

Pierre Breton, Professeur de SVT, formateur,
Lycée Henri Wallon, Valenciennes
Académie de Lille

Utilisation du logiciel Eduanatomist

EduAnatomist est un logiciel de visualisation d'images de neuroimagerie. Les images utilisables sont celles de la banque neuropéda. Les images de cette banque sont libres de droits mais leurs auteurs doivent être cités.

Données techniques

Matériel nécessaire : salle informatique avec ou sans connexion Internet.

Pour télécharger eduanatomist : <http://www.pentila.com/produits/eduAnatomist-product>

La banque d'images neuropéda est accessible en ligne mais peut aussi être téléchargée. On peut alors charger les images à partir du serveur de l'établissement ou directement depuis le disque dur de l'ordinateur.

Adresse de téléchargement de neuropéda :

http://acces.inrp.fr/acces/ressources/neurosciences/Banquedonnees_logicielneuroimagerie/telechargement-dune-partie-de-la-banque-neuropeda

La banque est téléchargée dans un format de compression que l'on peut décompresser avec un logiciel gratuit, comme 7-zip, téléchargeable à cette adresse :

http://www.01net.com/windows/Utilitaire/compression_et_decompression/fiches/4035.html

Remerciements à Madame Françoise Jauzein, de l'INRP, pour l'aide précieuse qu'elle a apporté.

Proposition d'activités

Les activités proposées s'intègrent dans la partie « La part du génotype et la part de l'expérience individuelle dans le fonctionnement du système nerveux » du programme de première S.

Notions développées : L'information sensorielle générée à la périphérie est transmise au cortex sensoriel.

Dans le cortex somatosensoriel, chaque territoire de l'organisme est représenté. Cette représentation est déformée par rapport à la surface des territoires corporels.

Des modifications de l'activité neuronale à la périphérie régulent l'organisation dynamique du cortex. Elles se traduisent par un remodelage des connexions synaptiques, témoin de la plasticité neuronale. La neuroplasticité est une propriété générale du système nerveux central.

Compétence B2i développée : Créer, produire, traiter, exploiter des données.

Ecrire un document numérique : je sais créer et modifier un document numérique composite transportable et publiable.

I) Proposition d'activité élève utilisant la visualisation d'images anatomiques

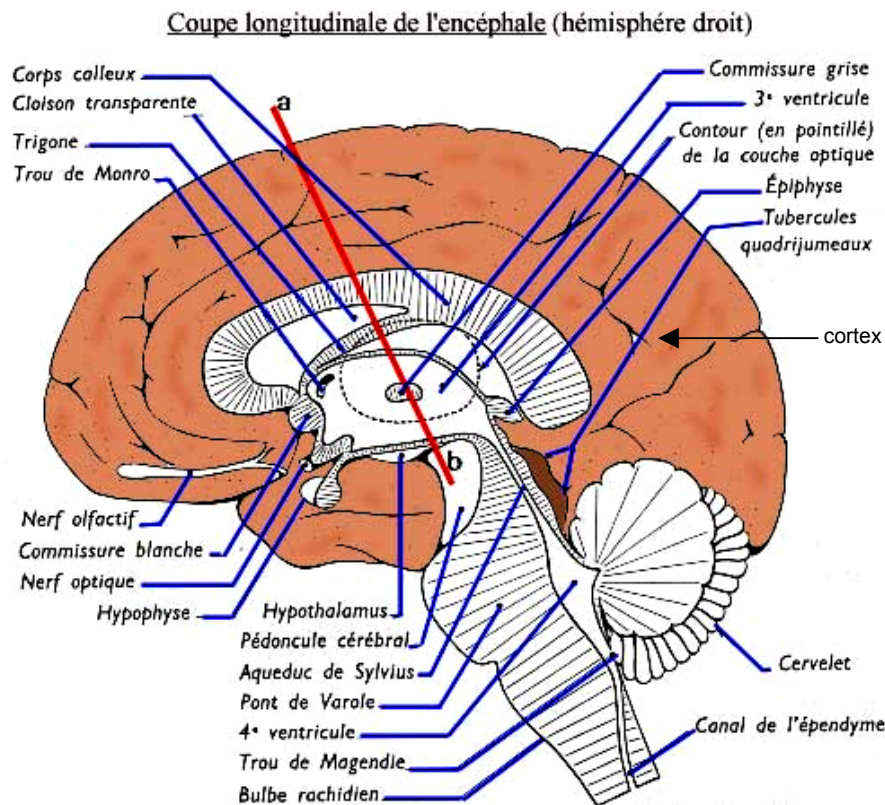
Cette activité peut être couplée à une « dissection » (coupe longitudinale et transversale) d'un encéphale frais et givré, par exemple de mouton.

Les images utilisables avec eduanatomist sont accessibles depuis le disque dur de l'ordinateur par le chemin C:\Program Files\EduAnatomist\Documentation

Dans la banque d'images anatomiques, chargez l'image AnatomieSujet1211a.

Q1 : A l'aide du schéma anatomique ci-dessous, repérez sur la coupe sagittale les structures suivantes : Cortex, Corps calleux, Cervelet, Bulbe Rachidien, Hypothalamus, Hypophyse.

Q2 : Sauvegardez cette image. Insérez la dans une page texte et annotez les structures identifiées à la question précédente.



Source : www.medicine-et-sante.com

Des images 3D (Maillage 3D...) construites à partir de l'anatomie du sujet 1211a peuvent être superposées à l'image anatomique. Elles permettent de visualiser les deux hémisphères indépendamment (avec une distinction substance blanche / grise).

Les images « Maillage3D » disponibles sont les suivantes :

- Maillage3DHemisphereDroitSujet1211a.mesh
- Maillage3DHemisphereDroitSubstanceBlancheSujet1211a.mesh
- Maillage3DHemisphereGaucheSujet1211a.mesh
- Maillage3DHemisphereGaucheSubstanceBlancheSujet1211a.mesh

Origine des images : Rivière Denis, Commissariat à l'Énergie Atomique / Service Hospitalier Frédérique Joliot. Orsay.

Q3 : A partir de la superposition d'images 3D judicieusement choisies, localisez la substance grise au niveau d'un hémisphère cérébral. Vous répondrez dans la page texte réalisée à la Q2 en présentant la démarche utilisée.

II) Proposition d'activité élève utilisant la visualisation d'images fonctionnelles

L'acquisition des données de neuroimagerie fonctionnelle repose sur des mesures de débit sanguin cérébral (plus précisément sur des variations locales de débit sanguin et d'oxygénation cérébrale via l'évaluation de la concentration en oxyhémoglobine).

Pour obtenir ces images, le protocole le plus simple consiste à acquérir une série d'images en condition ON (tâche sensorielle ou motrice par exemple) et une série en condition OFF (sans stimulation ou sans mouvement). A partir des images moyennes obtenues dans chaque condition, on construit alors une image de différence. cette image est appelée calque fonctionnel. Le calque fonctionnel est ensuite superposé à l'image anatomique correspondante pour une interprétation des régions cérébrales statistiquement actives.

Le réglage du seuil de visualisation permet de mettre en évidence les zones du cerveau statistiquement plus actives entre les conditions ON et OFF.

Dans la banque d'images fonctionnelles, chargez l'image SomatotopieAnatomieIndividu131210.

Q : En superposant à cette image anatomique trois calques fonctionnels judicieusement choisis, vous montrerez :

- a) que l'information sensorielle générée à la périphérie est transmise au cortex.
- b) Qu'au niveau du cortex, chaque territoire de l'organisme est représenté par une région donnée.

Votre réponse sera rédigée dans une page texte à l'intérieur de laquelle vous insérerez les images obtenues.

Le tableau ci-dessous présente les calques fonctionnels disponibles pour des stimulations tactiles ainsi que la sensibilité du seuil de visualisation à appliquer pour chaque image.

Territoire corporel stimulé	image	sensibilité du Seuil de visualisation
langue	SomatotopieFonctionnelLangue131211	Inf : 80 Sup : 100
Index droit	FonctionnelSomatotopieIndexdroit131212	Inf : 80 Sup : 100
Pouce droit	FonctionnelSomatotopiePoucedroitSujet131213	Inf : 80 Sup : 100
Auriculaire droit	FonctionnelSomatotopieAuriculairedroitSujet131214	Inf : 80 Sup : 100
Coude droit	FonctionnelSomatotopieCoudedroitSujet131215	Inf : 80 Sup : 100
Pied droit	FonctionnelSomatotopiePieddroitSujet131216	Inf : 80 Sup : 100

Origine des images : Anton Jean-Luc, Centre d'Imagerie par Résonance Magnétique Nucléaire fonctionnelle, CHU la Timone. Marseille

III) Proposition d'activité élève permettant de mettre en évidence la plasticité du système nerveux central

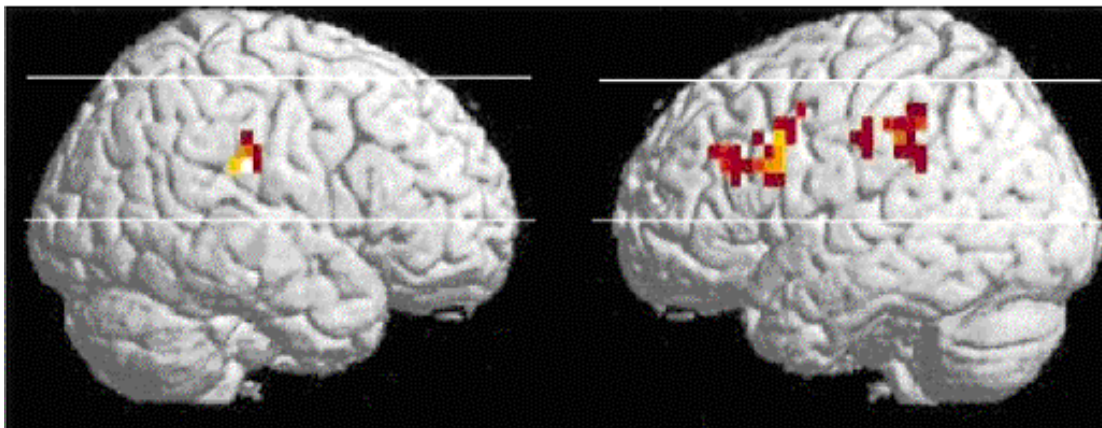
Description du cas clinique

Le sujet 13212 a développé, à l'âge de 5 ans et 6 mois, après un développement normal du langage, une épilepsie dont le foyer a été localisé dans l'hémisphère gauche. Cette forme d'épilepsie appelée syndrome de Rasmussen se traduit par de très nombreuses crises invalidantes et entraînant l'apparition progressive d'une atrophie corticale, d'une hémiplégié et d'un retard de développement cognitif.

Document 1 : Une première étude (dite pré-chirurgicale) a été menée alors que le sujet était âgé de 6 ans et 9 mois. Elle consistait en un ensemble de tests neuropsychologiques (Test de QI, production et répétition de mots, diction, compréhension sémantique et syntaxique, lecture...). Bien que présentant des signes de désordre comportemental et de négligence droite, le sujet avait alors une scolarité normale, il pouvait lire, écrire et compter. Un mois plus tard une IRM fonctionnelle a été réalisée.

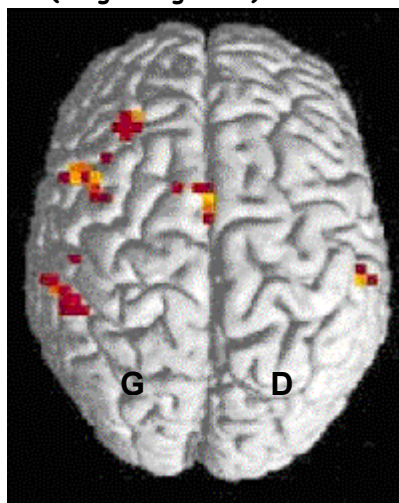
Après acquisition des images anatomiques, les images fonctionnelles ont été obtenues selon un protocole d'activation dite en bloc (alternance de conditions d'activation et de condition de repos). Le sujet a été entraîné aux conditions d'activation avant la procédure IRMf. La capacité à générer des mots se rapportant à des catégories concrètes (animaux, couleurs) a été testée durant deux périodes d'activation d'une durée de 60 secondes chacune, séparées par trois périodes de repos de même durée durant laquelle il était demandé au sujet d'arrêter de penser aux mots. Ce protocole expérimental a été répété deux fois.

Les images fonctionnelles obtenues sont présentées ci-dessous.



En rouge et jaune les aires cérébrales activées lors des tâches de langage

Vues latérales de l'hémisphère droit (image de gauche) et de l'hémisphère gauche (image de droite).



Vue de dessus des deux hémisphères (G=gauche, D=droit).

Origine des images : Hertz-Pannier Lucie, Laboratoire de recherche biomédicale (LBIOM), CEA-Saclay. Gif-sur-Yvette cedex. Chiron Catherine, INSERM U663, département de radiologie pédiatrique, Hôpital Necker - Enfants Malades. Paris.

Document 2 : De 7 ans à 9 ans, les capacités cognitives du sujet se sont détériorées en raisons de crises d'épilepsies pluri quotidiennes. La résistance de l'épilepsie aux traitements médicamenteux classiques a amené l'équipe médicale à envisager une opération chirurgicale visant à déconnecter anatomiquement une partie de l'hémisphère gauche. L'équipe médicale était réservée quand à cette déconnexion de l'hémisphère dominant (gauche) car la période critique de développement du langage chez l'enfant est classiquement fixée à 6 ans.

L'opération a été réalisée alors que le sujet était âgé de 9 ans. Après l'opération le sujet pouvait marcher malgré une hémiparésie droite persistante mais il avait perdu complètement ses capacités à lire et à compter (aphasie et alexie). Trois mois après l'opération le sujet avait récupéré des capacités de compréhension sémantiques équivalentes à celles qu'il avait à l'âge de six ans et il pouvait prononcer quelques mots, compter jusqu'à six mais sans être capable de lire. Après avoir été admis dans une école spécialisée (réhabilitation orthophonique) à l'âge de 10 ans. Six mois plus tard, c'est à dire un an et demi après l'opération, une nouvelle série de test neuropsychologiques a été réalisée. Malgré un score de QI verbal relativement bas, le sujet était à nouveau capable de construire des phrases courtes de nommer des images, de lire certains mots et de réaliser des opérations simples. Une étude en IRMf (dite post chirurgicale) a alors été réalisée pour localiser les régions nouvellement impliquées dans le langage.

Les images disponibles sont les suivantes :

Protocole d'obtention de l'image	image	sensibilité du Seuil de visualisation
Image anatomique	AnatomieLangagePlasticiteEpilepsieSujet132120	
générer des mots se rapportant à des catégories concrètes	FonctionnelLangagePlasticiteGenerationMots132122	Inf : 70 Sup : 100
générer une phrase simple contenant un mot précis.	FonctionnelLangagePlasticiteGenerPhraseSujet132123	Inf : 70 Sup : 100
écouter attentivement des phrases simples	FonctionnelLangagePlasticiteEcoutePhraseSujet132121	Inf : 70 Sup : 100

*Origine des images : Hertz-Pannier Lucie, Laboratoire de recherche biomédicale (LBIOM), CEA-Saclay. Gif-sur-Yvette cedex.
Chiron Catherine, INSERM U663, département de radiologie pédiatrique, Hôpital Necker - Enfants Malades. Paris.*

Q1 : A l'aide du document 1, déterminez quel hémisphère cérébral est principalement impliqué dans les fonctions de langage chez cet enfant.

Q2 : A partir de l'utilisation des images du document 2, montrez que, consécutivement à l'opération, la localisation des aires du langage a été modifiée chez cet enfant.

Votre réponse sera rédigée dans une page texte à l'intérieur de laquelle vous insérerez les images obtenues.