

# A la recherche du siège biologique de l'intelligence...



**Marc Dhenain**

URA-CEA-CNRS-2210 – Fontenay aux Roses

Marc.Dhenain@cea.fr

<http://marc.dhenain.free.fr/Diaps/Presents.html>

# Intelligence ?

---



- Activité du cerveau dans la compréhension de l'extérieur et l'action appropriée vis à vis de celui-ci...



- Ensemble des facultés mentales permettant de
  - ❖ Comprendre les choses et les faits
  - ❖ Découvrir les relations entre eux
  - ❖ Aboutir à la connaissance conceptuelle et rationnelle



- Faculté d'adaptation: Permet de comprendre et de s'adapter à des situations nouvelles.
- Capacité à traiter l'information pour atteindre ses objectifs.

# Quelques exemples d'intelligence animale

---



- <http://www.youtube.com/watch?v=lrYPm6DD44M> - crow
- <http://www.youtube.com/watch?v=u78aSsEXS68> - squirrel
- [http://www.youtube.com/watch?v=LDZY\\_6dKJXQ](http://www.youtube.com/watch?v=LDZY_6dKJXQ) - rat
- <http://www.youtube.com/watch?v=ZrDwqRSNVpk> - chimps



## Cognition souris

- ❖ [http://www.youtube.com/watch?v=131j26pEtNs&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=131j26pEtNs&feature=player_embedded)
- Frustration capucins
  - ❖ <http://www.youtube.com/watch?v=g8mynrRd7Ak>

# Pourquoi dit on "Apprendre par cœur..."

---



*Aristote*

*(philosophe grec-384 à 322 avant Jésus-Christ)*

*Le coeur est le siège de l'intelligence*

# Le cerveau: siège de l'intelligence

---



Homer Simpsons

*(philosophe américain 2000 après Jésus-Christ)*

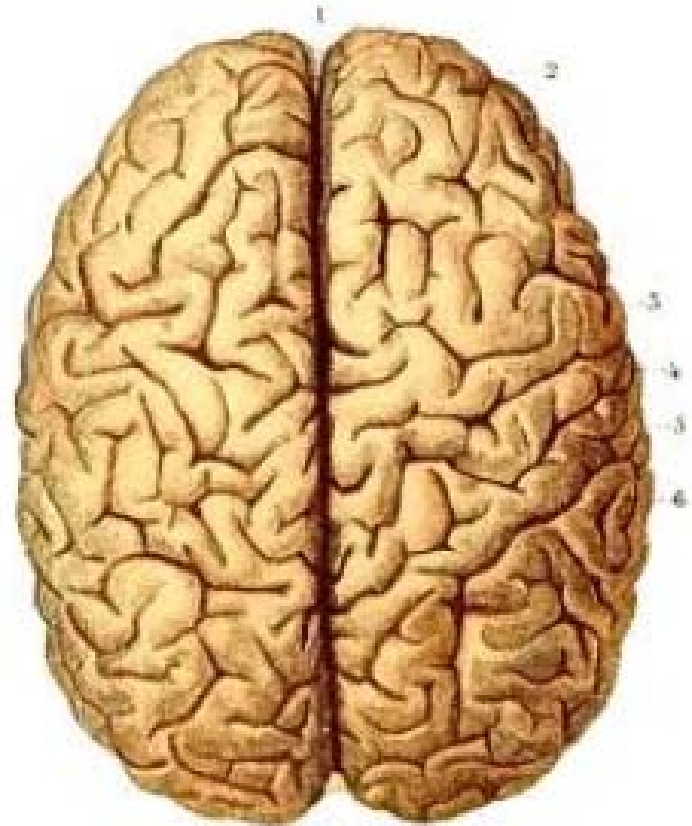
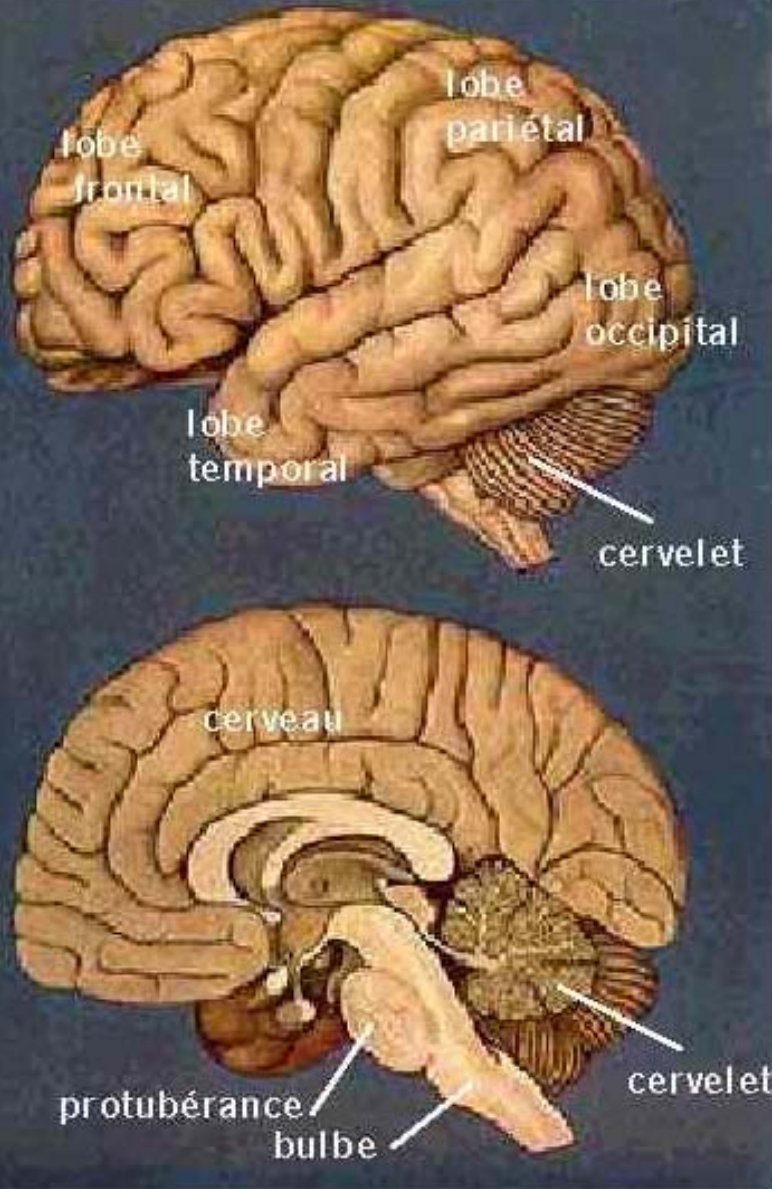
*Le cerveau est le siège de l'intelligence*

- Régions du cerveau impliquées dans l'intelligence ?
  
- Différence d'intelligence
  - ❖ entre individus de la même espèce
  - ❖ entre animaux



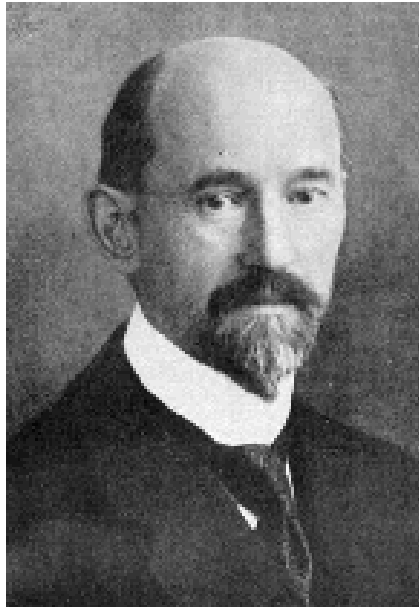
# Régions du cerveau impliquées dans l'intelligence

# Le cerveau

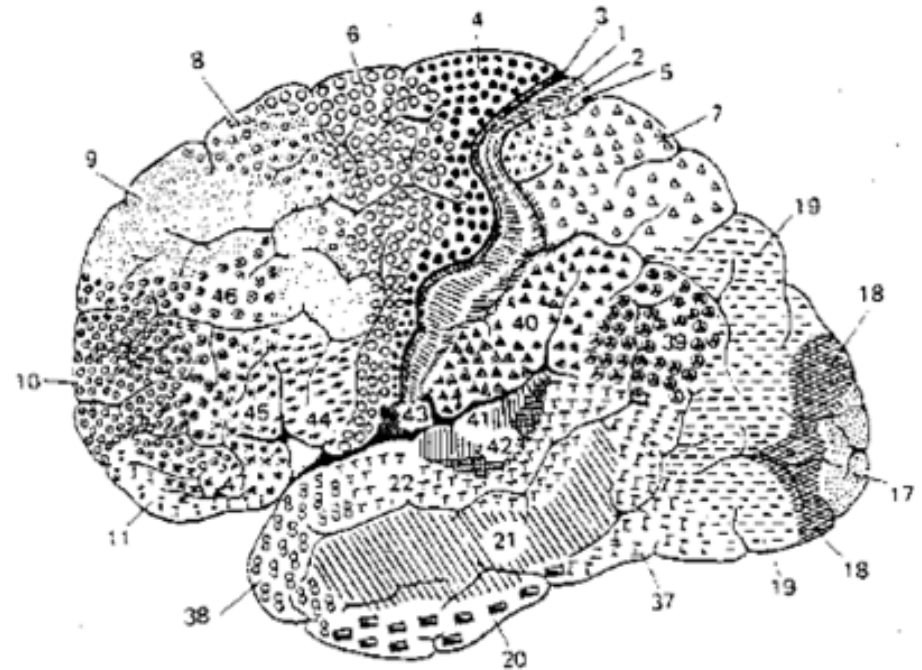


# Cartes du cerveau

- Toutes les régions du cerveau ne sont pas identiques

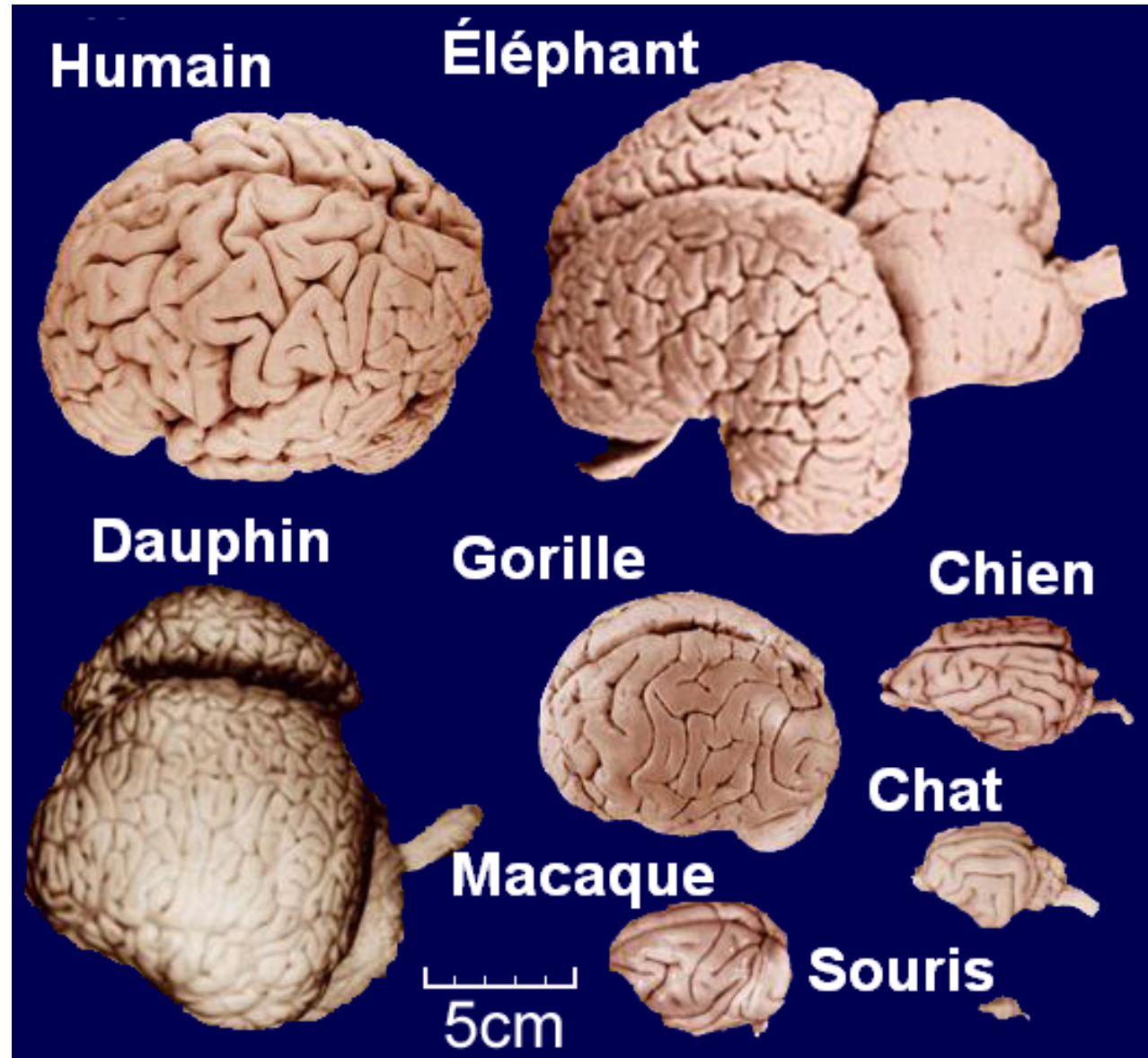


Brodmann (1909)

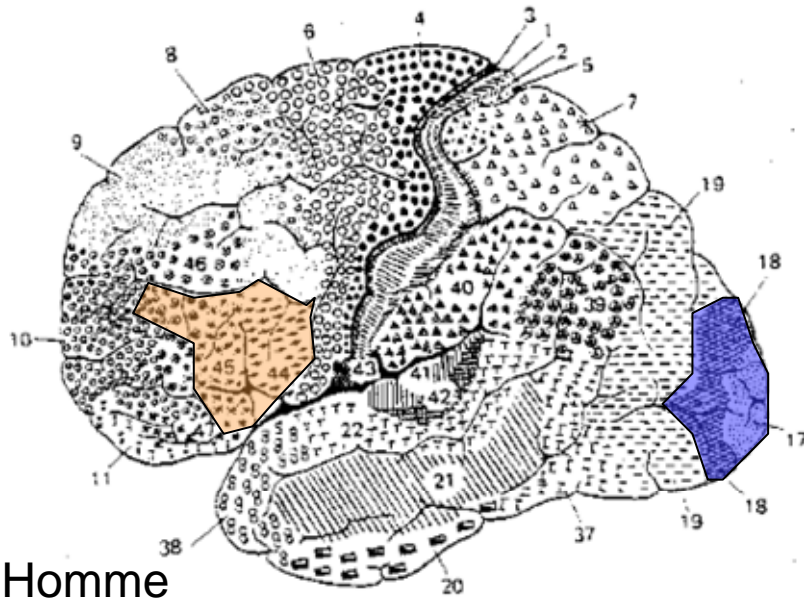




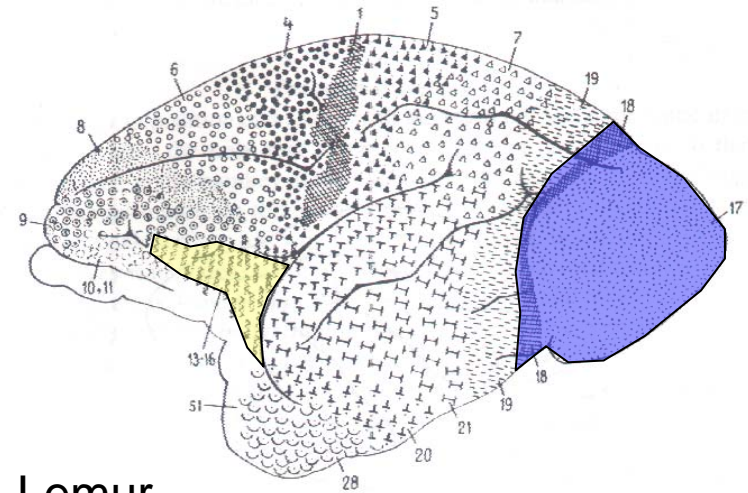
# Organisation du cerveau chez différentes espèces



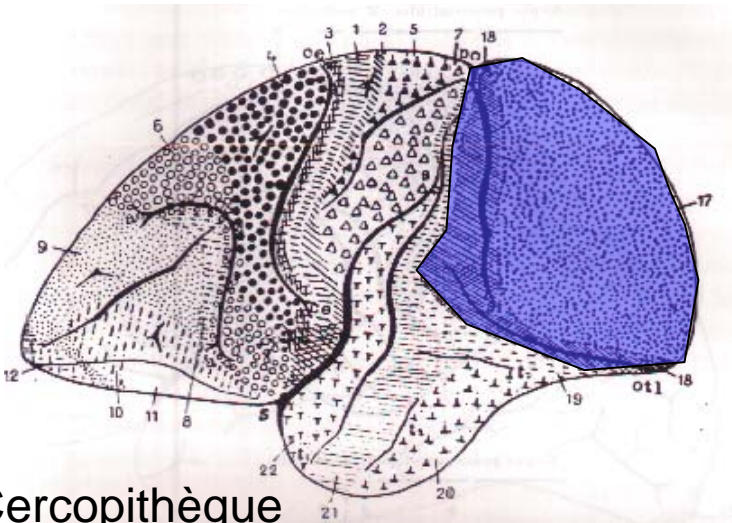
# Points communs et différences entre animaux



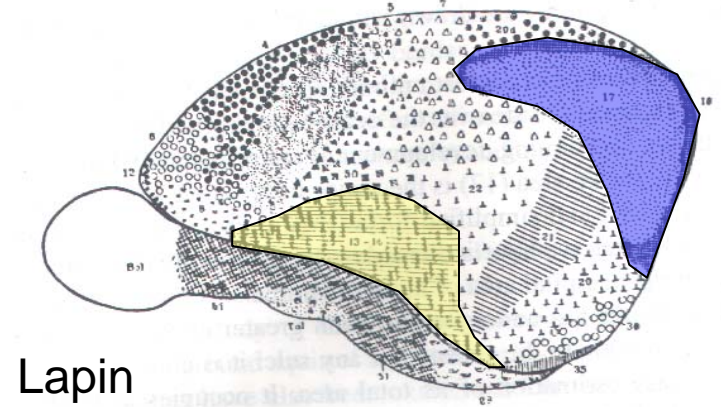
Homme



Lemur

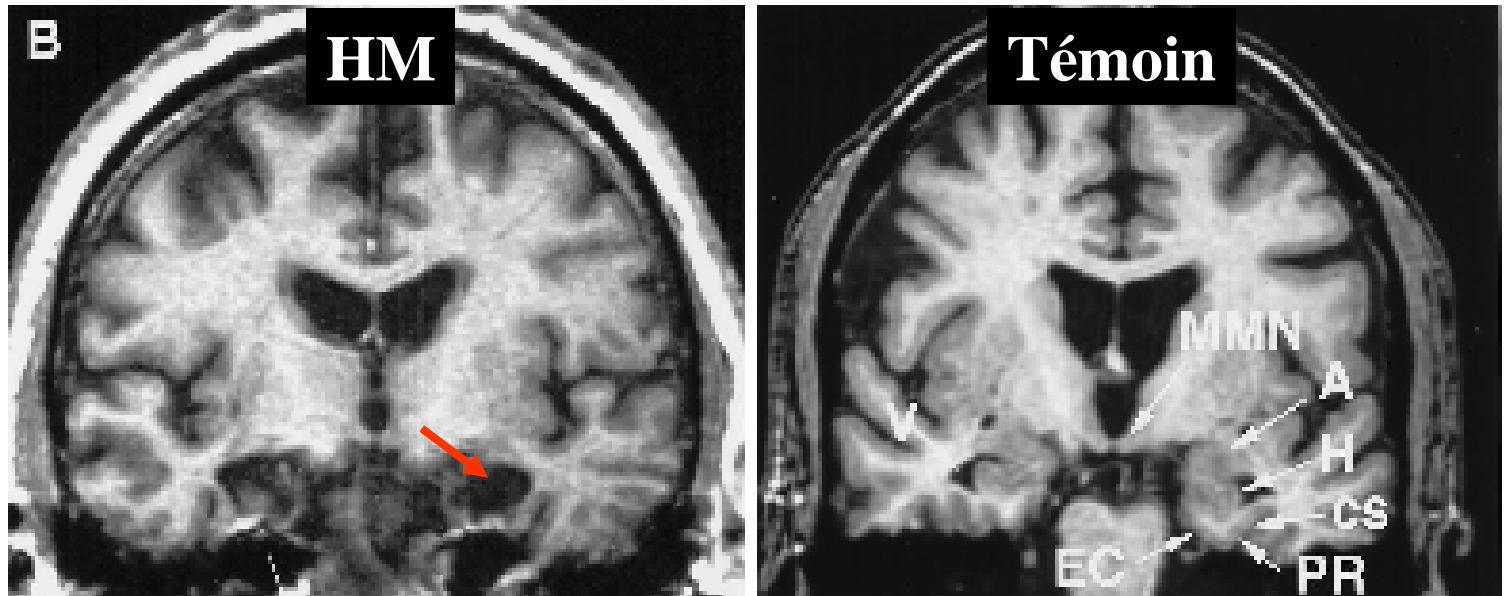


Cercopithèque



Lapin

# Organisation du cerveau de Monsieur HM



Ne se rappelle plus de ce qui lui est arrivé  
à partir du 01 Septembre 1953...

→ Organisation du cerveau en régions fonctionnelles

# Le cas de Phineas Gage

---



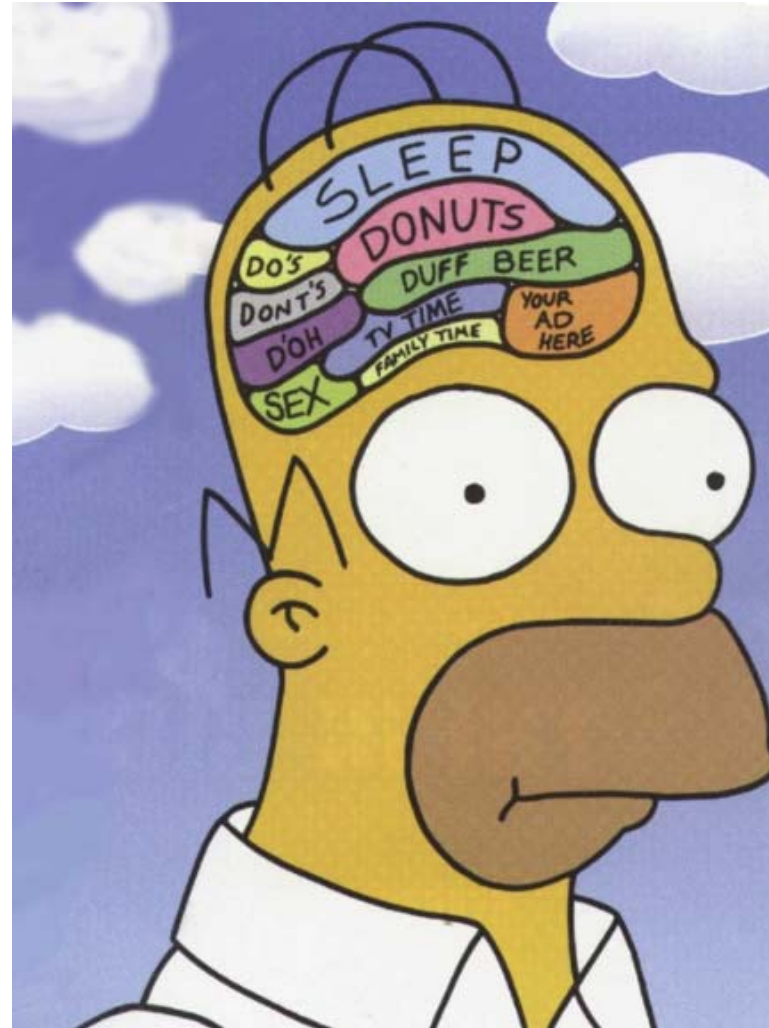
Sociable et fiable avant le 13 Septembre 1848



Devenu grossier et capricieux après  
Difficulté à "suivre des règles" et raisonner  
Changeait souvent de travail

# Vers une évaluation plus précise des zones de l'intelligence

---



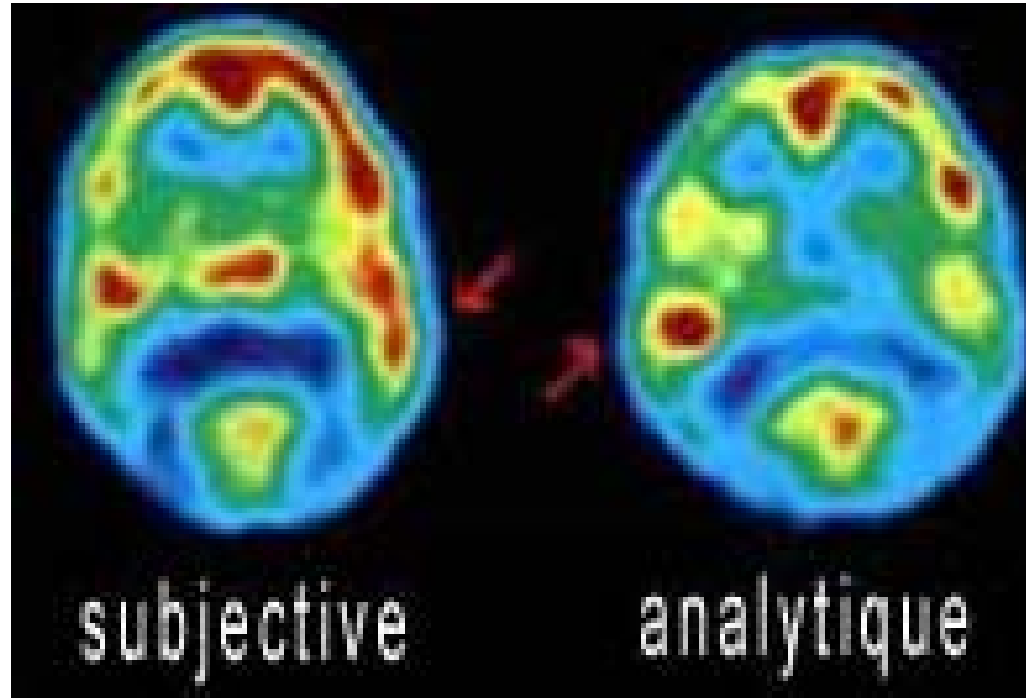
Apport des méthodes d'imagerie fonctionnelle

# Voir le cerveau en action



- Voir le cerveau consommer son énergie

Ecouter de la musique



Hémisphère droit

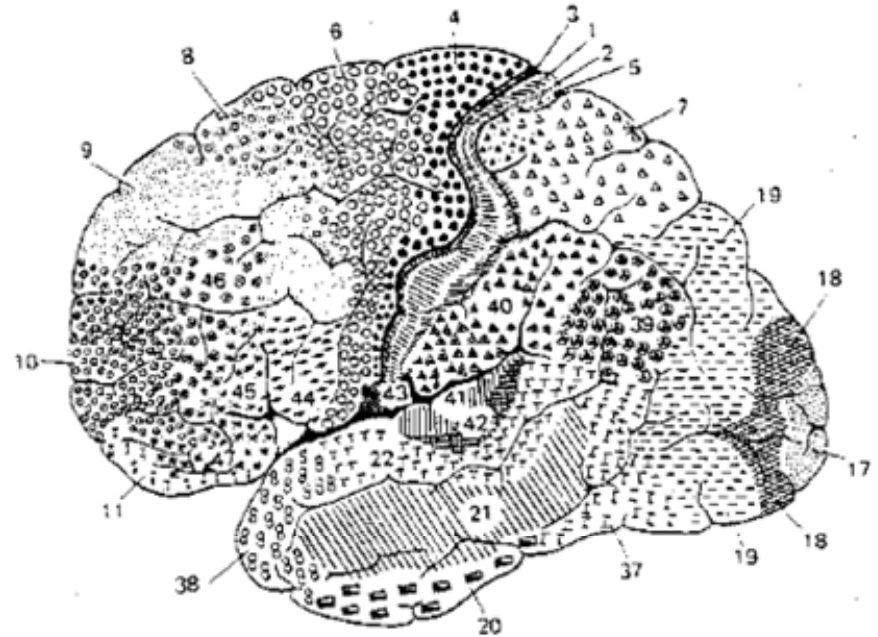
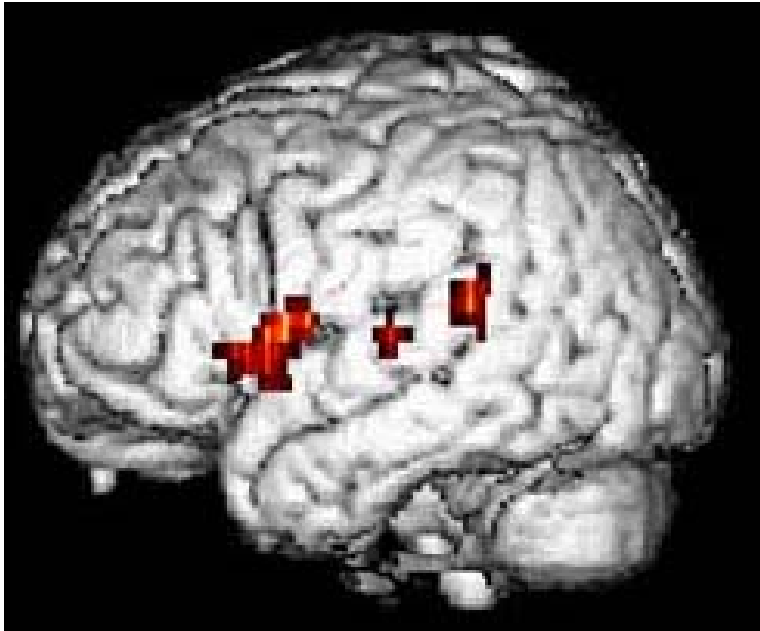
Hémisphère gauche

Tomographie par émission de positons

# Voir le cerveau en action

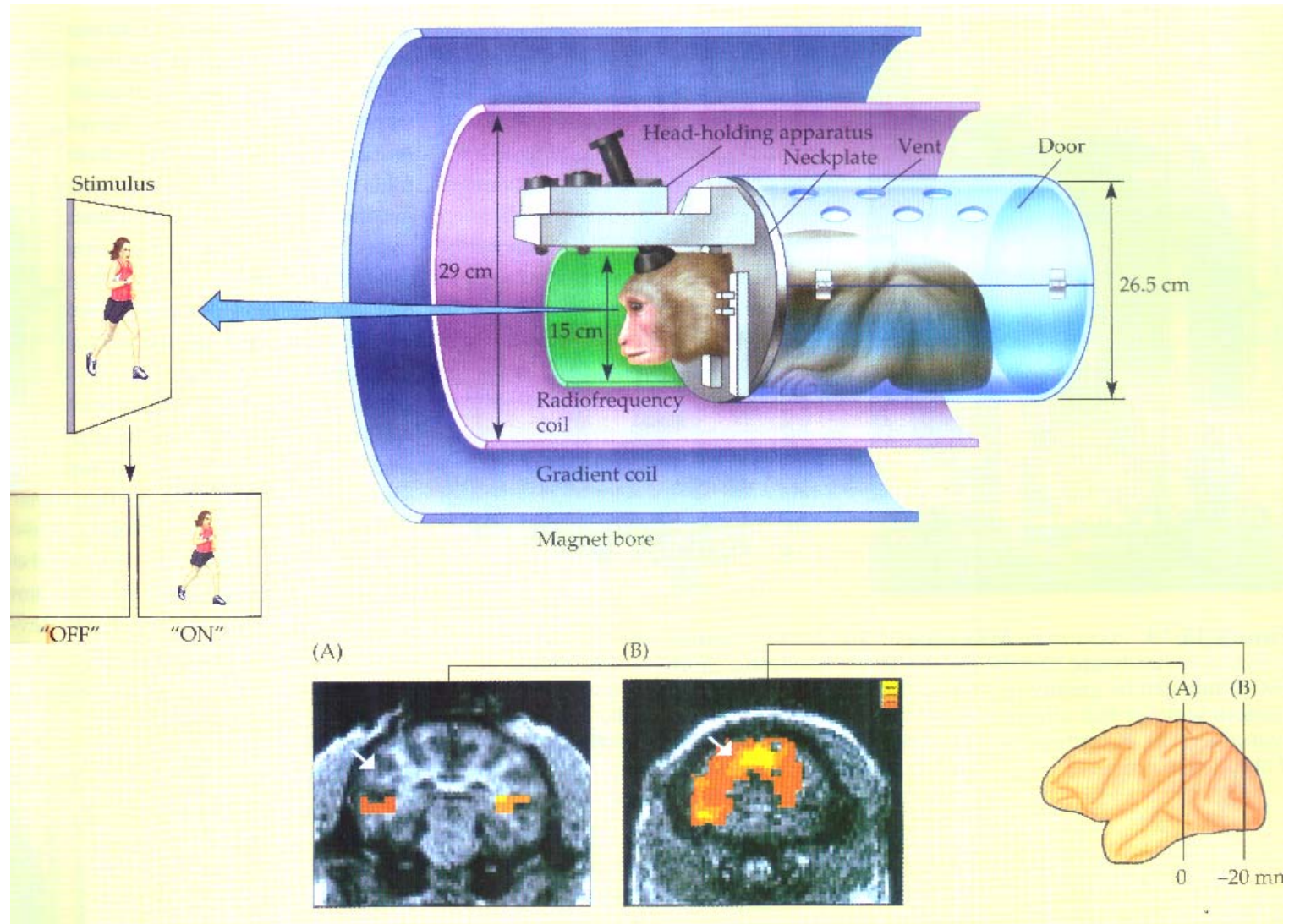
- Voir le cerveau consommer son oxygène

Générer des mots



Imagerie par résonance magnétique

# Voir le cerveau fonctionner chez les animaux



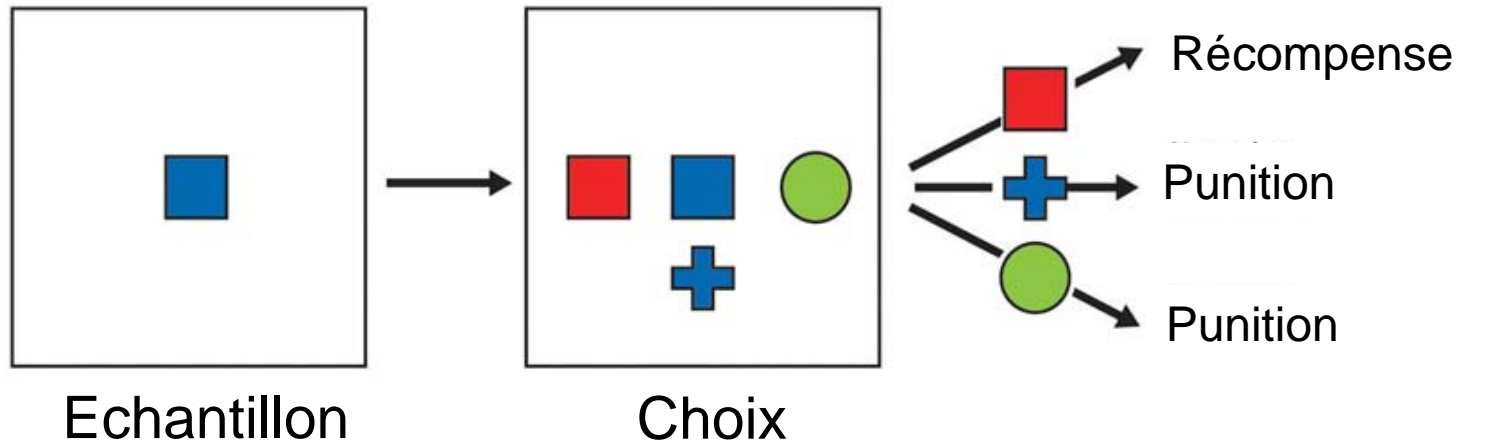
**Stefanacci et al. Neuron, 1998**



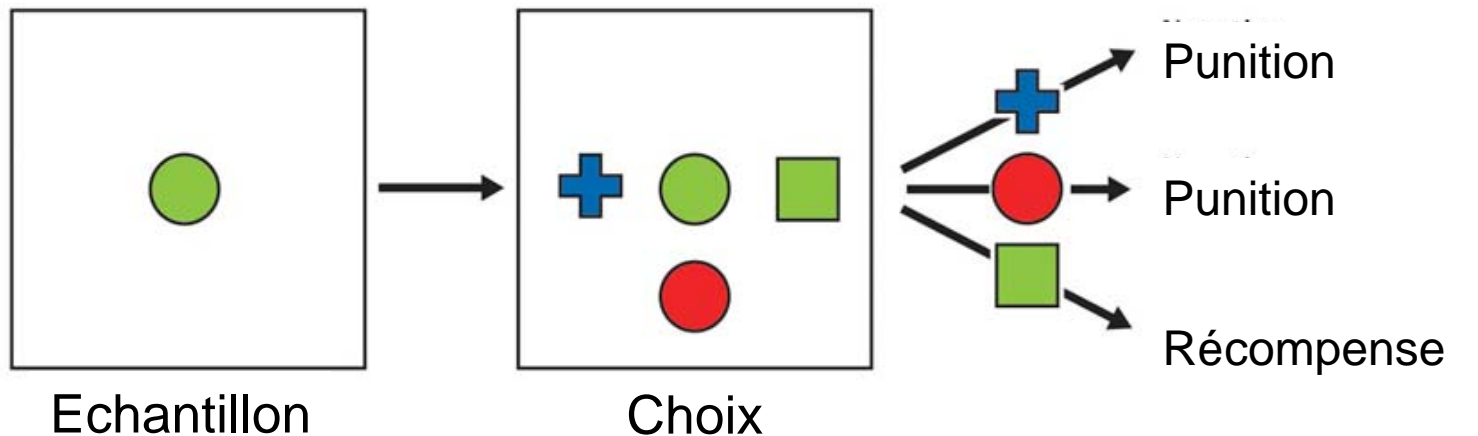
# Test "d'intelligence" chez l'homme et le singe

Test d'apprentissage et d'application de règle "abstraite"

1. Critère pertinent = Forme



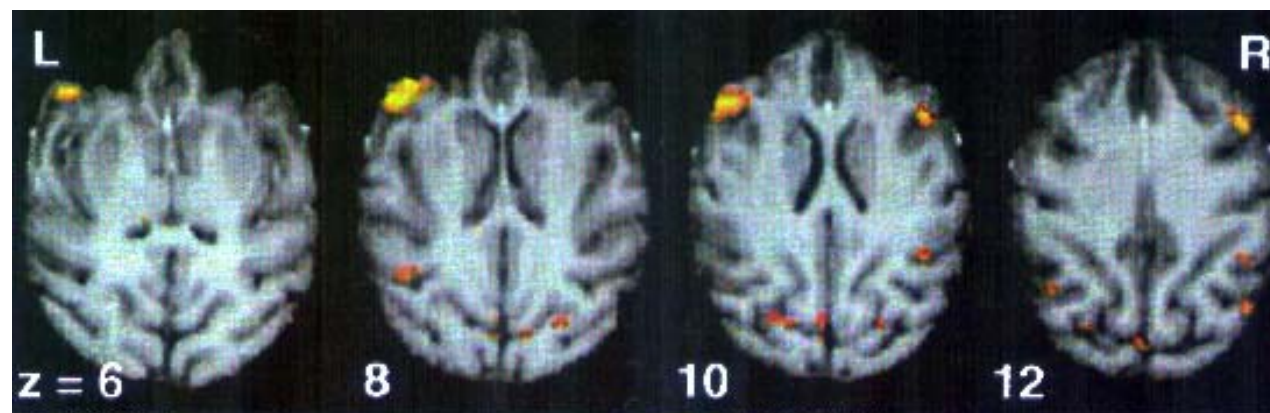
2. Changement de critère → Couleur



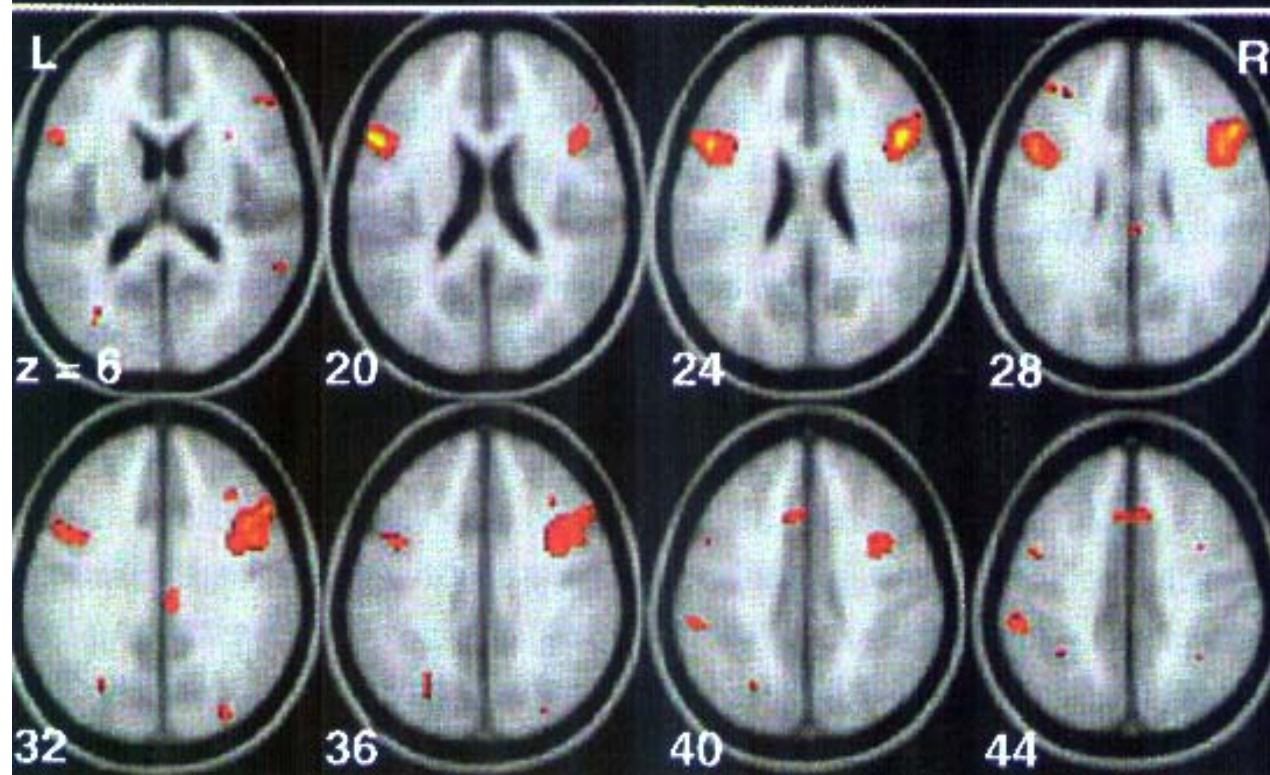
# Test "d'intelligence" chez l'homme et le singe



Humain



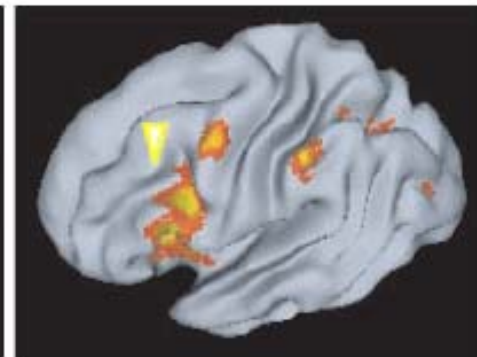
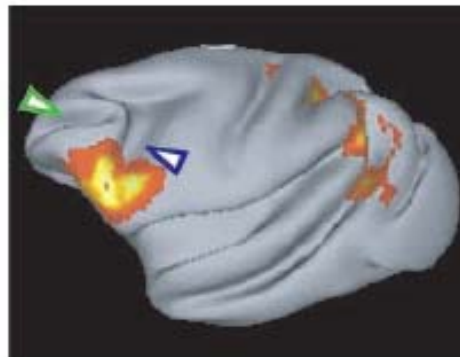
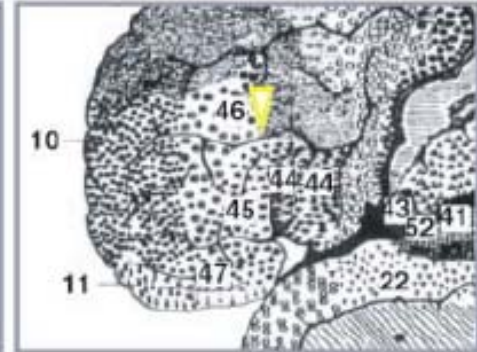
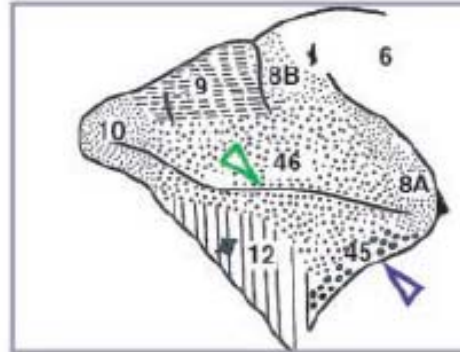
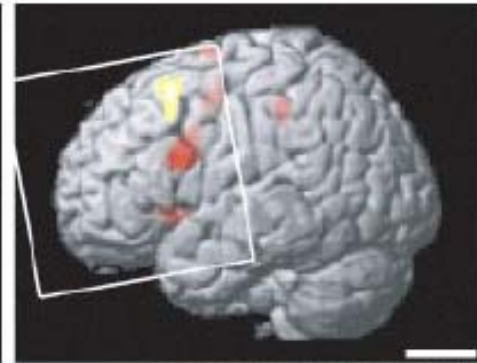
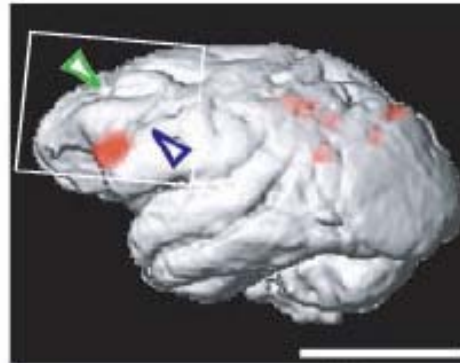
Macaque



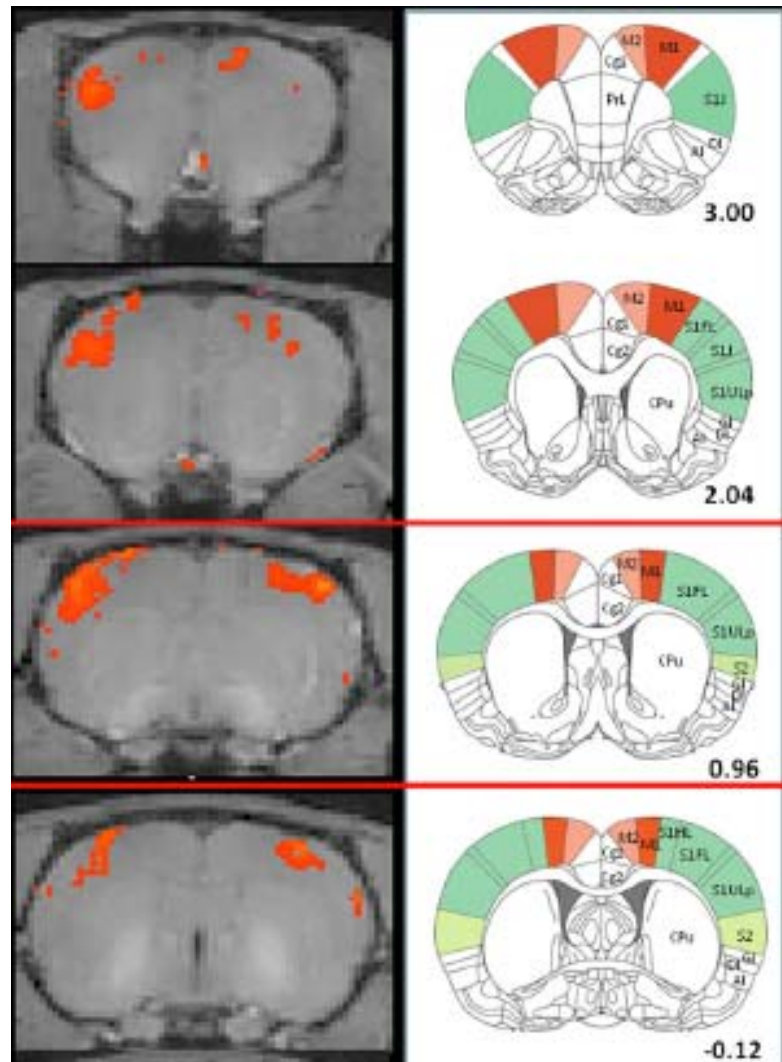
# Test "d'intelligence" chez l'homme et le singe

Macaque

Humain

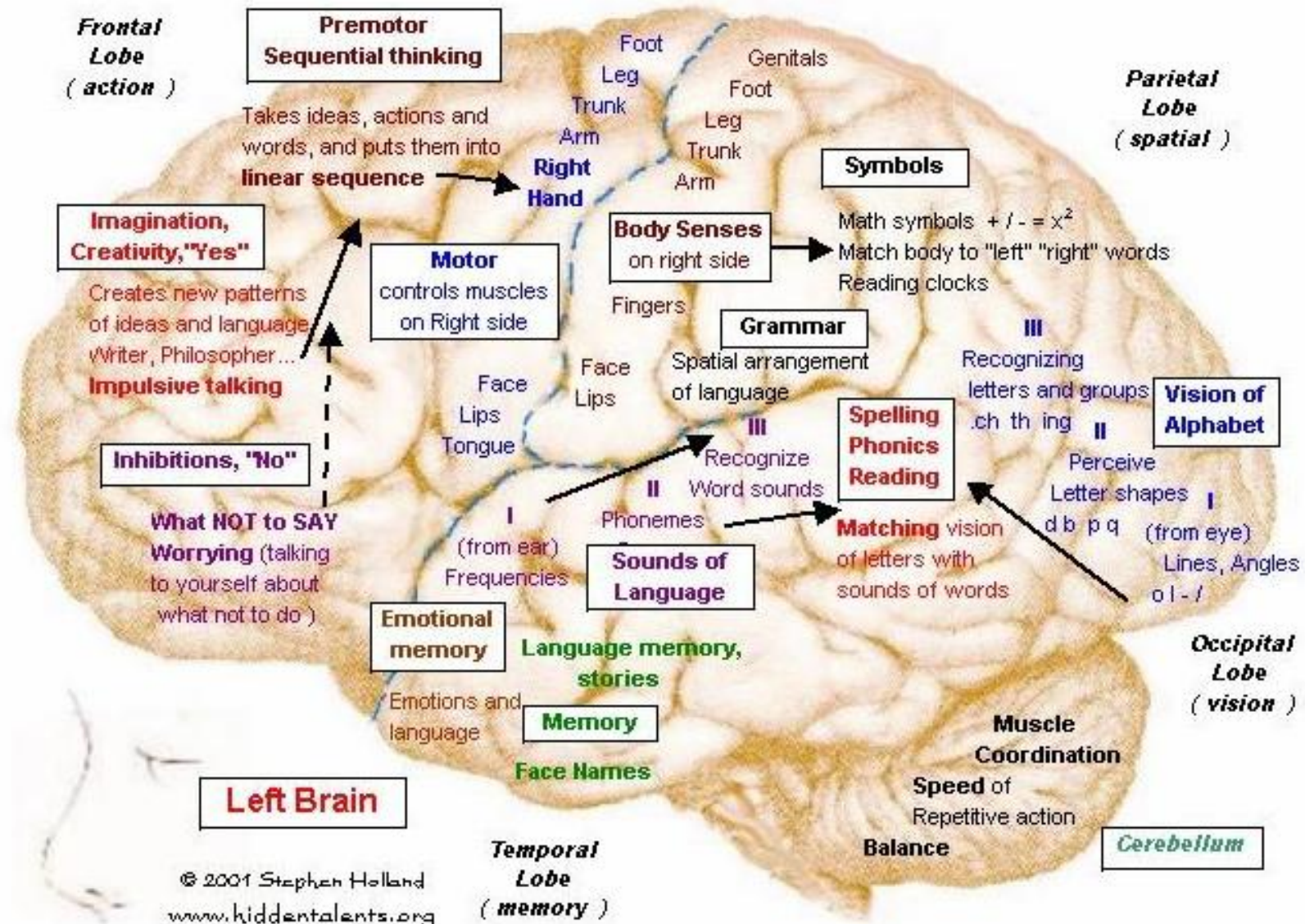


# Imagerie de l'activation cérébrale

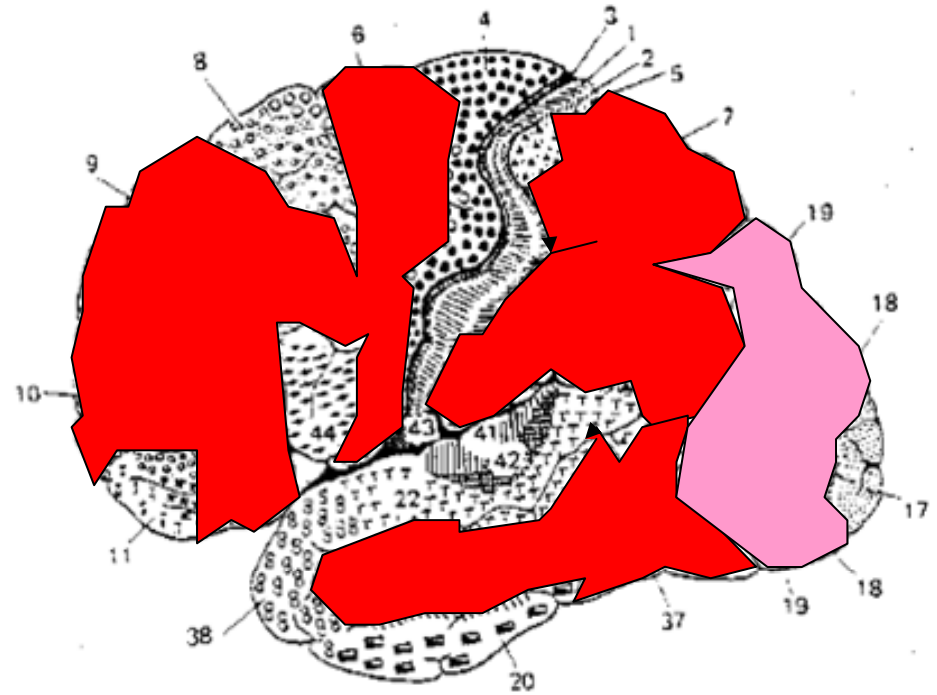
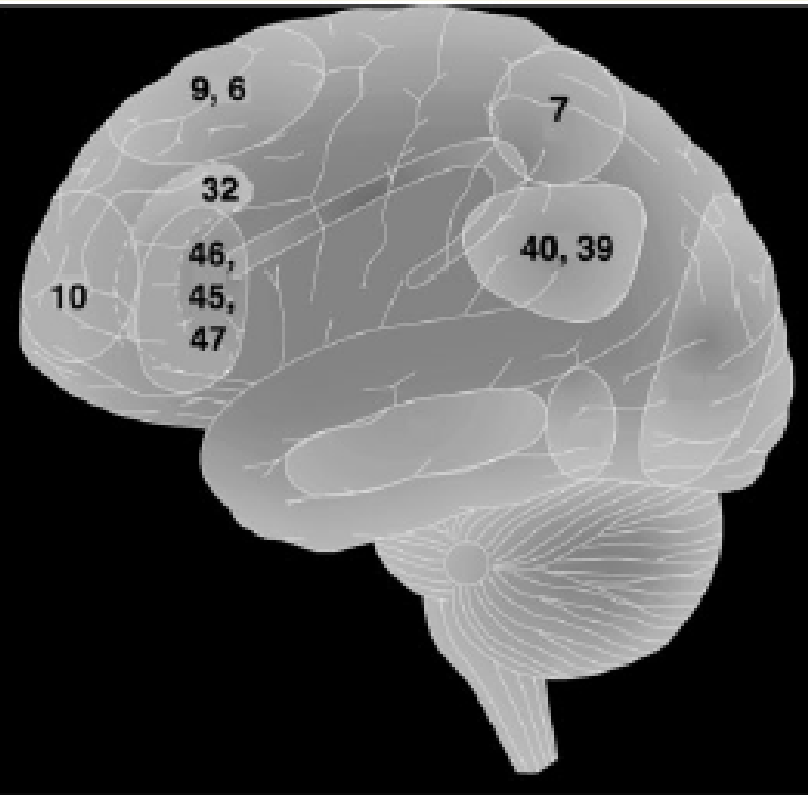


Rat: Régions activées lors de déplacement dans une roue

# Cartes du cerveau, mais pas de site de l'intelligence ☹️

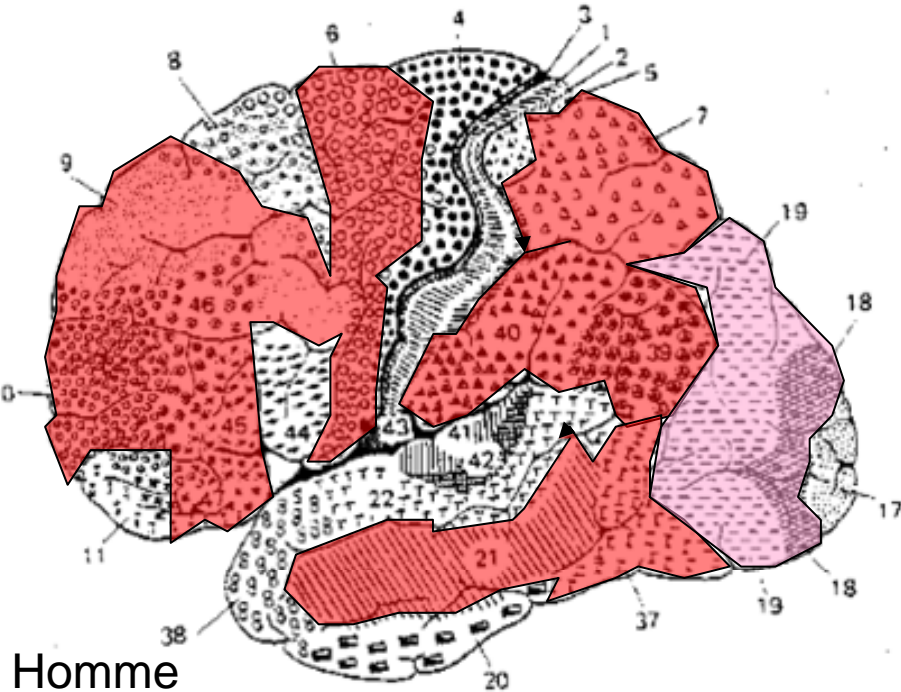


# Régions impliquées dans l'intelligence chez l'homme

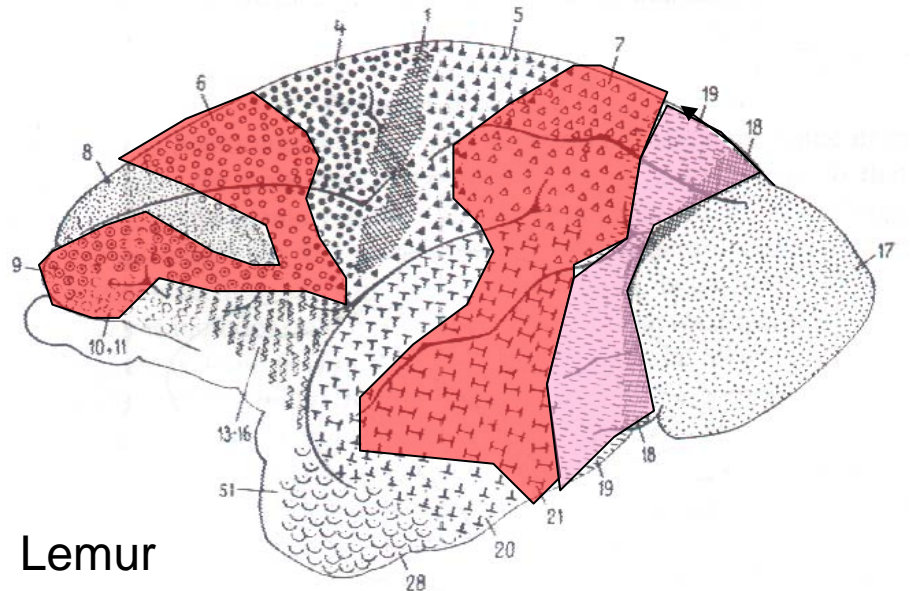


- Pas de site de l'intelligence, mais zones de capacités cognitives réparties dans différentes régions du cerveau

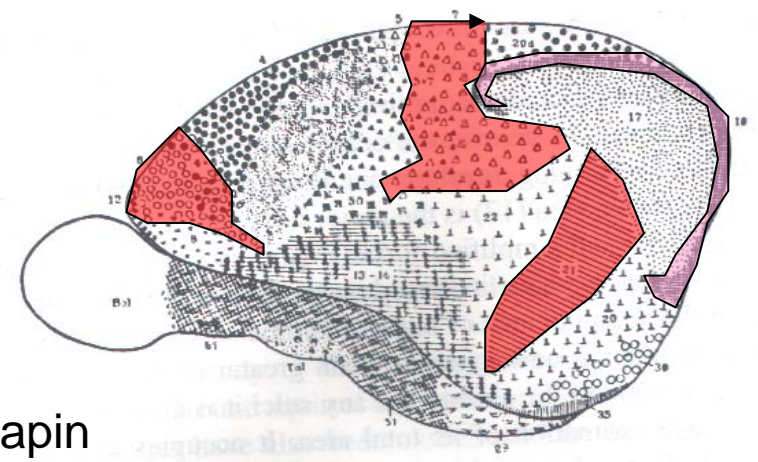
# Comparaison inter-espèce des régions



Homme



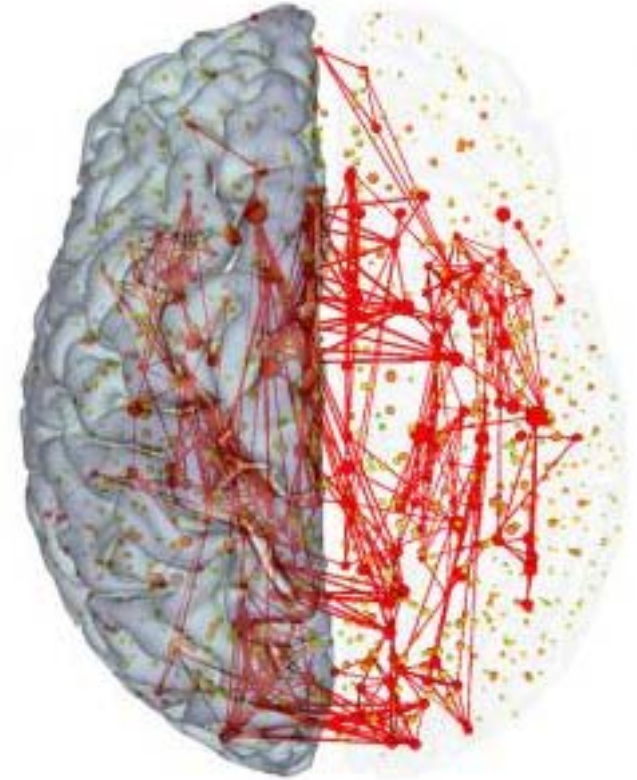
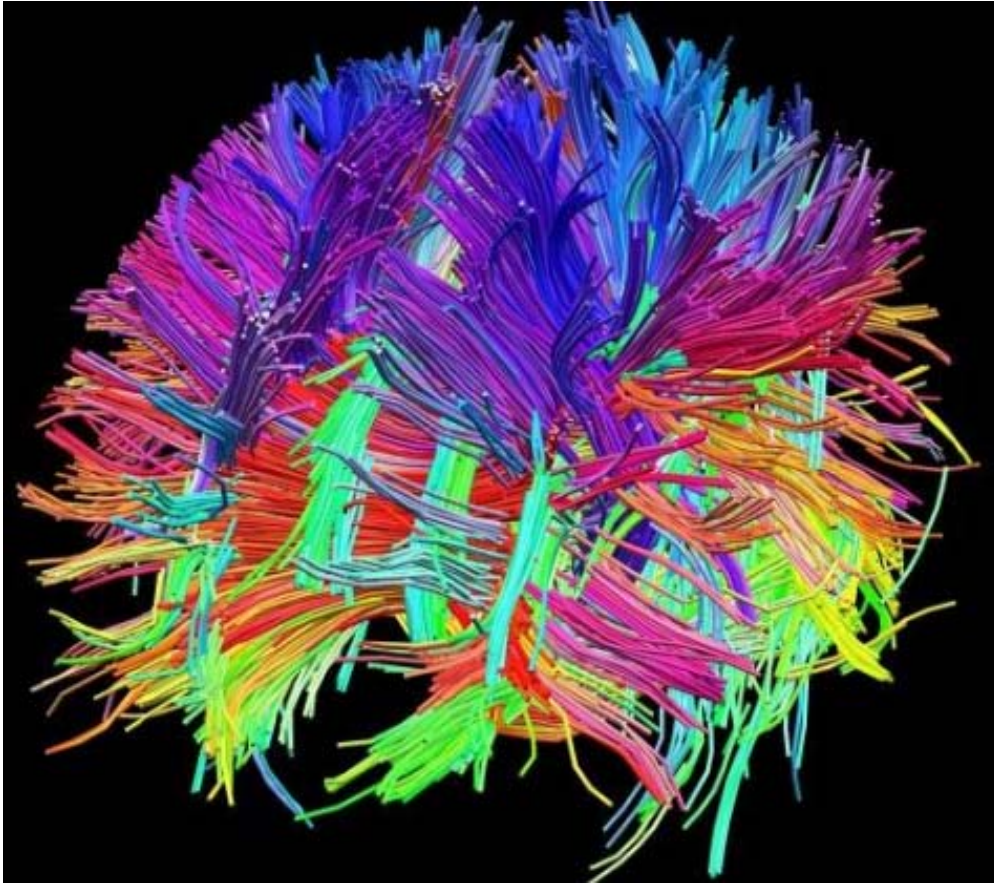
Lemur



Lapin

# Importance de la coordination entre les régions du cerveau

---





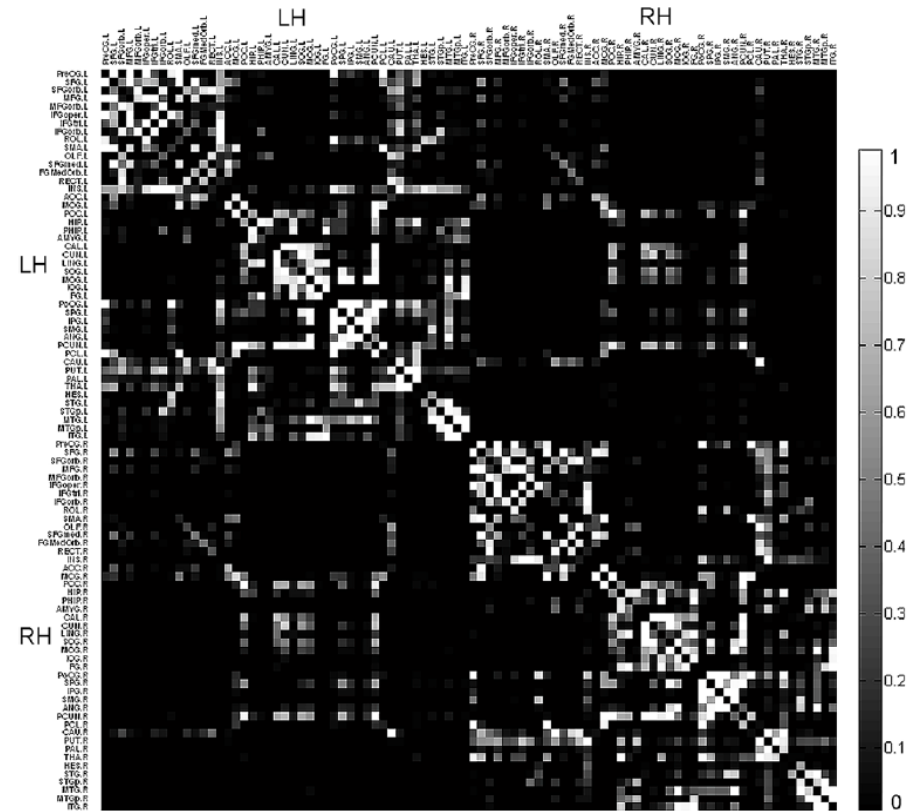
# Le "phénomène du petit monde"

---



- Hypothèse que chacun est relié à n'importe quel autre individu par une courte chaîne de relations sociales.
- Le cerveau est organisé par un "phénomène du petit monde"
- Même si les nœuds d'un réseau fonctionnel ne sont pas voisins, la plupart de ces nœuds sont raccordés par un nombre minimal d'étapes.

# Et si l'intelligence était liée à une meilleure efficacité des réseaux du cerveau ?



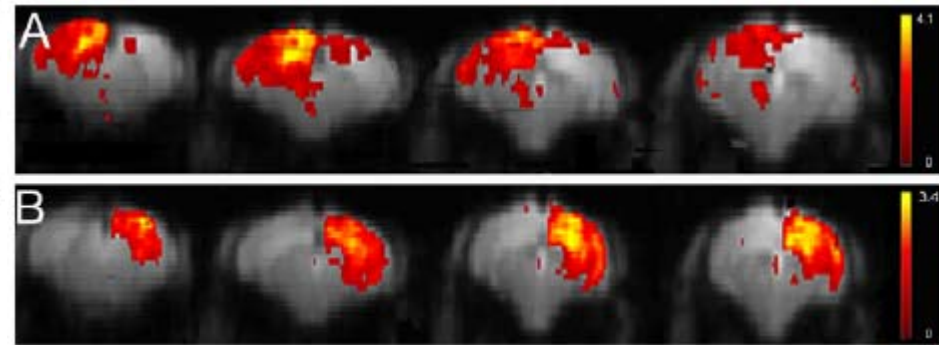
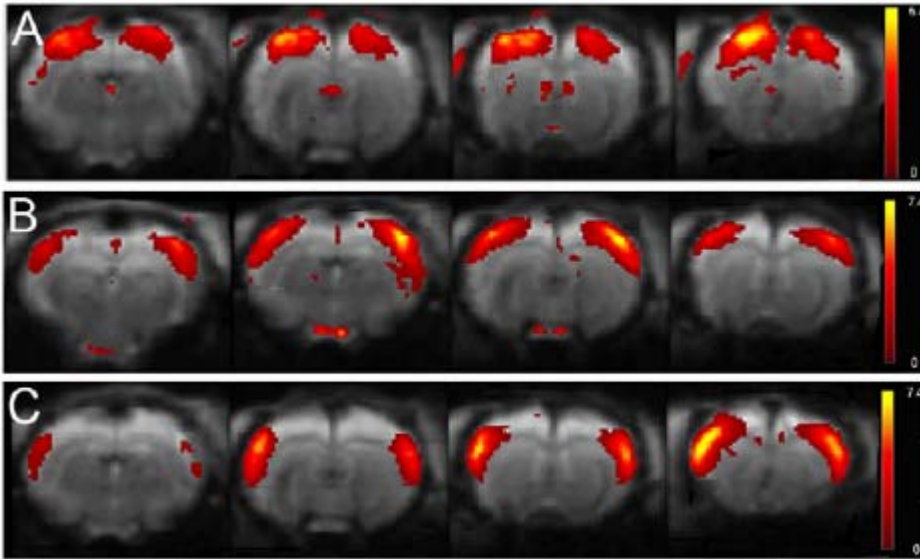
- QI plus élevé correspond à
    - ❖ Des tractus plus courts
    - ❖ Des réseaux plus efficaces
- Transfert d'information plus efficace dans le cerveau

Li, Y et al. 2009. Brain anatomical network and intelligence. PLoS computational biology 5, e1000395.

# Réseaux cérébraux chez les rongeurs

Rats

Souris

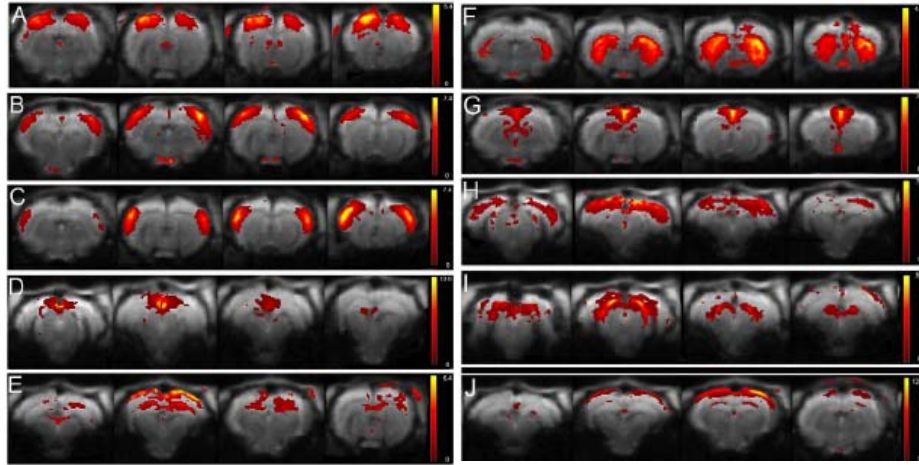


Activations de réseaux unilatéraux

Activations de réseaux bilatéraux

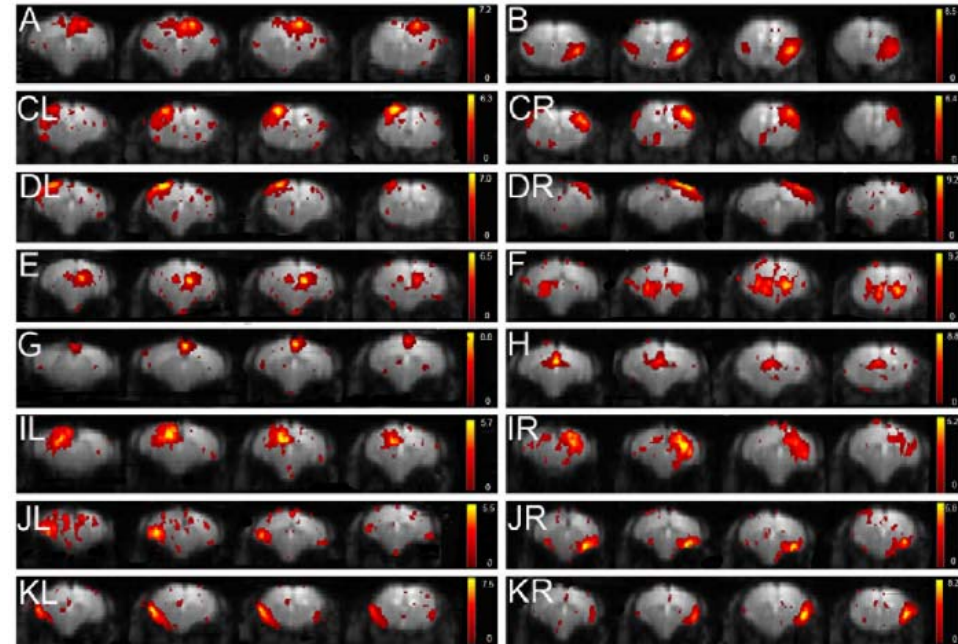
# Réseaux cérébraux chez les rongeurs

Rats



Réseaux étendus  
mais moins nombreux

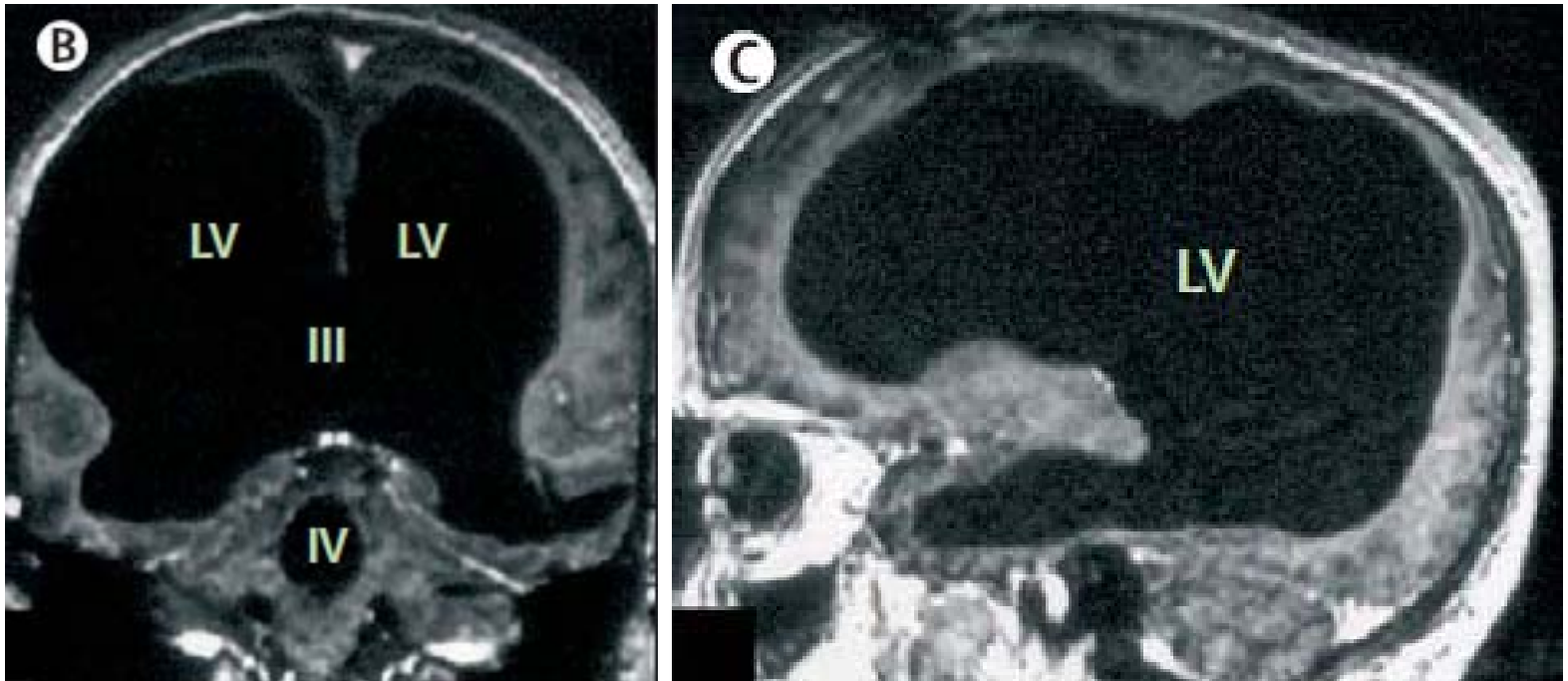
Souris



Plus de "petits" réseaux

# Tout n'est pas toujours si simple...

- Personne de 44 ans
- Fonctionnaire, Marié, Père de 2 enfants
- Jambes faibles depuis 2 semaines

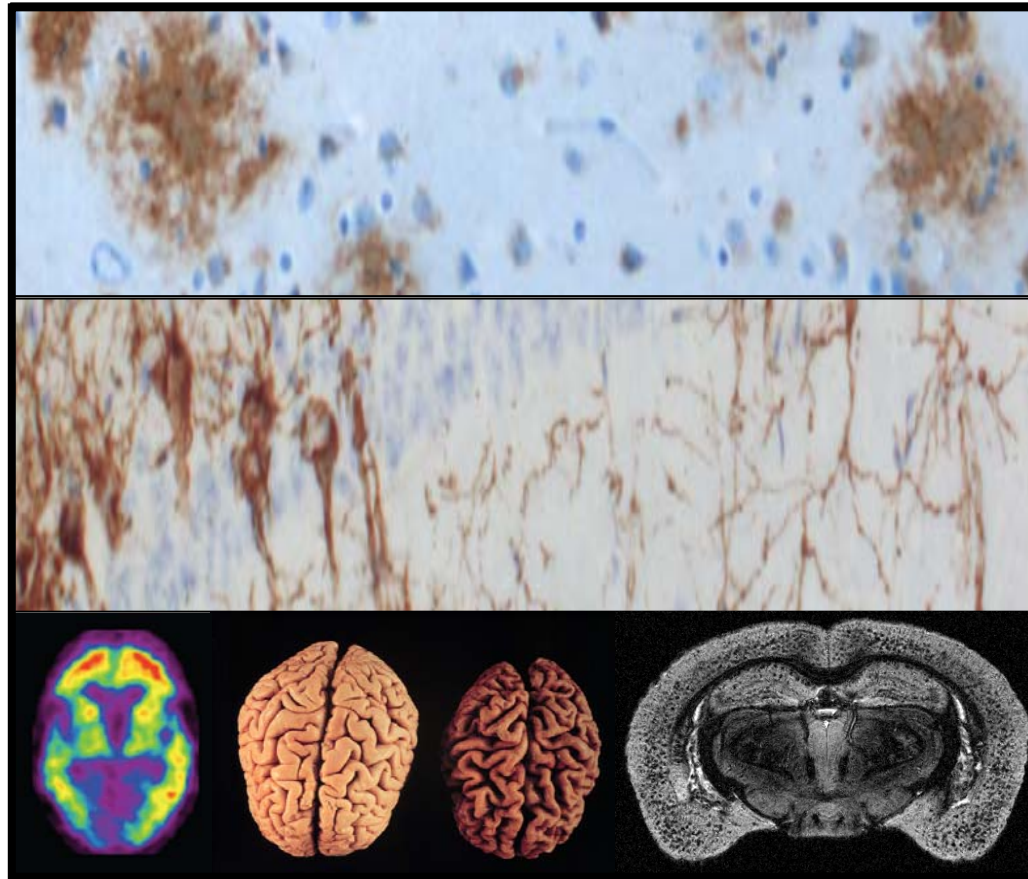


→ Intelligence "normale" malgré la perte majeure du cerveau...



---

# Merci pour votre attention



<http://marc.dhenain.free.fr/Diaps/Presents.html>