextualisé).....201

Figure 19 : Graphique présentant la répartition des prises de décision des adolescents**,** formalisées suite à la question : « Êtes vous favorables à l'utilisation thérapeutique, chez l'homme, dès 2005, des cellules souches embryonnaires humaines ? » (Témoin versus Contextualisé).....202

Figure 20 : Critères de quantification des échanges pour les deux débats 210

Figure 21 : Tableau résumant la dynamique du débat argumenté entre élèves en situation témoin ...212

Figure 22 : Tableau résumant la dynamique du débat argumenté entre élèves en situation contextualisée 213

Figure 23 : Exemple d'épisode argumentatif relatif à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (groupe témoin) 217

Figure 24 : Exemple d'épisode argumentatif relatif à l'utilisation thérapeutique des CSE humaines (groupe contextualisé) 218

Figure 25 : Exemple d'épisode argumentatif relatif au statut de l'embryon.....224

Figure 26 : La distorsion épistémologique de l'information scientifique (schéma, d'après Labasse, 1999).....260

Figure 27 : Carte conceptuelle des connaissances scientifiques présentées par les chercheurs 304

Figure 28 : Schéma des éléments pris en compte pour caractériser la nature des sciences dans les discours des chercheurs 311

Figure 29 : Schéma représentant les différentes postures adoptées pour communiquer les relations entre recherche et applications thérapeutiques.....317

Figure 30 : Schéma des représentations des différents chercheurs concernant les relations entre connaissances (C) et opinions (O).....337

ANNEXES

Les annexes sont disponibles sous forme numérique (format PDF). Elles peuvent être téléchargées à l'adresse suivante : http://www.hippocampe.info/actualites.html
ou demandées à l'auteur : molinatti@inmed.univ-mrs.fr

Elles regroupent l'ensemble des retranscriptions des rencontres entre chercheurs et lycéens ainsi que des deux débats entre lycéens analysés. En voici la liste :

Annexe 1 :
Consultation Neuroscientifique NS1 18/ 05 / 2004 (21 pages)

Annexe 2 :
Consultation Neuroscientifique NS2 12 / 01 / 2005 (12 pages)

Annexe 3 :
Consultation Neuroscientifique NS3 18 / 01 / 2005 (12 pages)

Annexe 4 :
Consultation Neuroscientifique NS4 08 / 03 / 2005 (16 pages)

Annexe 5 :
Consultation Neuroscientifique NS5 15 / 03 / 2005 (20 pages)

Annexe 6 :
Consultation Neuroscientifique NS6 11 / 05 / 2005 (19 pages)

Annexe 7 :
Consultation Neuroscientifique NS7 18 / 05 / 2005 (15 pages)

Annexe 8 :
Débats élèves dernière session Groupe Témoin Lycée Perrier 12 / 01 / 2005 (11 pages)

Annexe 9 :
Débats élèves dernière session Groupe Contextualisé Lycée Perrier 12 / 01 / 2005 (18 pages)

Annexe 10 :
Lettre de présentation du protocole de débats Enseignants (1 page)
Lettre de présentation du protocole de débats Responsable d'Association de Malades (1 page)
Lettre de présentation du protocole de débats Scientifiques (1 page)

Annexe 11 :
Formulaire d'autorisation d'enregistrement (1 page)

Médiation des sciences du cerveau

Approche didactique et communicationnelle de rencontres
entre neuroscientifiques et lycéens

RESUME

Cette recherche concerne la médiation des neurosciences, caractérisée par la rencontre entre chercheurs et lycéens, dans le cadre de débats sciences et société. L'étude historique des sciences du cerveau et de leurs usages sociaux permet de valider un modèle de continuité entre le registre de la connaissance et celui de l'opinion. Ce modèle est mobilisé pour analyser l'expérience de médiation retenue, selon deux perspectives de recherche.

La première approche utilise le cadre de la didactique des questions socio-scientifiques pour évaluer le protocole de débats mis en œuvre. Ce dernier est l'occasion pour les élèves d'acquérir des connaissances scientifiques auxquelles ils donnent sens. Leur argumentation repose généralement sur une idéologie du progrès scientifique ; ce qui a été expliqué par des effets de contexte et de protocole. Cependant, la contextualisation des débats par la consultation concomitante d'un responsable d'association de malades permet de modérer ces effets. Elle se traduit par un développement des compétences argumentatives des élèves.

La seconde approche s'appuie sur le modèle du continuum de sociodiffusion des sciences. Les discours de communication de sept neuroscientifiques sont analysés de manière comparée, à la lumière de leurs représentations des relations entre connaissances et opinions et des relations entre sciences et société. Le modèle convoqué permet d'atteindre les procédés de reformulation, dans lesquels se rencontrent des normes scientifiques et des normes sociales. Par ailleurs, des paradoxes sont relevés dans les postures de communication des chercheurs.

Les intérêts et les limites de la mobilisation de deux approches divergentes dans leurs intentions de recherche, l'une praxéologique, l'autre descriptive, sont discutés.

MOTS CLES : neurosciences, médiation, débat, neuroscientifiques, lycéens, questions socio-scientifiques, opinions, connaissances, argumentation.

ABSTRACT

This research deals with neurosciences communication at meetings between scientists and students engaged in science and society debates. Examination of the history of brain sciences has allowed us to validate a continuity model that describes the relationship between scientific knowledge and opinion. We then use this model to analyze the mediation experience, following two different ways.

The first approach is a didactical analysis using the socio-scientific issues theoretical framework to evaluate the debate protocols. The students gain knowledge because they were engaged in meaningful learning. The students' argumentation demonstrates their internalization of scientific progress ideology, because of the protocol and context effects. However, the contextualization of these debates through consultation with a representative of a society for neurodegenerative disease moderate these effects and the students' argumentation skills are enhanced.

The second approach is a communication analysis based on sciences socio-diffusion model. Seven neuroscientists' discourses are compared in the light of their social representation of knowledge/opinion and science/society relationships. Our use of the continuum model reveals rephrasing processes, in which we found social and scientific norms interacting. In addition, we describe paradoxes between the researchers' public presentation and their private views.

Advantages and limitations of using two divergent approaches are discussed.

KEY WORDS: neurosciences, communication, debate, neuroscientists, students, socio-scientific issues, opinions, knowledge, argumentation.