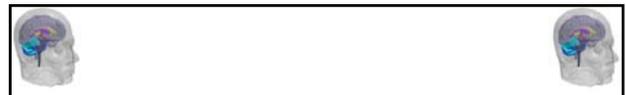




Traitement des Images Médicales
J.-P. Armspach

Institut physique Biologique (IPB),
Laboratoire Neuro Imagerie du vivant (LNV)
UMR 7004 CNRS / Université Louis Pasteur
Hôpitaux Universitaire Strasbourg

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



Traitement des images médicales

Création et utilisation d'atlas
anatomiques et/ou fonctionnels
du corps humain.

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



Atlas anatomo-fonctionnel

Définition général d'un atlas

- En général, un atlas est un recueil de cartes présenté en général sous la forme d'un livre
- En médecine, un atlas est un recueil d'images réelles (coupes anatomiques, histologiques), de dessins, de coupes d'IRM, des différentes structures anatomiques du corps humain.
- L'atlas est anatomique et/ou fonctionnel (cerveau, cœur, ...)
- Atlas papier, atlas numérique, atlas probabiliste

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



Atlas anatomo-fonctionnel

Intérêt d'un atlas en médecine

- L'atlas est un support éducatif
- L'atlas anatomique facilite l'interprétation des images en apportant une connaissance a priori de l'anatomie à partir de planches anatomiques issues de coupes post-mortem ou d'images anatomiques obtenues in vivo.
- L'atlas visait à palier les insuffisances en résolution spatiale de certaines techniques d'imagerie in vivo.
- Permet de localiser des structures anatomiques non ou mal visible sur les images morphologiques
- Permet de fournir une information fonctionnelle sur une image anatomique (indispensable en chirurgie)
- Utilisé en thérapie (chirurgical, radio-thérapie,)
- L'atlas est un référentiel

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



Atlas anatomo-fonctionnel

Atlas cérébral numérique et les nouvelles applications

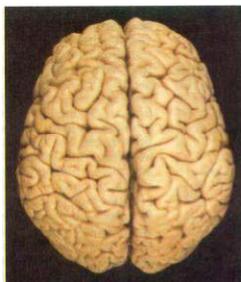
- Représentation de l'anatomie cérébrale
- L'atlas sert de référence
- Segmenter les images
- Étude de la variabilité inter-individu
 - Age, sexe, pathologie
- Comparer les images
- Faire de la classification

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



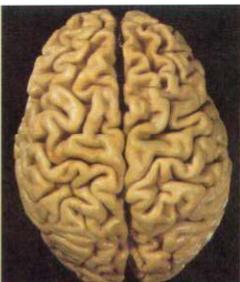
Atlas anatomo-fonctionnel

Exemple variabilité inter-individu



A

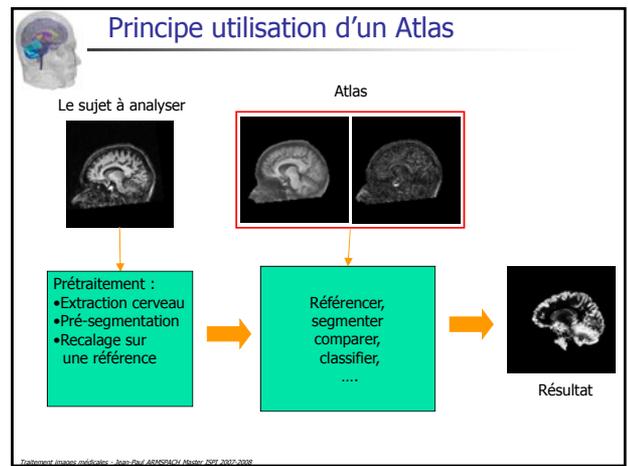
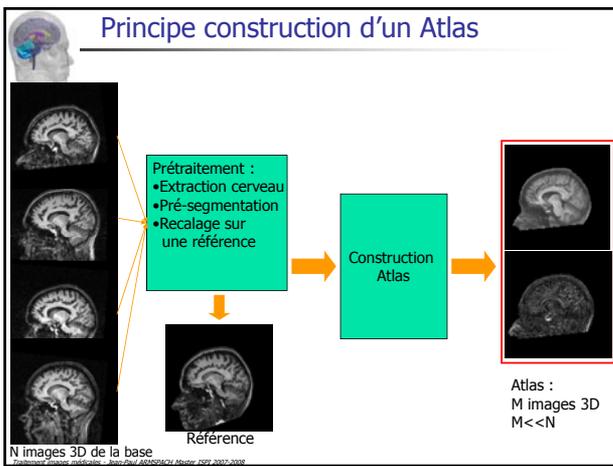
Normal Brain



B

AD Brain

Traitement images médicales - Jean-Paul ARMSPACH Membre ICFP 2007-2008



- ## Définition d'un atlas
- La réponse aux trois questions suivantes permet de décrire au mieux un atlas.
 - Q1 : Que décrit l'atlas ?
 - Q2 : Comment l'atlas le décrit il ?
 - Q3 : A quoi sert cet atlas ?
- Traitement images médicales - Jean-Paul AMISERANT Médecin INF 2007-2008

- ## Classification des atlas
- ### Description (Q1)
- Atlas géographique
 - Atlas stellaire (astronomie)
 - Atlas souris
 - Atlas humain
 - Anatomique (organe)
 - fonctionnel
- Traitement images médicales - Jean-Paul AMISERANT Médecin INF 2007-2008

- ## Classification des atlas
- ### Type de construction (Q2)
- Les atlas descriptifs
 - Les atlas déformables
 - Les atlas probabilistes
 - Approches basées intensité
 - Approches basées label
 - Approches basées déformation
 - Approches basées descripteur
- Traitement images médicales - Jean-Paul AMISERANT Médecin INF 2007-2008

- ## Classification des atlas
- ### En fonction de l'application (Q3)
- Les atlas de référence
 - Les atlas de segmentation
 - Les atlas probabilistes de comparaison (anatomique et/ou fonctionnel)
 - Atlas anatomique permet la mesure de la variabilité anatomique entre individus (comparaison d'images)
 - Atlas fonctionnel permet l'étude des variabilités d'une activité fonctionnelle entre individus
- Traitement images médicales - Jean-Paul AMISERANT Médecin INF 2007-2008




Traitement des images médicales

Les atlas de référence

Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008



Les atlas de référence

Définition

- Mettre les images d'une même étude dans un même référentiel
 - Apporter une information complémentaire aux images
 - Communiquer et partager les résultats (même système de coordonnées)
 - Permettre des études de groupe

Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008



Les atlas de référence

Liste

- Atlas de Talairach & Tournoux 1988
- Atlas MNI
- Visible Human 3-D brain atlas
- Atlas des aires de Brodmann
- Atlas laboratoire dépendant

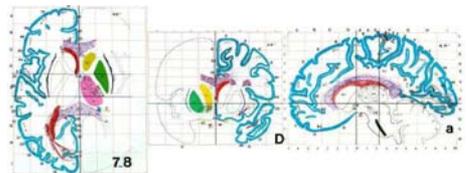
Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008



Atlas de Talairach & Tournoux 1988

Que décrit-il ?

- Des planches anatomiques du cerveau d'une femme de 60 ans (une seule hémisphère)
- Pour chaque planche anatomiques des repères et des dessins des structures anatomiques.



http://www-dsv.cea.fr/thema/shf/web/demo_reconnaissance/french/propor.htm

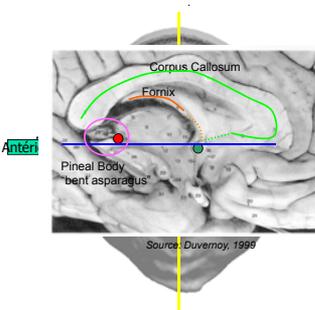
Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008



Atlas de Talairach & Tournoux 1988

Construction de l'atlas de Talairach

- Plan inter-hémisphérique
- Commissure antérieure et postérieure (AC, PC)
- Six points extrémaux du cerveau (antérieur, postérieur, droite, gauche, supérieur, inférieur)



Source: Duvernoy, 1996

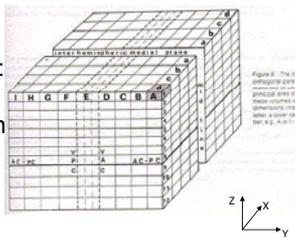
Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008



Atlas de Talairach & Tournoux 1988

Construction de l'atlas de Talairach

- Chaque hémisphère cérébrale est divisée en 6 blocs définis par : le plan inter-hémisphérique, le plan axial AC-PC, et les 2 plans coronaux traversants AC et PC.
- 1056 cellules



Traitement images médicales - Jean-Paul AMISFACH Master 1207 2007-2008

Atlas de Talairach & Tournoux 1988

Utilisation de l'atlas de Talairach

- Le recalage sur l'atlas de Talairach est l'application la plus courante du recalage affine par morceau.
- Ce recalage utilise une matrice de transformation affine différente pour chacun des 12 cubes de la grille de Talairach.

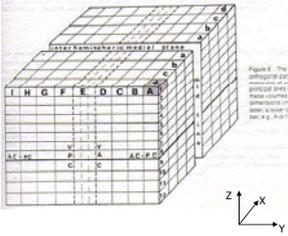
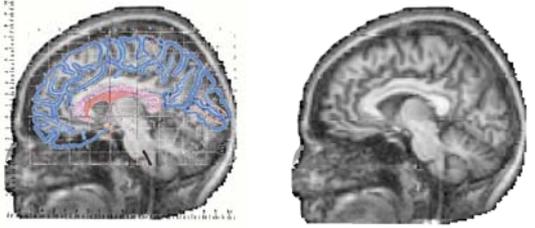


Figure 6. The brain is divided into 12 stereotaxic paravolumes, the stereotaxic axes of the brain. Each of these volumes is defined by its most extensive extension in a straight line in a certain plane and is further subdivided into 12 subvolumes.

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Atlas de Talairach

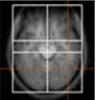
Utilisation de l'atlas de Talairach



Talairach coordinates

- Example: The FFA is at $x = 40$, $y = -55$, $z = -10$

| Talairach coords | |
|------------------|-----|
| x | 40 |
| y | -55 |
| z | -10 |



Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Atlas de Talairach

Limite de l'atlas de Talairach

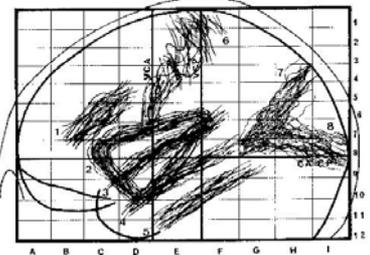
- Développer essentiellement pour la chirurgie stéréotaxique de structures profondes et non pour le cortex
- Basé sur l'observation de coupes du cerveau d'une femme de 60 ans → pas nécessairement représentatif de la population
- Normalisation spatiale basée sur la distance AC-PC → n'est pas représentatif des variabilités des structures anatomiques. La variabilité augmente à distance de AC-PC
- Transformation linéaire par morceau (R,T,Z)
- Choix de l'origine → structures profondes

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Atlas de Talairach

Limite de l'atlas de Talairach

Superposition dans le référentiel de Talairach des sillons corticaux de plusieurs individus



Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Les atlas de référence

Liste

- Atlas de Talairach & Tournoux 1988
- Atlas MNI
- Visible Human 3-D brain atlas
- Atlas des aires de Brodmann
- Atlas laboratoire dépendant

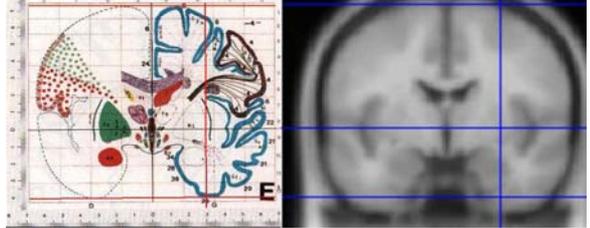
Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Atlas du MNI

Que décrit-il ?

The *Montreal Neurological Institute** coordinates

- Un cerveau moyen de 152 individus.



Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDSPACH Membre ICF 2007-2008

Atlas du MNI

Construction de l'atlas du MNI

- Le template MNI est basé sur le moyennage d'IRM de jeunes adultes sain. Création du template en 2 étapes
 - Recalage manuel dans le repère de Talairach à l'aide d'amer de 251 cerveaux. En fait presque Talairach c'est pour cela qu'on parle de Talairach-like. A partir de ces recalage manuel, création d'un cerveau moyen.
 - recalage automatique des cerveaux sur le cerveau moyen de l'étape 1 puis moyennage. Actuellement le template standard et composé de 152 cerveaux (ICBM152) et est utilisé dans SPM
- L'ICBM (International consortium of Brain mapping) a adopté ce template comme standard.

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDT/ICM Master 2017-2018

Atlas du MNI

Différence Atlas Talairach et MNI

Atlas de Talairach en rouge superposé sur l'atlas MNI

Template MNI avec AC en bleu, PC en orange et la ligne X=0, Z=0 en rouge

du MNI vers Talairach:

| | |
|---|----------------------|
| X | 0.88X - 0.8 |
| Y | 0.97Y - 1.32 |
| Z | 0.65Z + 0.88Z - 0.44 |

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDT/ICM Master 2017-2018

Atlas du MNI

Utilisation de l'atlas MNI

Atlas (Template) Image recalée sur Atlas

- Utilisé par SPM comme référence (recalage affine global, ou recalage non-rigide)

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDT/ICM Master 2017-2018

Les atlas de référence

Liste

- Atlas de Talairach & Tournoux 1988
- Atlas MNI
- Visible Human 3-D brain atlas
- Atlas des aires de Brodmann
- Atlas laboratoire dépendant

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDT/ICM Master 2017-2018

Atlas des aires de Brodmann

Brodman (1905):
Brodman a étudié les caractéristiques histologique du cortex. Il existe une spécificité histologique des aires fonctionnelles.

Traitement images médicales - Jean-Paul ARNDT/ICM Master 2017-2018