

Equipe ACCES Neurosciences

**FORMAVIE 2010**

**LOGICIEL EDUANATOMIST**

# Programmes actuels et contenus

## Programme de 1<sup>ère</sup> S :

- Référentiel : *Le cortex sensoriel et la plasticité du système nerveux central* (illustration grâce à des images d'activation du cortex somesthésique ou des images de récupération post-lésionnelle)

## Programme de 1<sup>ère</sup> L :

- Référentiel : *Le cerveau : un exemple d'intégration des signaux* (IRM fonctionnelles d'activation du cortex visuel en relation avec la vision des couleurs)

## Programme de 1<sup>ère</sup> ES :

- Référentiel : *Communication nerveuse : drogues et mécanismes de dépendance* (images à acquérir) ; Place de l'homme dans l'évolution (dossier phylogénie en cours de rédaction)

## Programme de Tale S (spécialité) :

- Référentiel : *Parenté entre les êtres vivants actuels et fossiles- Phylogénie-Evolution* (dossier phylogénie en cours de rédaction, images en cours d'acquisition)

# Programmes actuels et contenus

## Secondaire : Filières technologiques

- **Programme de 1<sup>ère</sup> ST2S :**
  - Référentiel : *Organisation du SNC* (anatomie du SNC et orientation des clichés), *activités interdisciplinaires* (toxicomanie...)

## Supérieur

- **DTS IMRT :**
  - Référentiel : *Module Imagerie médicale* (372h) et *module pathologie* (140h)
- **Médecine DCEM<sub>1</sub>**
  - Référentiel : Certificat de Neurologie (module AVC, hémorragie méningées, tumeurs intracrâniennes)

# Bases de l'Imagerie par Résonance Magnétique

- ◆ L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) est une technique non invasive.
- ◆ Elle exploite les propriétés magnétiques des noyaux atomiques.
- ◆ C'est la seule technique qui est sensible à différentes caractéristiques indépendantes des tissus biologiques.

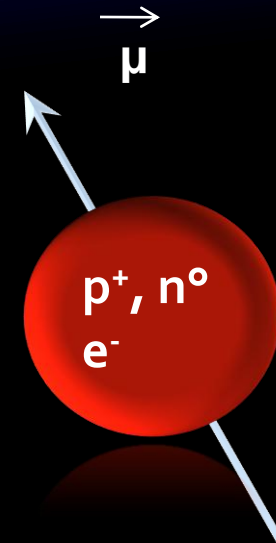
# Bases de l'IRM : les propriétés magnétiques des particules

- Les particules sont des micro-boussoles orientées dans un champ magnétique.
- Cette propriété magnétique intrinsèque, appelée SPIN, est associée au moment cinétique :

$$\vec{\mu} = \gamma \cdot \vec{m}$$

où  $\vec{\mu}$  est le moment magnétique,  $\gamma$  est le rapport gyromagnétique, et  $\vec{m}$  est le moment cinétique.

- Le SPIN nucléaire est la propriété magnétique associée au noyau



# Bases de l'IRM : les noyaux utilisables en RMN

Condition : SPIN non nul  
A impair, Z pair ou impair  
A pair, Z impair

Noyau	SPIN	Abondance naturelle	Rapport Gyromagnétique $\gamma$
$^1\text{H}$	$1/2$	99,98%	42,58MHz/T
$^{31}\text{P}$	$1/2$	100%	17,25
$^{13}\text{C}$	$1/2$	1,11%	10,71
$^{14}\text{N}$	1	99,63%	3,08
$^{19}\text{F}$	$1/2$	100%	40,08

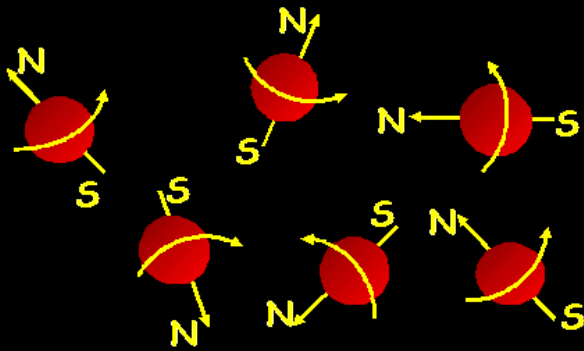
intrinsèques

Administrables

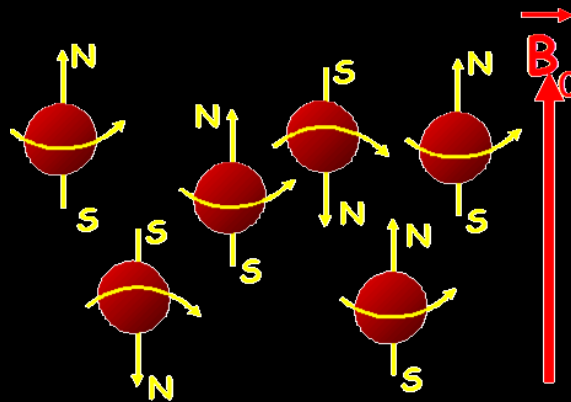
# Bases de l'IRM : la polarisation

Elle se produit lorsqu'on introduit le patient dans l'appareil qui génère un champ magnétique  $B_0$

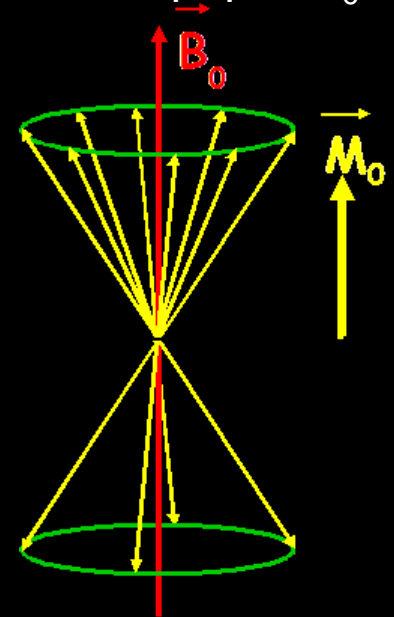
En absence de champ magnétique, les spins s'orientent de manière aléatoire



En présence de champ magnétique, les spins s'orientent parallèlement à  $B_0$ ...



...ou plutôt selon un bicône d'axe  $B_0$ , on a donc un vecteur d'aimantation macroscopique  $M_0$



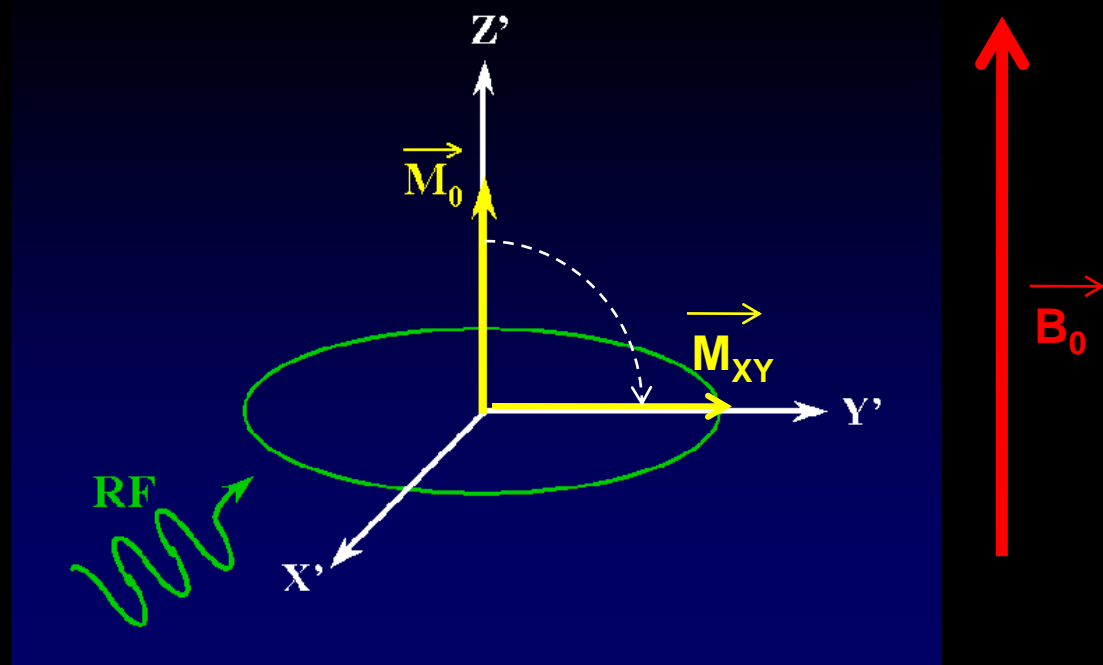
# Bases de l'IRM : la résonance

- On applique une onde radio  $B_1$  = Onde RadioFréquence (RF, électromagnétique) pour perturber le système de spins

- Condition de résonance :

- $B_1$  est perpendiculaire à  $B_0$
- $B_1$  est à la fréquence de résonance des protons

➔ Le vecteur  $M_0$  passe dans le plan transverse.  
(orthogonal à  $B_0$ )



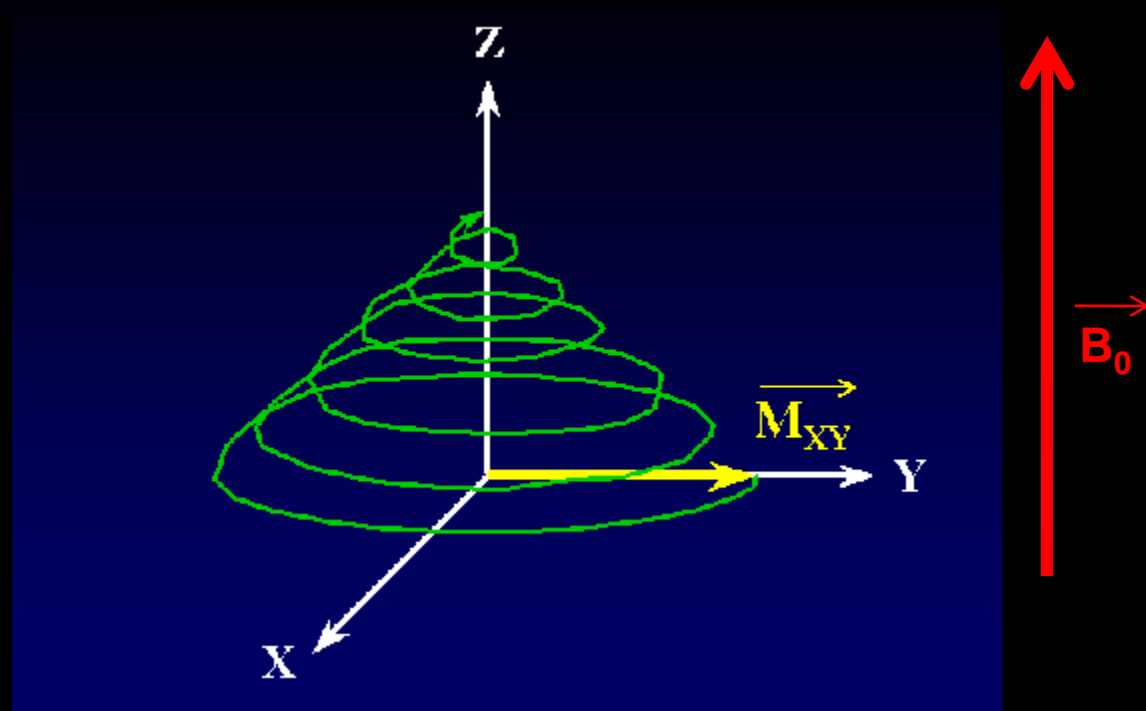


# Bases de l'IRM : la relaxation

Relaxation = retour à l'équilibre du système de spins.

La relaxation débute lorsque la RF s'arrête, elle traduit un échange d'énergie avec le milieu.

→ On enregistre cette relaxation grâce à une antenne de réception placée à proximité de l'échantillon.



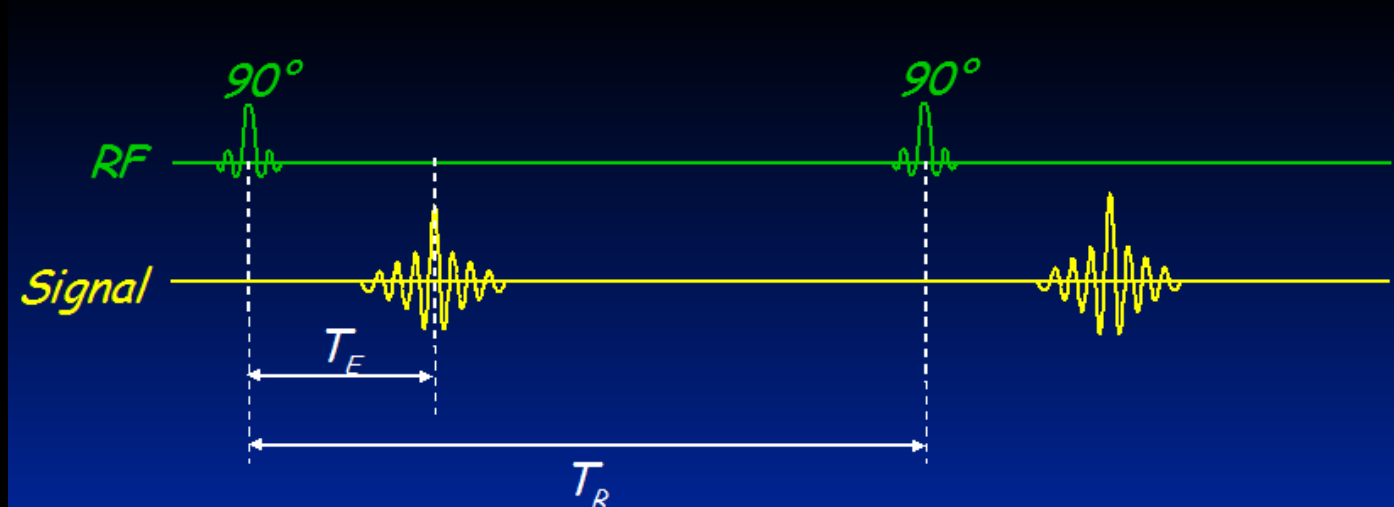
# Bases de l'IRM : Obtention des images.

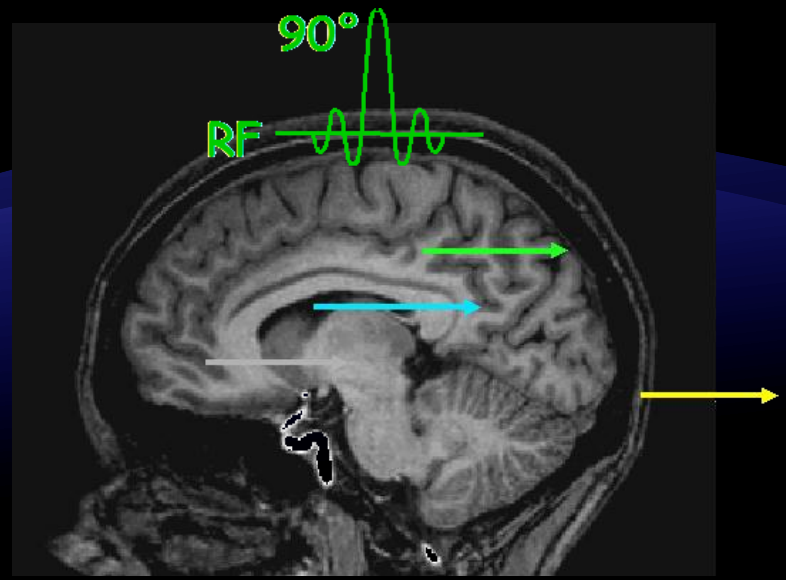
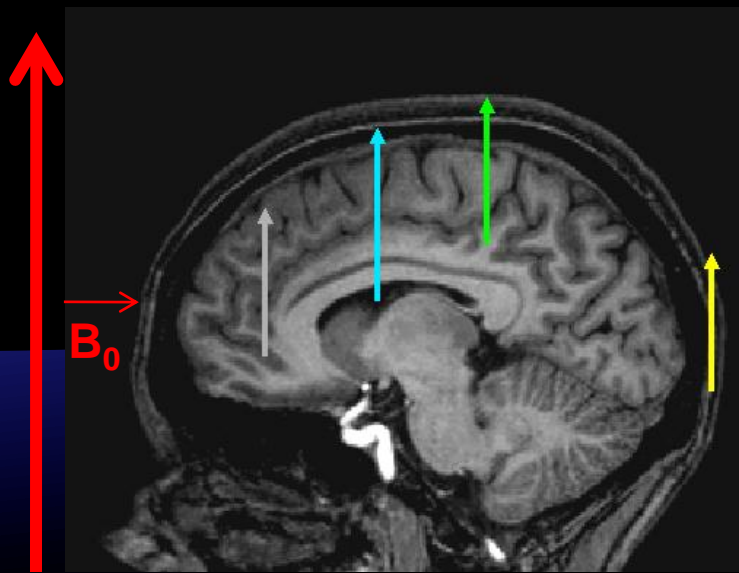
- L'obtention des images IRM est réalisée grâce à des séquences d'impulsion (=partition pour les protons). Chaque séquence est décomposée en :

- Impulsions de radiofréquence
- Impulsions de gradients
- Délais

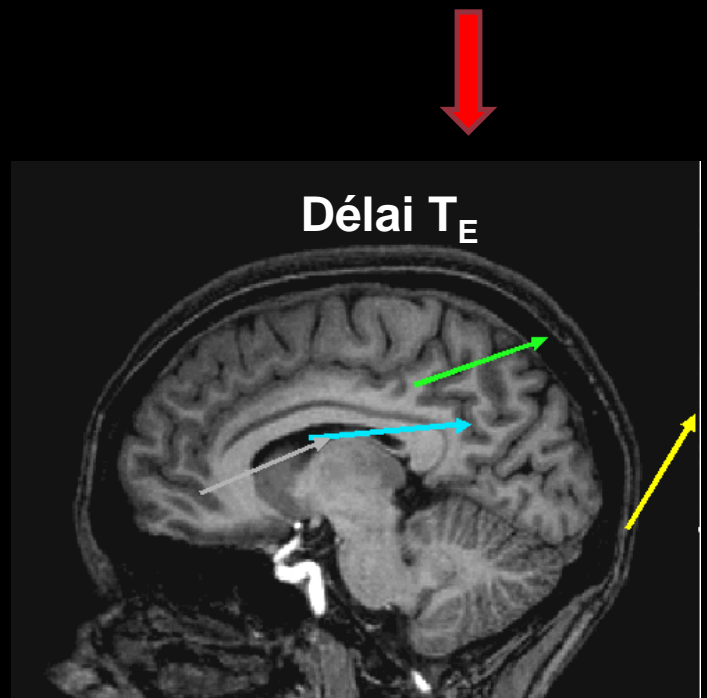
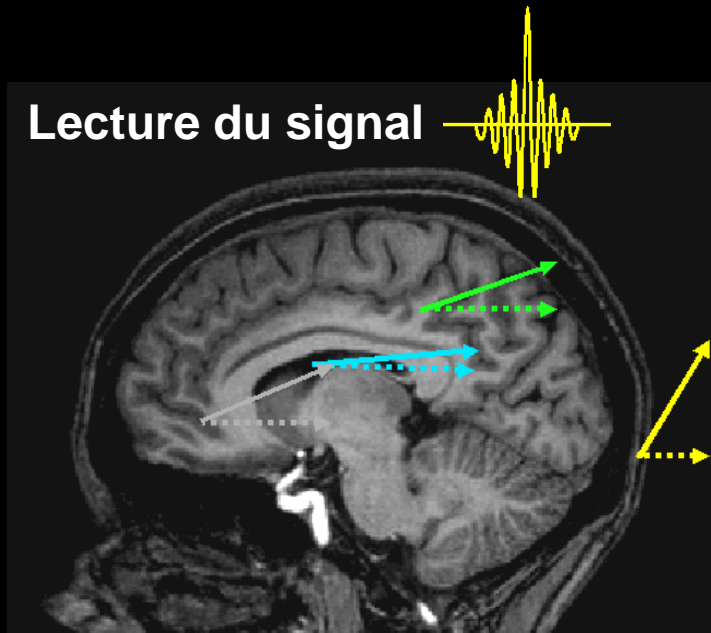
- Le contraste du signal va dépendre du choix des paramètres de la séquence d'imagerie :

- $T_E$  (temps d'écho = délai entre le  $90^\circ$  et le centre de l'écho),
- $T_R$  (temps de répétition = délai entre deux impulsions de  $90^\circ$ ).



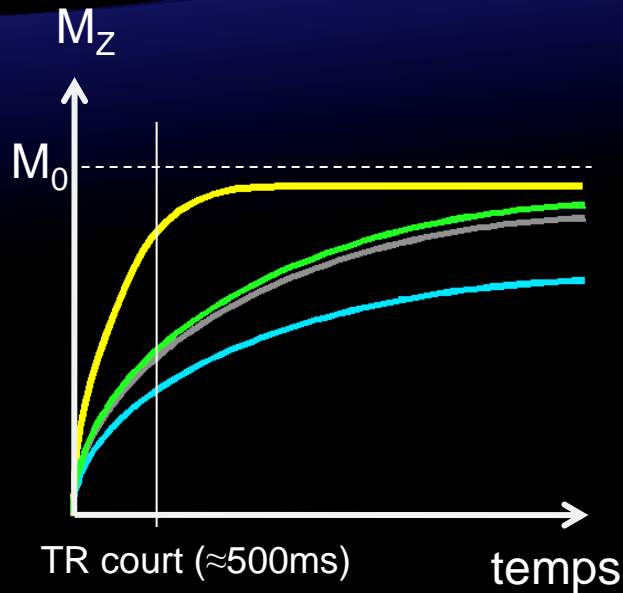


Délai  $T_R$

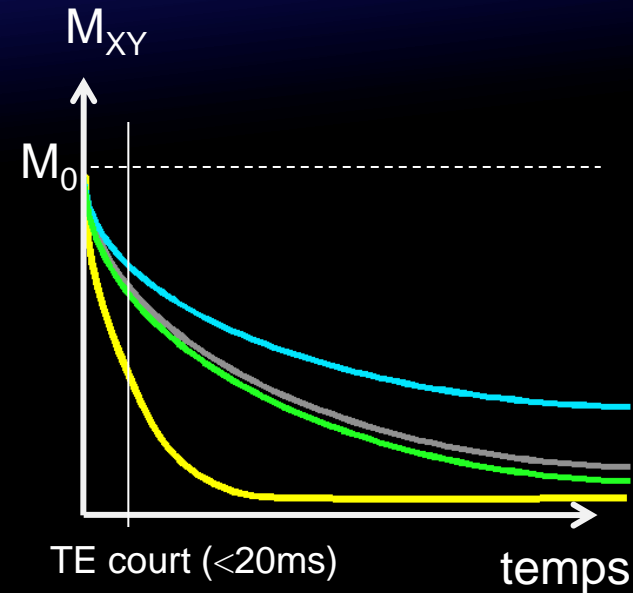


# Bases de l'IRM : La pondération des images

Projection du vecteur M sur l'axe Z en fonction du temps lors de la relaxation.



Projection du vecteur M sur l'axe XY en fonction du temps lors de la relaxation.

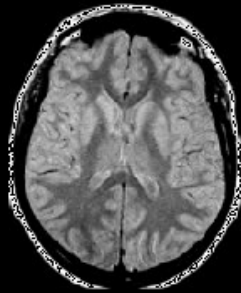


Si l'on utilise un  $T_R$  court et un  $T_E$  court lors de la séquence d'acquisition, on obtient une pondération T1 utilisée pour les images anatomiques.

# Bases de l'IRM : les différents types de pondérations

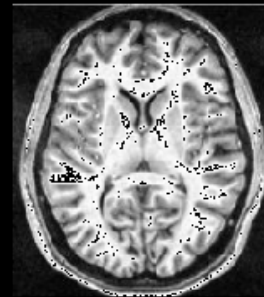
Densité de protons

*Graisse*  
*Eau*  
*MG*  
*MB*  
*Os*



Pondération  $T_1$

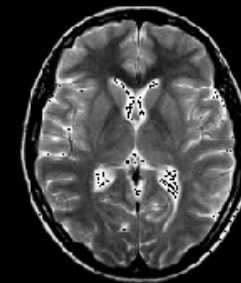
*Os*



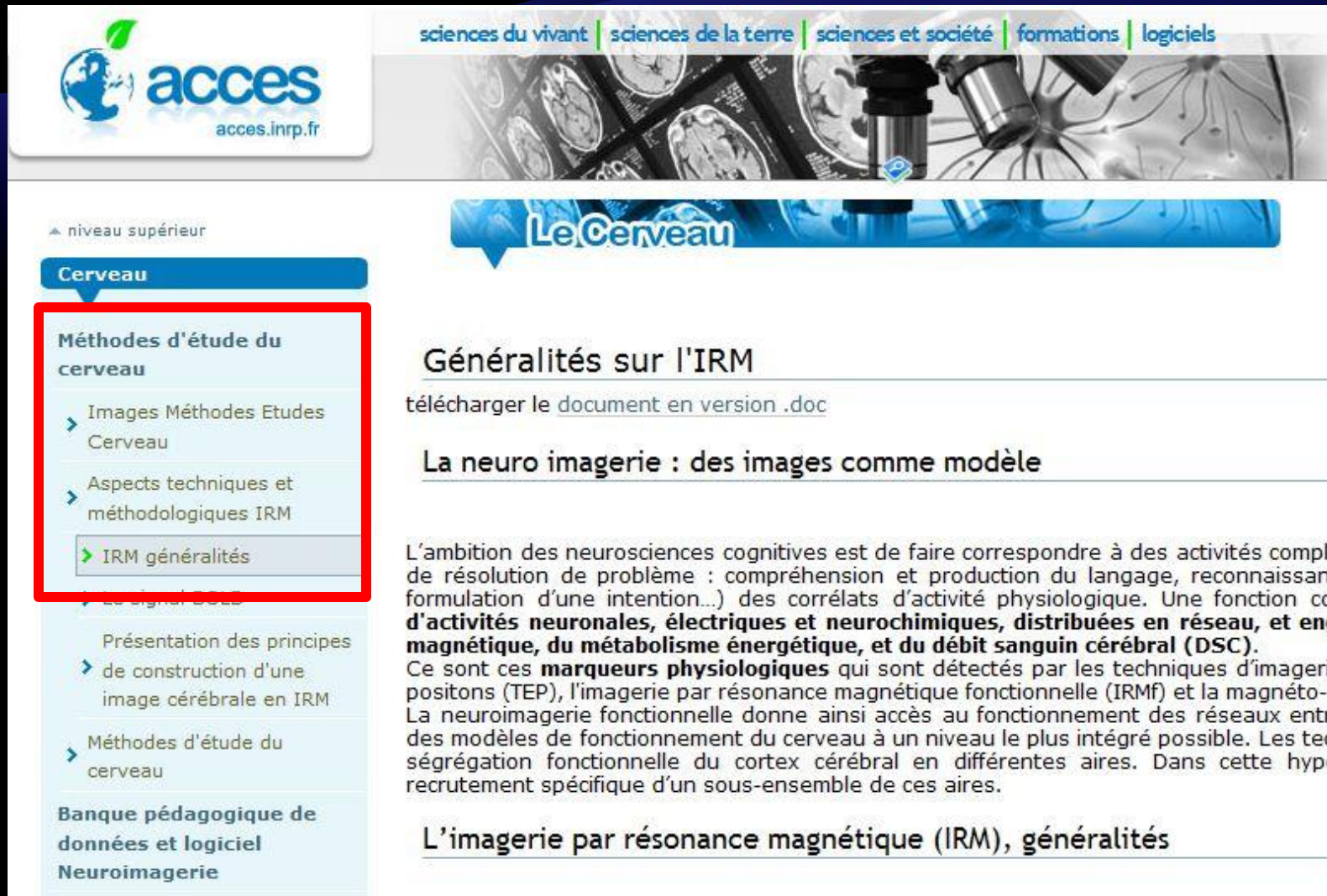
Pondération  $T_2$

*Eau*  
*MG*  
*MB*  
*Graisse*

*Os*



# Bases de l'IRM : Ressources sur le site ACCES



sciences du vivant | sciences de la terre | sciences et société | formations | logiciels

acces  
acces.inrp.fr

▲ niveau supérieur

**Cerveau**

**Méthodes d'étude du cerveau**

- ▶ Images Méthodes Etudes Cerveau
- ▶ Aspects techniques et méthodologiques IRM
- ▶ **IRM généralités**
- ▶ Le signal IRM
- ▶ Présentation des principes de construction d'une image cérébrale en IRM
- ▶ Méthodes d'étude du cerveau

**Banque pédagogique de données et logiciel Neuroimagerie**

## Le Cerveau

### Généralités sur l'IRM

télécharger le [document en version .doc](#)

#### La neuro imagerie : des images comme modèle

L'ambition des neurosciences cognitives est de faire correspondre à des activités complètes de résolution de problème : compréhension et production du langage, reconnaissance (formulation d'une intention...) des corrélats d'activité physiologique. Une fonction cognitive est associée à **d'activités neuronales, électriques et neurochimiques, distribuées en réseau, et encodées par le signal magnétique, du métabolisme énergétique, et du débit sanguin cérébral (DSC)**. Ce sont ces **marqueurs physiologiques** qui sont détectés par les techniques d'imagerie fonctionnelle (TEP), l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et la magnéto-encéphalographie (MEG). La neuroimagerie fonctionnelle donne ainsi accès au fonctionnement des réseaux entrés dans des modèles de fonctionnement du cerveau à un niveau le plus intégré possible. Les techniques permettent de ségréger fonctionnelle du cortex cérébral en différentes aires. Dans cette hypothèse, le recrutement spécifique d'un sous-ensemble de ces aires.

#### L'imagerie par résonance magnétique (IRM), généralités

# EduAnatomist : généralités

The screenshot shows the EduAnatomist application window. At the top, the title bar reads 'EduAnatomist'. Below it, the menu bar includes 'EduAnatomist' and 'Aide'. The main area displays a file path 'xCD1PA3SE4.img'. Below the file path are four icons: a globe, a folder, a camera, and a trash can. A 'Palette' section contains a list of color fusion options: 'Blue-Red-fusion', 'Blue-White-fusion', 'Green-White-linear-fusion', and 'B-W LINEAR'. Below the palette are two sliders: 'Inf' (ranging from 0 to 30) and 'Sup' (ranging from 0 to 30). At the bottom is a button labeled 'Masquer/Démasquer'.

Interrogation de la banque en ligne

Suppression des images chargées

Chargement d'images en local

Capture d'écran

Sélection de la palette de couleurs

Curseurs de variation du contraste (ou des couleurs pour l'IRMf)

Masquer les images chargées

# EduAnatomist : Interface de la banque en ligne

**Banque d'images**

Recherche

anatomie  Ces images sont libres de droits à condition de citer le nom des auteurs

Parcourir la classification

Jahe

- APPROCHE SCIENTIFIQUE
- BIOTECHNOLOGIE
- DEVELOPPEMENT DE L'ORGANISME
- EVOLUTION
- FONCTIONS
- ORGANISATION DES ETRES VIVANTS
- PATHOLOGIE

49 résultat(s) pour cette recherche

Image 1121 image moyenne IRM fonctionnelle  
Image 1121 image differences statistiques IRM fonctionnelle  
Image Maillage3DHemisphereDroitSubstanceBlancheSujet1211a  
**Image EncephaleSujet1211a**  
Image HemisphereDroitSubstanceBlancheGriseSujet1211a

**Titre** Image EncephaleSujet1211a

**Auteur** Denis Rivière, Commissariat à l'Energie Atomique / Service Hospitalier Frédérique Joliot - 4 Place Général Leclerc - 91401 Orsay Cedex <br/>Laboratoire de Neuroimagerie Neurospin, CEA Saclay Bât 145, 91 191 Gif-sur-Yvette cedex

**Description** Image anatomique Encephale Sujet 1211a  
Exploitations pédagogiques:  
Images du sujet 1211a superposable à l'anatomie correspondante.  
Il faut modifier le contraste des images superposées et on peut faire pivoter les images 3D en cliquant sur le bouton central d'une souris à roulette.

**Image cible** EncephaleSujet1211a.ima



# Partie 1 : Images anatomiques

ATTENTION : Toutes les images sont situées dans le dossier  
« Atelier\_EduAnat\_Formavie\_2010 »

- ◆ Ouvrir : IRMsujet1212anat
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anatSegmentationHemisphereCerveletTronc
- ◆ Superposer :  
IRMsujet1212anatHemisphereGauchetSubstanceBlancheGrise
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DHemisphereDroit
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DTete

# Partie 1 : Images anatomiques

ATTENTION : Toutes les images sont situées dans le dossier  
« Documents\_formation\_EduAnatomist »

- ◆ Ouvrir : IRMsujet1212anat
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anatSegmentationHemisphereCerveletTronc
- ◆ Superposer :  
IRMsujet1212anatHemisphereGauchetSubstanceBlancheGrise
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DHemisphereDroit
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DTete

# Partie 1 : Images anatomiques

ATTENTION : Toutes les images sont situées dans le dossier  
« Atelier\_EduAnat\_Formavie\_2010 »

- ◆ Ouvrir : IRMsujet1212anat
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anatSegmentationHemisphereCerveletTronc
- ◆ Superposer :  
IRMsujet1212anatHemisphereGauchetSubstanceBlancheGrise
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DHemisphereDroit
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DTete

# Partie 1 : Images anatomiques

ATTENTION : Toutes les images sont situées dans le dossier  
« Atelier\_EduAnat\_Formavie\_2010 »

- ◆ Ouvrir : IRMsujet1212anat
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anatSegmentationHemisphereCerveletTronc
- ◆ Superposer :  
IRMsujet1212anatHemisphereGauchetSubstanceBlancheGrise
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DHemisphereDroit
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DTete

# Partie 1 : Images anatomiques

ATTENTION : Toutes les images sont situées dans le dossier  
« Atelier\_EduAnat\_Formavie\_2010 »

- ◆ Ouvrir : IRMsujet1212anat
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anatSegmentationHemisphereCerveletTronc
- ◆ Superposer :  
IRMsujet1212anatHemisphereGauchetSubstanceBlancheGrise
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DHemisphereDroit
- ◆ Superposer : IRMsujet1212anat3DTete

# Partie 1 : Images anatomiques

Pathologies et pertes de fonction : une transition vers l'IRM fonctionnelle.

- ◆ Ouvrir : IRMsujet12211anatpathologieAVC



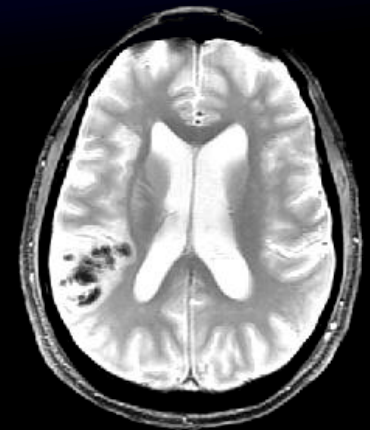
- ◆ Ouvrir : IRMsujet12211anatpathologieAVC\_ARM



# Partie 1 : Images anatomiques

Pathologies et pertes de fonction : une transition vers l'IRM fonctionnelle.

- ◆ Ouvrir : IRMsujet12212anatpathologieAVC\_T2\_J1



Angiographie IRM 2heures post-AIC, occlusion de l'artère sylvienne gauche. Le patient est thrombolysé.



Angiographie IRM de contrôle J1 post-AIC, recanalisation de l'artère sylvienne gauche.

# Partie 1 : Conclusion.

## Les élèves sont capables de:

- Repérer les différentes structures cérébrales
- Construire une représentation tridimensionnelle du cerveau
- Manipuler eux-mêmes les images
- De faire un compte-rendu de leur travail grâce à l'outil informatique (captures d'écran) et ainsi valider certaines compétences du B2i.

## Les enseignants :

- Disposent d'un outil pour créer leurs propres séquences
- Disposent d'une banque d'images permettant d'aborder différents points du programme
- Peuvent illustrer plusieurs notions du programme (variabilité interindividuelle, comparaisons interspécifiques, pathologies pour faire la transition vers le fonctionnel)
- Peuvent se baser sur des exemples d'activités pédagogiques disponibles sur le site ACCES pour démarrer.



# Partie 2 : Images fonctionnelles, exemple de la somatotopie.

## Programme de 1<sup>ère</sup> S :

- Référentiel : *Le cortex sensoriel et la plasticité du système nerveux central* (illustration grâce à des images d'activation du cortex somesthésique ou des images de récupération post-lésionnelle)

## Programme de 1<sup>ère</sup> L :

- Référentiel : *Le cerveau : un exemple d'intégration des signaux* (IRM fonctionnelles d'activation du cortex visuel en relation avec la vision des couleurs)

## Programme de 1<sup>ère</sup> ES :

- Référentiel : *Communication nerveuse : drogues et mécanismes de dépendance* (images à acquérir) ; Place de l'homme dans l'évolution (dossier phylogénie en cours de rédaction)

# Partie 2 : Images fonctionnelles, exemple de la somatotopie.

- ◆ On s'intéresse ici aux images du sujet 13121 à ouvrir successivement et à superposer.
- ◆ Paradigme d'acquisition :
  - ◆ On observe des images de différence statistique entre 2 conditions (repos ou stimulation somesthésique) pour plusieurs régions de la partie droite du corps.
  - ◆ Le stimulus consiste à bouger (motricité volontaire) la partie du corps correspondante mais la période d'acquisition des images permet d'enregistrer l'activité liée aux réafférences corticales sensorielles.

# Partie 2 : Images fonctionnelles, exemple de la somatotopie.

Ouvrir image anatomique

- IRMsujet 13121anat

Ouvrir image fonctionnelle

- IRMsujet13121 auriculaire droit
- IRM sujet 13121 coude droit
- IRM sujet 13121 langue
- IRM sujet 13121 pied droit

Actions à entreprendre pour chaque image

- Choisir une couleur dans la palette
- Régler les seuils (inf = 80 et sup = 100)
- Masquer l'image

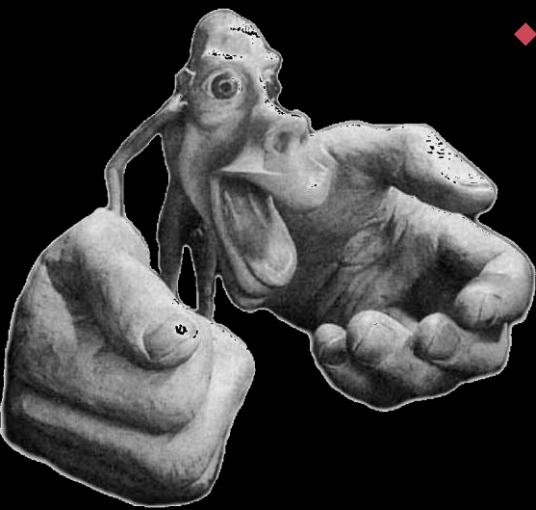
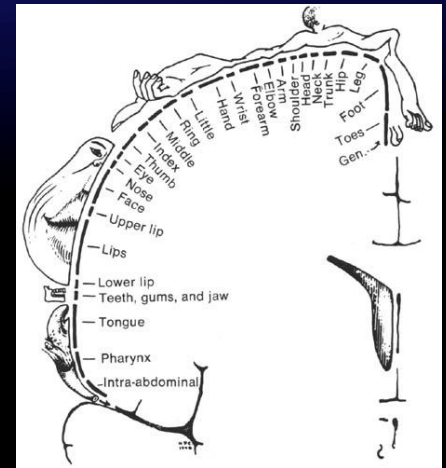
Pour finir

- Démasquer les différentes images fonctionnelles
- Repérer les zones activées pour chaque stimulation

# Partie 2 : Interprétations.



- ◆ Existence d'une activation corticale localisée dans le lobe temporo-pariétal gauche (en arrière du sillon de Rolando)
- ◆ Projection somesthésique controlatérale de chaque partie du corps (à l'exception de la langue)
- ◆ Organisation somatotopique du cortex somesthésique primaire (à mettre en relation avec la représentation de l'homonculus sensoriel tactile)



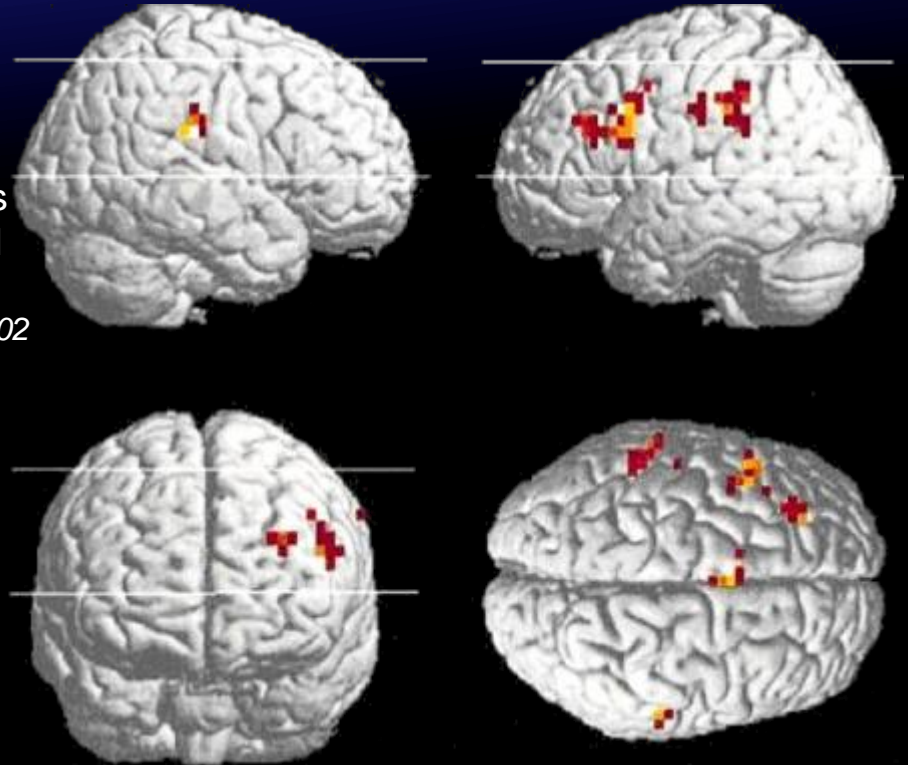
# Partie 2 : Images fonctionnelles, exemple de plasticité cérébrale

Plasticité post-lésionnelle des aires du langage.

## Résultats de l'étude préchirurgicale :

En rouge et jaune les aires cérébrales activées lors des tâches de langage (gyrus inférieur frontal gauche, et gyrus précentral latéral).

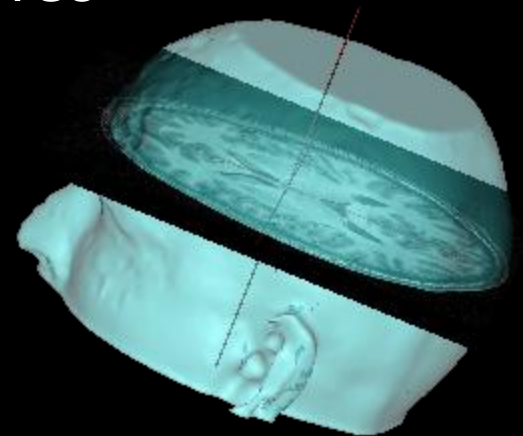
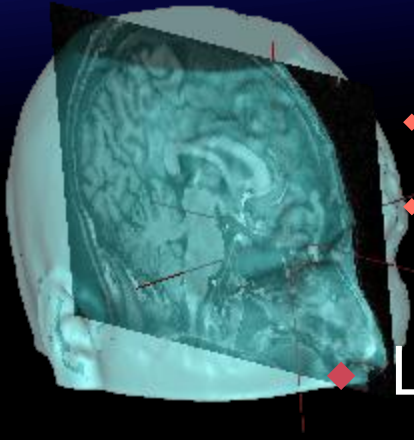
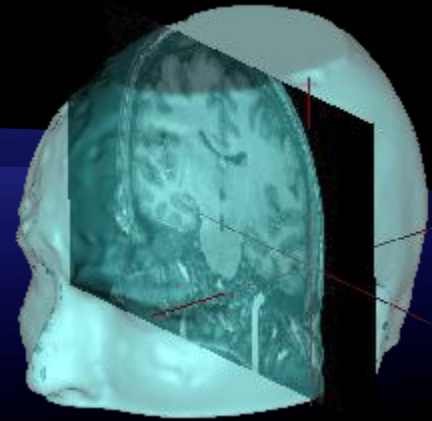
*Hertz-Pannier et al., 2002*



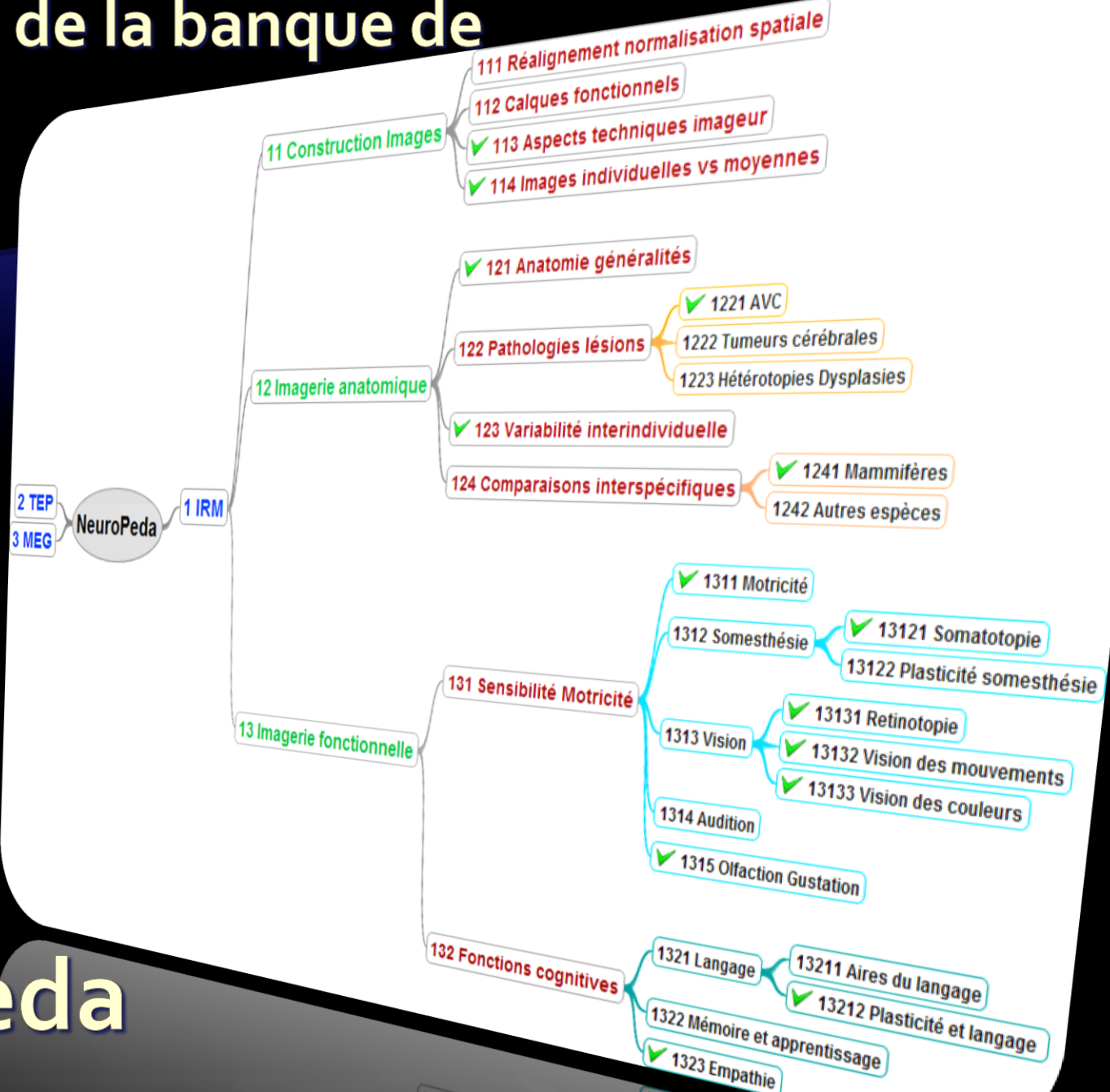
- ◆ Ouvrir : IRMsujet132121anatpost
- ◆ Ouvrir et superposer : IRMsujet132121fonctionLangagePlasticiteGenerationMots (Réglages : seuil inférieur : 70 , seuil supérieur : 100).

# Conclusion générale

- ◆ EduAnatomist :
  - ◆ permet de visualiser aussi bien des images anatomiques que des images fonctionnelles
  - ◆ est assez simple d'utilisation
  - ◆ est utilisable aussi bien dans le secondaire que dans le supérieur
- ◆ La banque de données NeuroPeda:
  - ◆ Contient des images en relation avec les programmes
  - ◆ Est actualisée en permanence
  - ◆ Sa richesse en fait le vrai atout du projet EduAnatomist



# Architecture de la banque de données



# NeuroPeda