

# L3 miashs

## Modélisation du langage

Intervenante: Gwendoline Mahé

[gwendoline.mahe@univ-lille.fr](mailto:gwendoline.mahe@univ-lille.fr)

# Consignes pour les mini-oraux

- Présenter en 10 minutes le mot clé choisi
- Note sur 10

# Mots clés pour la séance 2 (23/02)

- Spécialisation cérébrale pour l'écrit
- Troubles du langage écrit
- Bases cérébrales des modèles de la lecture

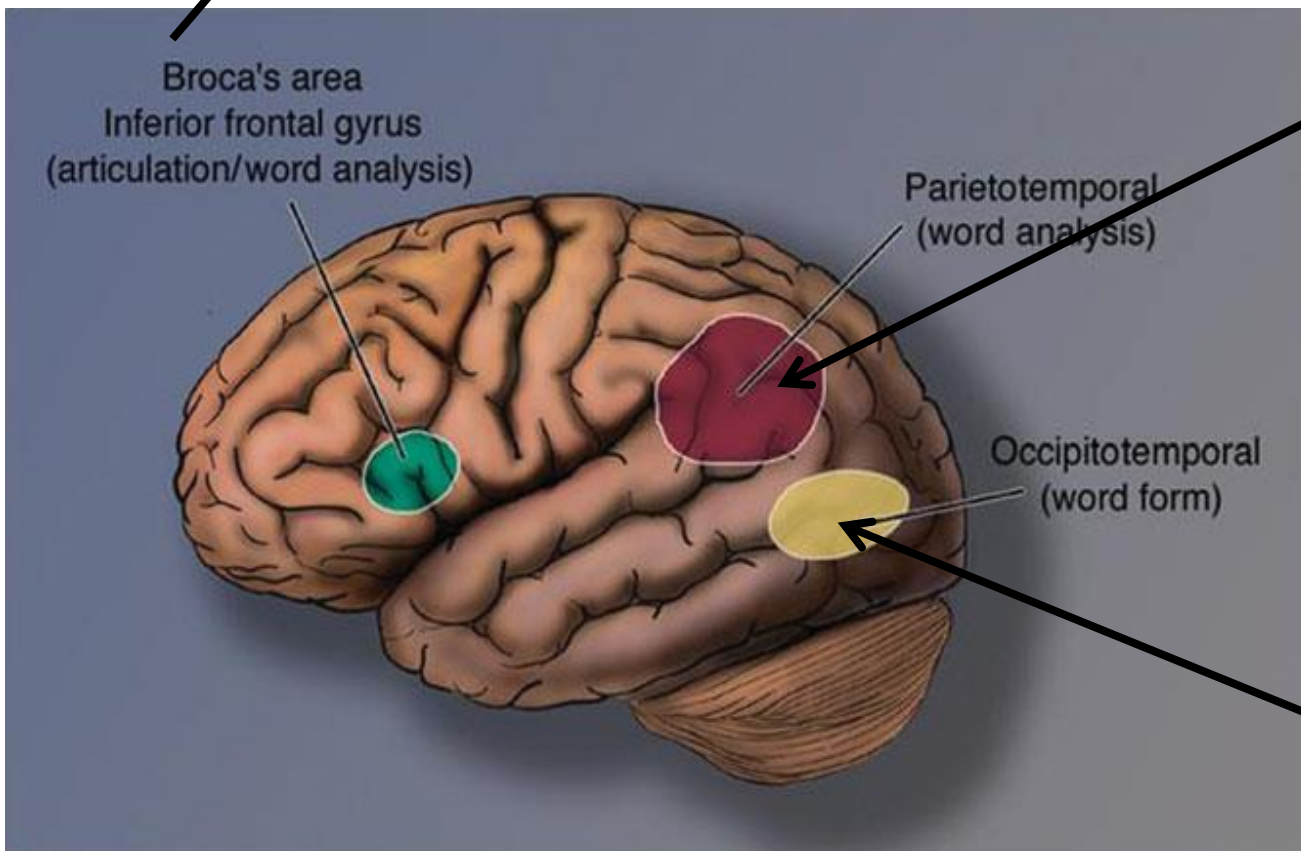
# Plan du cours

## Les bases cérébrales de la reconnaissance visuelle des mots

1. Les 3 régions de la lecture
2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

# Les 3 grandes régions cérébrales de la lecture (Pugh et al., 2001)

Lésion = aphasie de Broca



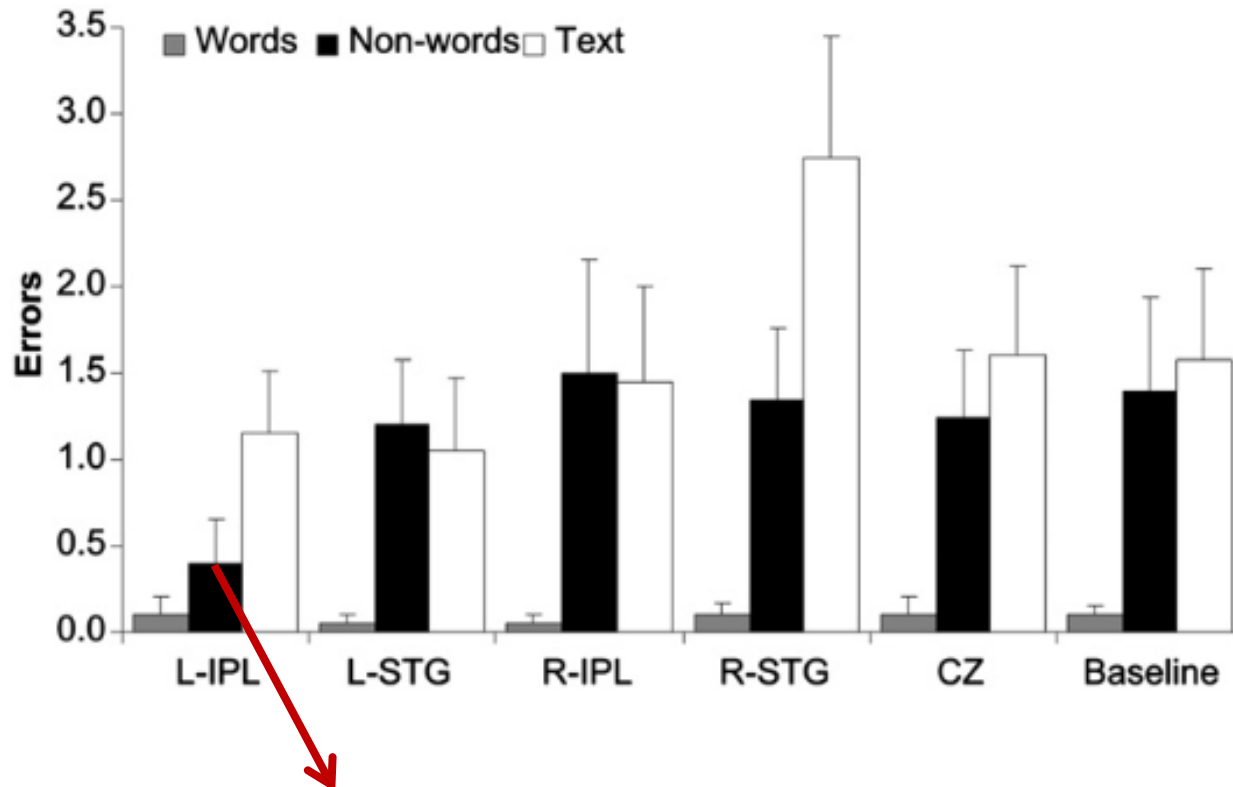
- Gyri angulaire & supramarginal

- Partie post du gyrus temporal sup gauche

Gyrus fusiforme gauche

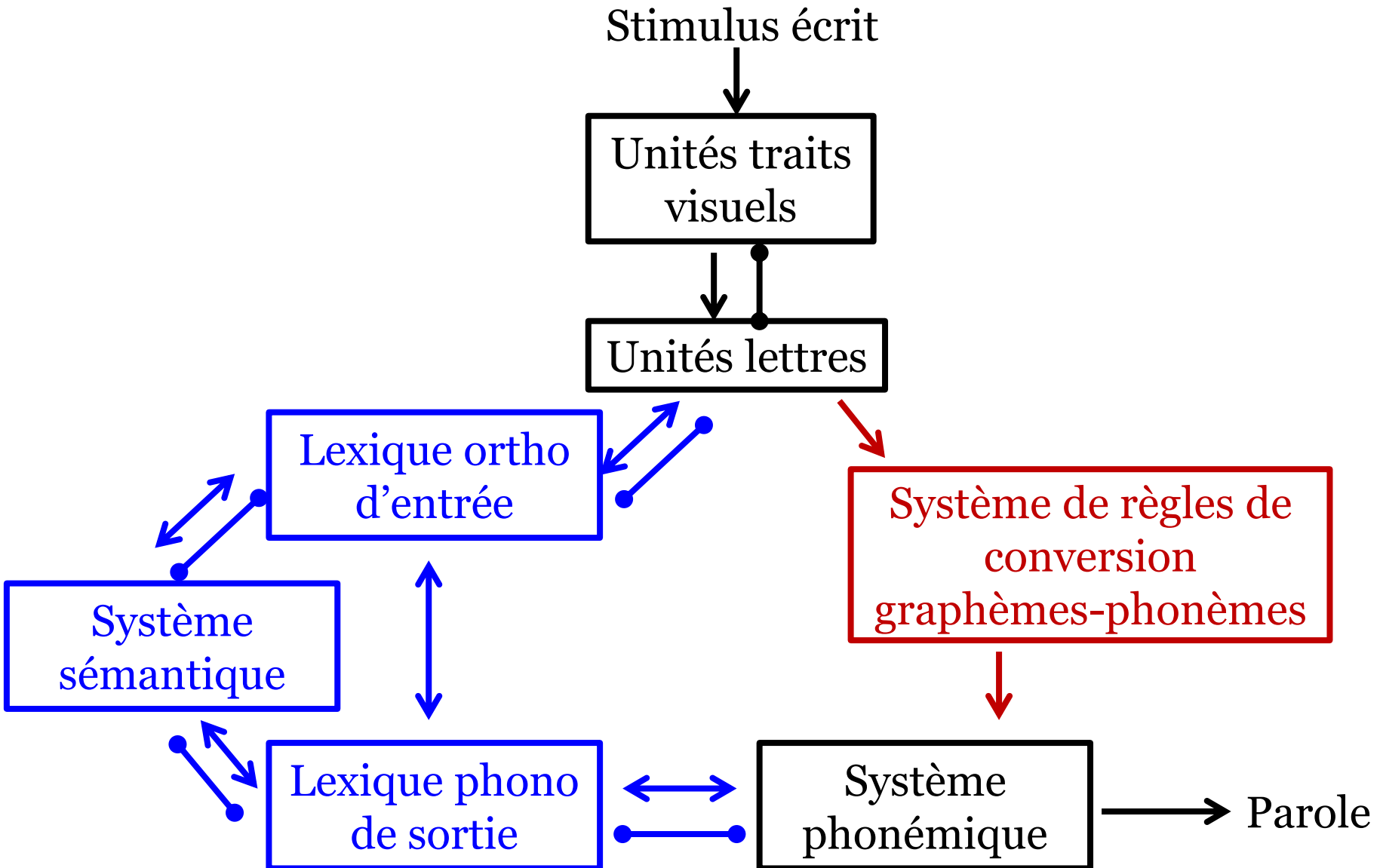
# Suractivation des gyri supramarginal et angulaire gauches par TMS...

Amélioration en lecture suite à la TMS (mots-pseudomots-texte)?



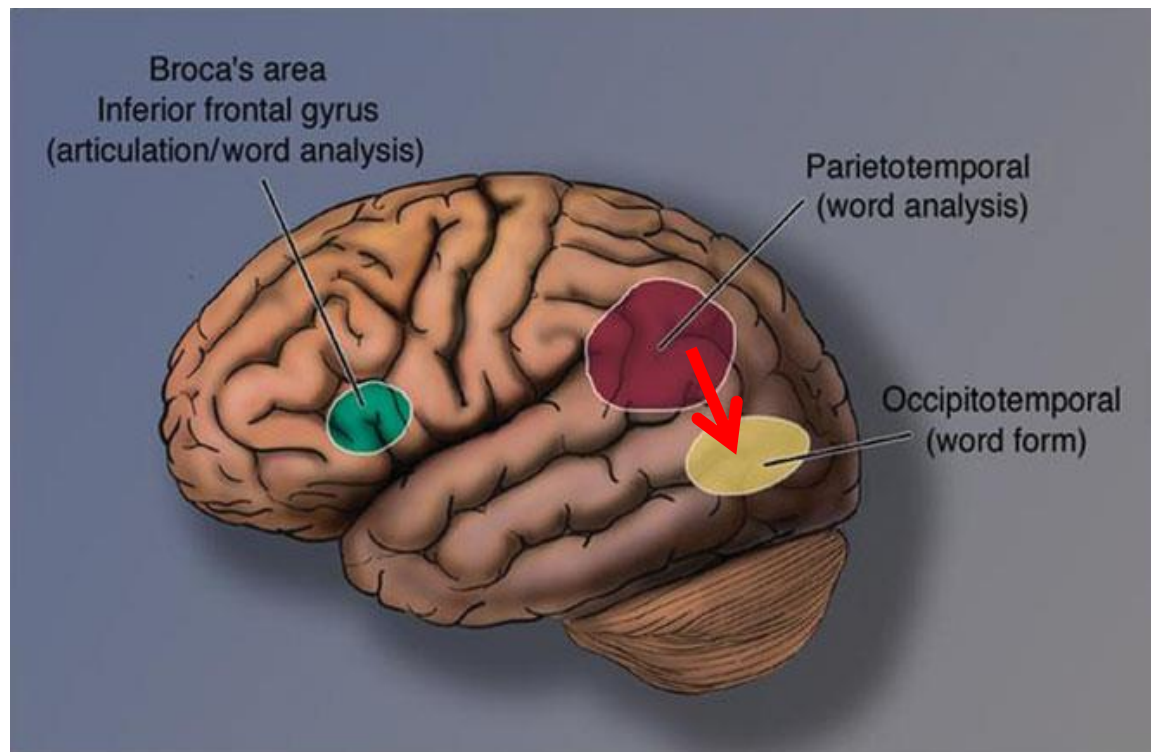
Amélioration de la lecture des pseudomots !

# Modèle à double voix (Coltheart et al., 2001)



# Au niveau cérébral...

(Pugh et al., 2001)



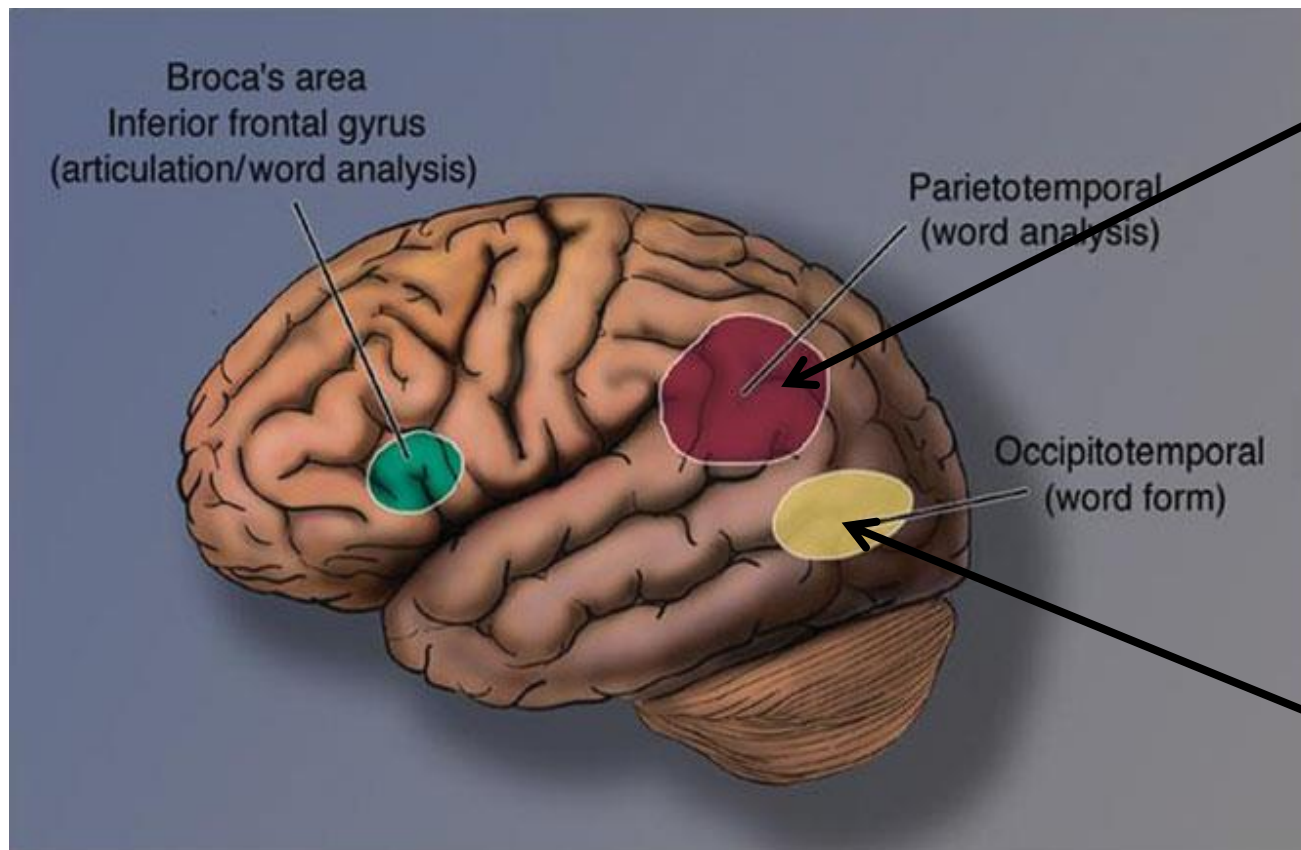


# Plan du cours

## Les bases cérébrales de la reconnaissance visuelle des mots

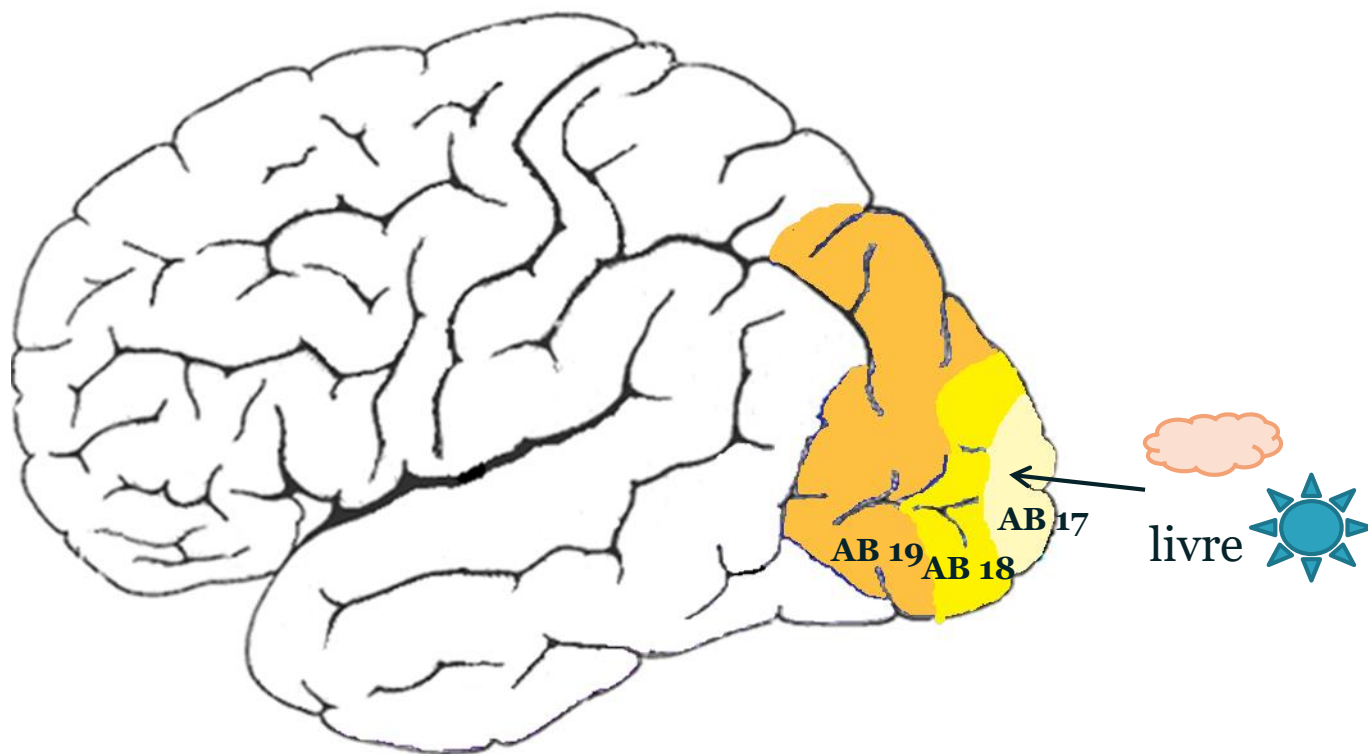
1. Les 3 régions de la lecture
2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

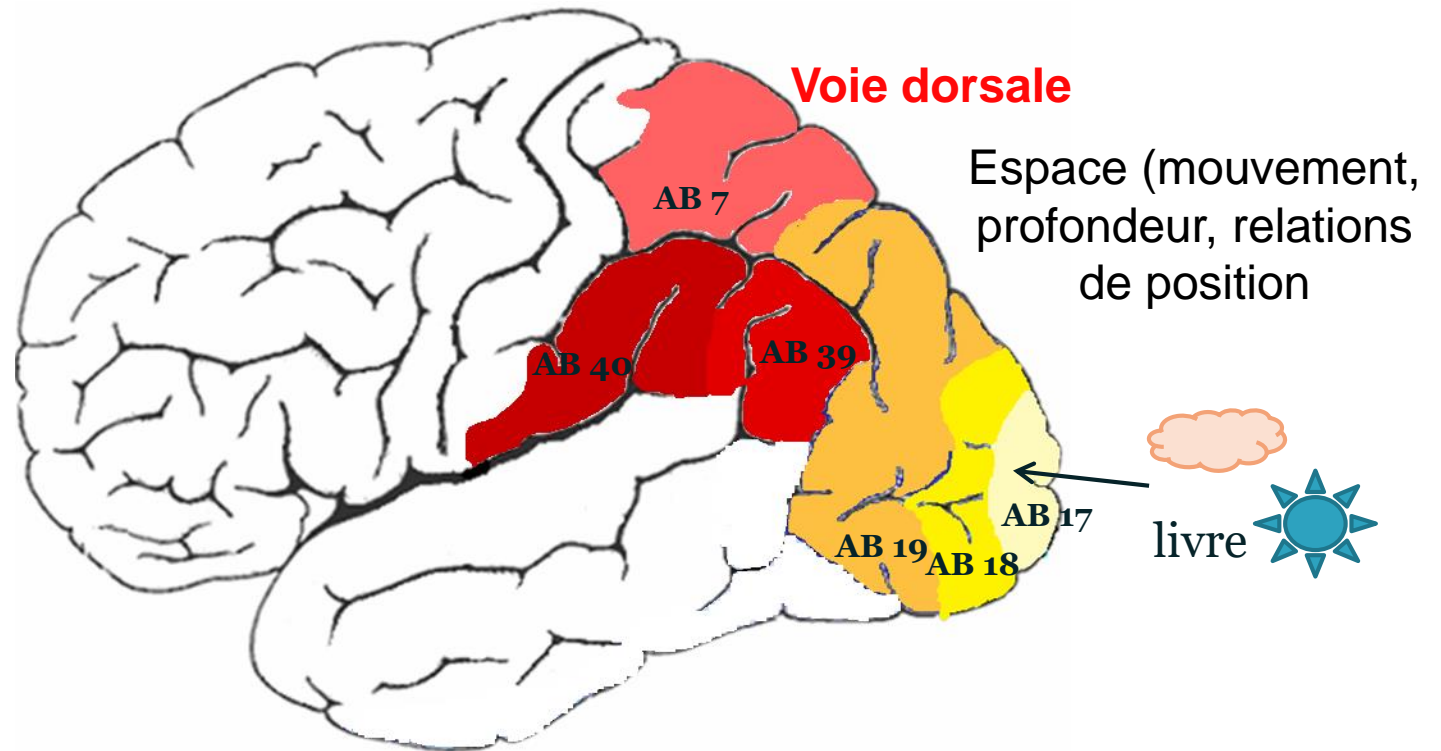
# Les 3 grandes régions cérébrales de la lecture (Pugh et al., 2001)

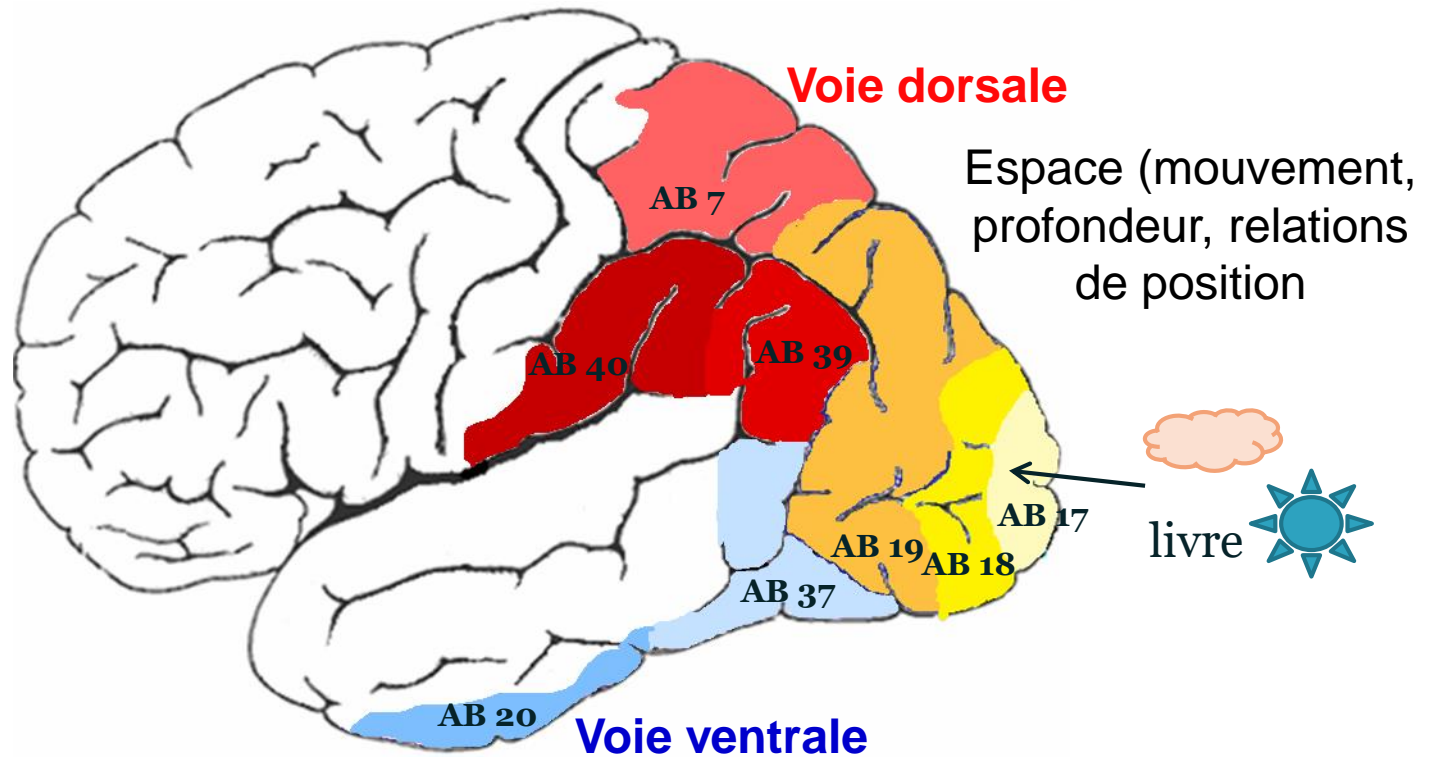


- Gyri angulaire & supramarginal
- Partie post du gyrus temporal sup gauche

Gyrus fusiforme gauche







Reconnaissance de  
l'identité des objets

## Lésions de la voie ventrale: agnosies visuelles

- Déficit de l'identification ou de la discrimination de stimuli de l'environnement à travers la modalité visuelle suite à une lésion cérébrale
- En l'absence de troubles touchant la vision ou de déficience intellectuelle
- Troubles limités à la modalité visuelle

# Théorie du recyclage neuronal

Cohen & Dehaene, 2007

- Activités culturelles (lecture/arithmétique) = conversion de systèmes corticaux préexistants
- Reconnaissance visuelle des mots: structures initialement impliquées dans le traitement visuel des objets
- Spécialisation suite à l'exposition répétée aux caractères écrits lors de l'apprentissage de la lecture

# Plan du cours

## 2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

### a. Etude de cas de lésions





## Que se passe -t-il en cas de lésion du gyrus fusiforme gauche? Le syndrome d'alexie pure

- Premier cas: Déjerine (1892)
- Trouble spécifique de la lecture ayant lieu chez des individus lettrés après une lésion cérébrale
- Lésion du gyrus fusiforme gauche ou des lésions de cette structure avec les autres aires impliquées dans le traitement du langage
- Le patient est capable de voir les lettres et les mots mais la lecture est impossible
- Le patient est capable de réaliser d'autres activités langagières: dénommer des images, parler, écouter, écrire

# Que se passe -t-il en cas de lésion du gyrus fusiforme gauche? Le syndrome d'alexie pure

Je suis allé vendredi à la  
Salpêtrière chez M<sup>r</sup> Marcet  
qui m'a examiné longuement et  
m'a montré à des états en disant  
que j'étais atteint de cécité verbale

Ecriture sous dictée: OK

Impossible de lire ce qu'il  
vient d'écrire

Ecriture sous copie:  
impossible

La ville de Paris où j'habite  
depuis très longtemps est une fort  
belle ville

La ville de Paris  
où j'habite

# Que se passe -t-il en cas de lésion du gyrus fusiforme gauche? Le syndrome d'alexie pure

La ville de Paris où j'habite  
depuis très longtemps est une fort  
belle ville

La ville de Paris  
où j'habite

Ecriture sous copie:  
impossible

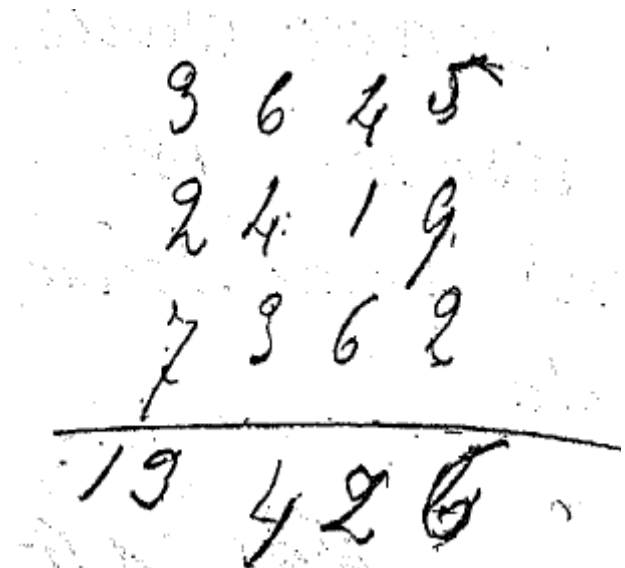


# Que se passe -t-il en cas de lésion du gyrus fusiforme gauche? Le syndrome d'alexie pure

Une stratégie particulière de lecture:

- Mr C. suit avec son index la forme des lettres
- De cette façon il est capable de lire les lettres une à une

Calculs math et lecture  
des chiffres: OK



# Que se passe -t-il en cas de lésion du gyrus fusiforme gauche? Le syndrome d'alexie pure

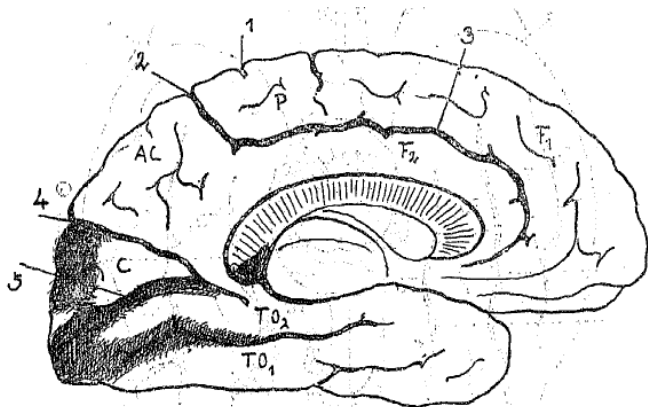
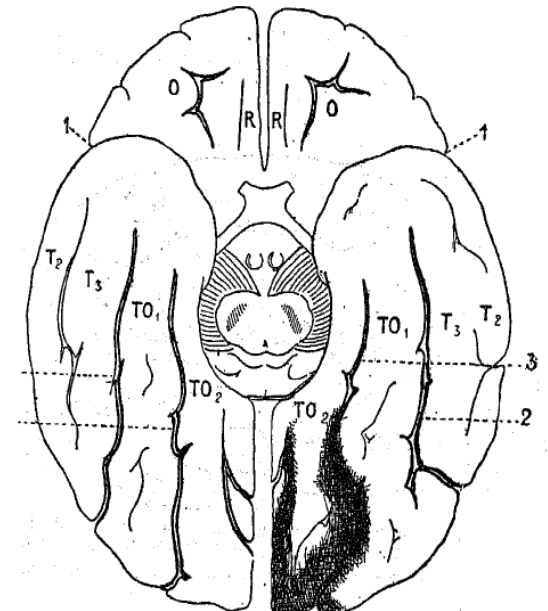


FIG. 3. — Hémisphère gauche. Face interne. Plaque jaune ancienne de la base du cuneus, de la partie postérieure du lobe lingual (TO<sub>2</sub>) et du lobe fusiforme (TO<sub>1</sub>), ainsi que du sillon temporo-occipital interne. Lésion du bourrelet du corps calleux.

Différents degrés de sévérité:

- Incapacité à lire les mots
- Incapacité à reconnaître les lettres

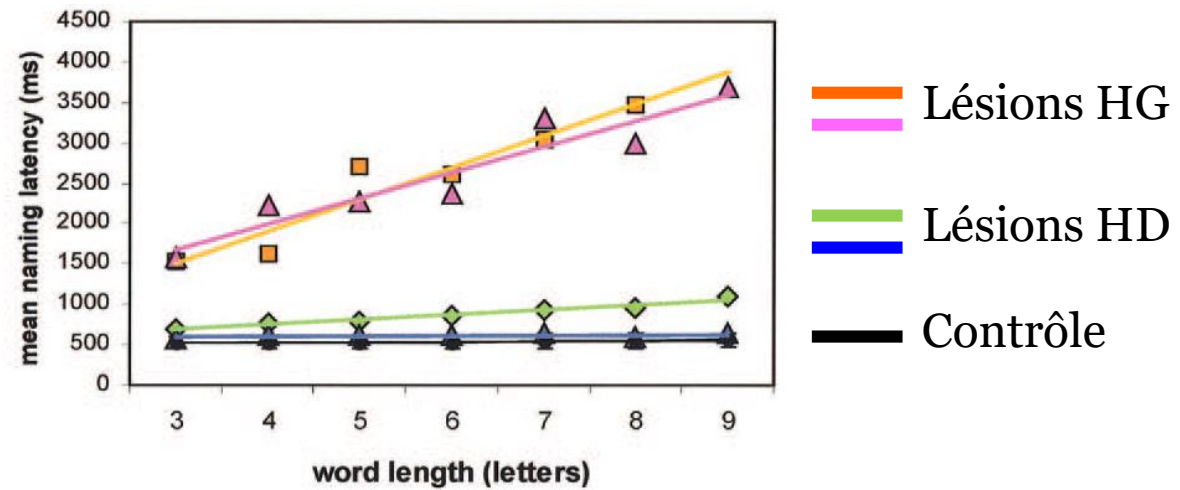
Lésion du centre visuel des lettres



- Face inférieure du cerveau. Plaque jaune ancienne de la partie pos des lobules lingual et fusiforme de l'hémisphère gauche.

## Etude de Cohen et al. (2003)

- Comparaison:
  - Sujets contrôles
  - Patients lésions HD
  - Patients lésions HG
- Tâches:
  - Perf.: Dénomination de mots
  - IRMf: Vision passive de stimuli visuels langagiers (mots) et non langagiers (damiers)



Alphabetic  
vs chequerboards

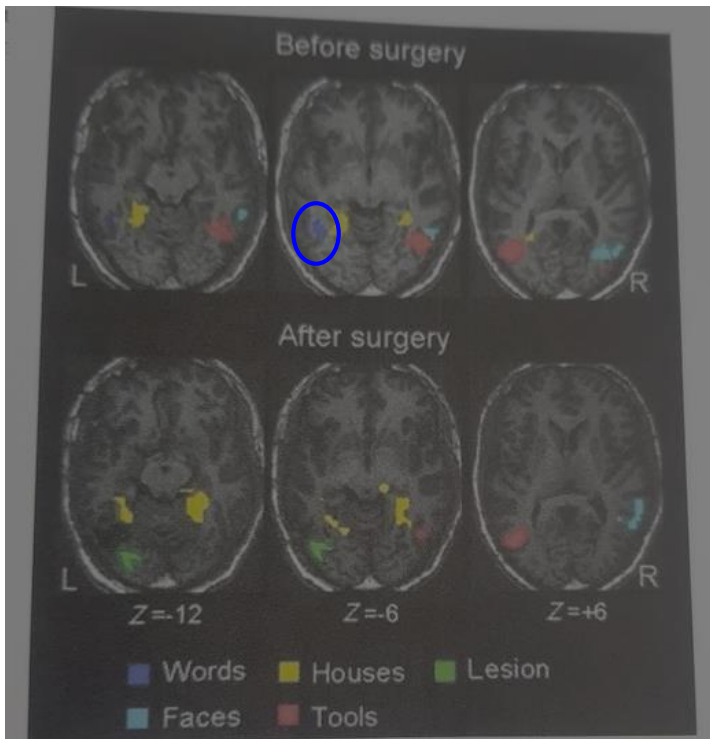


## Impact d'une chirurgie (Gaillard et al., 2006)

- Homme de 46 ans présentant une chirurgie pour épilepsie pharmaco-résistante (depuis l'âge de 12 ans)
- Le tissu enlevé se trouve dans la région occipito-temporale gauche
- Mesure des activations avant/après chirurgie des régions occipito-temporales en réponse à différentes catégories de stimuli



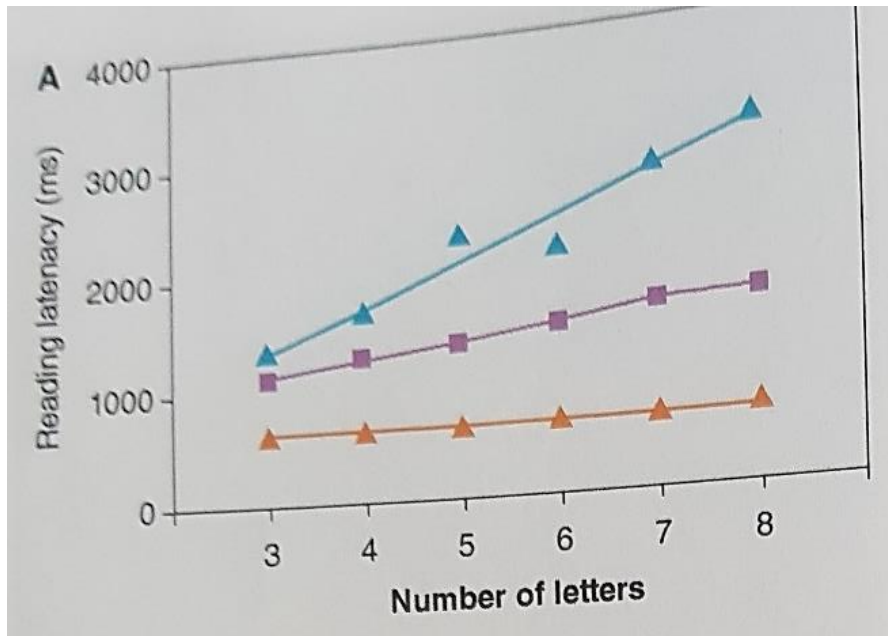
# Impact d'une chirurgie (Gaillard et al., 2006)



**Figure 8.10** Occipitotemporal activations before and after surgery, for each stimulus type relative to the others. Following surgery (green arrow), the patient had pure alexia, and the activations induced by printed words in the VWFA disappeared. All the other clusters remained present. (From Gaillard et al., 2006, p. 194.)

- Avant la chirurgie, les mots écrits induisent 1 activation antérieure à la zone qui va être opérée
- Après la chirurgie, les mots écrits n'induisent plus d'activation dans cette région

## Impact d'une chirurgie (Gaillard et al., 2006)



- Avant la chirurgie, latences de lecture courtes et pas affectées par la longueur des mots
- 2 semaines après la chirurgie, réponses lentes et lecture lettre à lettre
- Idem 6 mois après la chirurgie malgré quelques améliorations

# Plan du cours

## 2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

- a. Etude de cas de lésions
- b. Arguments IRMf chez le sujet sain

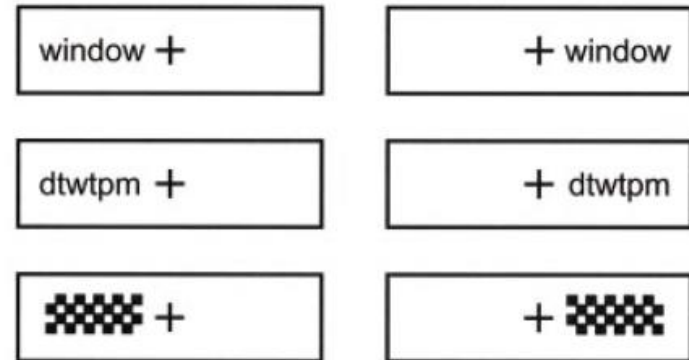
# Arguments d'IRMf: adultes

(Cohen et al., 2002)

- 7 adultes droitiers (20-30 ans)

- Vision passive :

- Mots
- Séquences de consonnes
- Damiers





- Contraste stimuli écrits/damiers = activation gyrus fusiforme gauche.
- Activation invariante en fonction du champs visuel...

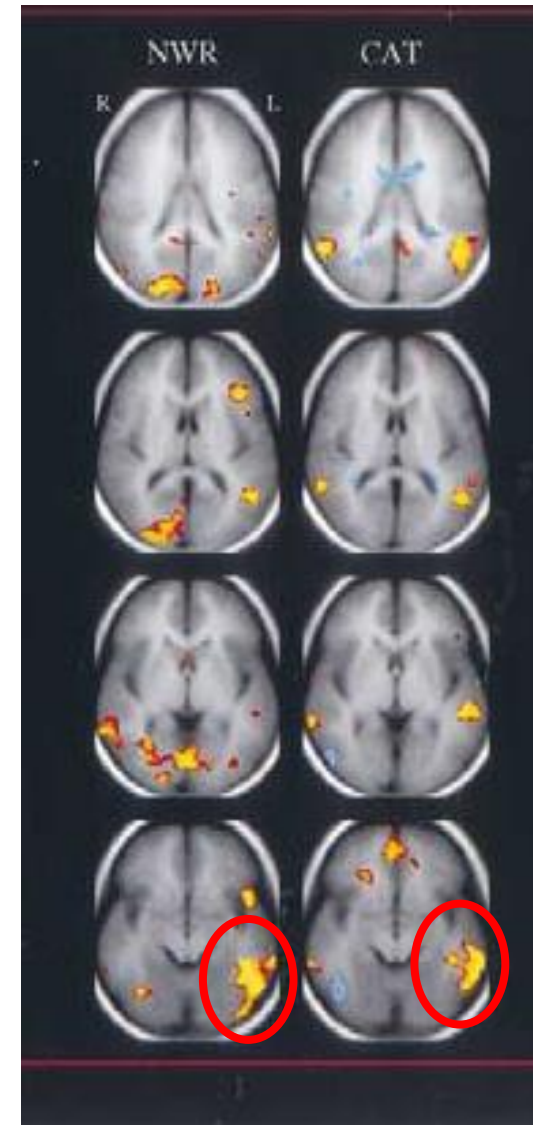
livre    **livre**    livre    *livre*    LIVRE

- Aire de la forme visuelle des mots (Visual Word Form Area)

# Arguments d'IRMf: enfants

(Shaywitz et al., 2002)

- 70 individus âgés de 7 à 18 ans
- Tâches :
  - Jugement d'orientation : // et // ?
  - Jugement sémantique : Bleu et Rouge?
- Contraste entre les 2 tâches = activation du gyrus fusiforme gauche
- Corrélation positive avec l'âge et le niveau de lecture



# Plan du cours

## 2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

- a. Etude de cas de lésions
- b. Arguments IRMf chez le sujet sain
- c. Cas spécifiques: dyslexie développementale, illetrisme, synesthésie

# Arguments IRMf: Dyslexie développementale



Déficit spécifique de l'apprentissage  
de la lecture DSM IV TR

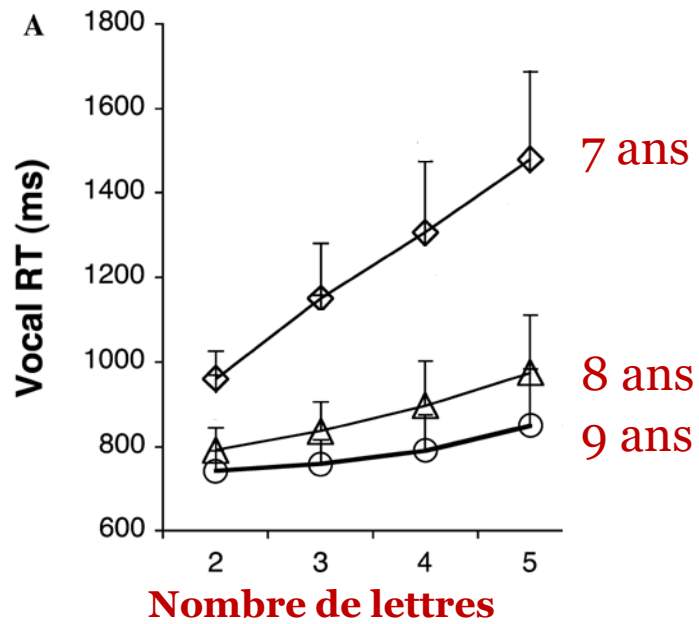
Critères d'inclusion:

- Ecart significatif entre l'âge de lecture et l'âge chronologique
- Interfère de façon significative avec la réussite académique et les activités de la vie quotidienne

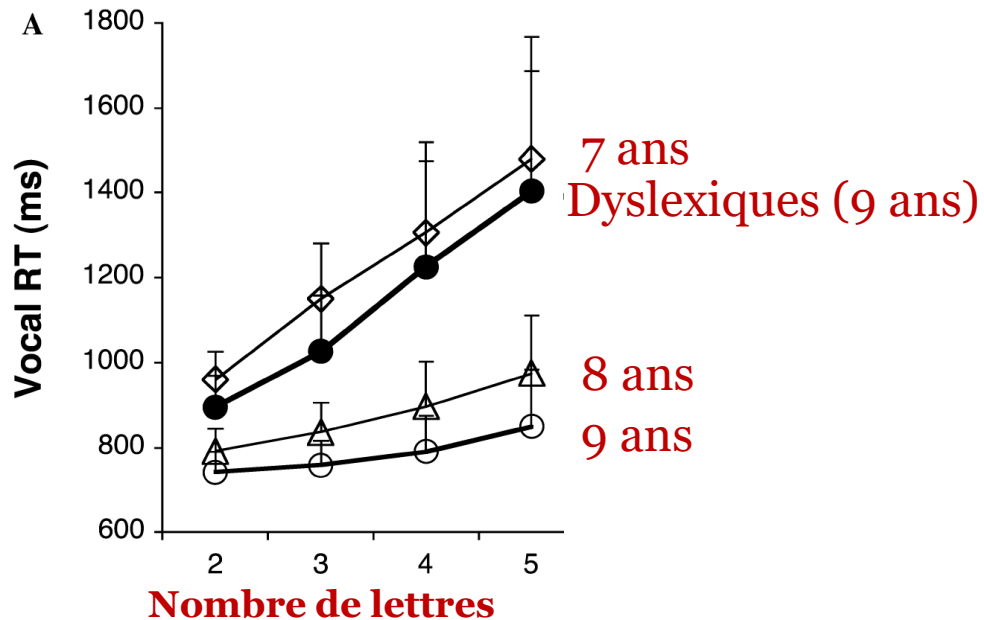
Critères d'exclusion:

- Déficience intellectuelle sévère
- Trouble psychoaffectif
- Trouble sensoriel
- Défaut d'éducation
- Manque de motivation/d'intérêt





Zoccolotti et al., 2005



Zoccolotti et al., 2005

Déficit du traitement  
en parallèle

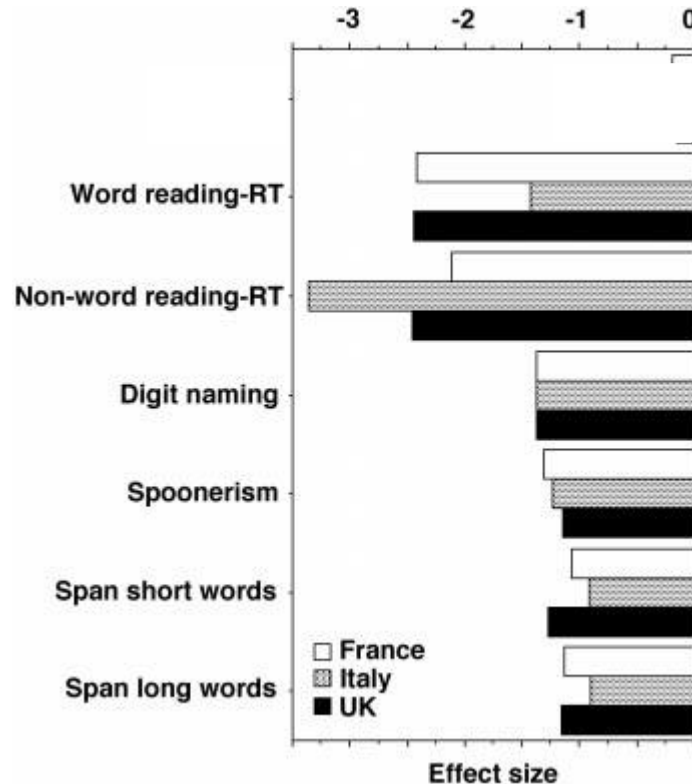
Dysfonctionnement  
du gyrus fusiforme gauche =  
corrélât neuroanatomique  
de la dyslexie

Contrôles      Dyslexiques      Différence



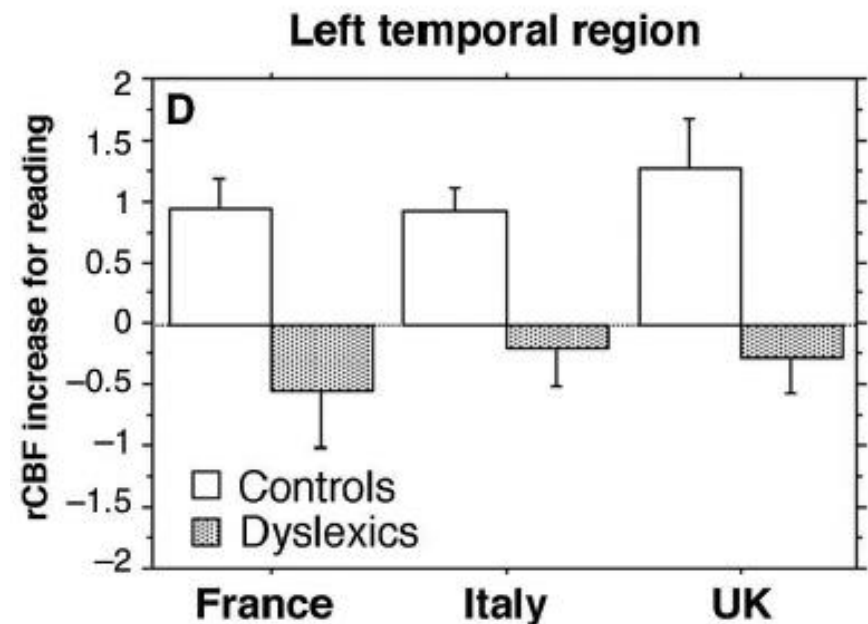
Shaywitz et al., 2002

# Dyslexie développementale à travers les langues



- Comparaison de 3 langues différentes en terme de transparence orthographique

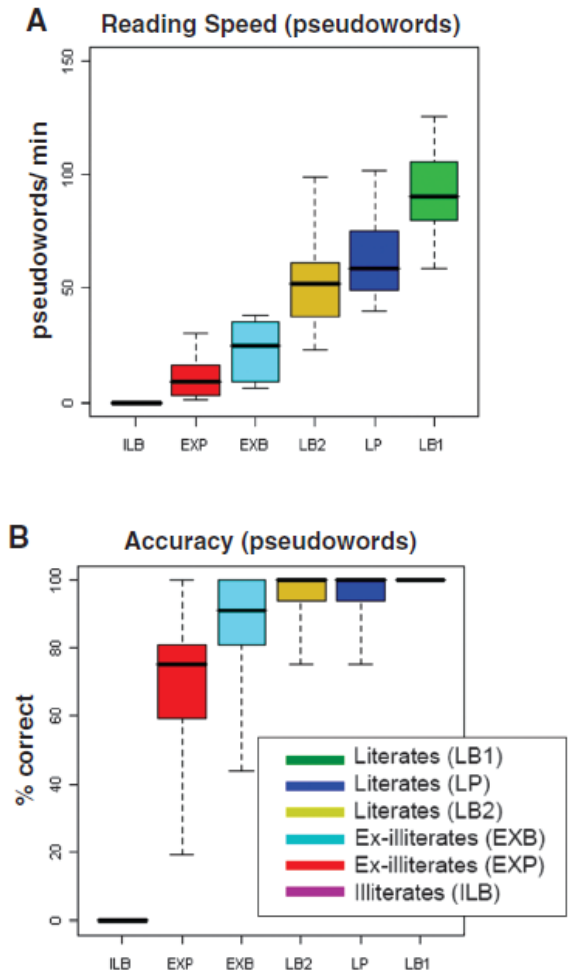
Dysfonctionnement du gyrus fusiforme gauche = corrélât anatomique de la dyslexie



# Arguments d'IRMf: illettrés

(Dehaene et al., 2010)

- Participants brésiliens et portugais :
  - Illettrés
  - Anciens illettrés
  - Lettrés : différents niveaux de lecture
- Vision passive :
  - Stimuli langagiers: pseudomots
  - Stimuli non langagiers : visages, maisons, objets, damiers



# Questions

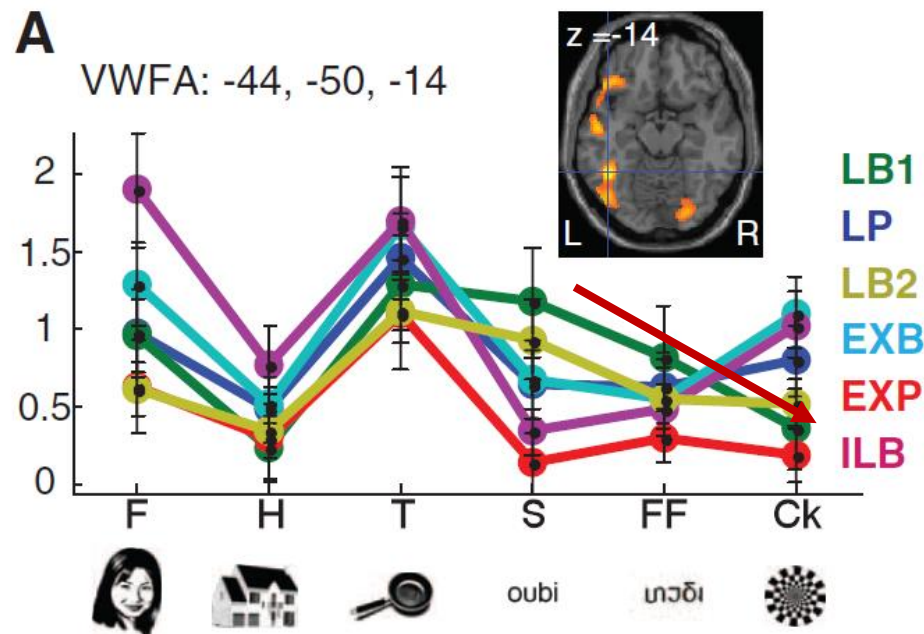
1. Quel est l'intérêt d'étudier des populations d'adultes illettrés et ex-illettrés dans le cadre de la théorie du recyclage neuronal ?
2. Résultats des sujets lettrés (en vert) : comparez le taux d'activation de la VWFA en réponse aux stimuli écrits vs. autres catégories de stimuli visuels : qu'observe-t-on ?
3. Résultats des sujets illettrés (en violet) : comparez le taux d'activation de la VWFA en réponse aux stimuli écrits vs. autres catégories de stimuli visuels : qu'observe-t-on ?
4. Mettez en relation les résultats observés chez les sujets lettrés-illétrés. En quoi les résultats de cette étude soutiennent-ils la théorie du recyclage neuronal ?

# Quel est l'intérêt d'étudier des populations d'adultes illettrés et ex-illettrés dans le cadre de la théorie du recyclage neuronal ?

(Dehaene et al., 2010)

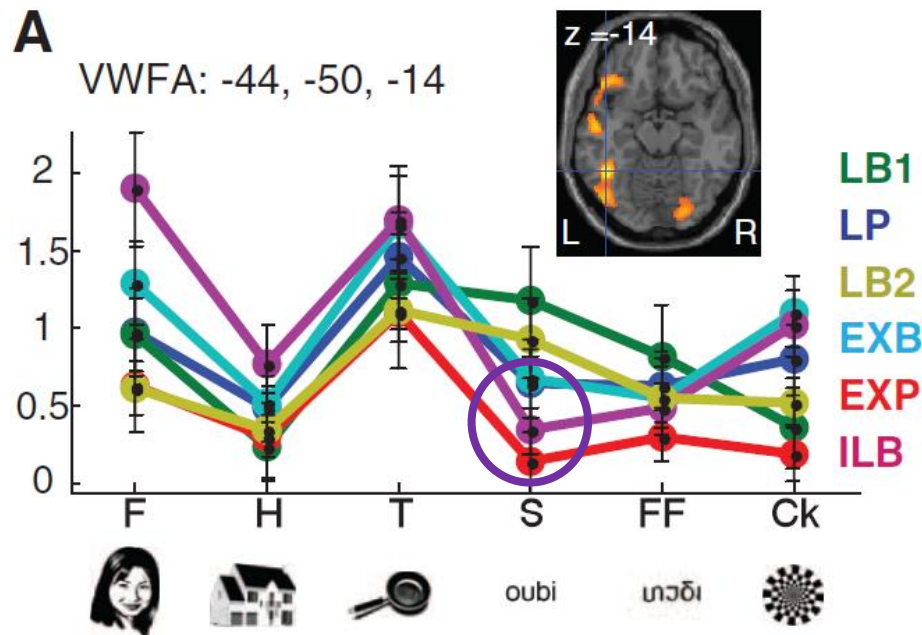
- Hypothèse du recyclage neuronal : des réseaux neuronaux préexistants sont reconvertis pour une nouvelle fonction
- Lettrés : ce recyclage neuronal a eu lieu
- Illettrés : ce recyclage neuronal n'a pas eu lieu

Résultats des sujets lettrés (en vert) : comparez le taux d'activation de la VWFA en réponse aux stimuli écrits vs. autres catégories de stimuli visuels : qu'observe-t-on ?



- Activation de la VWFA plus importante pour les stimuli écrits que les autres types de stimuli visuels

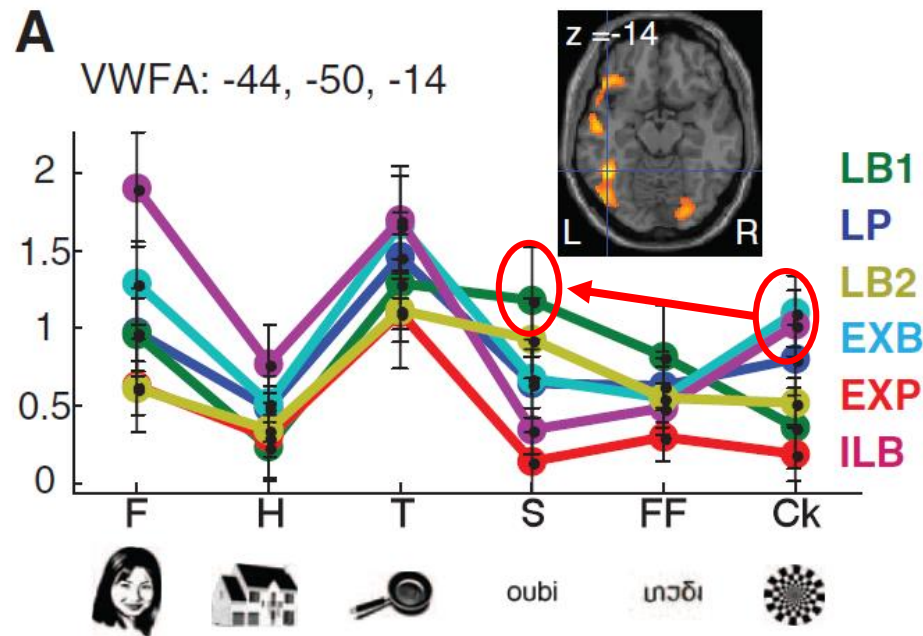
Résultats des sujets illettrés (en violet) : comparez le taux d'activation de la VWFA en réponse aux stimuli écrits vs. autres catégories de stimuli visuels : qu'observe-t-on ?



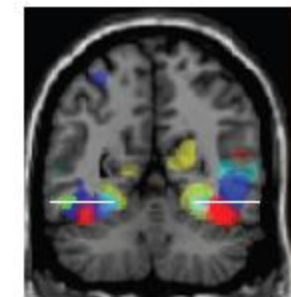
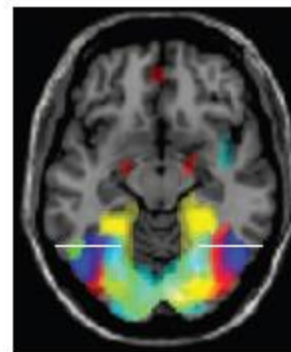
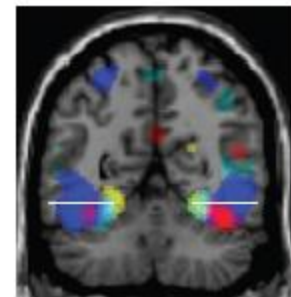
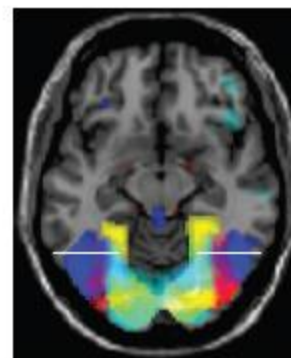
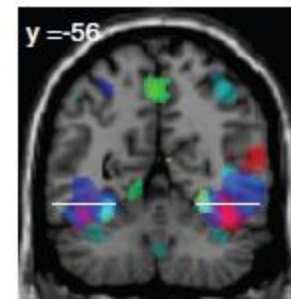
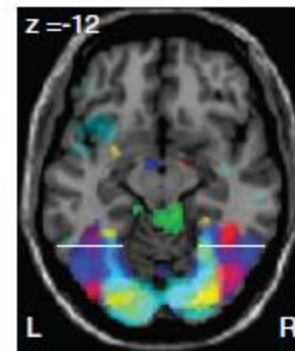
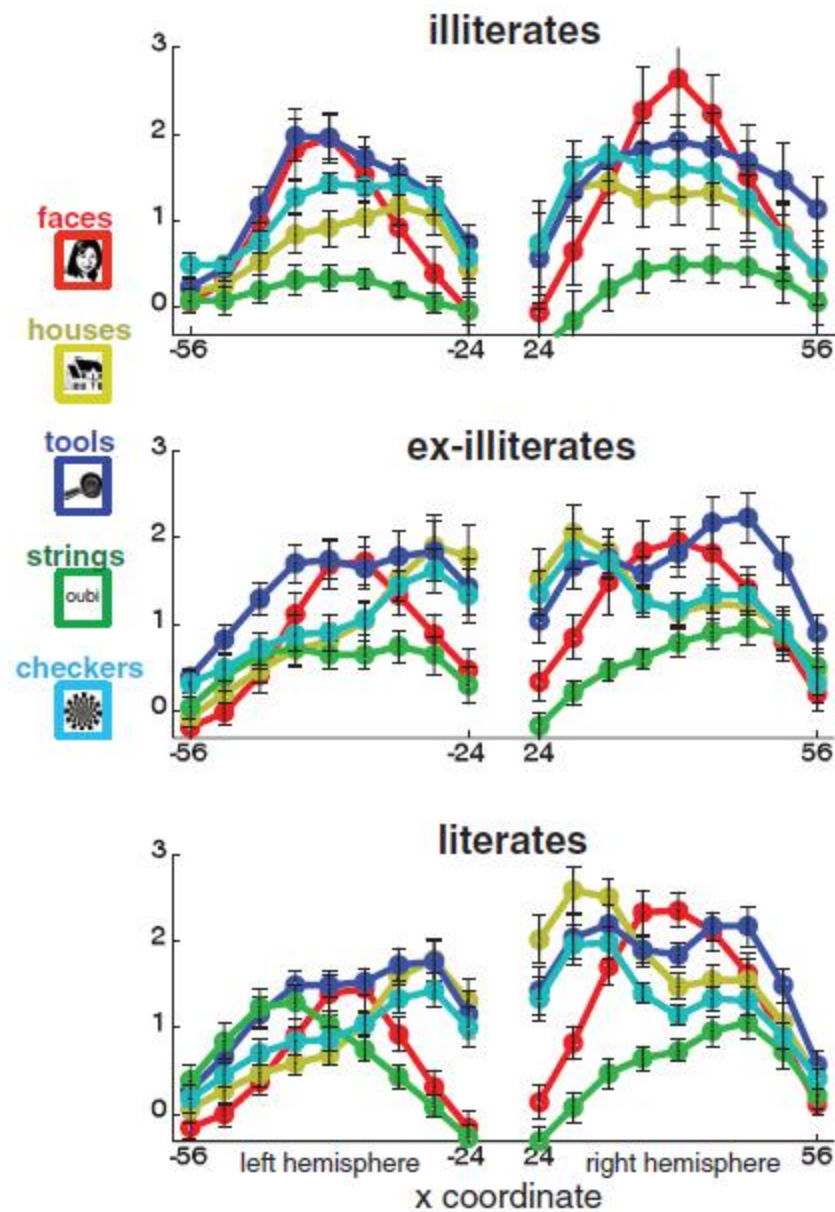
- Activation plus faible de la VWFA pour des mots écrits que pour les autres catégories de stimuli visuels



Mettez en relation les résultats observés chez les sujets lettrés-illettrés. En quoi les résultats de cette étude soutiennent-ils la théorie du recyclage neuronal ?



- Illettrés : implication de la VWFA dans le traitement des stimuli visuels (avant l'apprentissage de la lecture)
- Lettrés : après l'apprentissage de la lecture, spécialisation de la VWFA pour le traitement des stimuli écrits



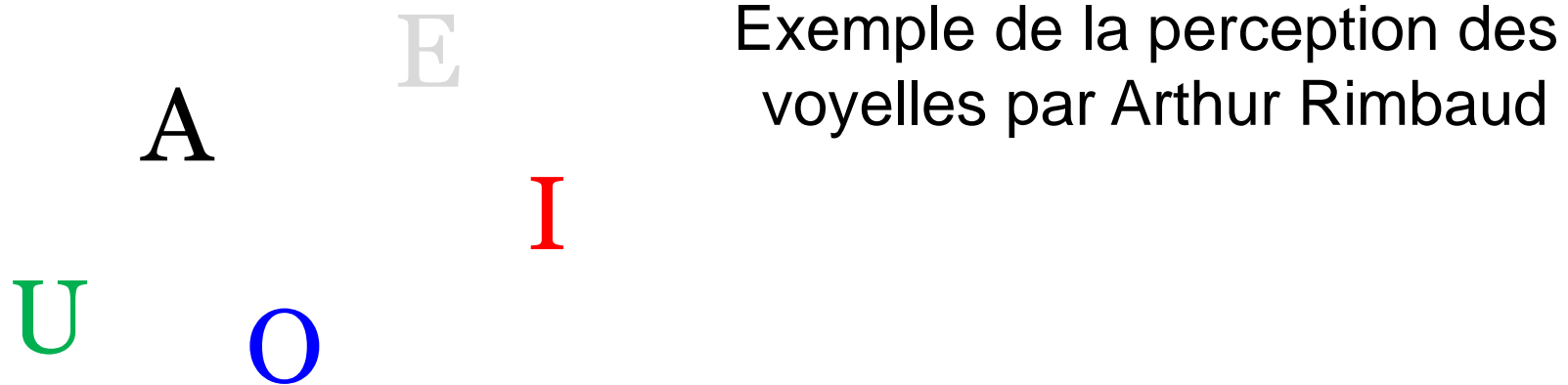
# Théorie du recyclage neuronal

## Arguments IRMf

- Gyrus fusiforme gauche = activation préférentielle pour les stimuli écrits (adultes)
- Mise en place avec l'apprentissage de la lecture (enfants)
- Initialement impliqué dans le traitement des stimuli visuels (illétrés)

# Les lettres ont-elles des couleurs?

## Exemple de la synesthésie



- Synesthésie: perception mélangeant plusieurs modalités sensorielles
- Preuve: un synesthète sélectionne toujours exactement le même ton de couleur pour l'associer à une lettre



[illegible]

# Les lettres ont-elles des couleurs?

## Exemple de la synesthésie

5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 2 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5  
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5

# Les lettres ont-elles des couleurs?

## Exemple de la synesthésie

- La synesthésie ne semble toucher que des stimuli visuels appris (e.g., lettres/chiffres)
- Conséquence d'un recyclage neuronal incomplet?
- Argument: les synesthètes activent la même aire cérébrale pour traiter les lettres et les couleurs!!

# Plan du cours

## 2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

- a. Etude de cas de lésions
- b. Arguments IRMf chez le sujet sain
- c. Cas spécifiques: dyslexie développementale, illetrisme, synesthésie
- d. Le modèle LCD



# Les différents niveaux de spécialisation de la voie ventrale

Vinckier et al., 2007

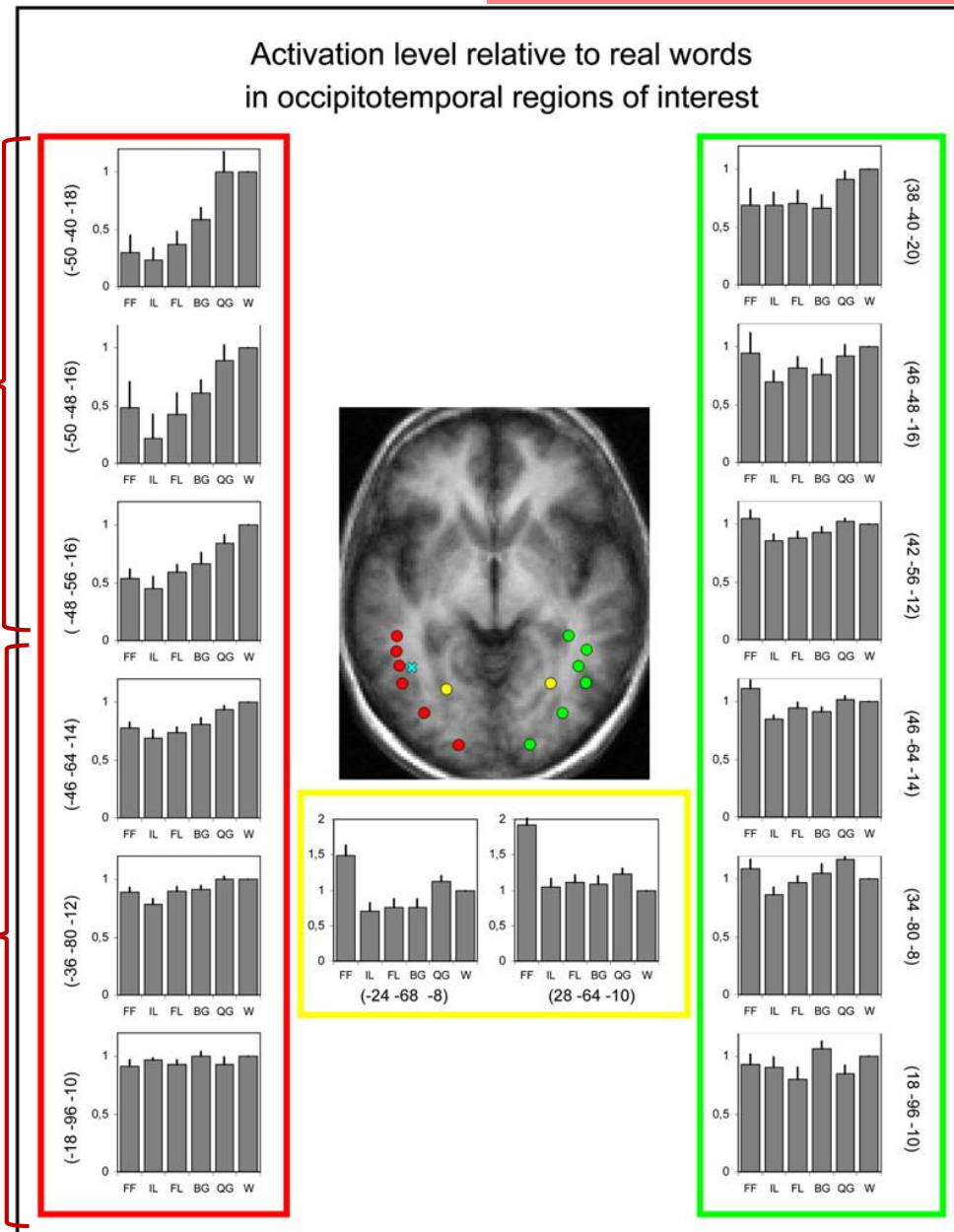
- 12 adultes
- Activation du gyrus fusiforme gauche en réponse à des stimuli écrits présentant différents degrés de proximité avec des mots réels

Structure of stimulus strings and frequency of their components

		Types of stimuli					
		False Fonts	Infrequent Letters	Frequent Letters	Frequent Bigrams	Frequent Quadrigrams	Words
Components of stimulus strings	Strings	0	0	0	0	0	high
	Quadrigrams	0	low	low	low	high	high
	Bigrams	0	low	low	high	high	high
	Letters	0	low	high	high	high	high
	Features	high	high	high	high	high	high
		730+0K	JZWYWK	QOATDQ	QUMBSS	AVONIL	MOUTON
		Examples					

**Antérieur:**  
+ d'activation  
pour les stimuli  
écrits ressemblant  
le + à des mots réels

**Postérieur:**  
Pas de différence  
d'activation entre  
les catégories de  
stimuli écrits



# Le modèle LCD (**Local Combination Detectors**)

Dehaene et al. *TICS*, 2005

Aire présumée

Unité codée

Structure du champ  
récepteur

Exemples de stimuli préférés

Aire V1  
bilatérale

Barres orientées

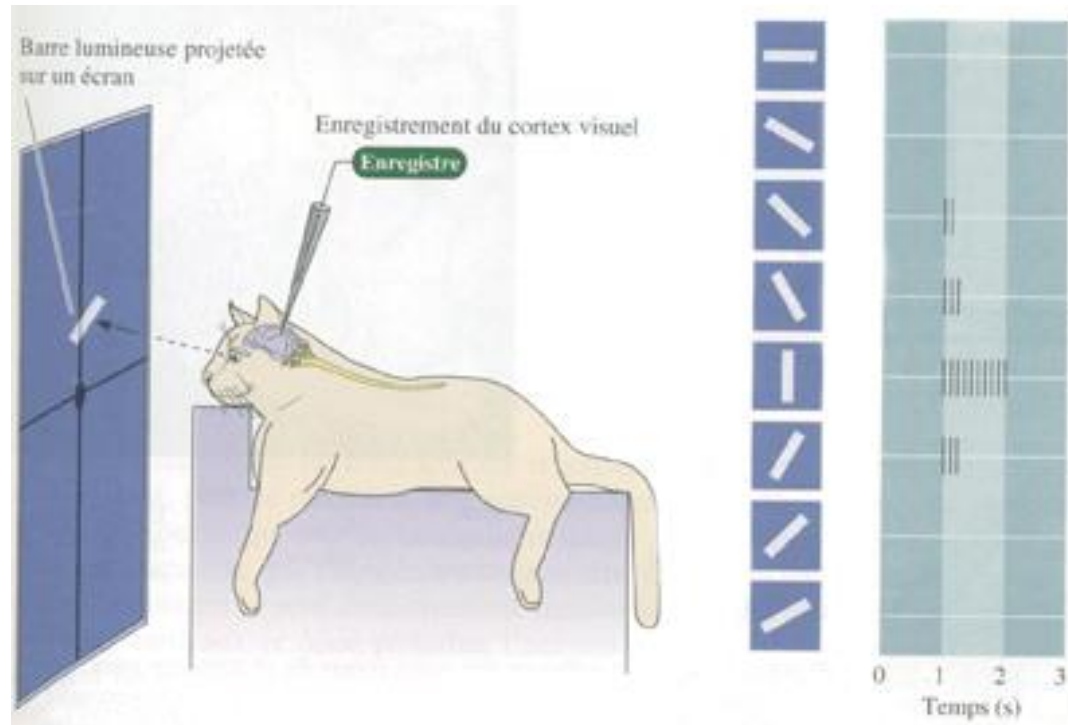


Corps genouillé  
latéral

Contraste local



# Détection de l'orientation de traits dans le cortex visuel primaire: les travaux d'Hubel et Wiesel



→ Chaque neurone dans V1 présente une "**orientation préférentielle**" pour laquelle sa décharge de potentiels d'action est maximale.

→ Dans l'aire V2, les neurones sont sensibles à la combinaison selon un angle déterminé

# Le modèle LCD (**Local Combination Detectors**)

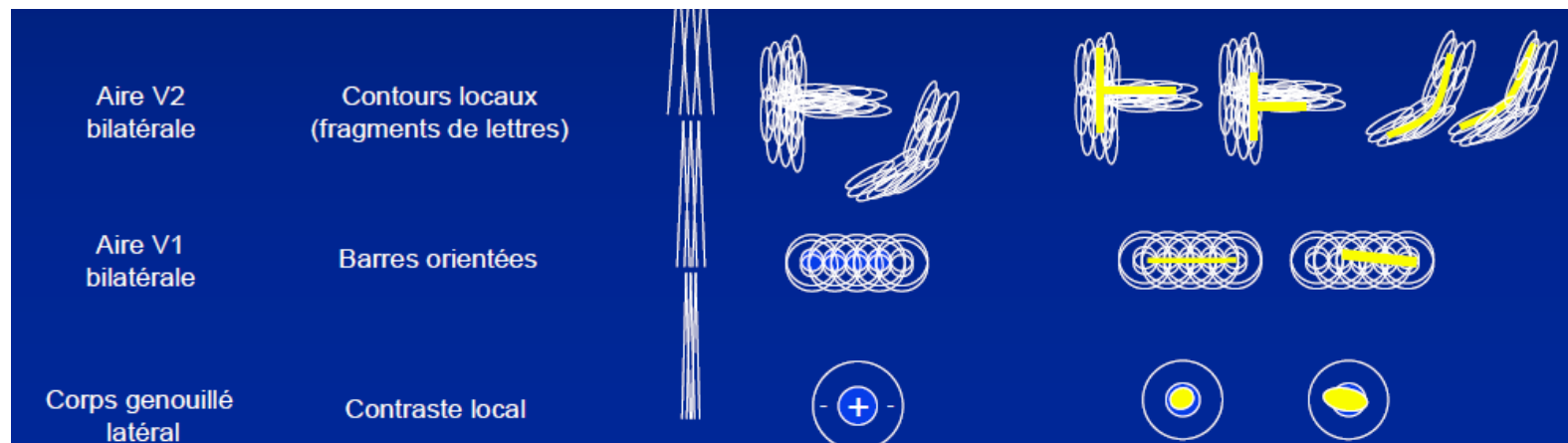
Dehaene et al. *TICS*, 2005

Aire présumée

Unité codée

Structure du champ  
récepteur

Exemples de stimuli préférés



# Le modèle LCD (**Local Combination Detectors**)

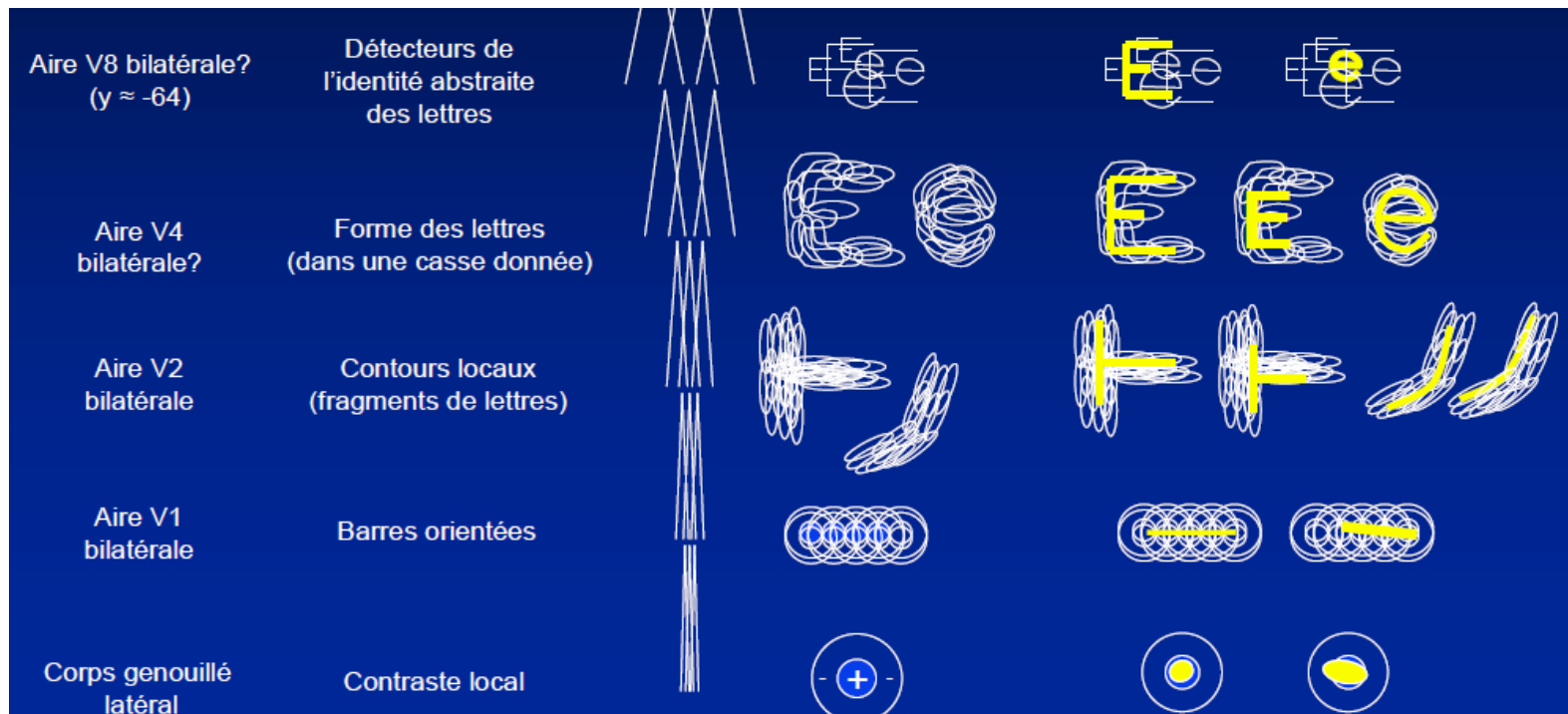
Dehaene et al. *TICS*, 2005

Aire présumée

Unité codée

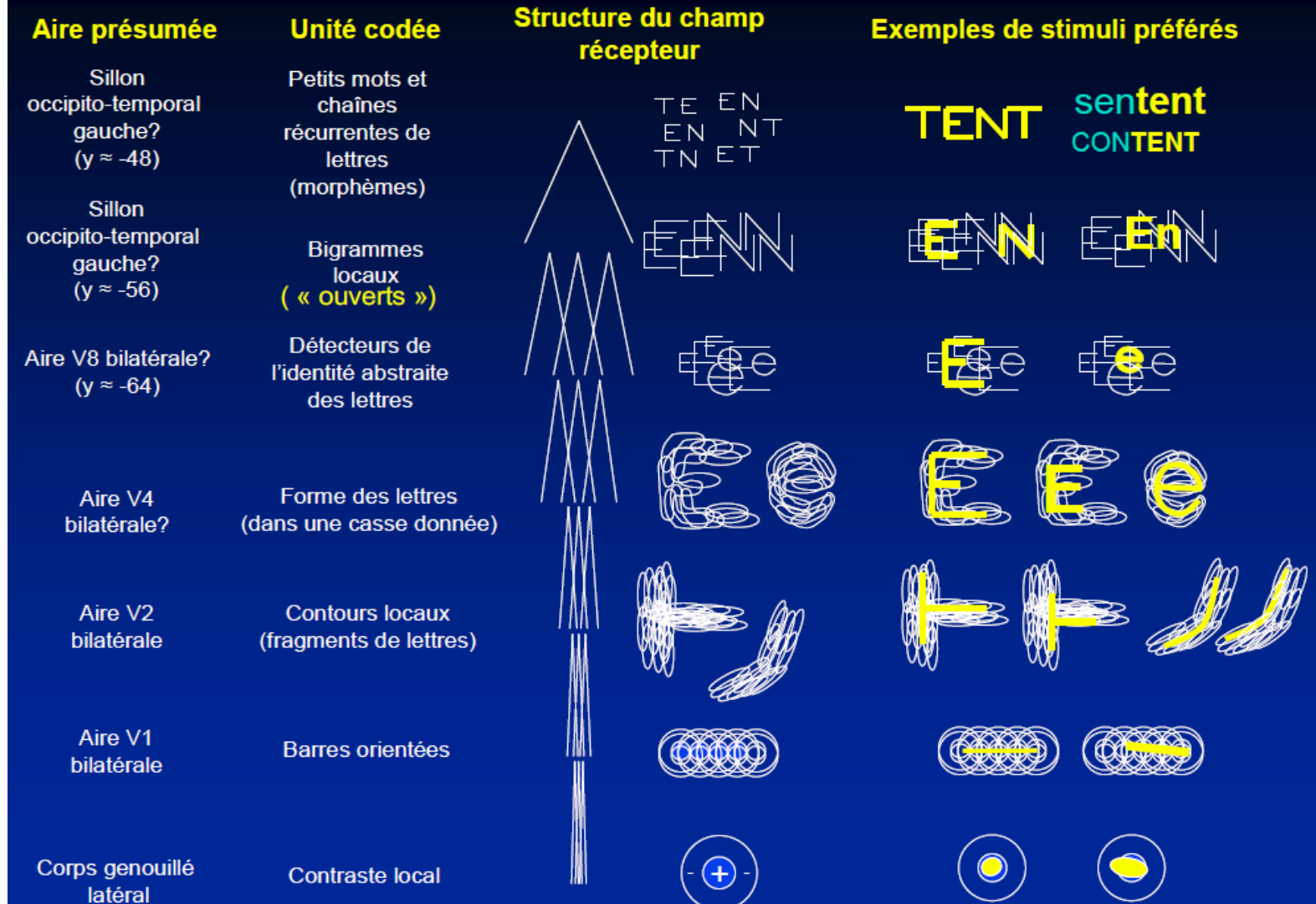
Structure du champ  
récepteur

Exemples de stimuli préférés



# Le modèle LCD (Local Combination Detectors)

Dehaene et al. *TICS*, 2005



# Plan du cours

## 2. Traitement expert du langage écrit: l'hypothèse du recyclage neuronal

- a. Etude de cas de lésions
- b. Arguments IRMf chez le sujet sain
- c. Cas spécifiques: dyslexie développementale, illetrisme, synesthésie
- d. Le modèle LCD
- e. Arguments électrophysiologiques:  
la composante N170



# Composante N170 : traitement expert de certains stimuli visuels

Tanaka & Curran, 2001

- 15 bird and 15 dog experts (10 to 20 years of expertise in their domain)
- To classify pictures of birds and dogs



**BIRD?**

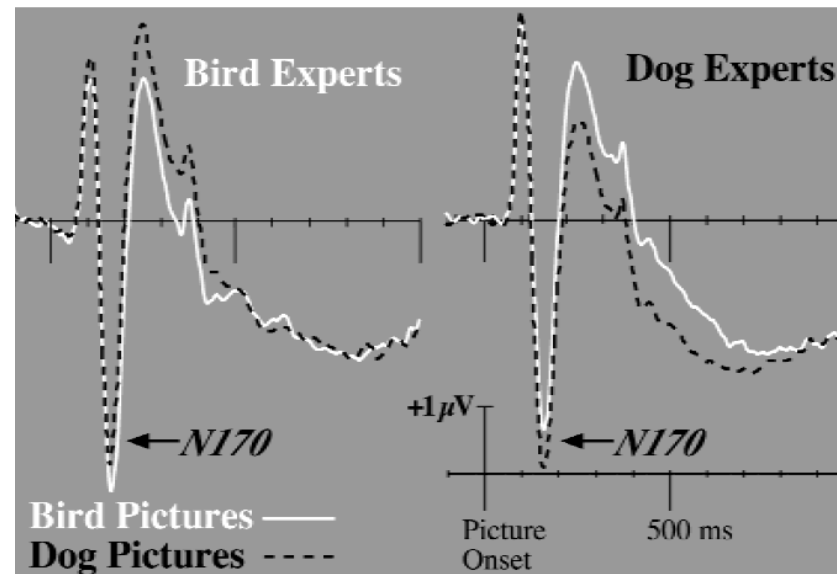


**DOG?**

# Composante N170 : traitement expert de certains stimuli visuels

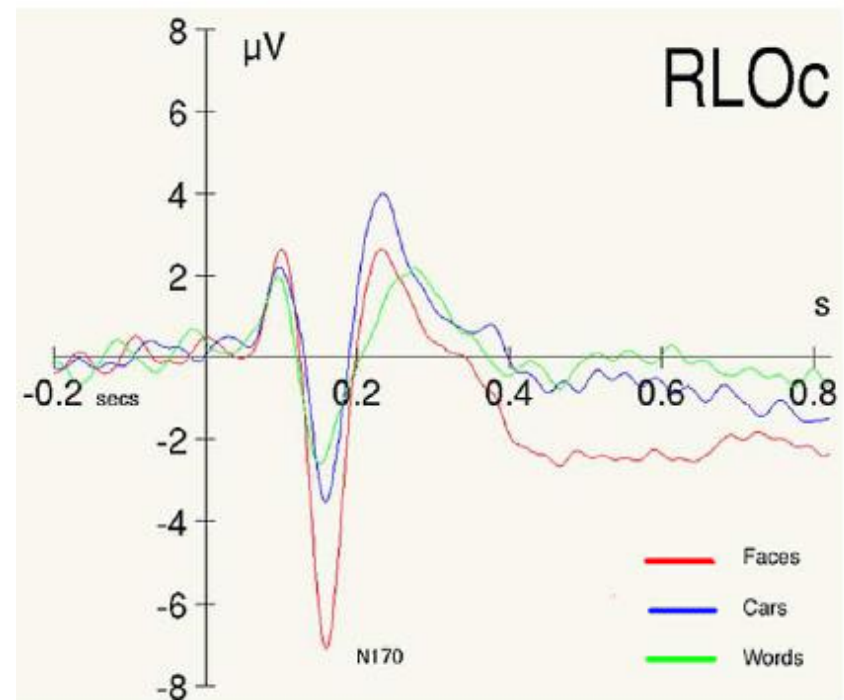
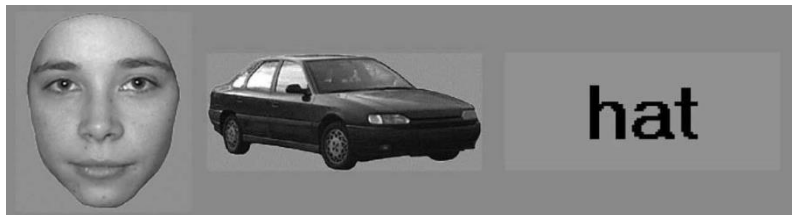
Tanaka & Curran, 2001

- Associée au traitement expert de certaines catégories de stimuli visuels
- 150 ms après la présentation d'un stimulus visuel

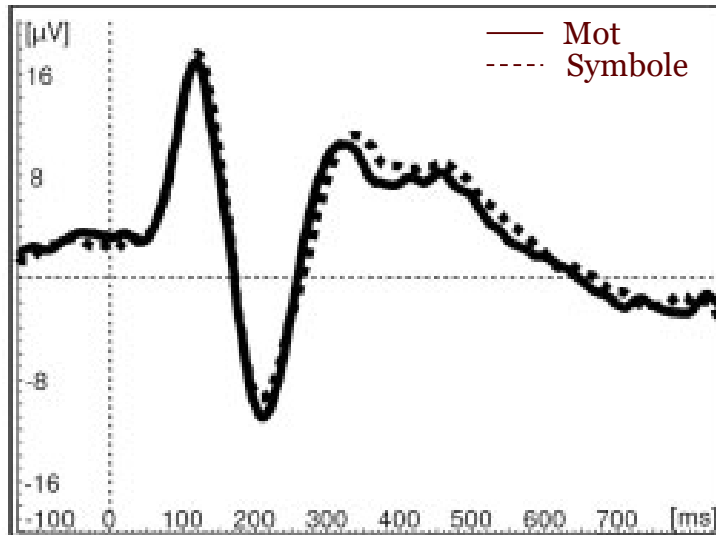


# N170: spécialisation pour les visages

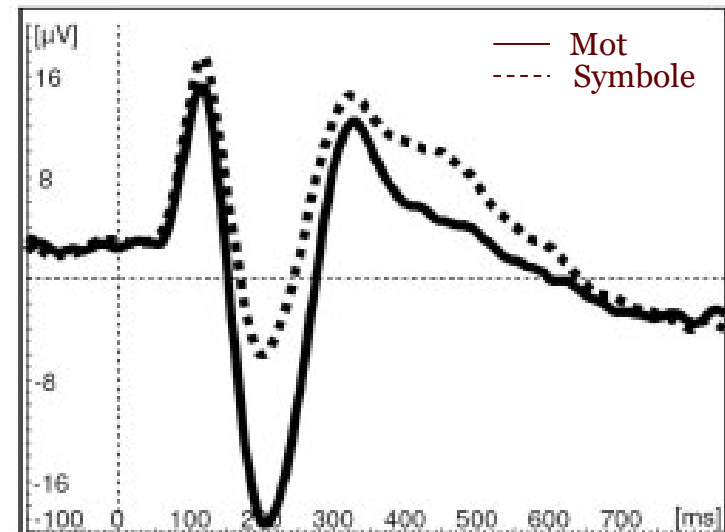
Rossion et al., 2003



## Composante N170: corrélat électrophysiologique du traitement expert de l'écrit

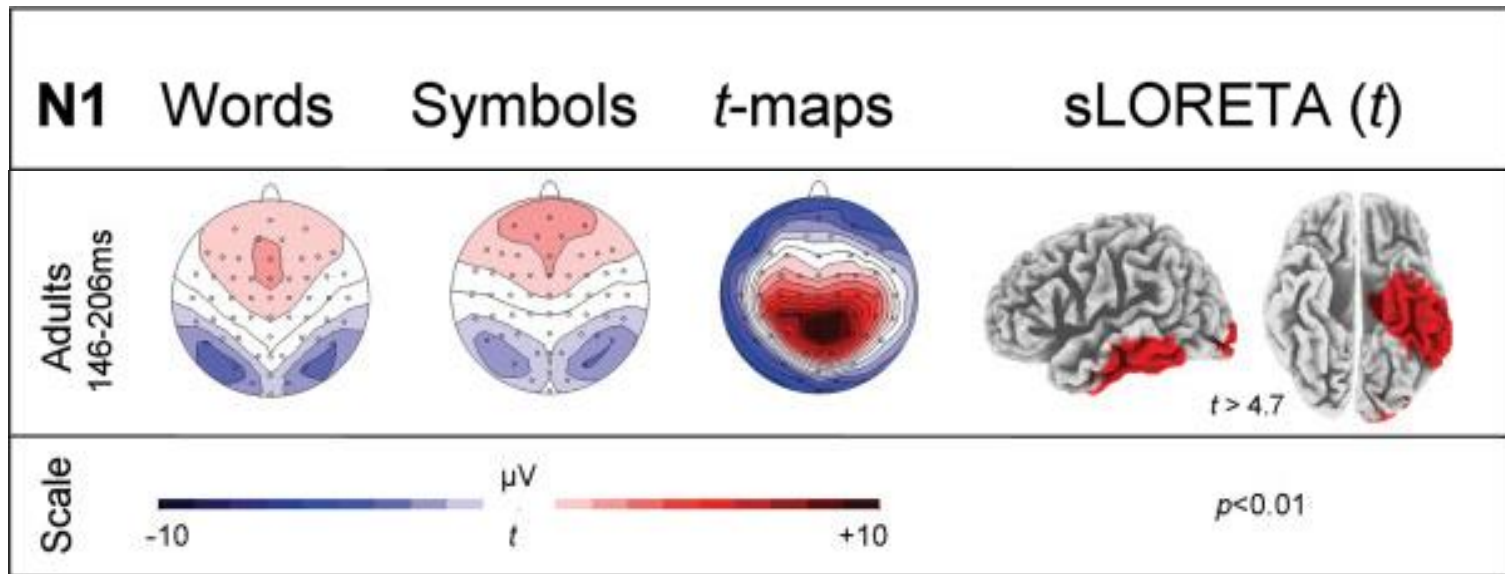


- Pas de spécialisation de la N170 chez des prélecteurs



- Spécialisation de la N170 après 2 ans d'apprentissage de la lecture

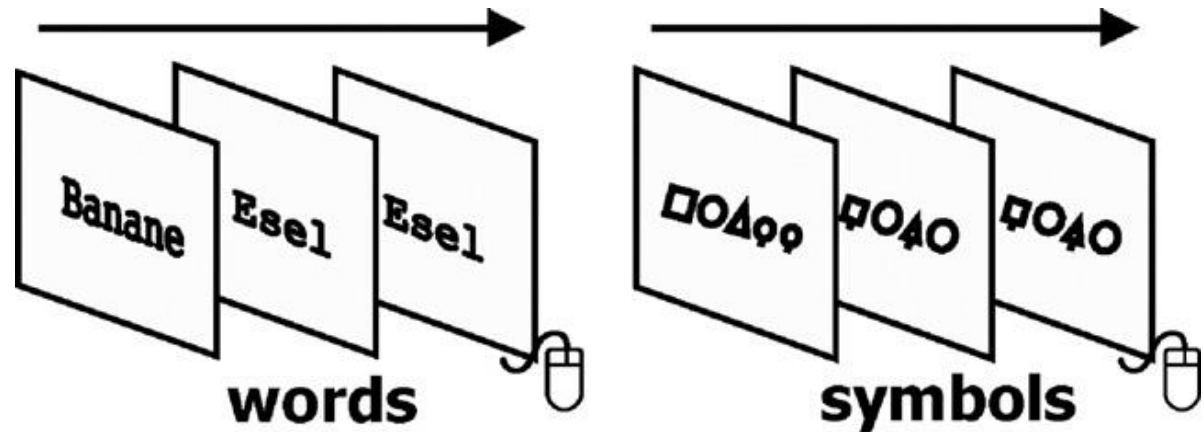
# Composante N170 et VWFA



- La composante N170 a été associée à l'activité de la VWFA lors du traitement de l'écrit
- La composante N170 : spécialisation pour l'écrit après l'apprentissage de la lecture (OK avec l'hypothèse du recyclage neuronal)

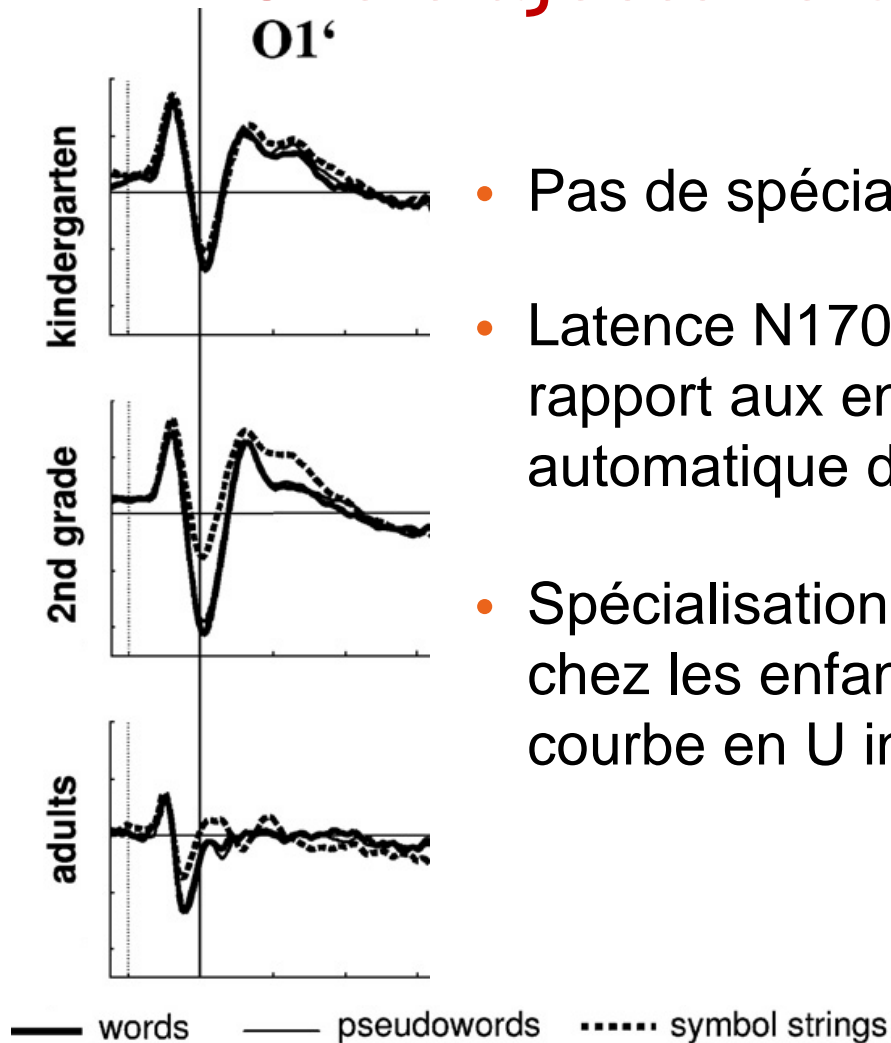
# Spécialisation de la N170 pour l'écrit : Une trajectoire développementale?

- Population :
  - Enfants pré-lecteurs (fin de maternelle)
  - Enfants 2 ans après le début de l'apprentissage de la lecture (CE1)
  - Adultes



stimulus duration 700ms, SOA 2050ms

# Spécialisation de la N170 pour l'écrit : Une trajectoire développementale?



- Pas de spécialisation N170 chez les prélecteurs
- Latence N170 plus précoce chez les adultes par rapport aux enfants de CE1 (traitement plus automatique de l'écrit)
- Spécialisation N170 pour l'écrit plus importante chez les enfants de CE1 que chez les adultes = courbe en U inversée

# Spécialisation de la N170 chez l'adulte dyslexique? (Mahé et al., 2012)

14 dyslexiques et 17 contrôles adultes

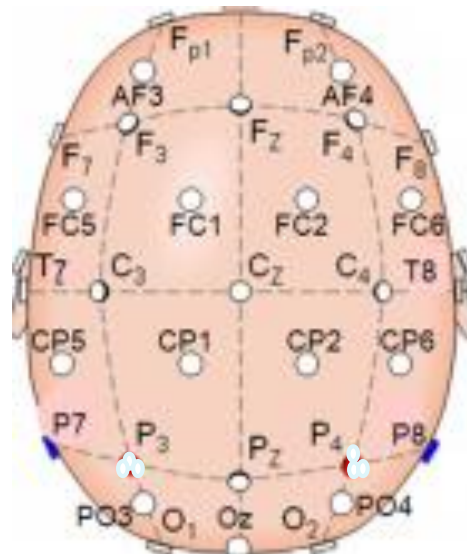
## Stimuli écrits

- Mots fréquents (livre)
- Mots rares (saule)
- Pseudomots (lubre)
- Consonnes (bcvnr)

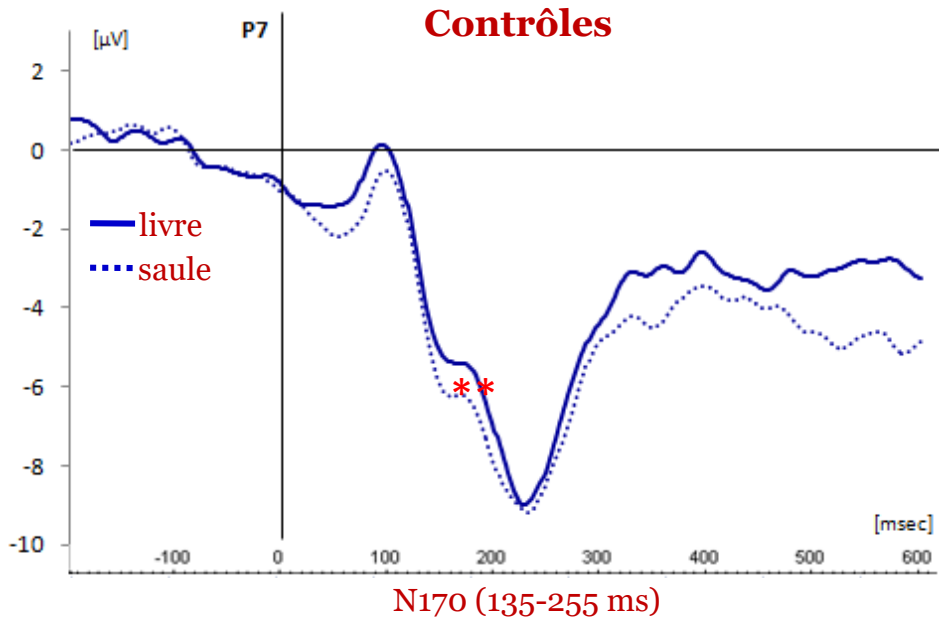
## Symboles

- Ex.: §ǒ‡Ø£
- Liste de symboles:

¬ ‡ ¢ £ ¤ \* ¥  
! § ¶ Đ Ø Ɔ ð

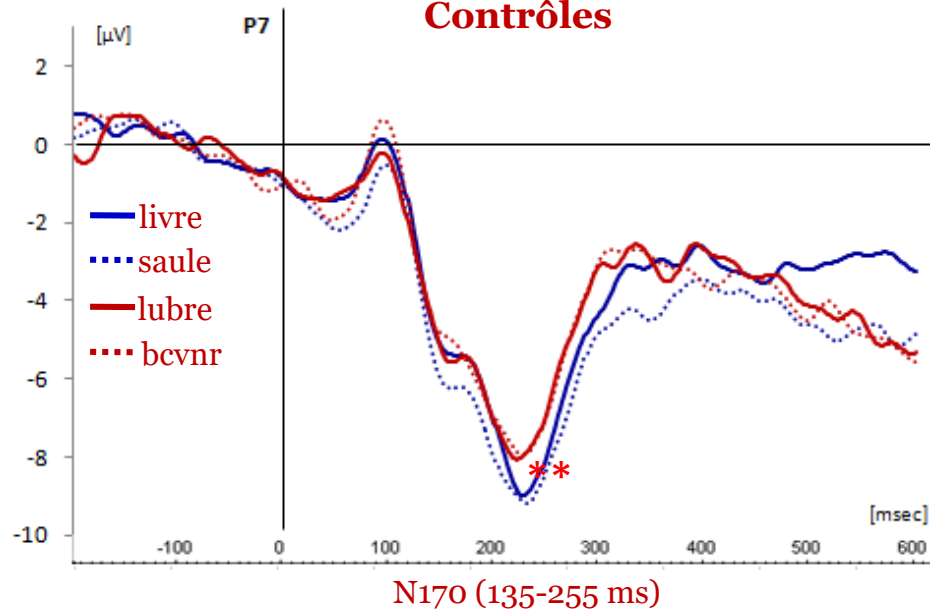




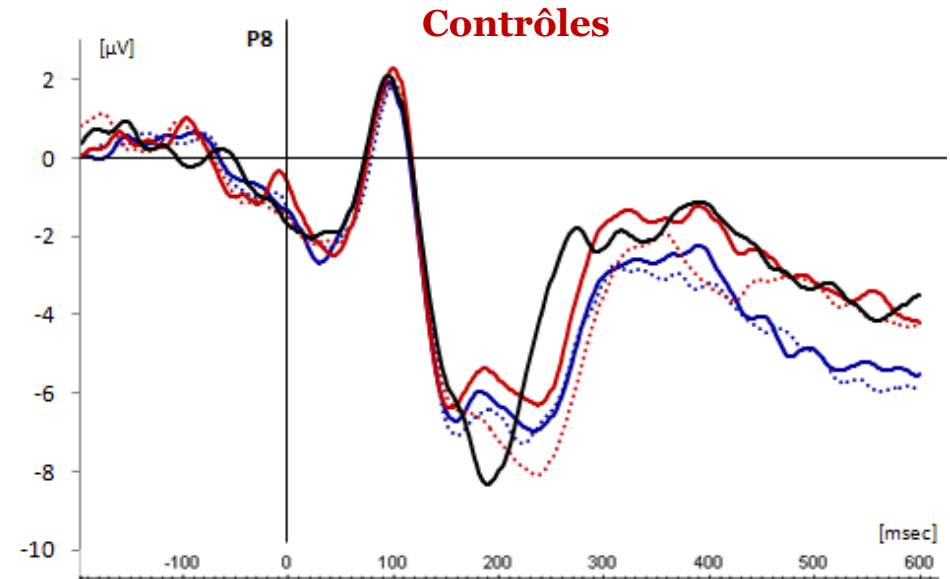
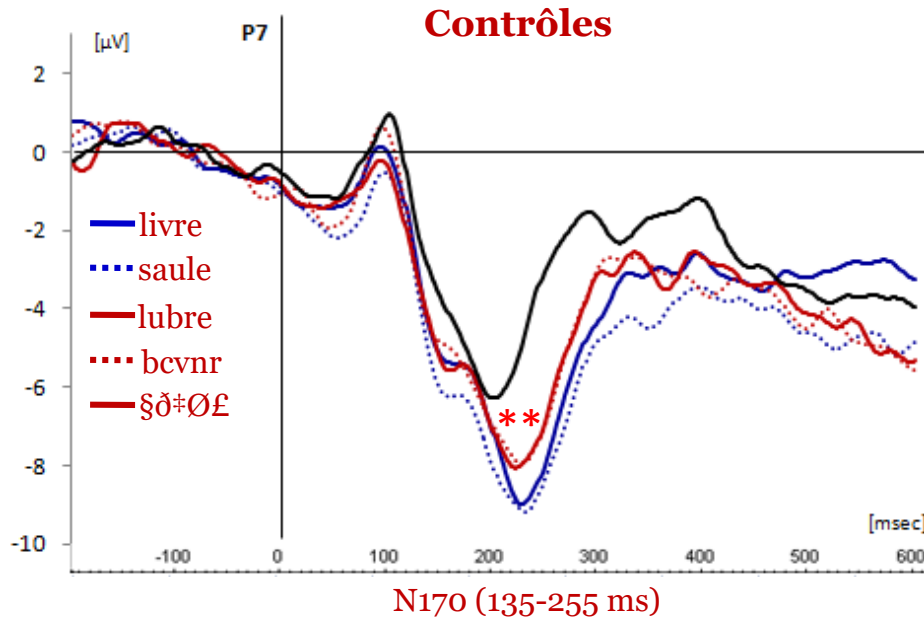


➡ Effet de fréquence lexicale

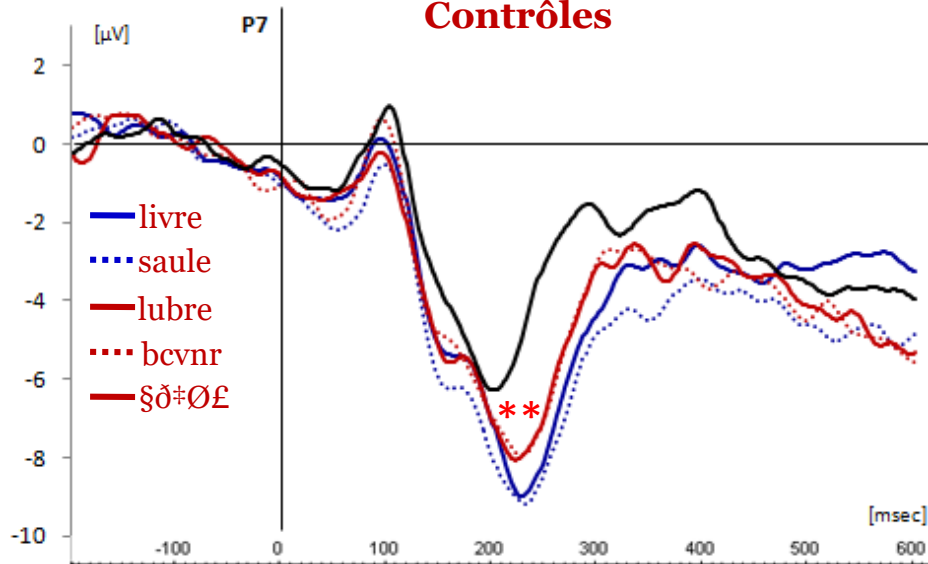
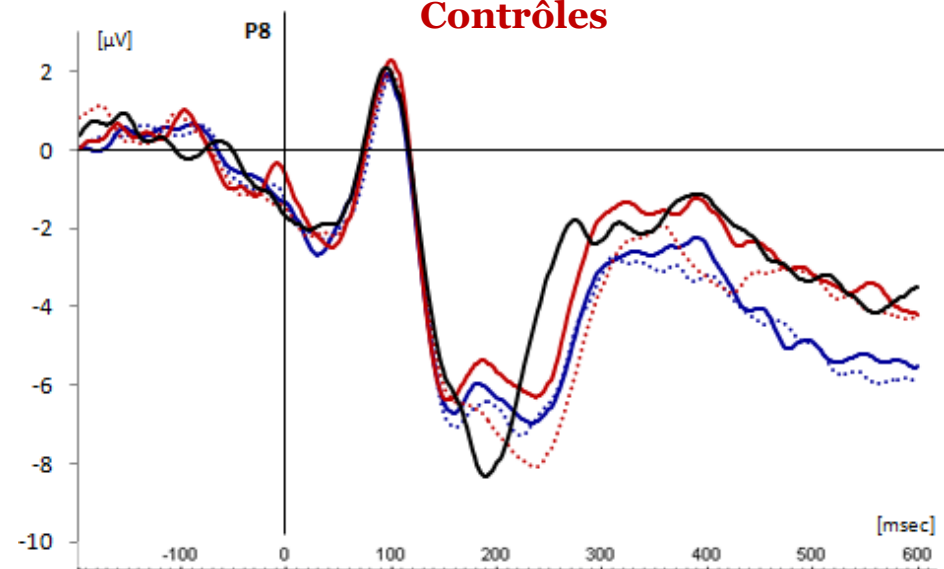
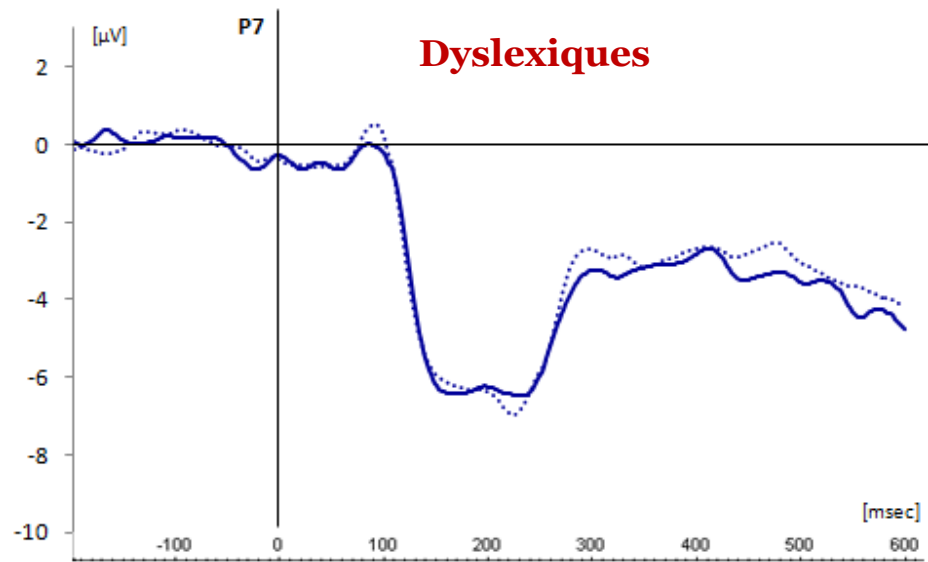
## Contrôles



➡ Effet de lexicalité

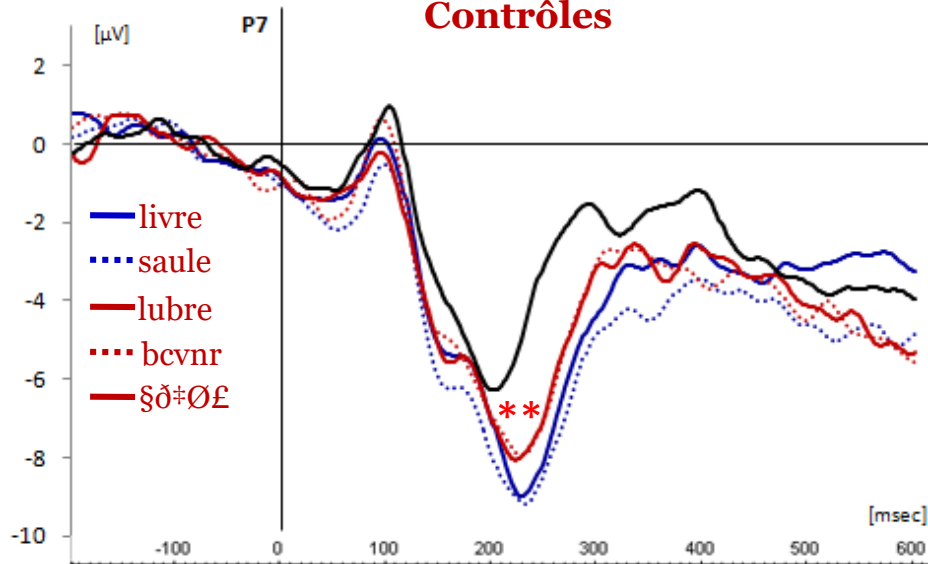


➔ Spécialisation pour l'écrit

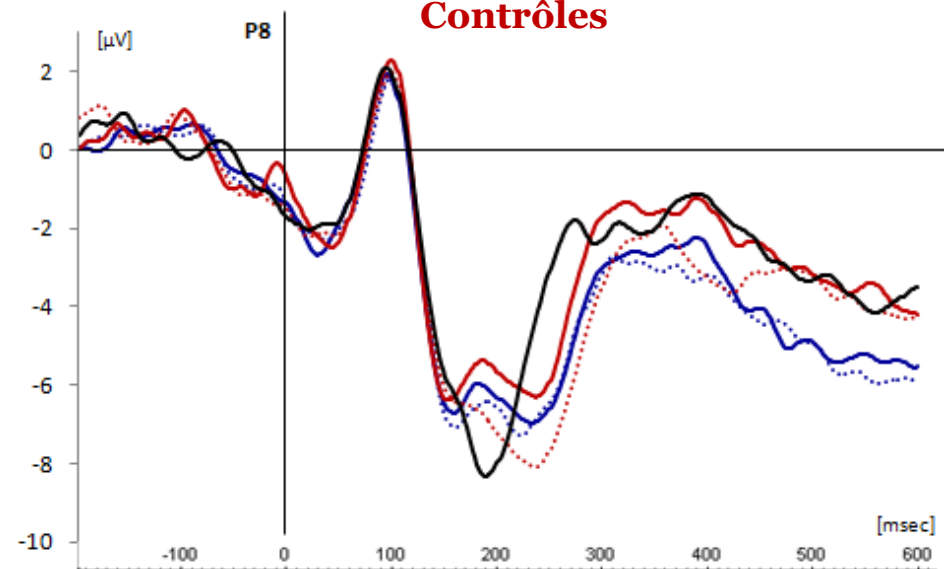
**Contrôles****Contrôles****Dyslexiques**

Absence d'effet de fréquence lexicale

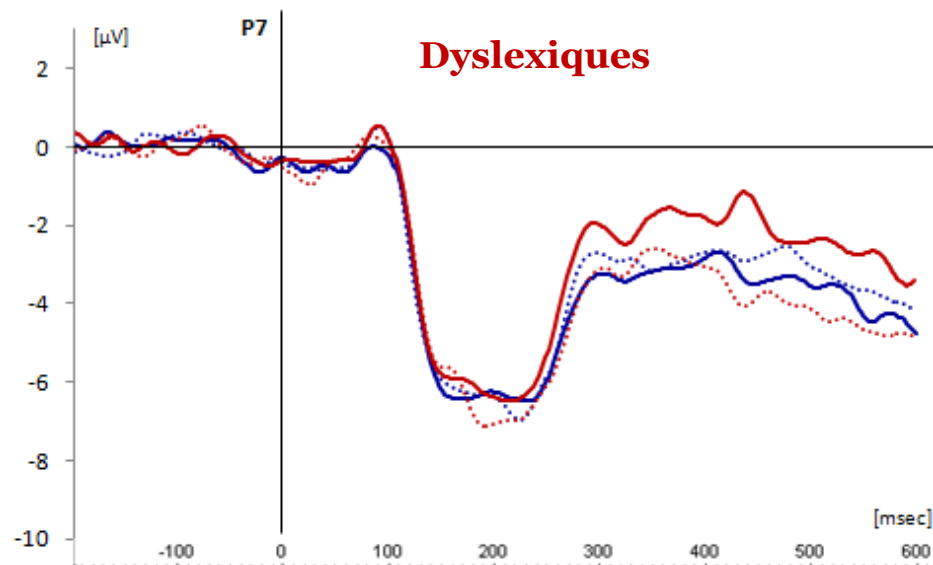
## Contrôles



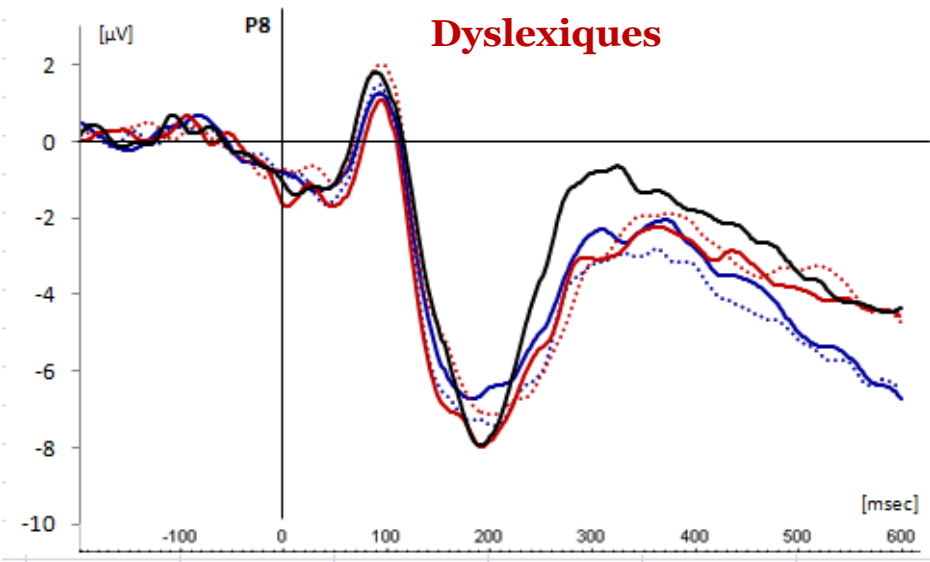
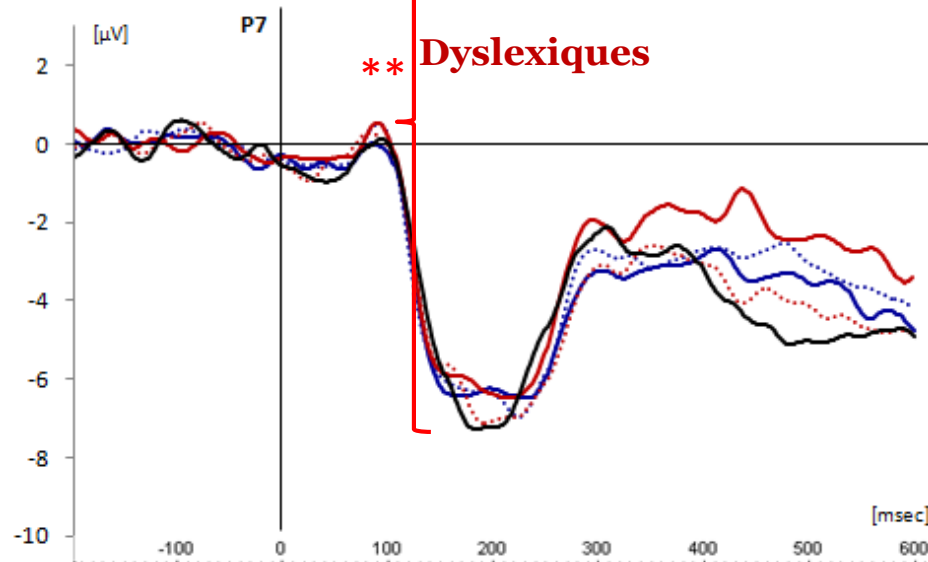
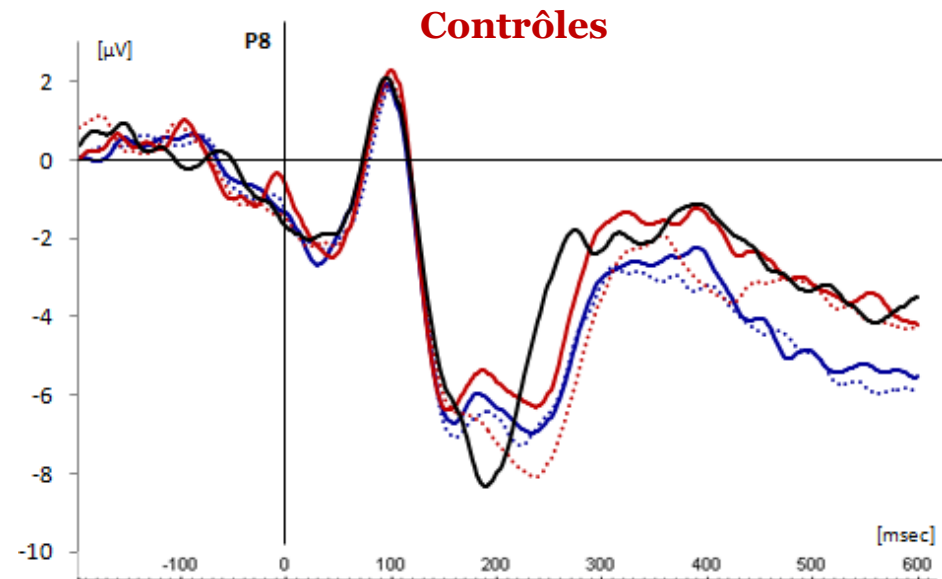
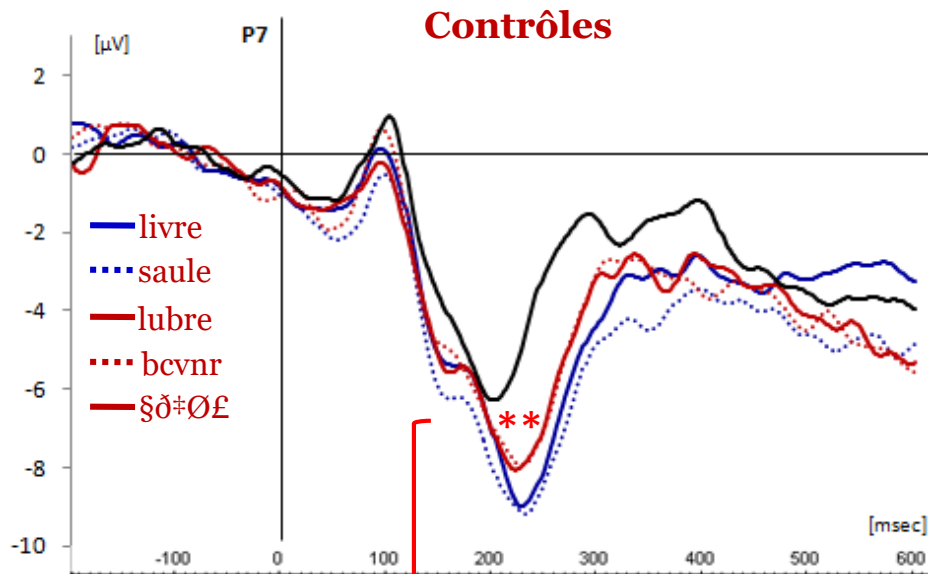
## Contrôles



## Dyslexiques

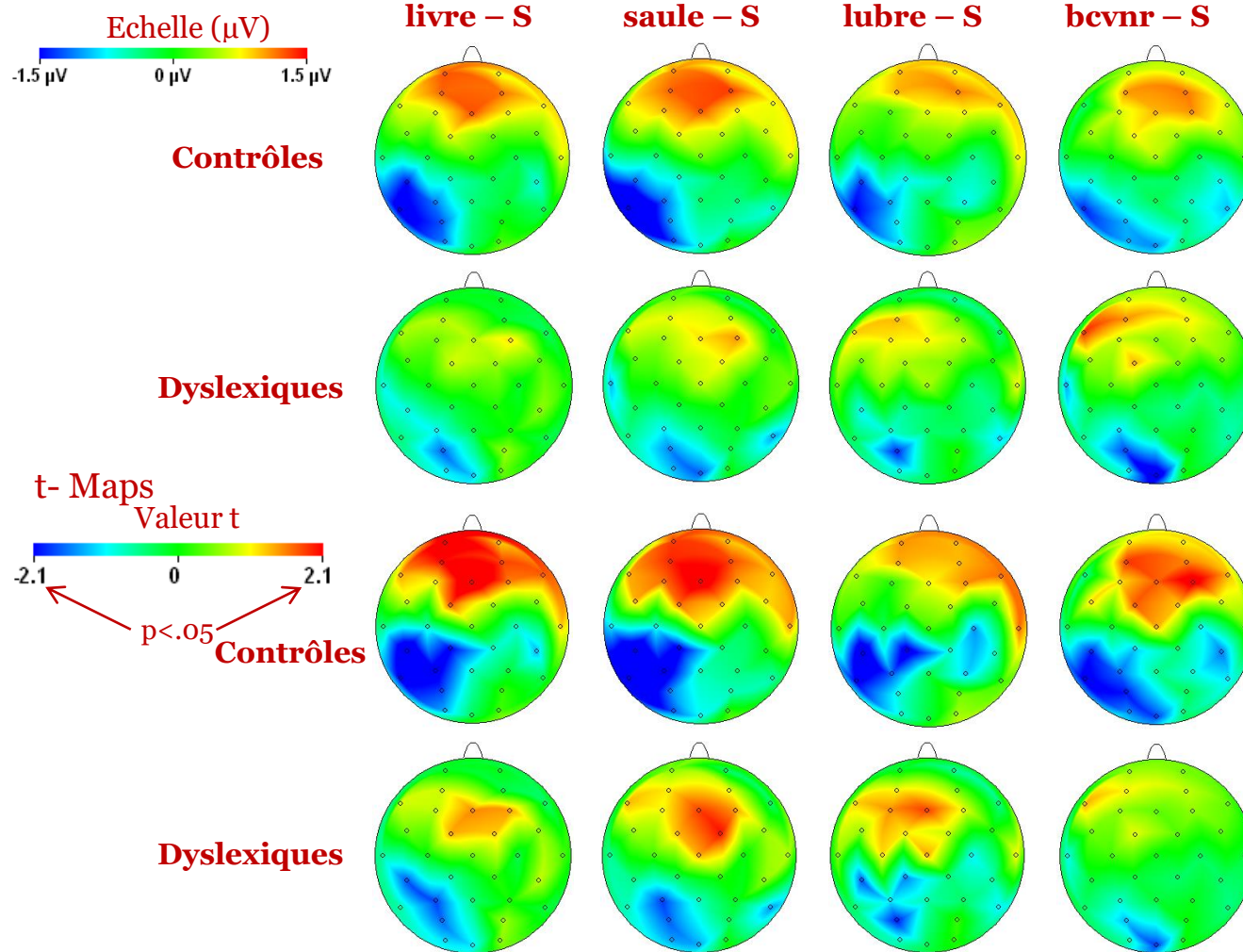


➡ Absence d'effet de lexicalité



Absence de traitement expert de l'écrit

## Différences de voltages



# Le traitement du langage écrit

- Implique la spécialisation progressive de certaines structures cérébrales pour traiter le langage écrit
- Cette spécialisation (« recyclage neuronal ») se met en place suite à l'apprentissage de la lecture
- Une lésion cérébrale au niveau des régions impliquées dans le traitement du langage écrit se traduit par une altération de la lecture (alexie pure)
- Des difficultés d'apprentissage de la lecture (dyslexie) sont associées à une anomalie dans la spécialisation de certaines structures cérébrales