

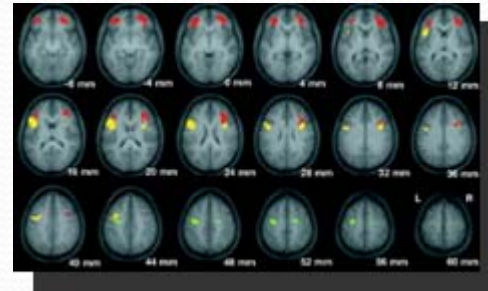
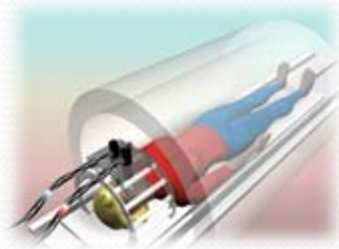
Using your brain



Keesjan de Vries
Timothee Verdier
Igor Favorskiy

Contents

Experiments

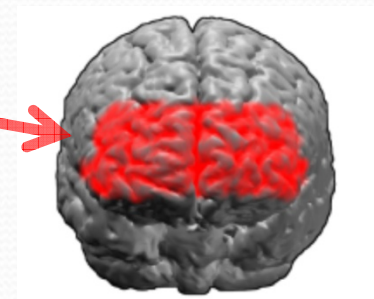


Articles

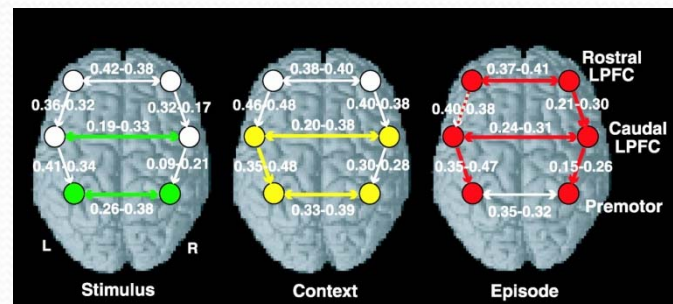


Task induces brain activation

Area

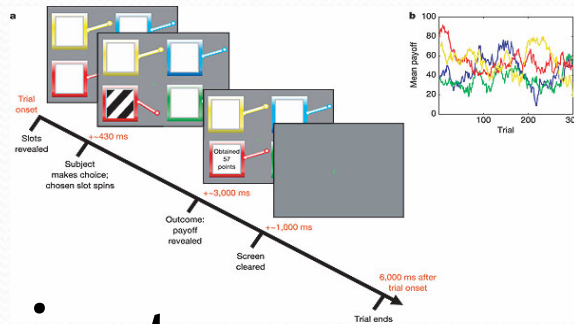


Connection

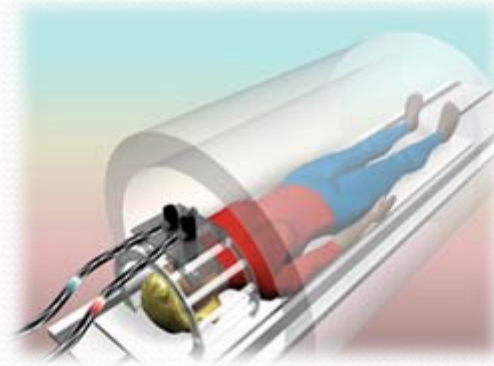


Experimental Setup

Protocol



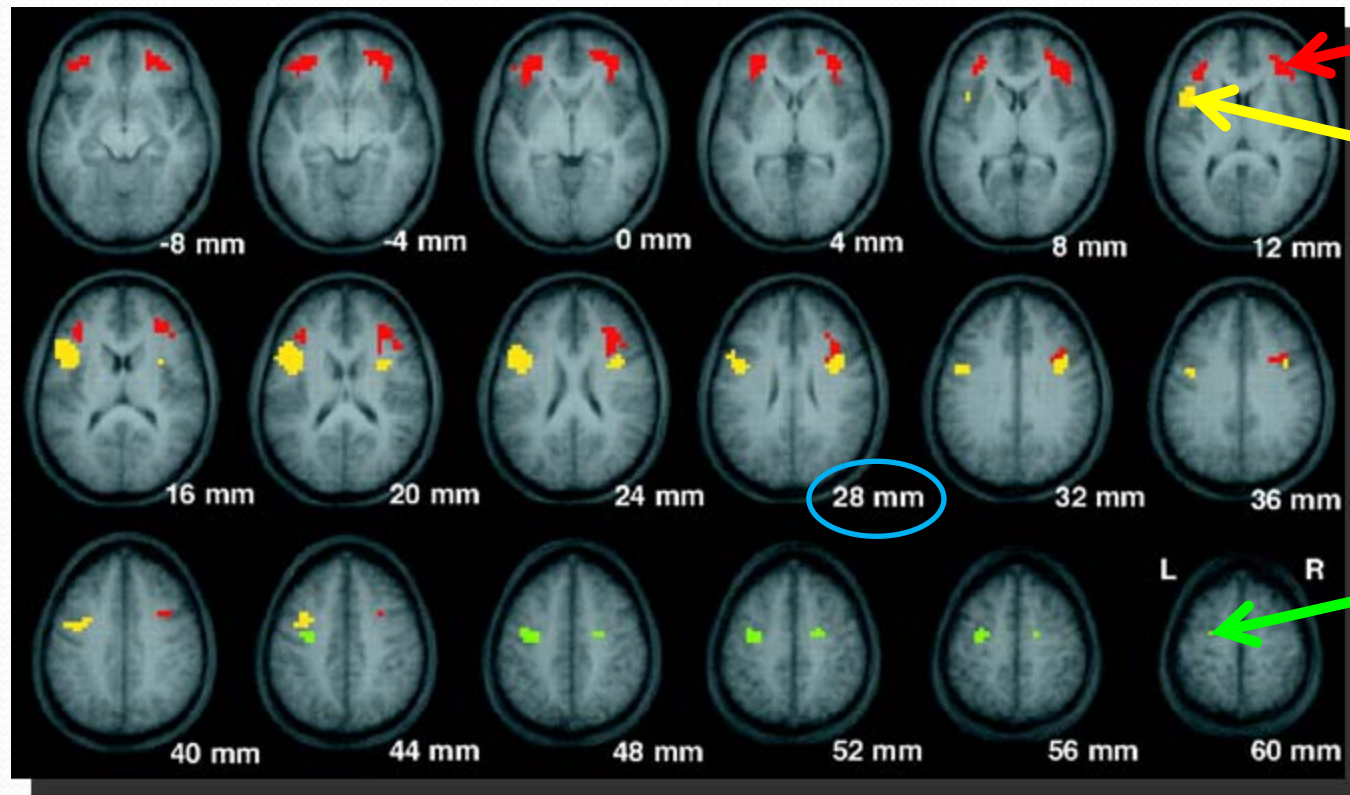
Functional MRI



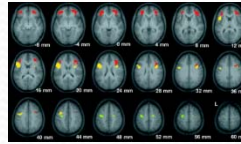
Subjects



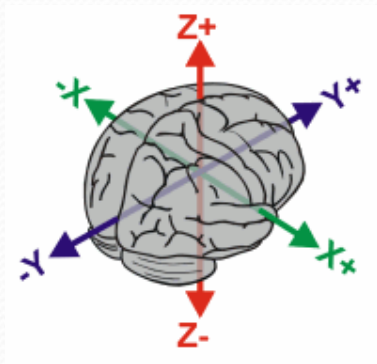
Results: Topography



Explanation



Talairach coordinates



Origin: Anterior commissure

In mm

Z-score

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

μ mean

σ standard deviation

Articles: specific tasks

Branching: planning



Exploration-Exploitation dilemma



The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition

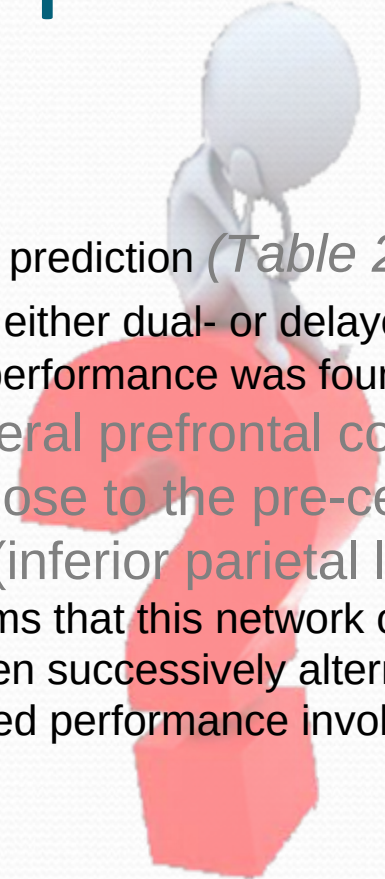
Koechlin and al. (1999)

« Complex problem solving involves the most anterior part of the frontal lobes including the fronto-polar prefrontal cortex »

Un problème ?

$$4 \times (22+3) = ?$$

Un (autre) problème ?



The fMRI results confirm our prediction (*Table 2 and Figs 3-5*). First, we tested for regions selectively involved in either dual- or delayed-task performance (see Methods). The main effect of dual-task performance was found to involve, selectively and bilaterally, the posterior dorsolateral prefrontal cortex (BA (Brodmann's area) 9, middle frontal gyrus, close to the pre-central gyrus and BA 8) and the lateral parietal cortex (inferior parietal lobule, BA 40). In accordance with previous studies, this confirms that this network of brain areas is involved in allocating attentional resources between successively alternating tasks or stimuli. In contrast, the main effect of delayed performance involved no specific brain region...

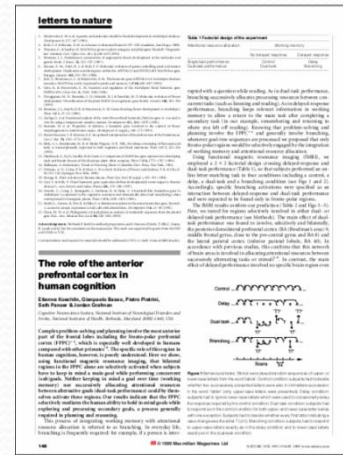
$$4 \times (22+3) = ?$$

$$4 \times (22+3) = ?$$

$$(22+3) = ?$$

25

$$4 \times 25 = 100$$

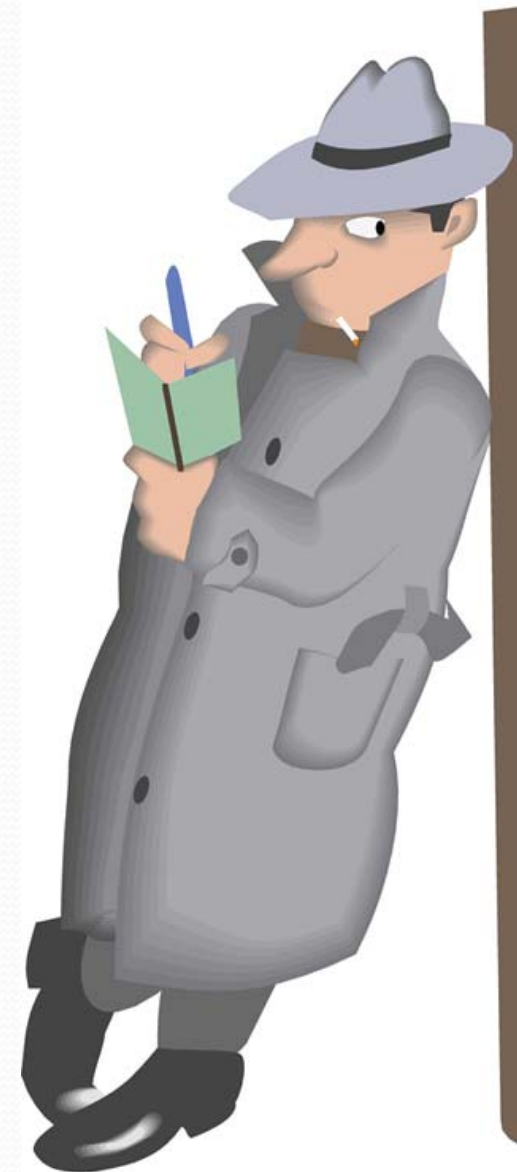


BA ?
Methods ?

Qui fait quoi ?

Différents types de tâches :

Délai : Deux tâches :	NON	OUI
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR



Qui fait quoi ?



Différents types de comportements :

Référence :

Délai :	NON	OUI
Deux tâches :		
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR

Qui fait quoi ?



Différents types de comportements :

Simple :

Délai : Deux tâches :	NON	OUI
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR

Qui fait quoi ?



Différents types de comportements :

Simple :

Délai :		
Deux tâches :	NON	OUI
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR

Qui fait quoi ?



Différents types de comportements :

Double :

Délai : Deux tâches :	NON	OUI
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR

Qui fait quoi ?



Différents types de comportements :

Double &
spécifique :

Délai : Deux tâches :	NON	OUI
NON	Contrôle CT	Réponse Retardée DR
OUI	Double Tâche DT	Dérivation BR

L'Expérience :

T-A-B-L-E-T

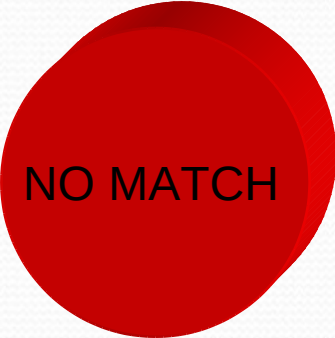
T

E

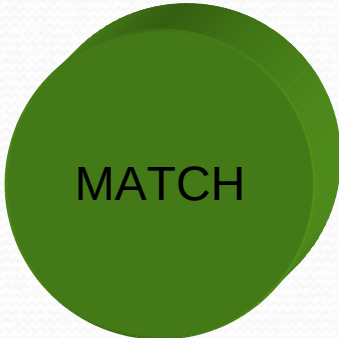
A

L

B



NO MATCH



MATCH

Contrôle :

T

E

A



L

B

Double tâche :

T

E

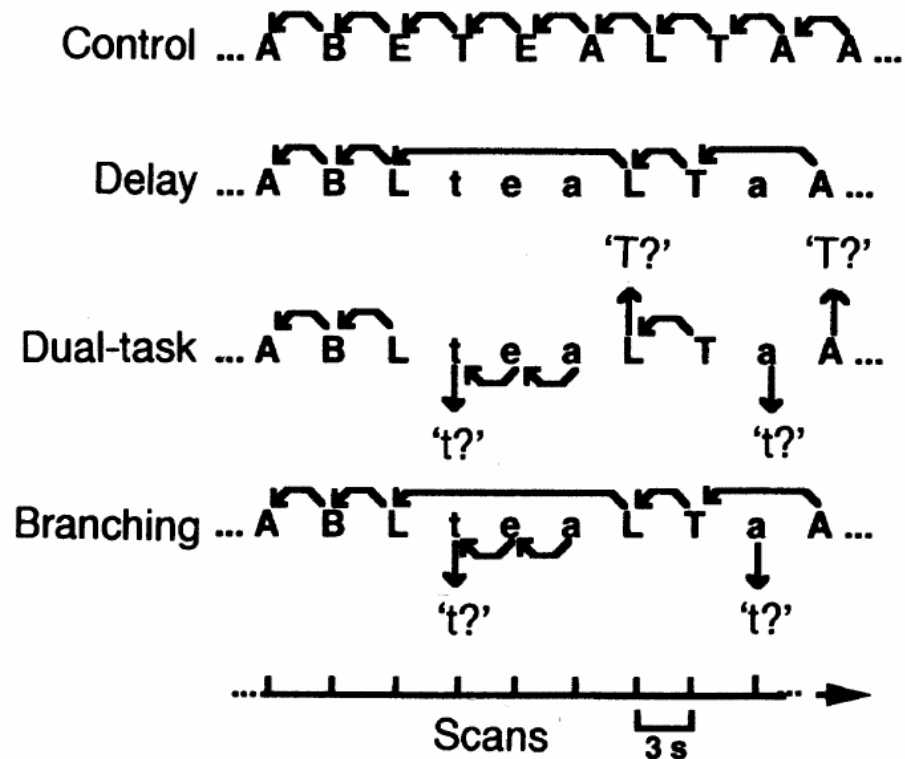
A



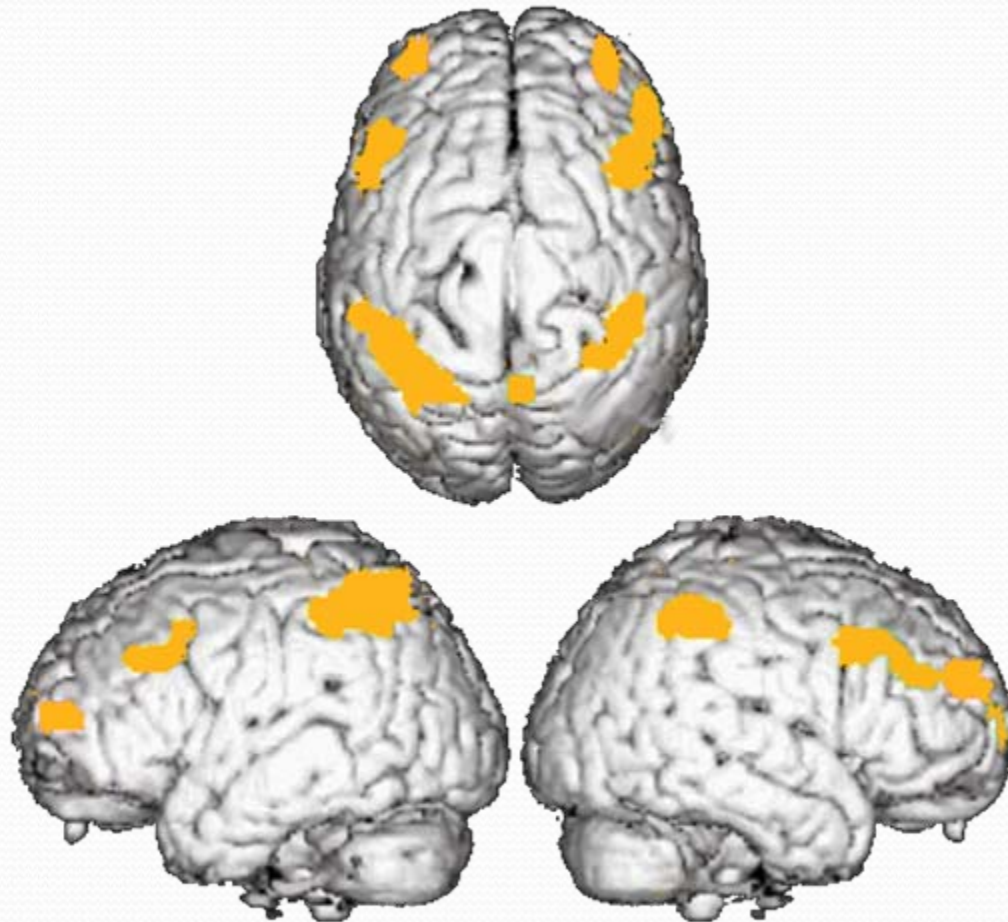
L

B

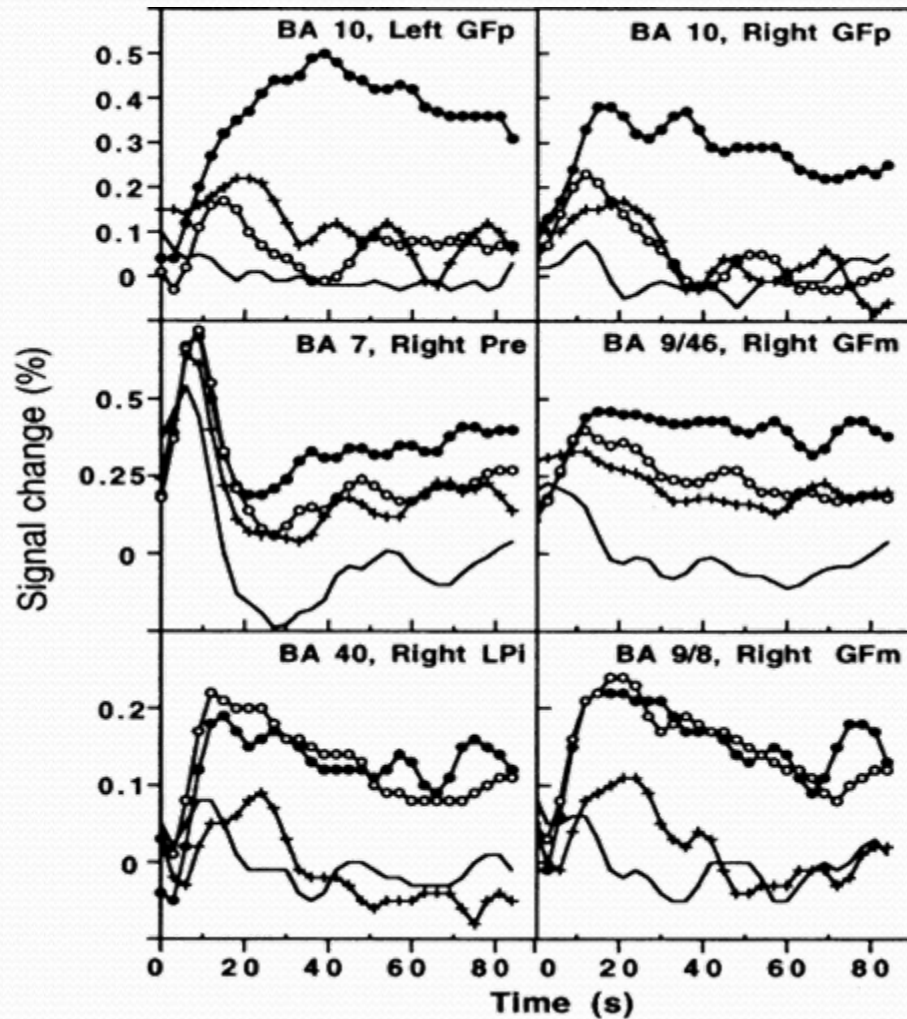
L'expérience :



Résultats :



Dynamique de Réponse :



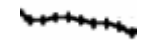
dérivation



double tâche



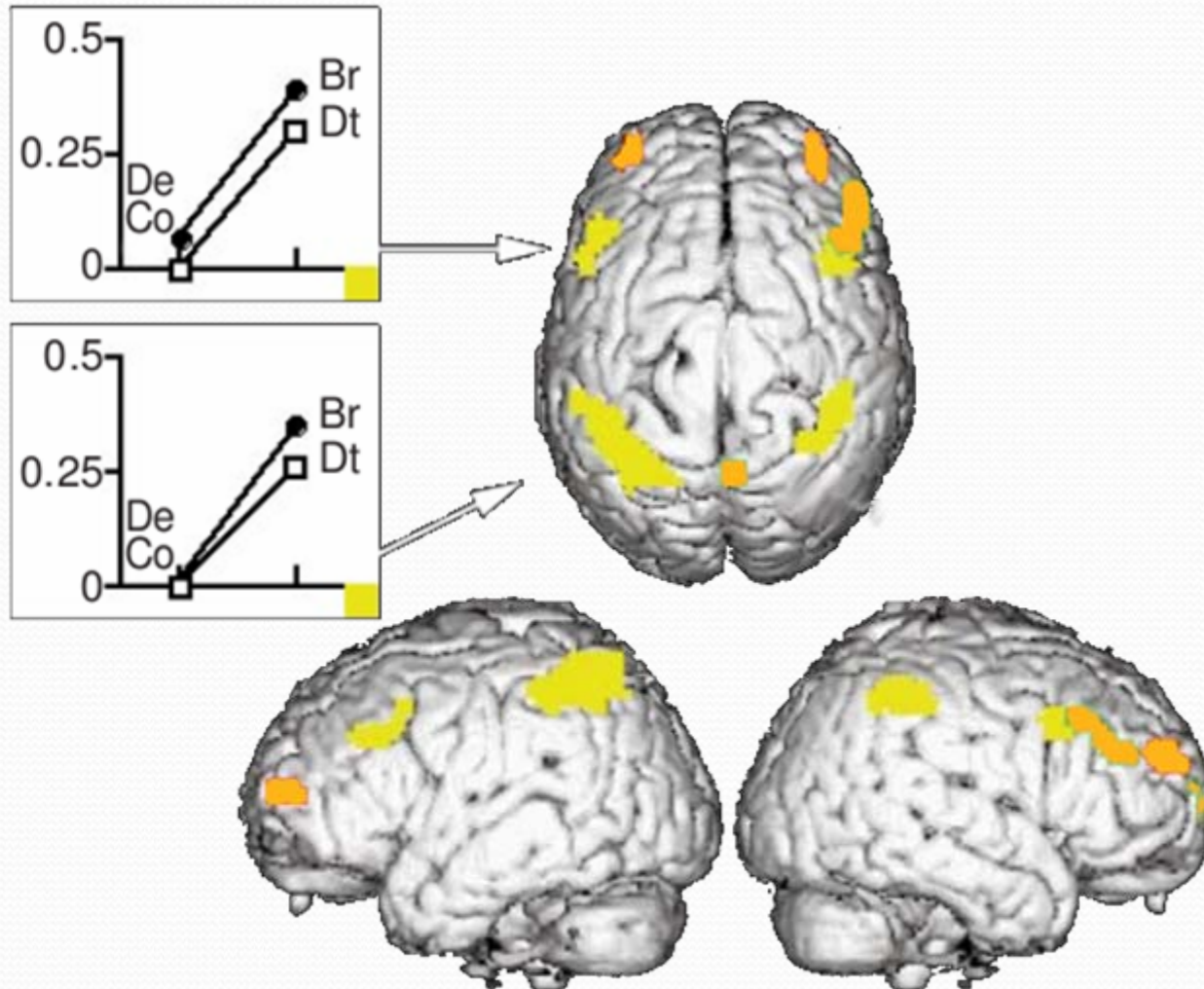
retardée



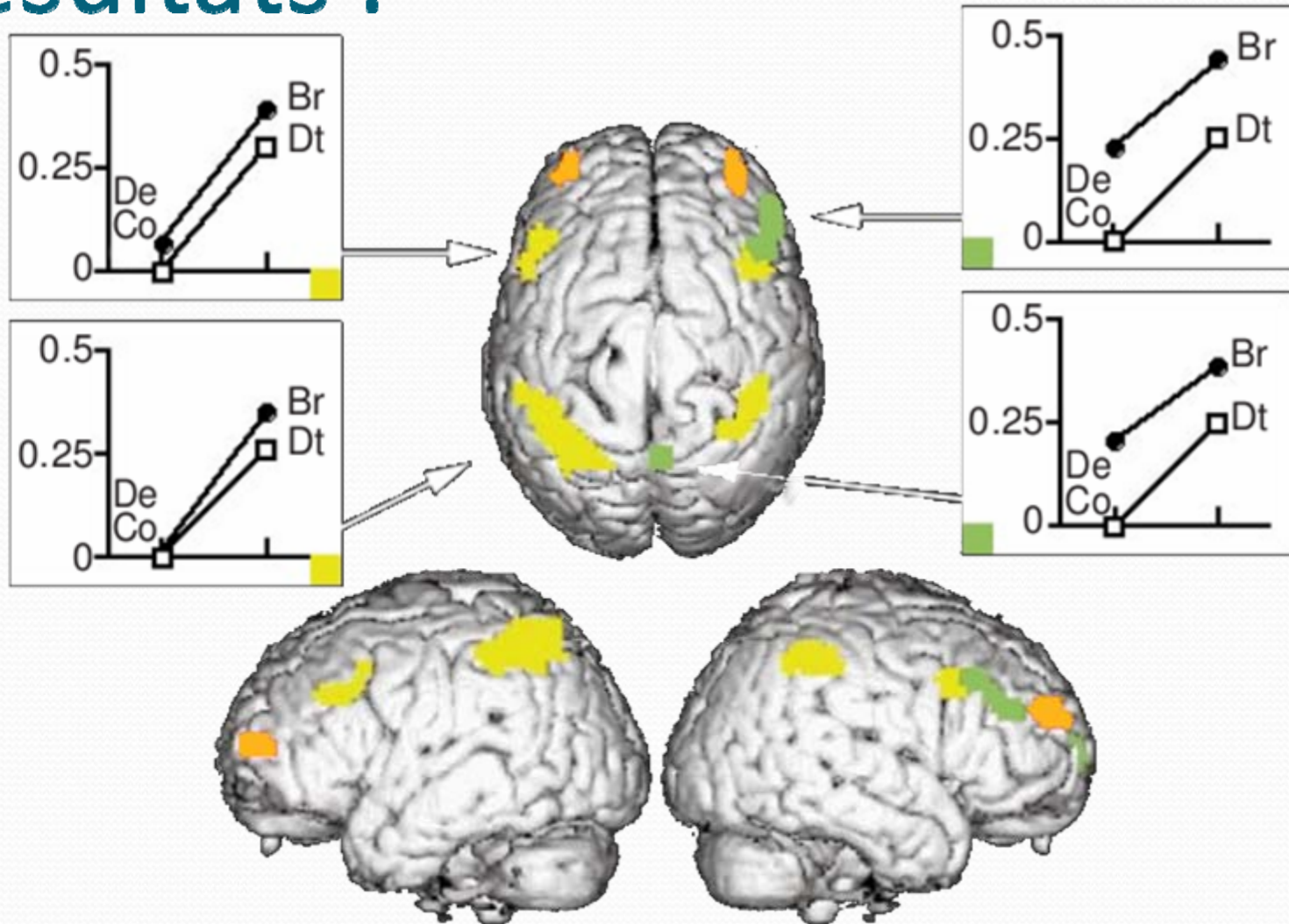
contrôle



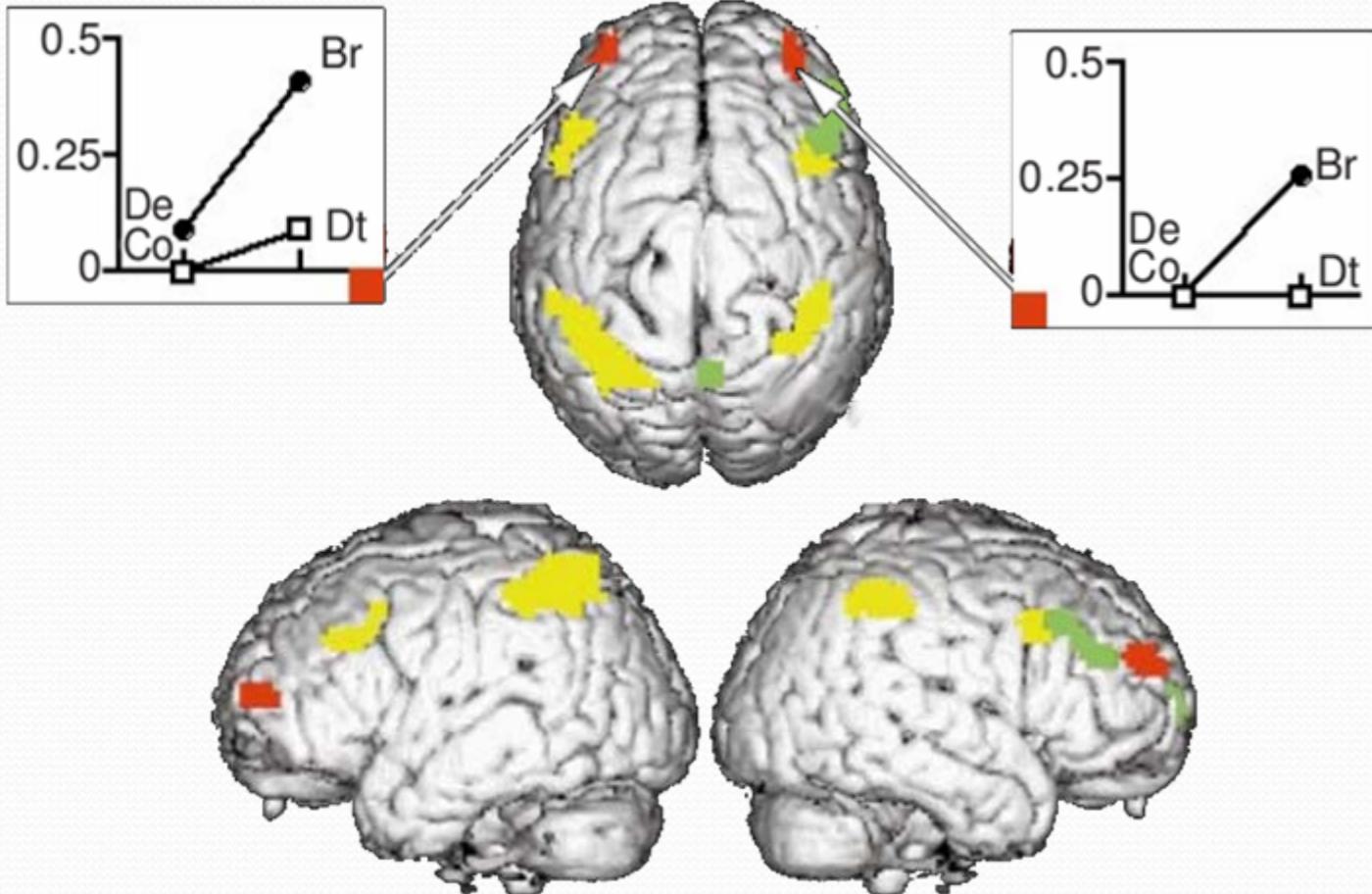
Résultats :



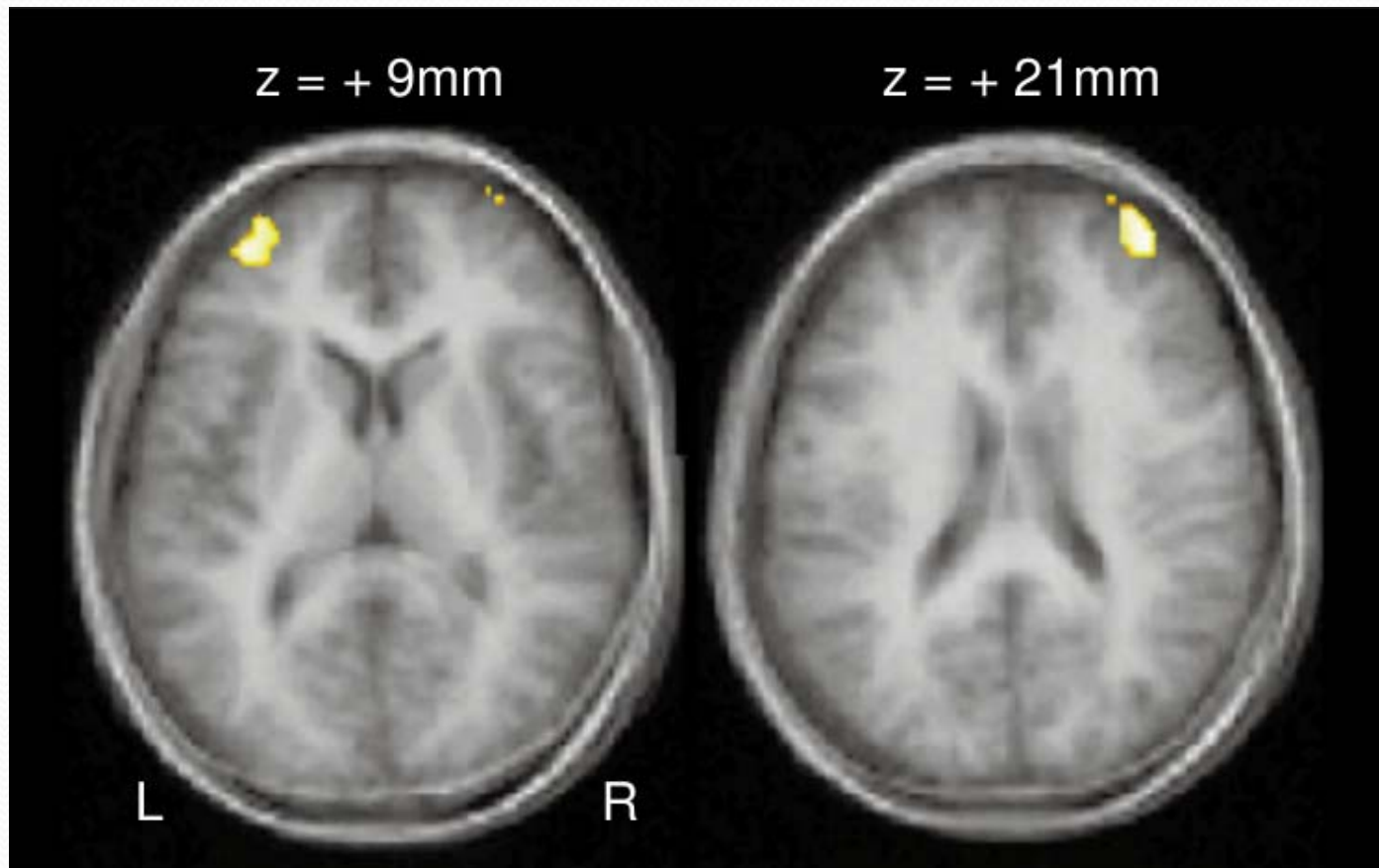
Résultats :



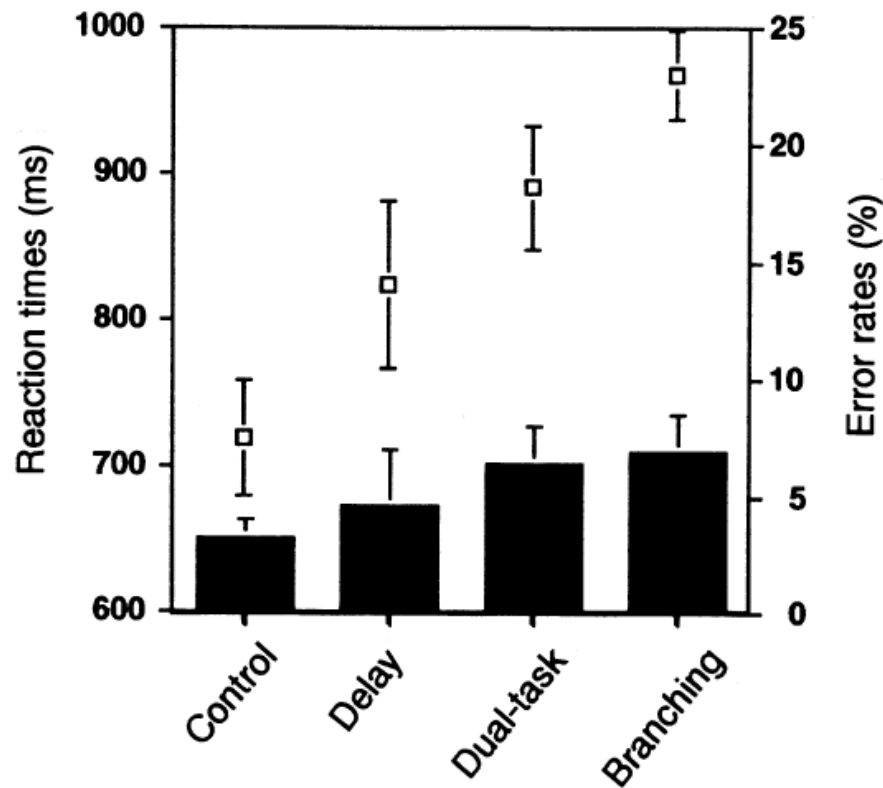
Résultats :



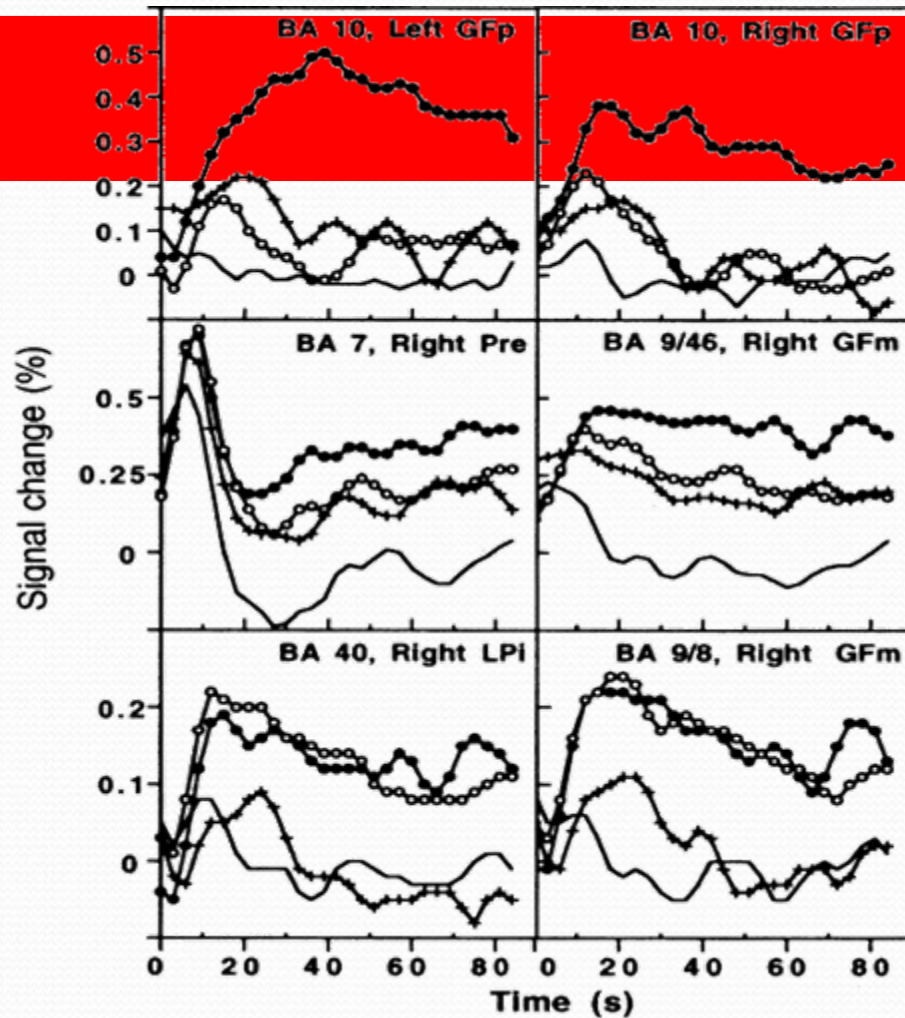
Cortex préfrontal fronto-polaire



Effet de la difficulté :



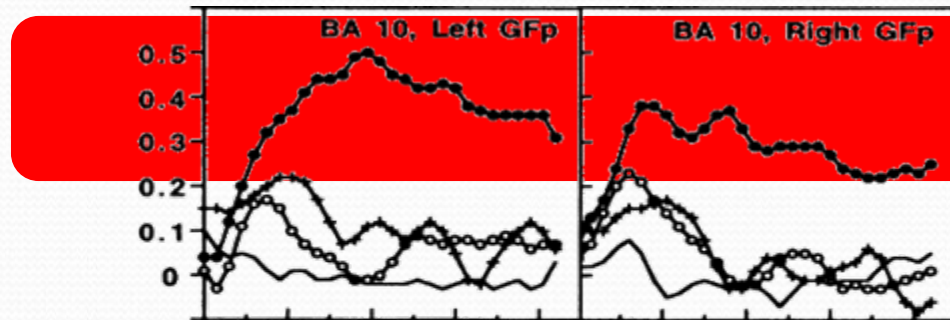
Bilan:



Activité spécifique
de dérivation

« More is different »

Bilan:

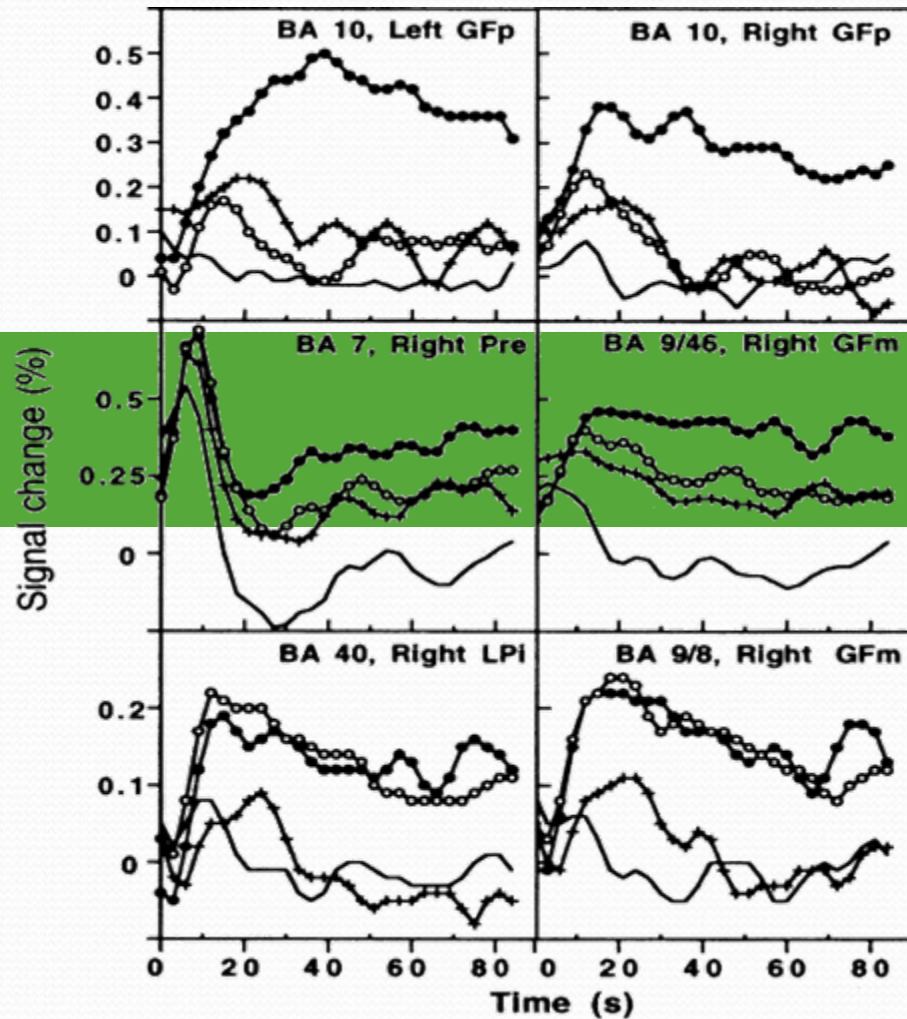


Activité spécifique
de dérivation

« More is different »

Ce réseau neuronal intègre la
mémoire de travail et l'allocation
de l'attention.

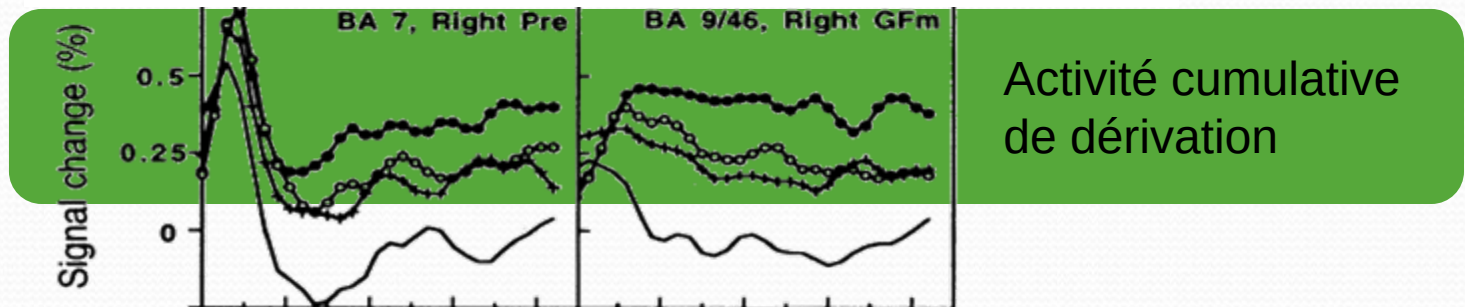
Bilan:



Activité cumulative
de dérivation

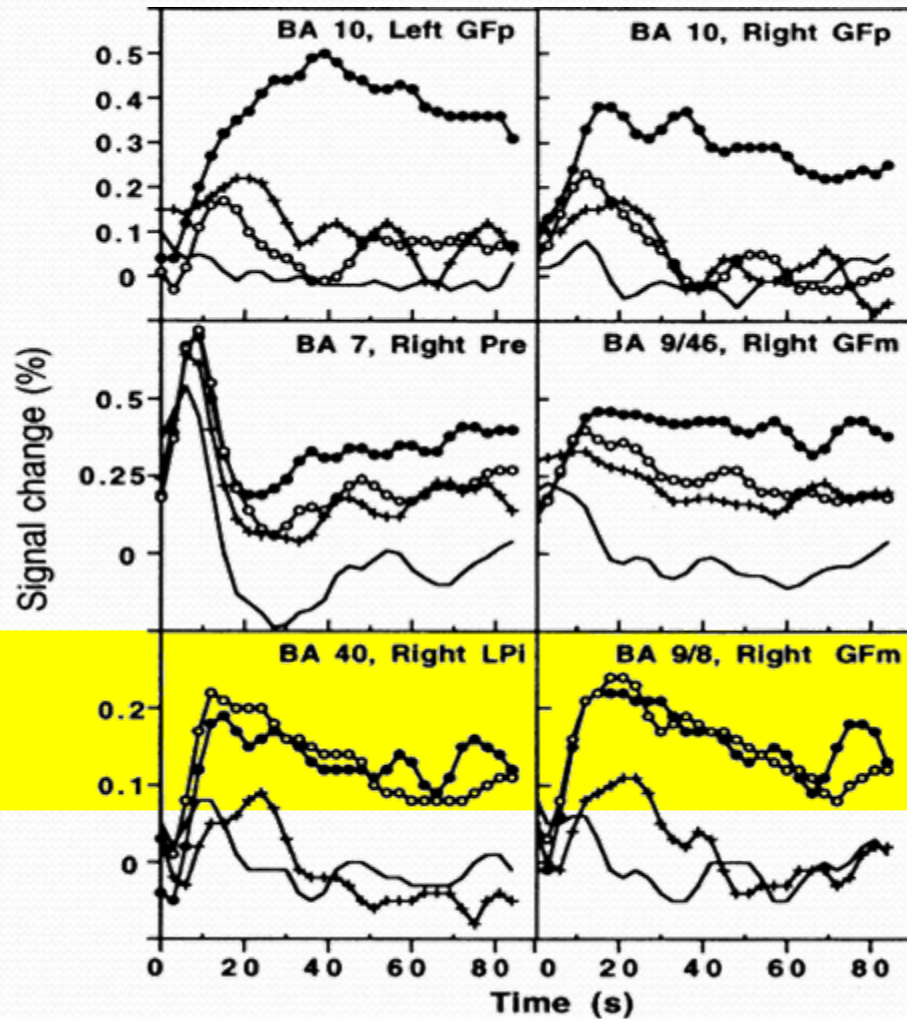
Bilan:

Ce réseau neuronal joue à la fois sur la mémoire de travail et l'allocation de l'attention.



mémoire épisodique :
activation lorsque le contexte
d'un événement est retrouvé

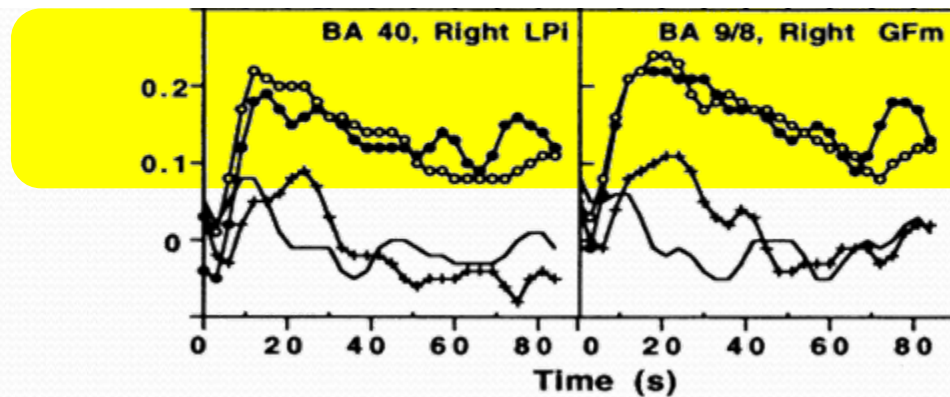
Bilan:



Activité simple

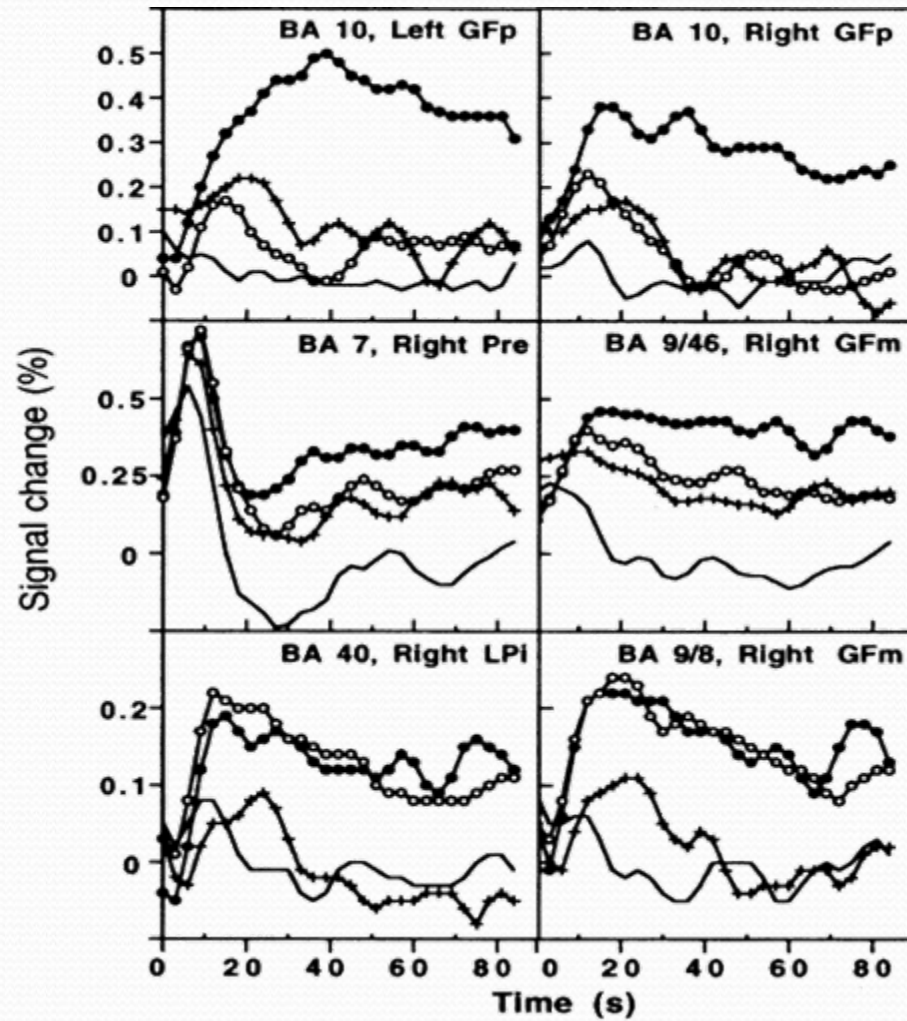
Bilan:

Ce réseau neuronal joue un rôle dans l'allocation de l'attention entre des tâches et stimuli multiples.



Activité simple

Bilan:



Bilan:

Pas de réseau particulier
pour la réponse différée :

Le temps de maintien
d'information à court terme
ne met pas en jeu de zone
particulière dans cette
expérience

Conclusions de l'article

- Rôle crucial du Cortex Fronto-Polaire Préfrontal dans la résolution de problèmes complexe : mémoire de travail et « dérivation »
- Les corrélations de cette expérience étayent les hypothèses précédente sur les zones de réflexion et de gestion de l'attention.

Cortical substrates for exploratory decisions in humans N. D. Daw and al. (2006)

Présentation d'article

Types des décisions

Exploitation
des
ressources
existantes

Changement
de stratégie

Exploration
des
nouvelles
ressources

Les parties du
cerveau
impliquées sont
déjà connues

Objectif de l'article:
**Etudier les zones du cerveau
impliquées dans les
décisions d'exploration**

Quelle est la base neurale du changement de stratégie?

- Architecture modulaire
 - Par défaut: *Exploitation*, gouvernée par une aire sous-corticale du cerveau
 - Prédominance du système de contrôle cognitif (situé dans le cortex) => *Exploration*
- Architecture intégrée
 - Méthode optimale d'exploration
 - Métrique = Valeur d'exploration + Récompense dans le cas de succès

Conditions d'expérience

Choix répétitif entre quatre jeux automatiques

Initialisation
d'un écran
avec quatre
jeux

+ 0.5s

Une personne
choisit un jeu
parmi les quatre

+3s

Le montant
gagné est
affiché

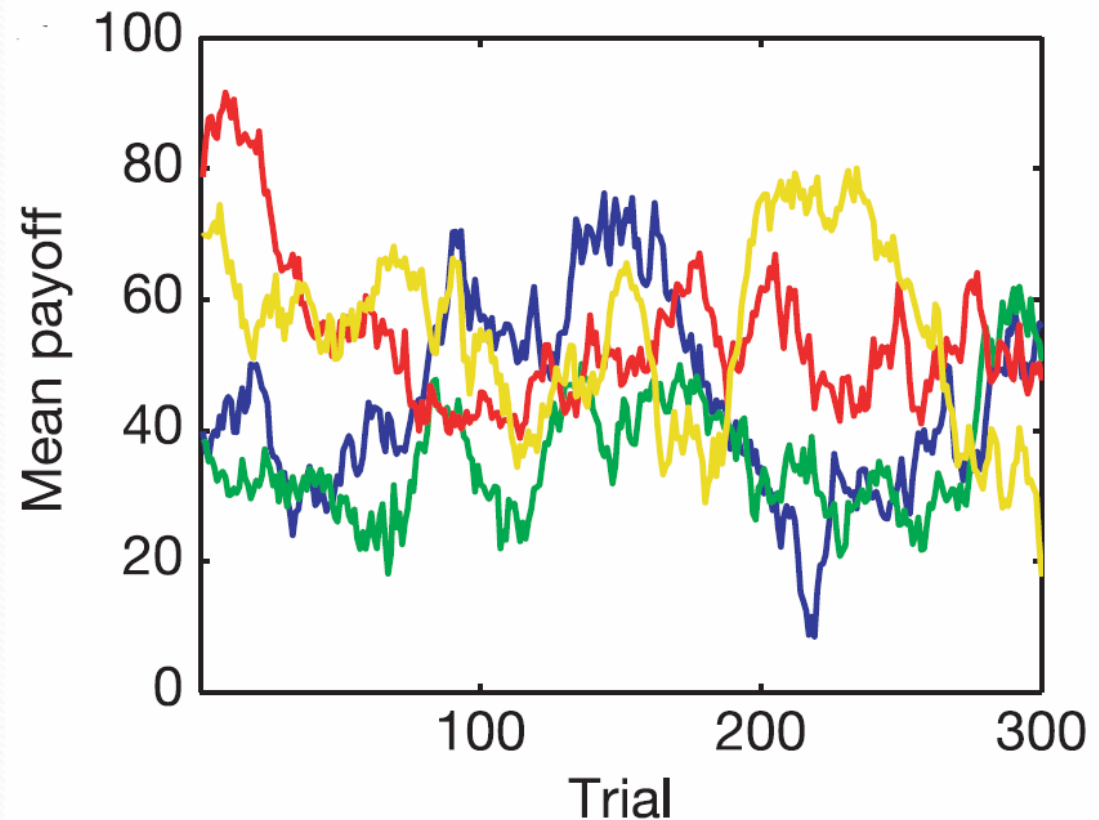
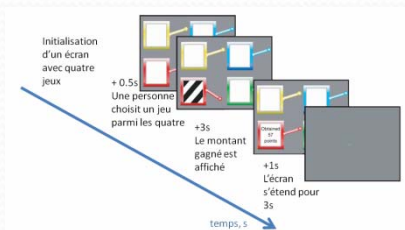
+1s

L'écran
s'étend pour
3s

temps, s

Algorithme de jeu

1. Déterminer un appareil le plus avantageux
2. Devenir riche aux frais de la science américaine .. ?



Modélisation du comportement

- Base : Filtre de Kalman
- Méthode « ϵ -glouton »
 - Choix répétitif de jeu avec le gain maximal
 - Essai d'un nouveau jeu avec probabilité $\epsilon \ll 1$
- Méthode « softmax »
 - Maximisation d'espérance de gain
 - Encouragement pour les décisions les plus informatives

Méthode « softmax »

- Chaque jeu est modélisé par :

valeur moyenne $\mu_{i,t}$, variance $\sigma_{i,t}^2$

- Probabilité de choisir action i :
$$P_{i,t+1} = \frac{\exp(\beta \mu_{i,t})}{\sum_{j=1}^4 \exp(\beta \mu_{j,t})}$$

- Une fois qu'une action i_0 est choisie, les nouveaux paramètres sont calculés :

$$[\mu_{i,t+1}, \sigma_{i,t+1}^2] = \begin{cases} Kalman([\mu_{i,t}, \sigma_{i,t}^2]), & i = i_0 \\ [\mu_{i,t}, \sigma_{i,t}^2], & i \neq i_0 \end{cases}$$

Analyse des données expérimentales

Choix fait par
une personne

Données fMRI

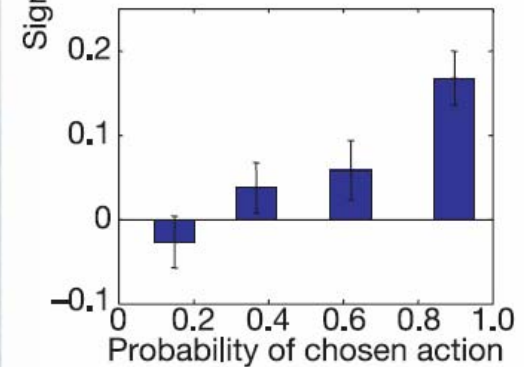
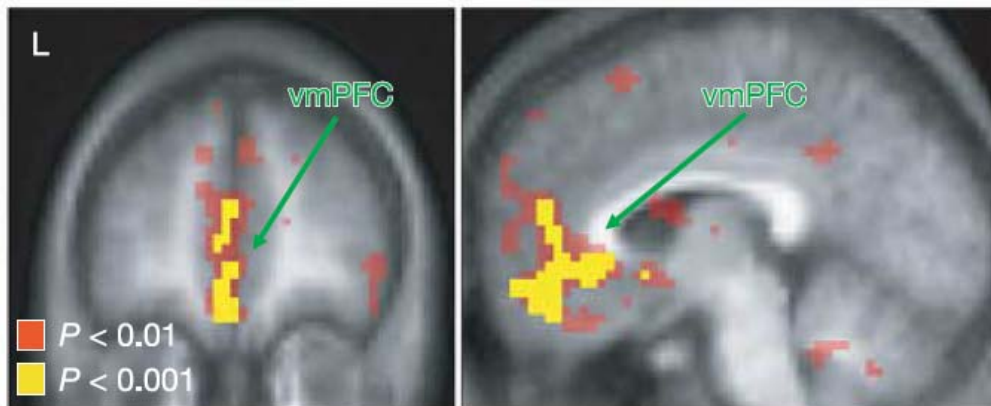
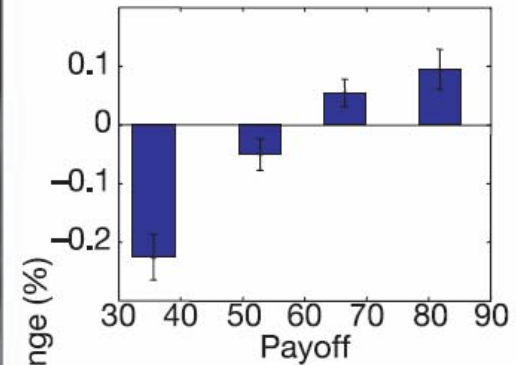
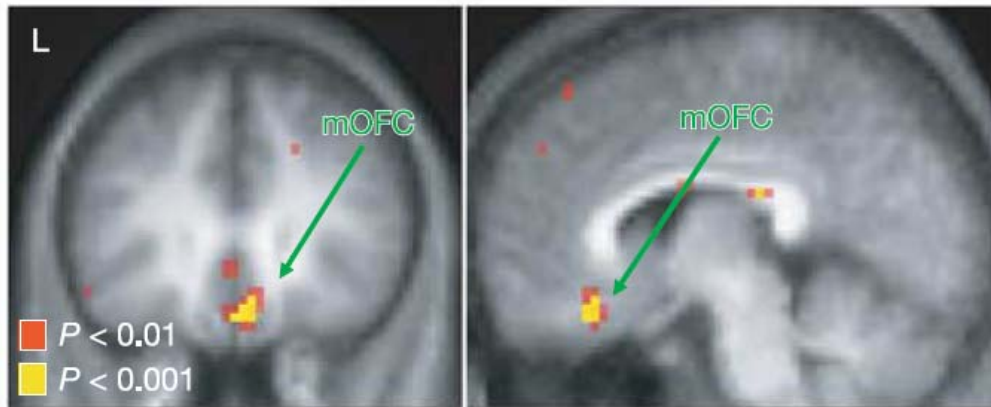
Ajustement
des paramètres

Modèle
mathématique

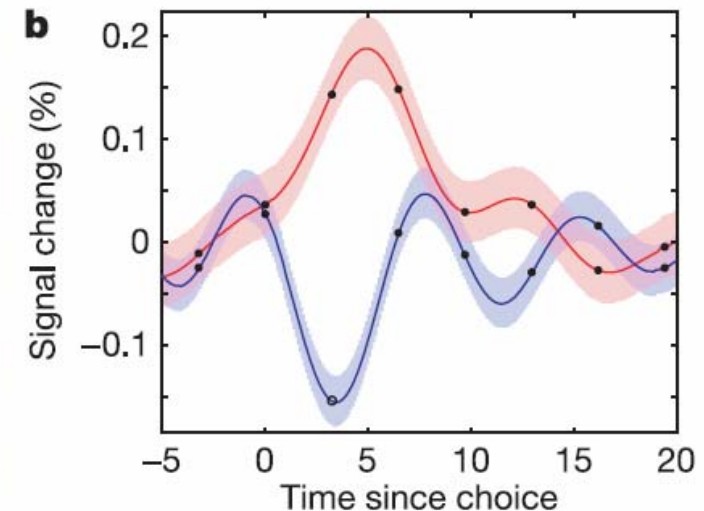
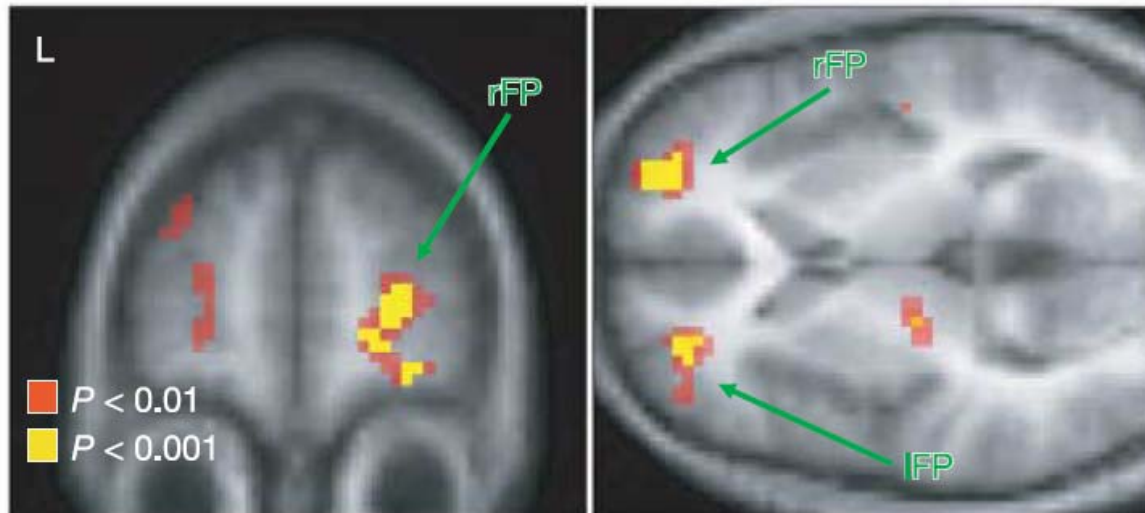
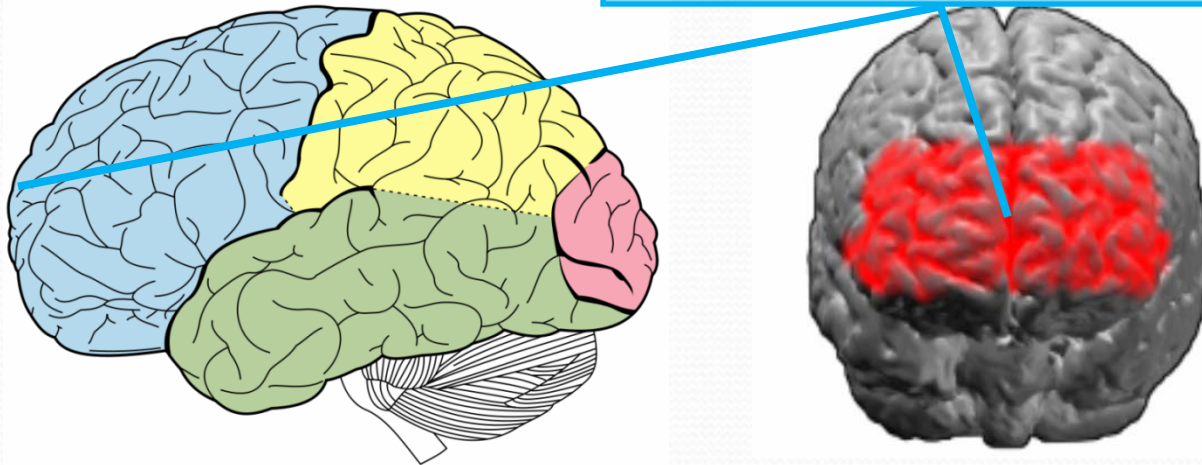
Calcul de corrélation + vérification

Zones de
corrélation

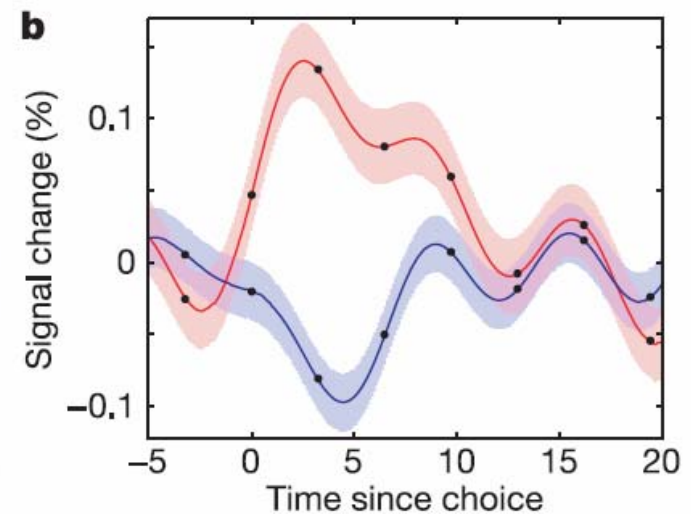
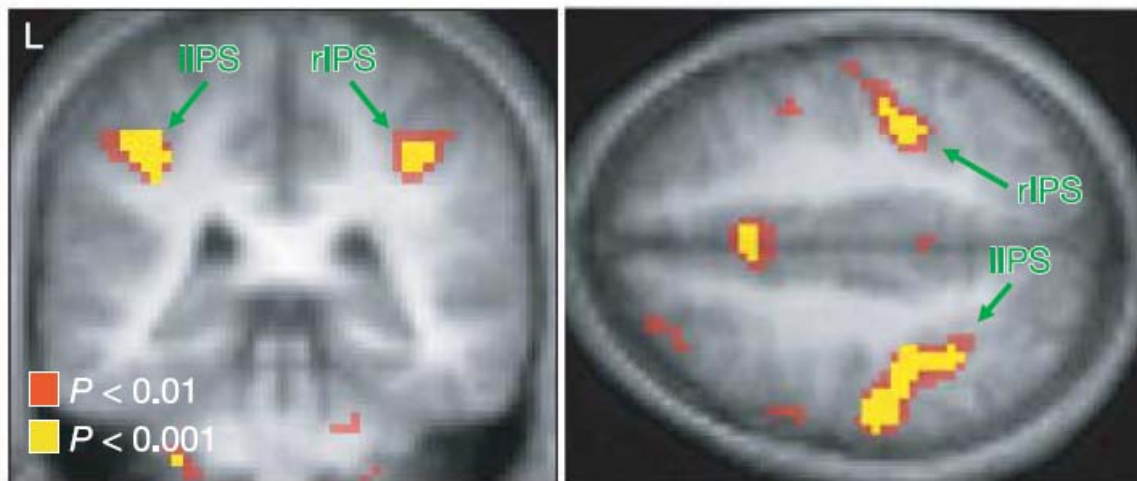
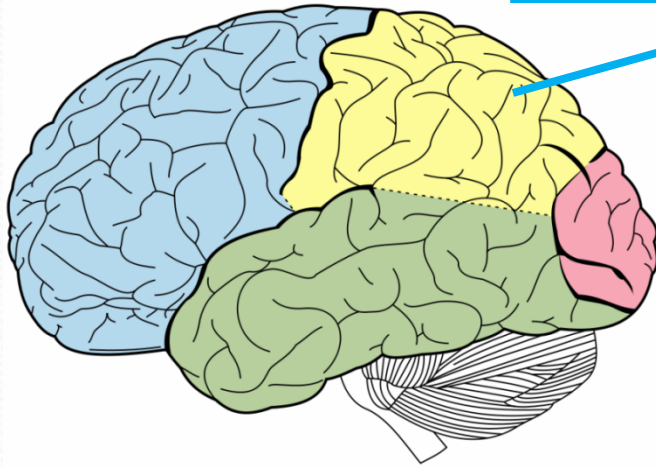
Activations liées avec la récompense



Activations liées avec l'exploration dans le cortex **frontopolaire**



Activations liées avec l'exploration dans sulcus **interpariétal**



Conclusions de l'article

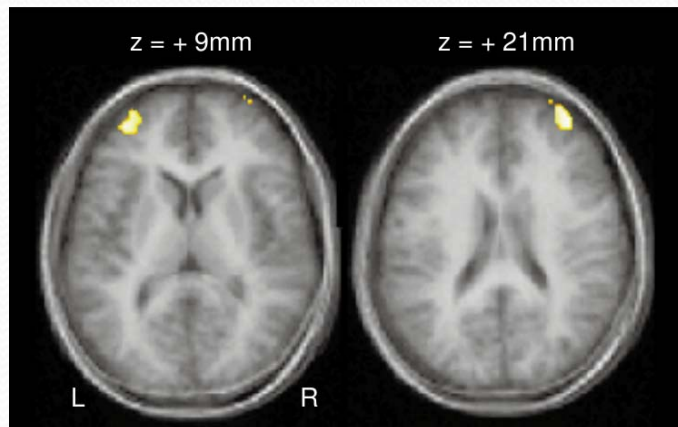
- Des zones du cerveau éloignées spatialement sont impliquées => architecture modulaire
- Application : le résultat à prendre en compte dans les algorithmes de sélection d'action
 - Modèle approprié : « softmax »
- Analyse :
 - + modèle mathématique de comportement
 - + outils statistiques
 - + fMRI

Conclusion

Branching



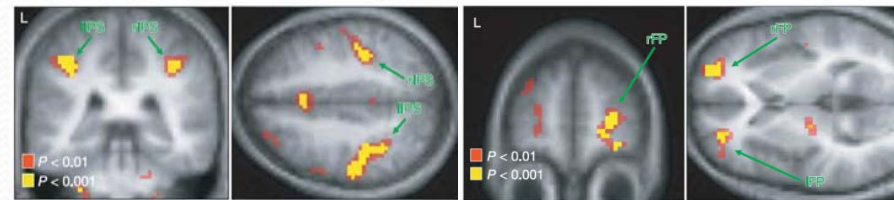
Fronto-polar prefrontal cortex



Exploration



Intraparietal Sulcus Frontopolar Cortex



Appropriate model: "Soft-Max"

Thank you for your attention

