

Reconnaissance des scènes naturelles

Spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales

Carole Peyrin

Functional Brain Mapping Laboratory
Laboratory of Neurology & Imaging of Cognition

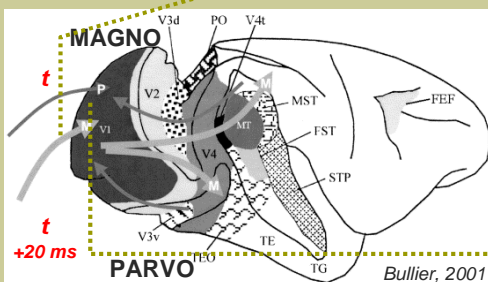
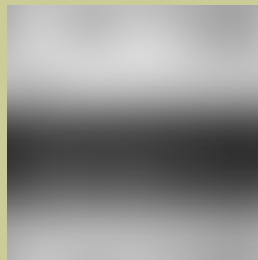
Laboratoire de Psychologie & NeuroCognition (CNRS-UMR5105)
Unité Mixte 594 INSERM "Neuroimagerie Fonctionnelle et Métabolique"



Colloques Cerveau & Cognition
06/04/2004



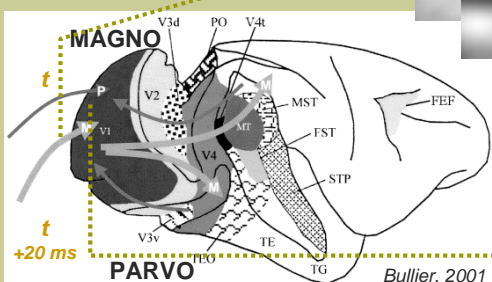
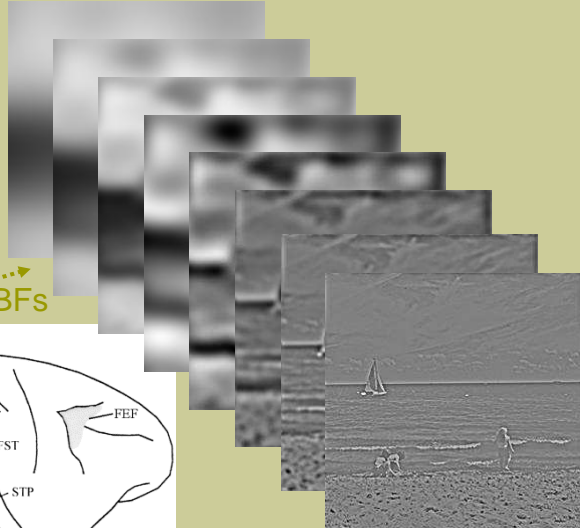
Une reconnaissance visuelle « ultra-rapide »



BFs

HF

Une reconnaissance visuelle « ultra-rapide »

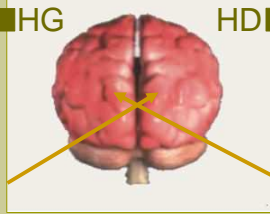


BFs

HF

Spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales (SHFs)

HF ← HG HD → BF



Chp Visuel Gauche
BFs

Chp Visuel Droit
HF

● Etudes comportementales
Sergent, 1982; Kitterle et al., 1990

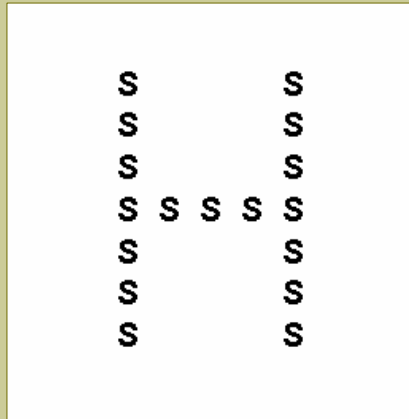
● Neuropsychologie
Robertson et al., 1988; Lamb et al., 1990; Robertson et al., 1991

● Neuroimagerie
Fink et al., 1996; Martinez et al., 1997; Heinze et al., 1998; Kenemans et al. 2000; Yamaguchi et al., 2000; Han et al., 2002; Iidaka et al., 2004; Lux et al., 2004.

Présentation en champ visuel divisé

➔ Test indirect de la spécialisation hémisphérique du traitement des fréquences spatiales...

Le paradigme des formes hiérarchiques



- Stimuli

Généralement, une lettre globale (H) composée de petites lettres locales (S)

- Tâche

Tâche d'attention dirigée

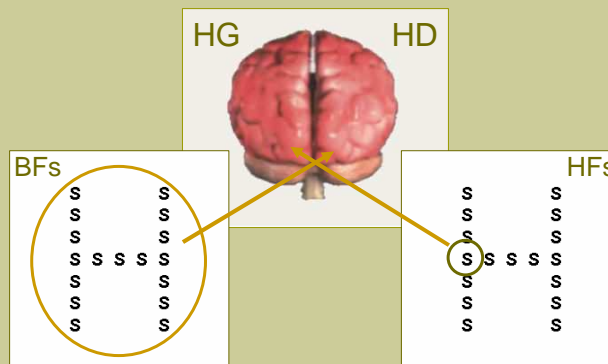
Tâche d'attention divisée

Ex : détecter une lettre cible apparaissant soit au niveau Global, soit au niveau Local

- Résultats

Précédence Globale...

La spécialisation hémisphérique du traitement global/local



Spécialisation de l'**HD** ➔ information **Globale** dite véhiculée par les **BFs**

Spécialisation de l'**HG** ➔ information **Locale** dite véhiculée par les **HF's**

Le choix du paradigme expérimental

Utilisation du paradigme expérimental des formes hiérarchiques sans manipulation directe et explicite des composantes fréquentielles des stimuli

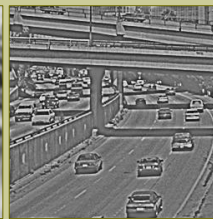


Reconnaissance visuelle de scènes naturelles

- stimuli complexes et plus écologiques
- manipulation explicite des fréquences spatiales



Filtrage passe-bas (BFs)

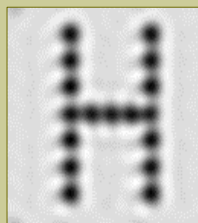


Filtrage passe-haut (HF)

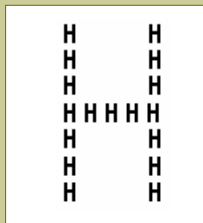
Le choix du paradigme expérimental

Filtrer les formes hiérarchiques ?

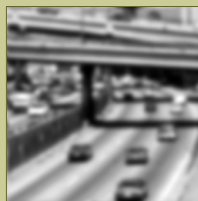
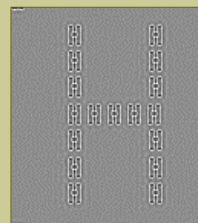
Passe-bas



Non-filtrée



Passe-haut



Aires corticales spécialisées

Modèle de Robertson & Lamb, 1991

La perception de l'organisation hiérarchique du monde visuel impliquerait, en fait, la coordination de quatre sous-systèmes corticaux fonctionnellement distincts :

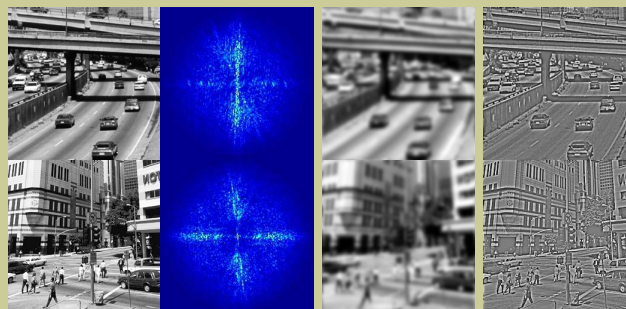
- la région temporale supérieure et pariétale droite => accentuation des propriétés globales
 - la région temporale supérieure et pariétale gauche => accentuation des propriétés locales
 - le lobe pariétal inférieur => contrôle de la distribution des ressources attentionnelles sur les 2 sous-systèmes précédents et modulation de leur traitement
 - un réseau temporo-pariétal postérieur => connexion des propriétés globales et locales
-
- les aires extra-striées *Fink et al., 1996*
 - droites => information globale
 - gauches => information locale

Etude en IRMf événementielle

1. Identifier les substrats corticaux sous-jacents à une spécialisation hémisphérique en manipulant explicitement les fréquences spatiales des stimuli visuels.
2. Spécifier à quel niveau hiérarchique du traitement visuel les hémisphères se spécialisent dans le traitement des fréquences spatiales.

Etude psychophysique - Stimuli

- 2 scènes naturelles appartenant à 2 catégories perceptives/sémantiques différentes : une autoroute et une ville
- photographies carrées en 256 niveaux de gris de 4° d'angle visuel
- orientations dominantes similaires (spectre d'amplitude)
- filtrage **passé-bas** (<4 cpd)
- filtrage **passé-haut** (>6 cpd)
- Réhaussement du contraste des HFs



Etude psychophysique - Procédure expérimentale

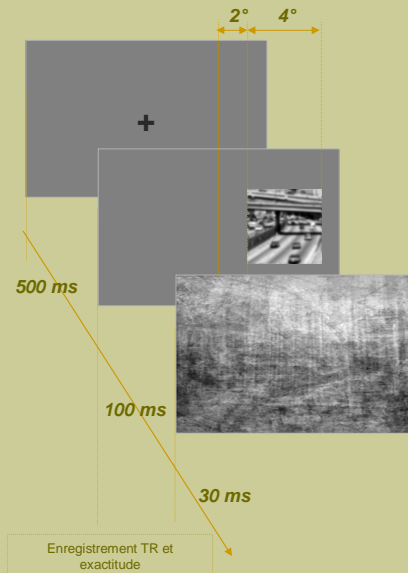


Participants : 10 hommes droitiers

Tâche : reconnaissance d'une scène cible déterminée en début d'expérience

- Réponse 'go/no-go'
- Présentation latéralisée
- Stimuli Non-filtrée, BFs et HFs
- Stimuli présentés 100 ms

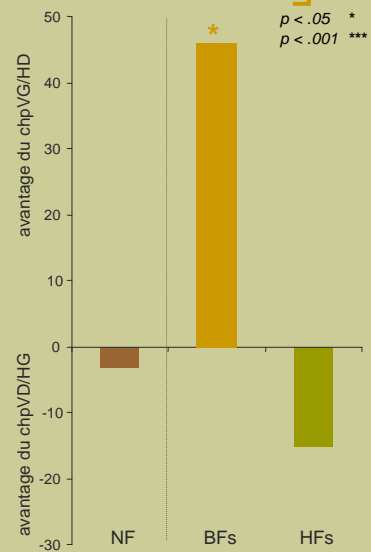
Un essai...



Résultats

- Scènes Non-Filtrées
 - ✓ Absence d'avantage hémisphérique
- Scènes Filtrées
 - ✓ Interaction significative champs visuels (droit/gauche)*composantes fréquentielles (BFs/HFs)
 - ✓ BFs : avantage de l'HD
 - ✓ HFs : avantage de l'HG

Résultats en faveur d'une SHFs classique (supériorité de l'HD dans le traitement des BFs et supériorité de l'HG dans le traitement des HFs) **en manipulant explicitement les fréquences spatiales**



Peyrin et al., Brain and Cognition, 2003

Étude en IRMf événementielle

Participants : 16 hommes volontaires sains droitiers

Stimuli : 2 scènes naturelles (autoroute et ville), non filtrées, BFs et HFs

Tâche : reconnaissance d'une scène cible
présentation centrale, 100 ms

Acquisition des données d'IRMf :

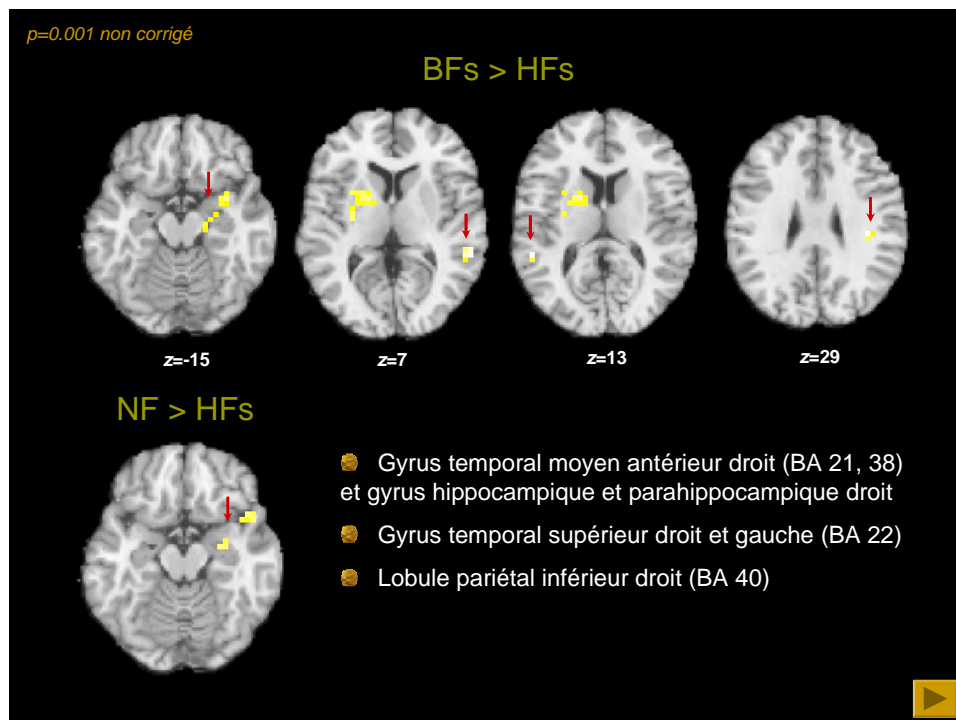
Imageur 1.5 teslas (Phillips NT)

Paradigme pseudo-aléatoire de type événementiel

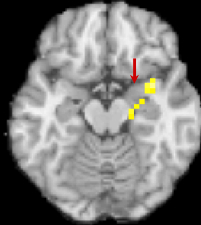
Traitement spatial et statistique des données : SPM'99

Contrastes

- **BFs > HFs**
 - **HFs > BFs**
 - **BFs > NF**
 - **HFs > NF**
 - **NF > BFs**
 - **NF > HFs**
- Évaluation de la SHFs
- Évaluation de l'effet du filtrage
- Évaluer la reconnaissance normale par rapport à la reconnaissance de scène filtrées



BFs > HFs



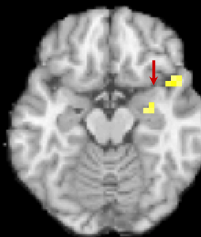
z=-15

● rôle du gyrus hippocampique et parahippocampique dans le traitement de scènes visuelles

- mémoire spatiale : apprentissage et récupération de l'information topographique dans des tâches d'orientation et de navigation dans l'espace

Maguire et al., 1998

NF > HFs



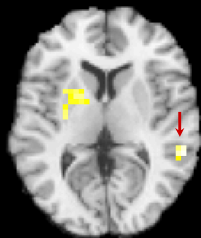
- perception de scènes naturelles (parahippocampal place area – PPA)

Epstein & Kanwisher, 1998

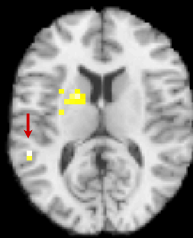
● rôle du gyrus temporal moyen antérieur dans le traitement de scènes visuelles

- Familiarité *Nakamura et al., 2000*

BFs > HFs



z=7

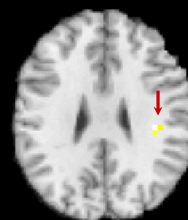


z=13

● Gyrus temporal supérieur non spécialisé dans le traitement des fréquences spatiales

● Lobule pariétal inférieur droit (BA 40)

Contrôle attentionnel top-down afin d'amplifier l'information en BFs préférentiellement utilisée dans la reconnaissance visuelle rapide

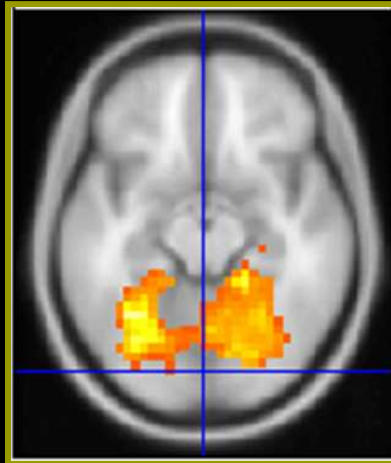


z=29

SHFs masquée par un reconnaissance visuelle passe-bas

Comparaison inter-hémisphérique

Comparaison inter-hémisphérique

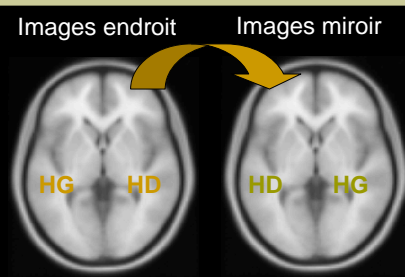


Comparaison inter-hémisphérique - Méthode

Pour chaque sujet :

Une série d'images fonctionnelles normalisées en **convention neurologique**
(activation HD => droite et activation HG => gauche)
images fonctionnelles endroit

Une série d'images fonctionnelles normalisées en **convention radiologique**
(activation HD => gauche et activation HG => droite)
images fonctionnelles miroir



Template symétrique :

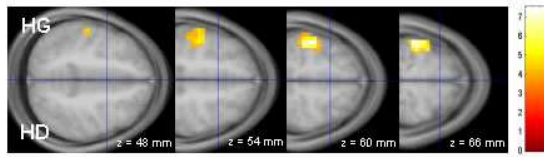
Le template standard comportant des asymétries morphologiques gauche-droite susceptibles de biaiser les contrastes. Le template symétrique a été créé en moyennant le template standard et son image miroir par rapport au plan sagittal médian.

Contraste :

- **BFs endroit > HFs miroir**
- **HFs endroit > BFs miroir**
- **NF endroit > NF miroir**

Comparaison inter-hémisphérique – Résultats

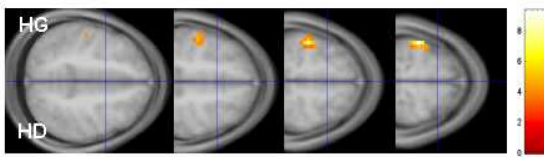
[BFs endroit – BFs miroir]



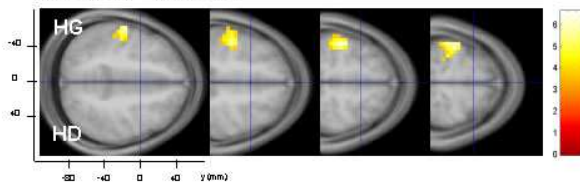
Cortex moteur primaire gauche (BA 4)

Activation en lien avec la réponse motrice des sujets

[HFs endroit – HFs miroir]

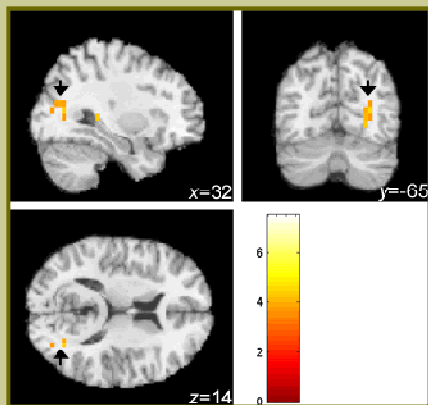


[NFs endroit – NFs miroir]



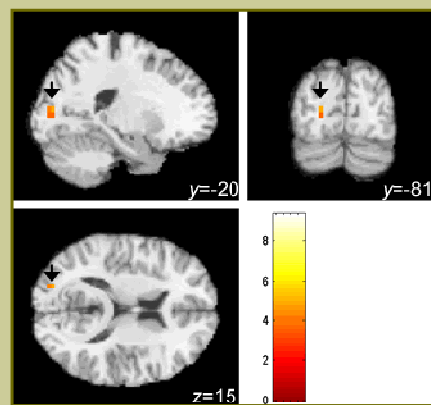
Comparaison inter-hémisphérique – Résultats

Basses fréquences spatiales
[BFs endroit > BFs miroir]



Gyrus occipital moyen droit

Hautes fréquences spatiales
[HFs endroit > HFs miroir]

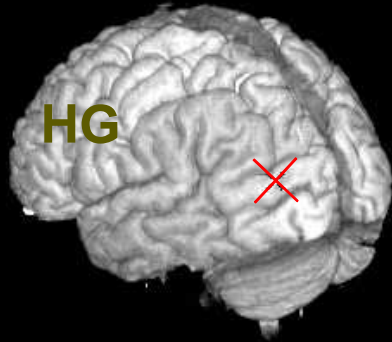


Gyrus occipital moyen gauche

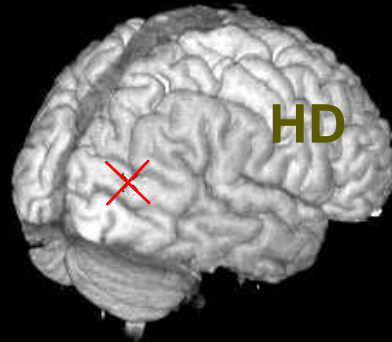
Spécialisation hémisphérique



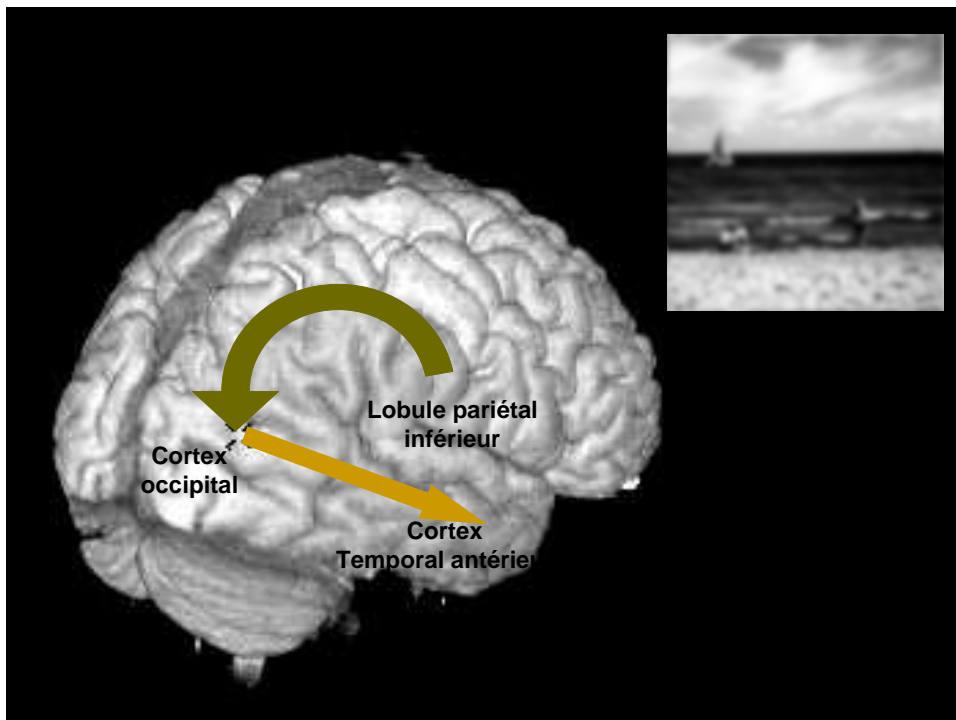
HG



HD

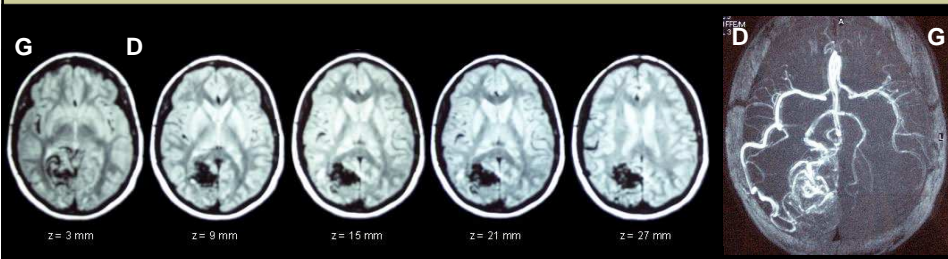


Cortex occipital



Étude de cas

Patiente J.M. : Malformation artério-veineuse (MAV) occipito-temporale droite
Quadranopsie latérale homonyme gauche inférieure



Embolisation du cortex occipito-temporale droit
par voie endovasculaire
Hémianopsie latérale homonyme gauche complète

Étude de cas

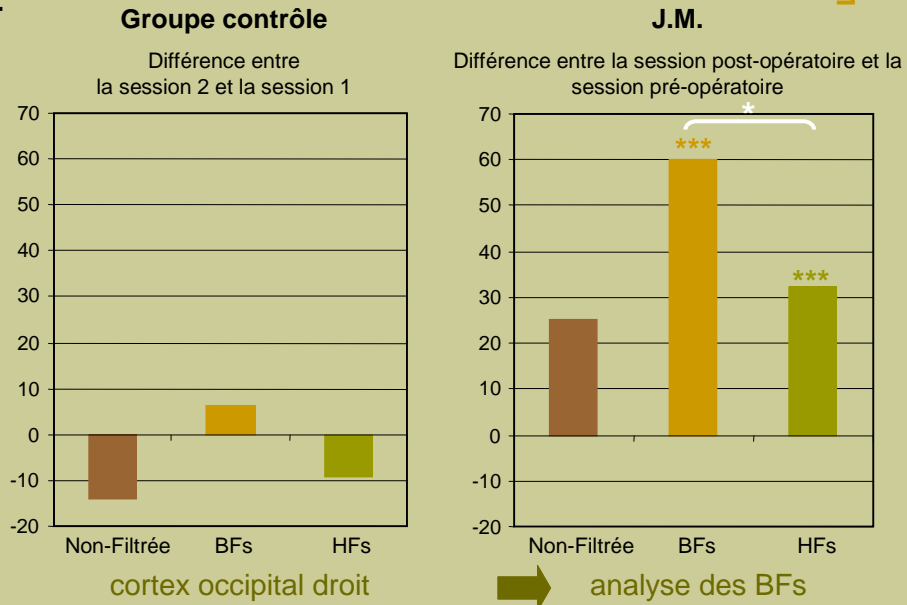
Procédure :

- ✓ Avant (session pré-opératoire) et 6 mois après (session post-opératoire) son intervention chirurgicale
- ✓ Tâche de reconnaissance d'une scène cible
- ✓ Présentation dans le champ visuel droit (projection directe sur l'hémisphère gauche sain)
- ✓ 5 sujets contrôles sains de sexe féminin testés 2 fois (à 6 mois d'intervalle)

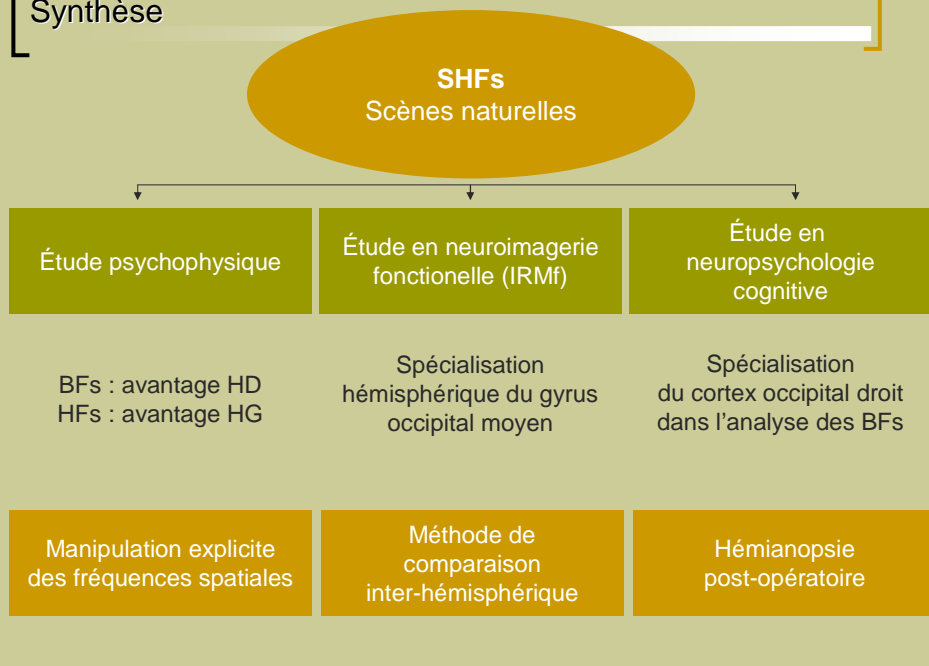
Hypothèse

Si le cortex occipital droit est impliqué dans le traitement des BFs alors J.M. devrait avoir de moins bonnes performances pour traiter les BFs lors de la session post-opératoire.

Résultats



Synthèse



[Conclusions préliminaires]

*Spécialisation hémisphérique
du traitement des fréquences spatiales...*

- ✓ dès le cortex occipital,
- ✓ sous le contrôle d'aires corticales de la jonction temporo-pariétale...

Contraindre le temps de traitement

[**Dynamique de la spécialisation hémisphérique
du traitement des fréquences spatiales**]

Étude psychophysique

Stimuli et procédure expérimentale

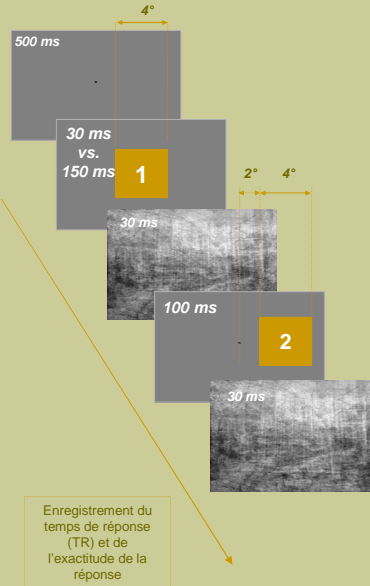
Participants : 16 sujets droitiers
(8 hommes et 8 femmes)
Stimuli : 4 scènes naturelles
(autoroute, ville, plage et montagne)



Tâche : appariement entre 2 scènes
présentées successivement

scène 1 : non filtrée
présentation centrale
30 ms vs. 150 ms

scène 2 : BFs vs. HFfs
présentation latéralisée
100 ms

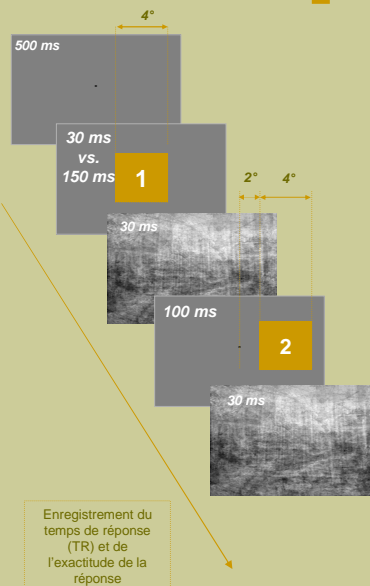


Stimuli et procédure expérimentale

Participants : 16 sujets droitiers
(8 hommes et 8 femmes)
Stimuli : 4 scènes naturelles
(autoroute, ville, plage et montagne)



À 30 ms, le système visuel est
contraint dans le traitement de
la scène 1,
les hémisphères se spécialisent



Résultats – Spécialisation hémisphérique

*Contraintes temporelles élevées
(scène 1 présentée 30 ms)*

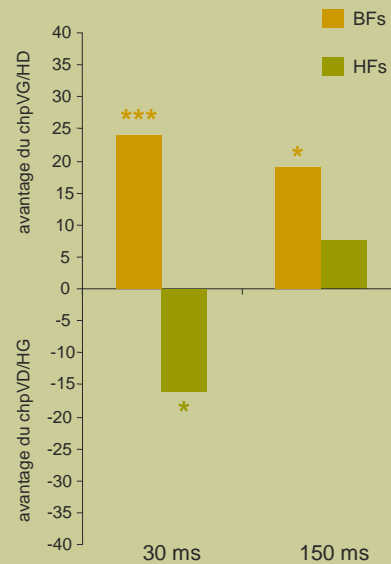
Spécialisation hémisphérique
classique du traitement des
fréquences spatiales

Analyse de la statistique
globale fréquentielle

*Contraintes temporelles moindres
(scène 2 présentée 150 ms)*

Avantage de l'HD

Analyse spatiale



$p < .05$ * $p < .001$ *** (Peyrin et al., Perception, 2003)

Conclusions

*Spécialisation hémisphérique
du traitement des fréquences spatiales...*

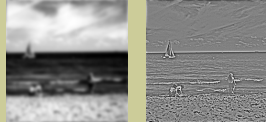
- ✓ dès le cortex occipital,
- ✓ sous le contrôle d'aires corticales de la jonction temporo-pariétale,
- ✓ contrainte par le temps de traitement dont dispose le système visuel.

Études en cours

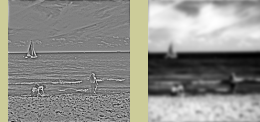
Bourse post-doctorale de la Fondation Fyssen

- Etudier la séquence d'analyse des fréquences spatiales privilégiée par le système visuel – Potentiels Evoqués et IRMf :

BFs => HFs



HFs => BFs



- Etudier la sélection corticales des fréquences spatiales

Images hybrides

