



# Vision, régulation posturale et double tâche chez les enfants dyslexiques

Maria Pia Bucci

UMR1141, INSERM – Paris Diderot

Hôpital Robert Debré

48, BI Sérurier. Paris, France

# Introduction

Le terme dyslexie trouve ses origines en 1887 lorsqu'un ophtalmologue a décrit la difficulté à apprendre à lire. Après plus d'un siècle de recherche, la définition exacte de la dyslexie demeure peu claire.

La lecture est un processus cognitif complexe pendant lequel sont impliqués plusieurs mécanismes (la perception visuelle, les mouvements oculaires -saccades et fixations-, les capacités sémantiques / linguistiques)

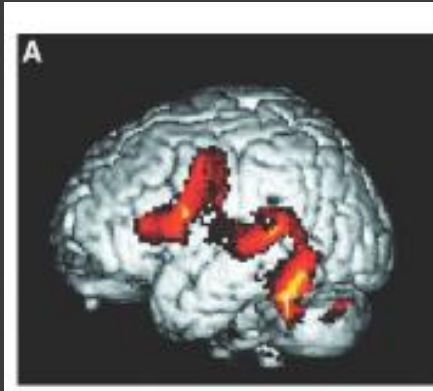
# DYSLEXIE (1)

- Déficit du traitement auditif rapide (Tallal 1980)
- Déficit des capacités motrices et d'automatisation chez les sujets dyslexiques (Nicolson & Fawcett, 1990)
- Vergence anormale et fluctuation des axes optiques pendant la fixation des cibles (Cornelissen et al. 1993; Stein et al. 1988).
- Déficit dans le contrôle de l'attention (Facoetti et al. 2004)

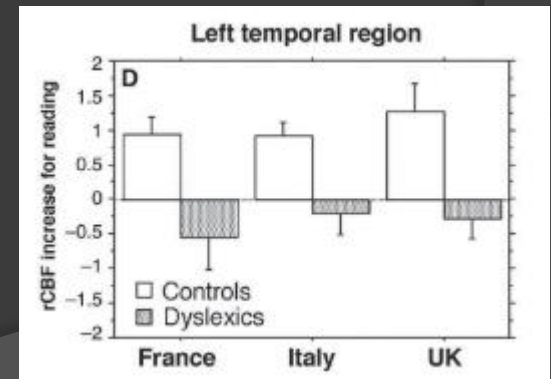
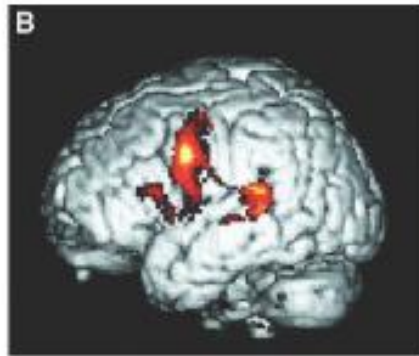
## DYSLEXIE (2)

- Théorie génétique : le taux d'hérédité de la dyslexie serait compris entre 50 et 60 % (Becker et al. 2013).
- Une étude européenne de Paulesu et al. 2001: désordre neuro-développemental commun pour tous les dyslexiques

Non dyslexiques



Dyslexiques



## Déficits visuels :

La performance anormale des mouvements oculaires (saccades et fixations) observée chez des enfants dyslexiques nous laisse suggérer la présence d'un déficit au niveau du traitement des informations visuelles.

- Quercia et al. (2013) ont décrit les déficits visuels et attentionnels chez ces sujets.

## Hypothèse visuelle

La présence d'un déficit au niveau du système visuel magnocellulaire chez des sujets dyslexiques a été suggérée par Galaburda et al. (1985) et ensuite par Lovegrove et al. (1990; 1991), Stein et Walsh (1997) etc.

Cependant, les recherches récentes ne partagent pas cette hypothèse et l'existence d'un déficit de la voie dorsale dans la dyslexie est toujours en débat (Laycock et al. 2012).

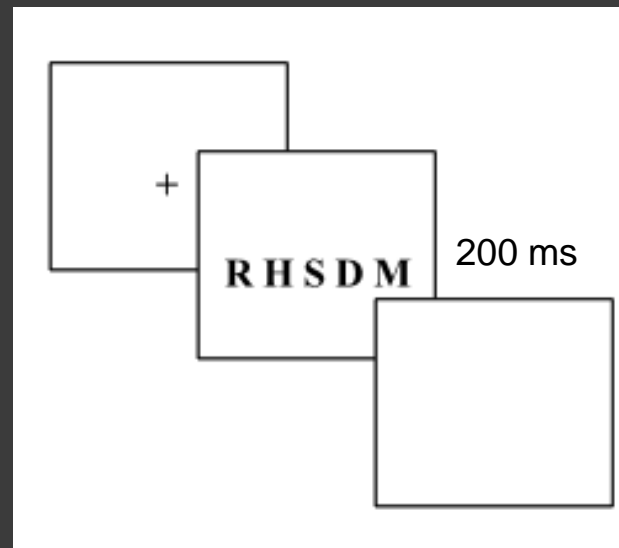
## La dyslexie et la lecture

- Lorsque nous lisons, les deux yeux bougent (saccade) pour fixer le mot mais ils doivent aussi converger à la distance à laquelle se trouve le mot.
- Si le mouvement de convergence est incorrect, le mot apparaît flou ce qui peut causer un ralentissement dans l'apprentissage de la lecture.

The word "dog" is displayed in a bold, black, sans-serif font on a white rectangular background. The letters are sharp and clear.The word "dog" is displayed in a bold, black, sans-serif font on a white rectangular background. The letters are significantly blurred and out of focus, illustrating the effect of incorrect convergence.

# Hypothèse visuo-attentionnelle

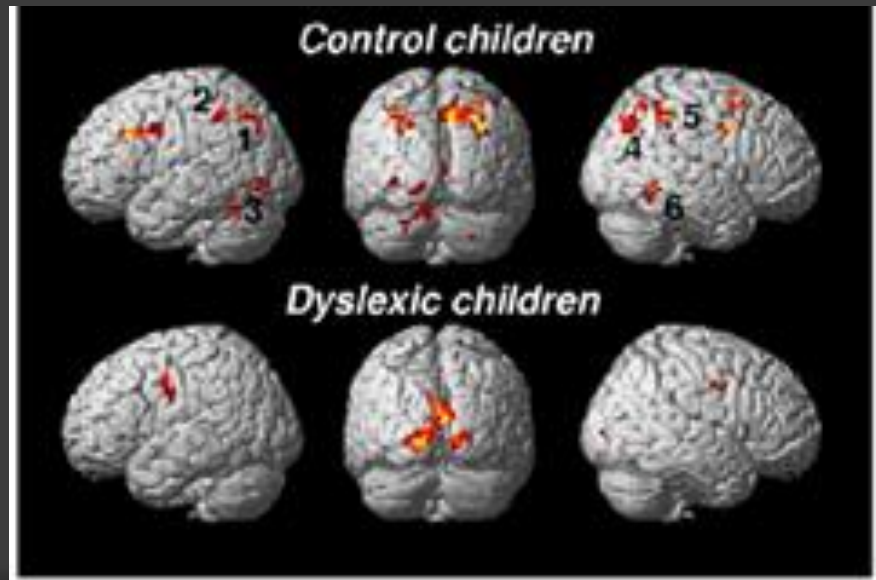
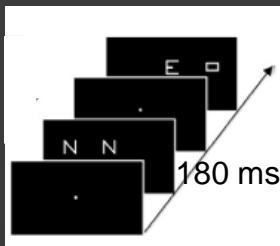
- Bosse et al. (2007) ont montré que les enfants dyslexiques ont une fenêtre visuelle attentionnelle réduite. Ceci est la cause d'une limitation dans le nombre des lettres qui peuvent être lues.



Nommer les 5 lettres



- Une étude en IRM de ce groupe (Peyrin et al. 2011; 2012) a montré l'importance de régions pariétales (1-2 et 4-5) et girus temporel (3 et 6), pour l'activité visuo-attentionnelle. Chez les dyslexiques, cette activité est moindre.



## NOS ETUDES :

Les enfants dyslexiques ont été examinés à l'hôpital Robert Debré :

- Un examen neurologique/psychologique et tests phonologiques.
- La vitesse de lecture, la compréhension et la capacité de lire des mots/non mots ont été évaluées avec la batterie L2MA (Chevrie-Mullet et al. 1997).
- Le QI a été évalué avec le test WISC IV: il était dans la gamme normale (85-115).
- Aucun signe d'hyperactivité ni de déficit de coordination lié au développement.
- Les enfants non dyslexiques = QI normal.

# Tests visuels

- Acuité visuelle  $\geq 9/10$  chaque oeil

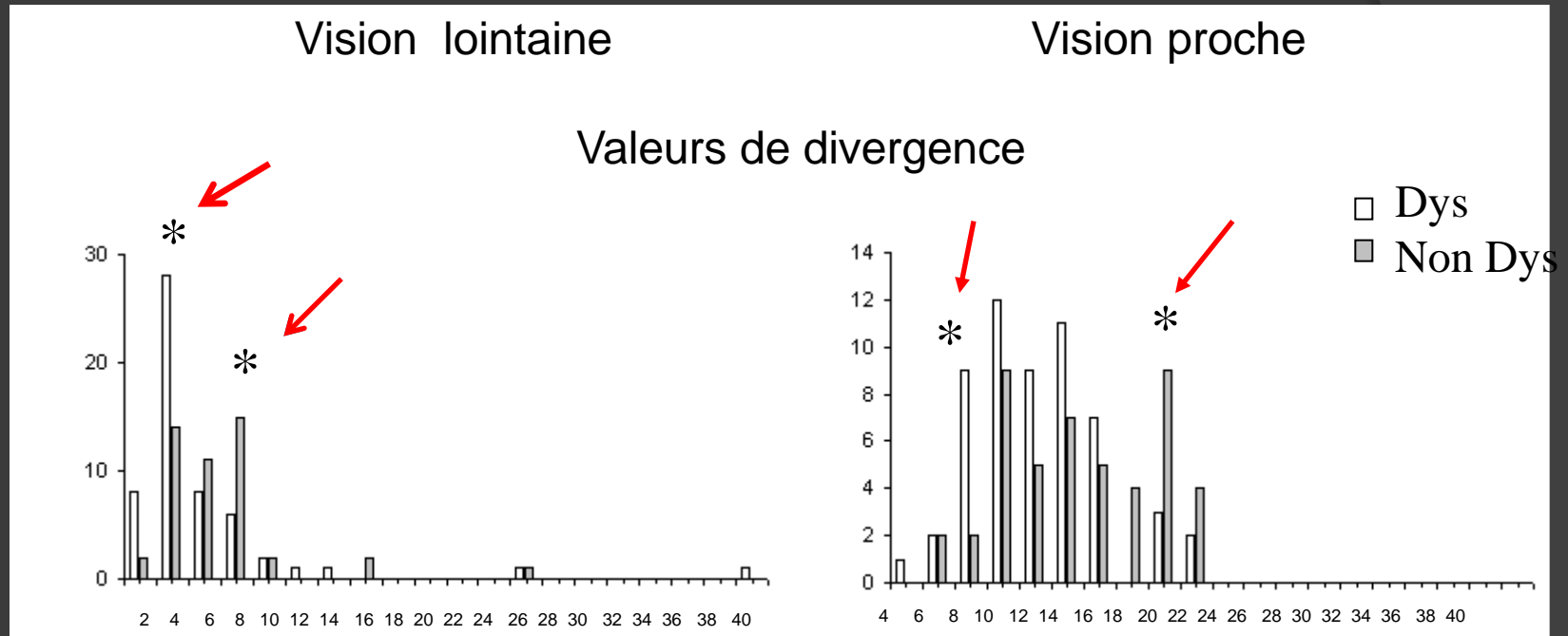


	TNO	PPC	Hetero phorie	Divergence	Convergence
DYS	$54 \pm 7$	$3.7 \pm 0.4$	$-2.2 \pm 0.8$	$11 \pm 0.9$	$29 \pm 2$
Non DYS	$58 \pm 5$	$3 \pm 0.4$	$-2.6 \pm 0.8$	$18 \pm 0.4$	$40 \pm 2$

DYS

Non DYS

# Divergence faible chez les enfants dyslexiques



Non Dys : 6 Dp  
Dys : 4 Dp

Non Dys : 12 Dp  
Dys : 10 Dp

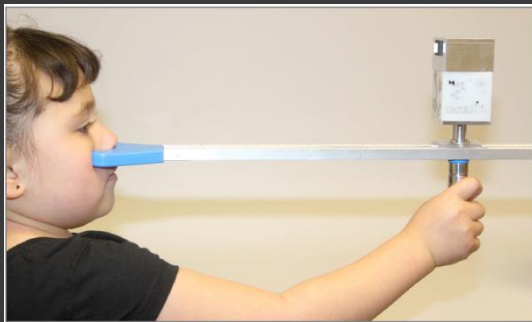
Améliorer la vergence, CONV et DIV chez les enfants dys

*Ann. N.Y. Acad. Sci.* **1039**: 283–293 (2005). doi: 10.1196/annals.1325.027  
Copyright © 2005 by the New York Academy of Sciences

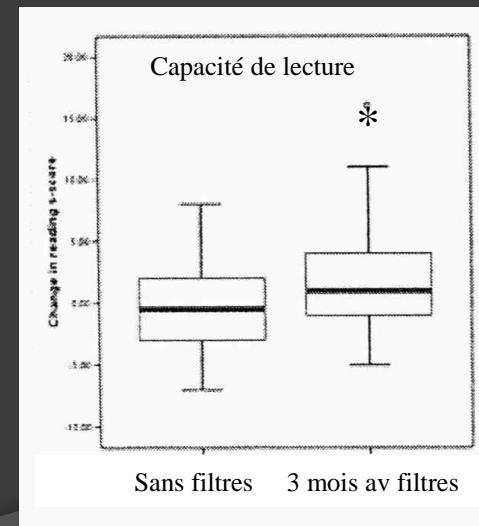
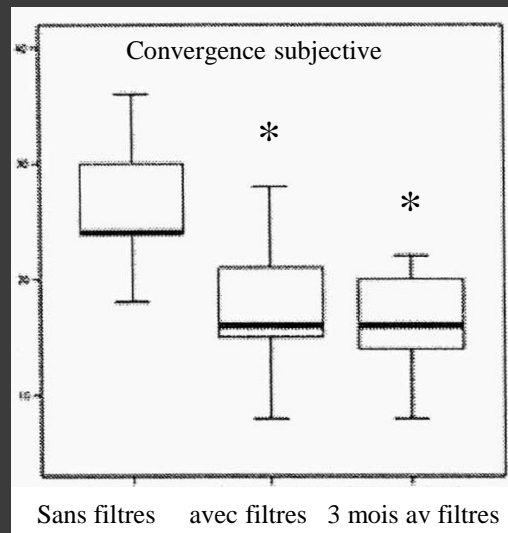
## Yellow Filters Can Improve Magnocellular Function: Motion Sensitivity, Convergence, Accommodation, and Reading

N J. RAY, S FOWLER and J F. STEIN

Les filtres jaunes augmentent l'efficacité des cellules M

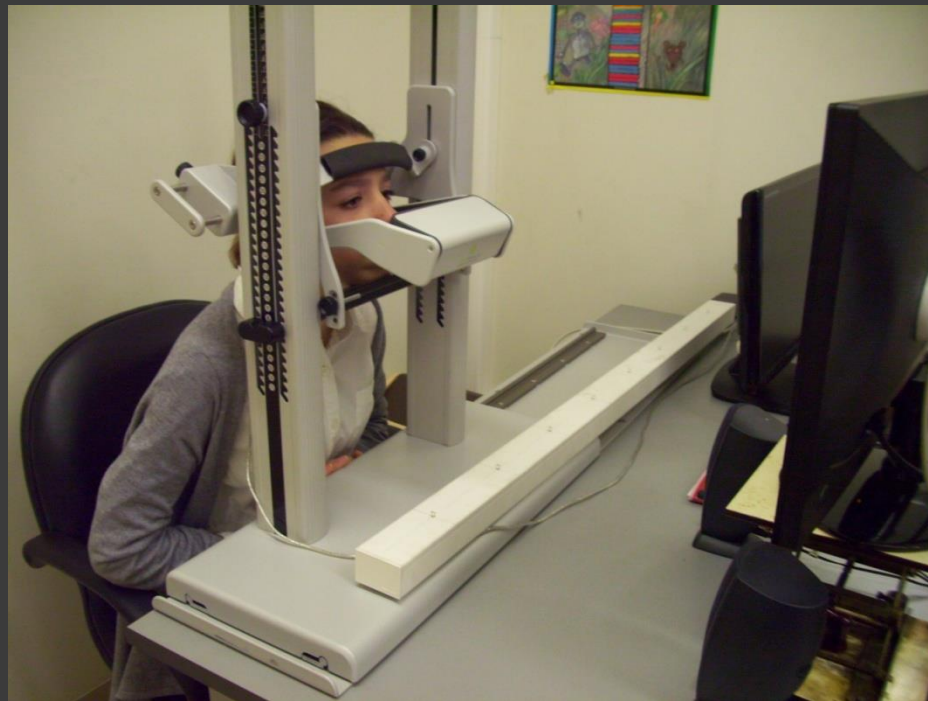


RAF (Royal Air Force)



# Matériel

## Mobile Eyebrain Tracker (Mobile EBT®)



Distance de l'écran: 58 cm

## Lecture silencieuse d'un texte :

8-9 ans

A

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

10-12 ans

B

Hugo sort de chez lui par la porte de derrière. Il traverse le jardin. Il ressort de l'autre côté, la tête entre les feuilles. Personne à droite, personne à gauche. Il bondit hors de sa cachette et remonte la rue.

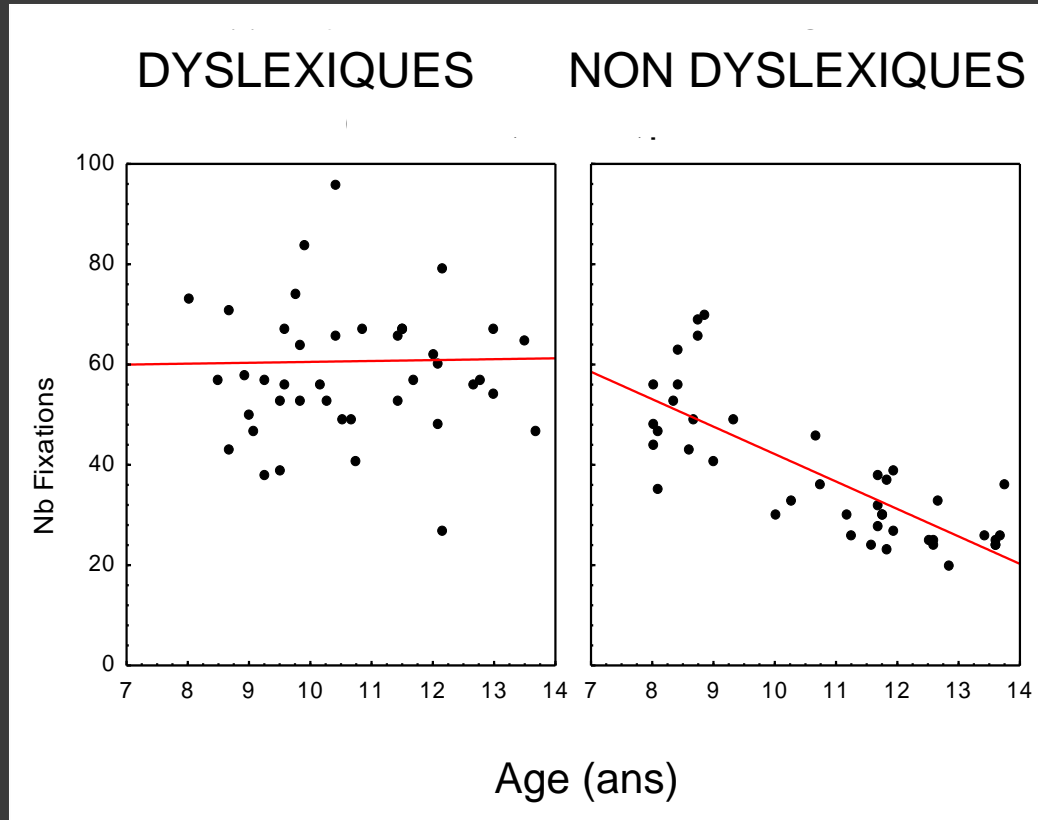
13-15 ans

C

L'été venait de finir et l'automne naissait. Il pouvait être huit heures du matin. Ce jour-là, ils traînaient le long des chemins et leurs pas semblaient alourdis de toute la mélancolie du temps, de la saison et du paysage.

Reading Task

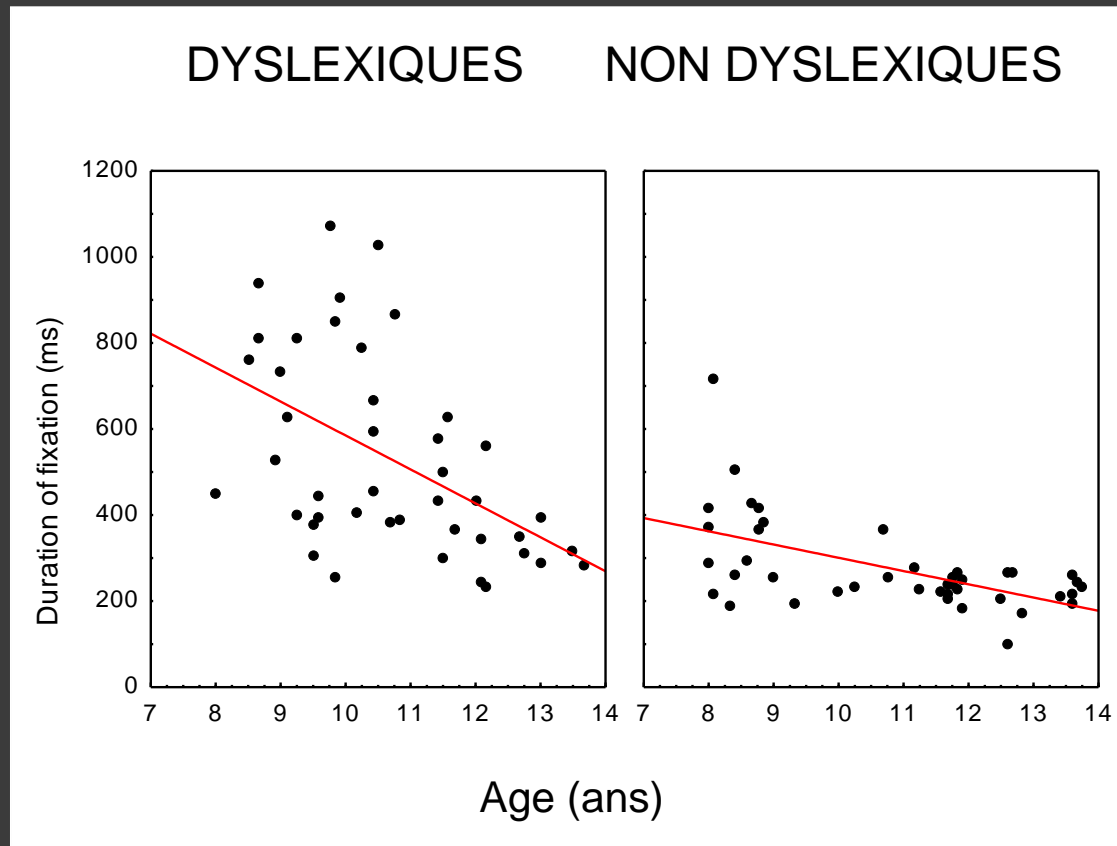
## Nombre de fixations pendant la lecture :



- Chez les non Dys: nombre de fix décroît avec l'âge

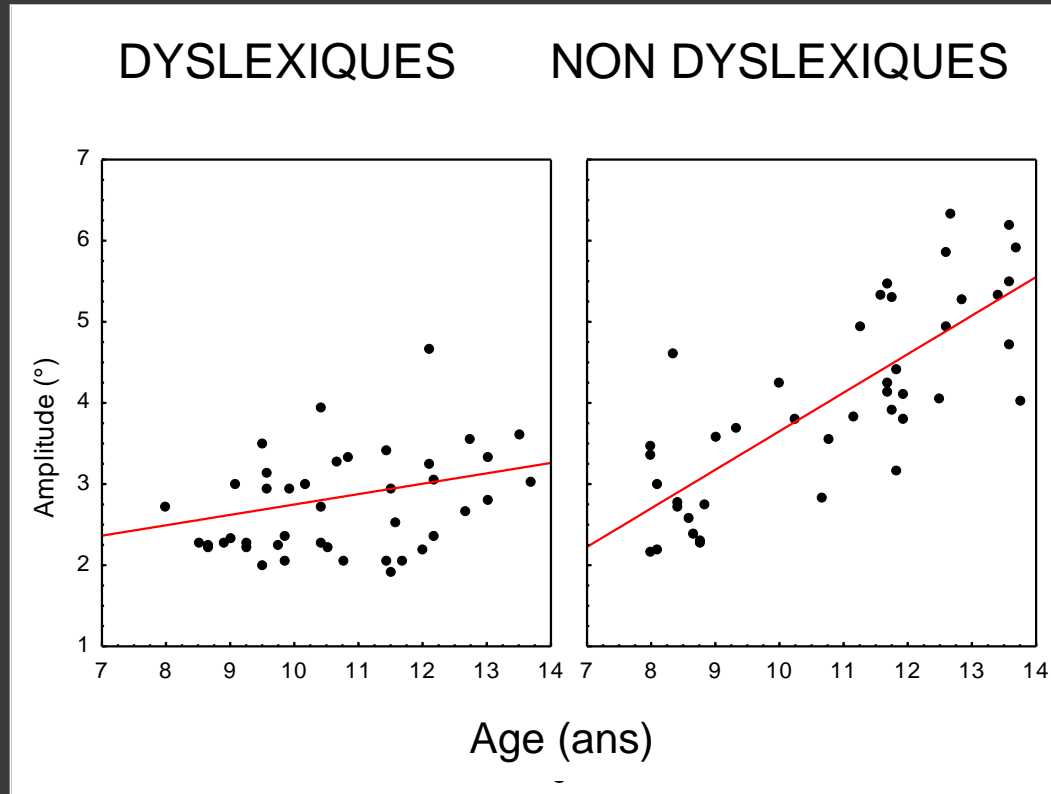


## Durée de fixation pendant la lecture :



- Chez les non Dys: durée de fix plus courte avec l'âge
- Effet de l'âge chez les Dys et non Dys

## Amplitude des saccades pendant la lecture :



- Effet du groupe: non Dys font des sac > A
- Effet de l'âge chez les non Dys

## Nombre et Amplitude des saccades régressives pendant la lecture :

	DYSLEXIQUES	NON DYSLEXIQUES
N°	$11 \pm 1.22 *$	$5 \pm 0.6 *$
A (deg)	$2.51 \pm 0.13$	$2.86 \pm 0.26$

Plusieurs études ont examiné les mouvements oculaires pendant la lecture chez des enfants dyslexiques :

Pavlidis (1981) a montré un grand nombre de saccades régressives et une fixation instable.

Rayner (1985) a montré des saccades de petite amplitude et aussi des longues fixations.

Hutzler et Wimmer (2004) ont montré de nombreuses fixations et des petites saccades.

# Saccades de petite amplitude

## Fixations fréquentes



- Enfants dyslexiques italiens (De Luca et al. 1999)
- Enfants dyslexiques chinois (Huang et al. 2008)
- Enfants dyslexiques allemands (Trauzettel-Klosinski et al. 2010)
- Enfants dyslexiques grecs (Hatzidaki et al. 2011)
- Enfants dyslexiques anglais (Kirkby et al. 2012)

Nous faisons l'hypothèse que les enfants dyslexiques ont une immaturité du système visuel



Comparaison entre :

ENFANTS NON DYSLEXIQUES

Age chronologique similaire:

N° sujets = 9 ( $11 \pm 0.9$  ans)

Age de lecture similaire:

N° sujets = 10 ( $8.3 \pm 0.9$  ans)

ENFANTS DYSLEXIQUES

N° sujets	Age	Age lecture
12	10.1-12	8-9

# Tâches visuelles pour les enfants de 8-9 ans:

Tâche de lecture :  
4 lignes prises dans un  
livre d'enfant (40 mots;  
174 caractères, extrait  
de *Jojo Lapin fait des  
farces*. Enid Blyton,  
Hachette).

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se  
bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à  
réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la  
fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

Tâche de recherche  
visuelle:  
Compter le nombre de  
'r'

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se  
bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à  
réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la  
fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

Le texte était large 29° et haut 6.4°

Méthode utilisée similaire à celle de l'étude de Prado et al. (2007)

# RESULTATS:

## Lecture

Plusieurs fixations dans les 2 tâches !

Dys  
(11 ans)

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

## Recherche visuelle

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

Plusieurs fixations dans les 2 tâches !

NDys  
(9 ans)

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

Frère ours n'en écouta pas plus. Il s'enfuit chez lui en se bouchant les oreilles. Là, furieux, il se mit à réfléchir. Ce soir décida-t-il, j'irai me cacher sous la fenêtre. Dans le noir, il ne pourra pas me voir.

Fixations moins nombreuses !

NDys  
(11 ans)

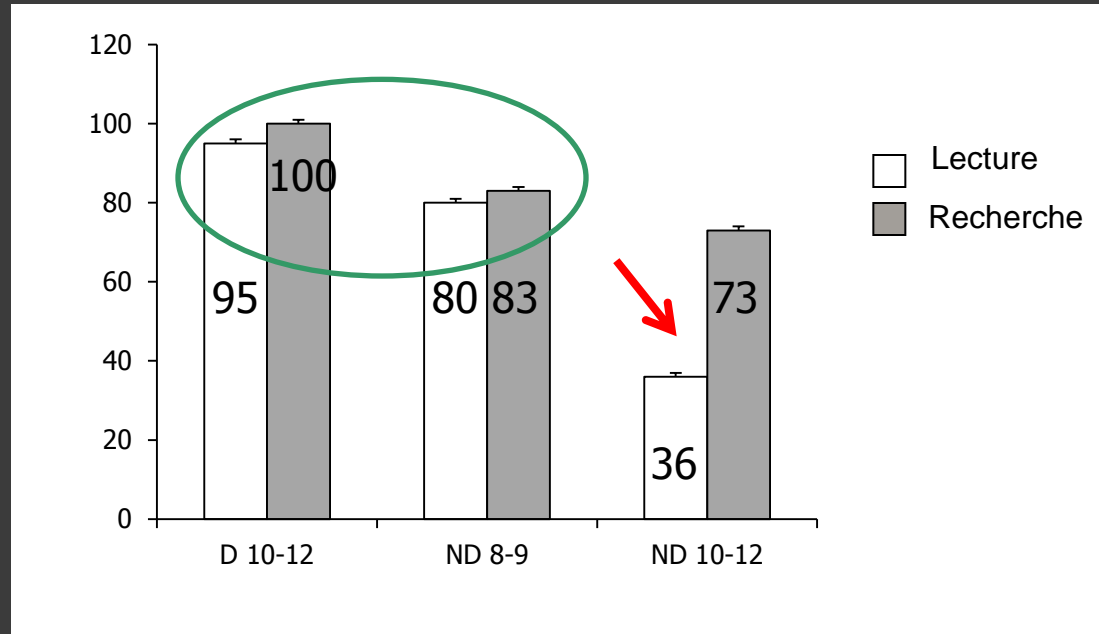
Hugo sort de chez lui par la porte de derrière. Il traverse le jardin. Il ressort de l'autre côté, la tête entre les feuilles. Personne à droite, personne à gauche. Il bondit hors de sa cachette et remonte la rue.

Nombreuses fixations !

Hugo sort de chez lui par la porte de derrière. Il traverse le jardin. Il ressort de l'autre côté, la tête entre les feuilles. Personne à droite, personne à gauche. Il bondit hors de sa cachette et remonte la rue.



## Nombre de fixations dans les deux tâches :

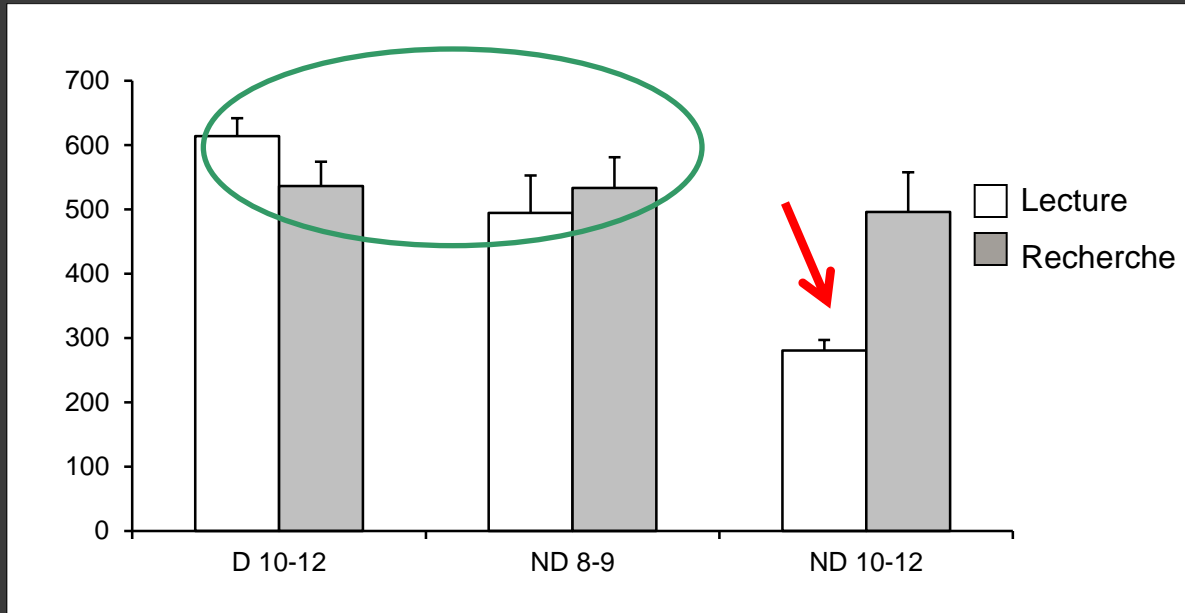


Effet du Groupe : ND 10-12 < ND 8-9

ND 10-12 < D 10-12

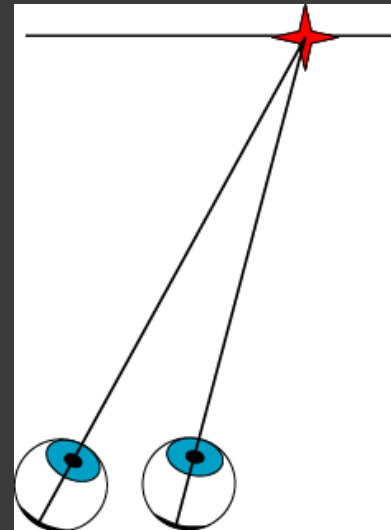
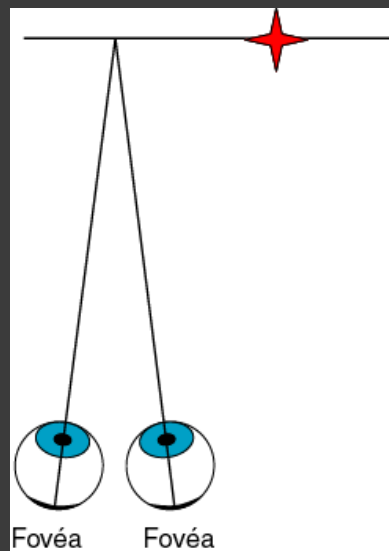
ND 10-12: moins de fixations dans la lecture.

## Durée de fixation après la saccade (ms)



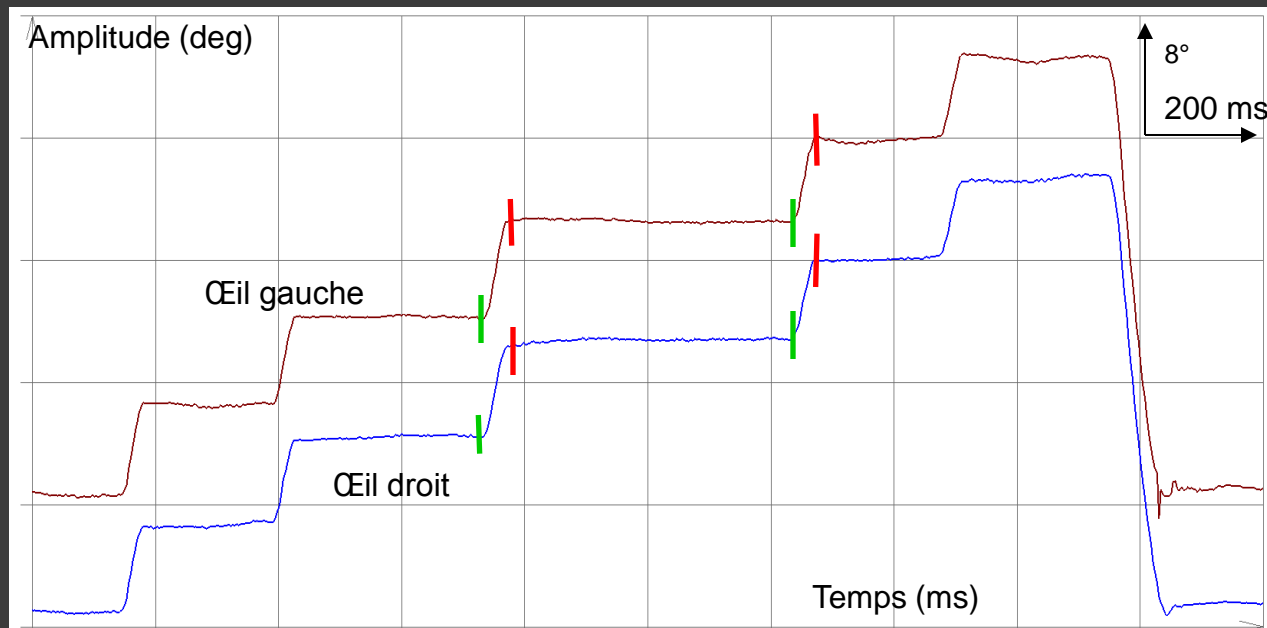
Effet du Groupe ND 10-12  $\neq$  ND 8-9  
ND 10-12  $\neq$  D 10-12

## La coordination binoculaire des saccades est importante pour une vision de qualité



Les deux yeux doivent effectuer une saccade pour que l'objet d'intérêt se retrouve sur la fovéa.

Enregistrement des 2 yeux pendant la lecture :



Bonne coordination binoculaire

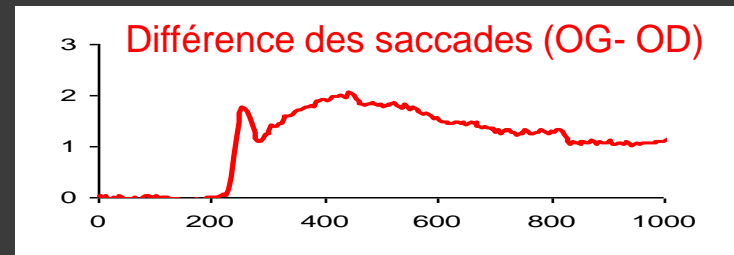
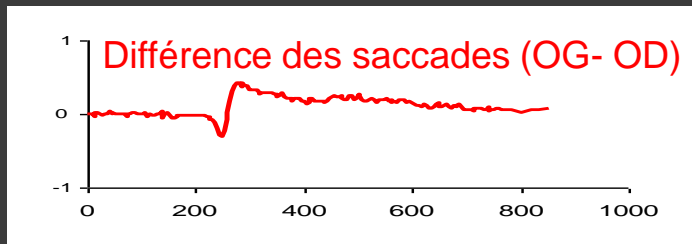
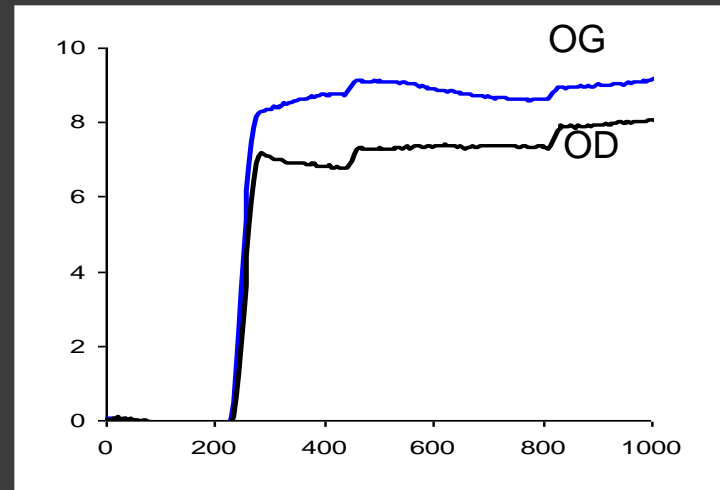
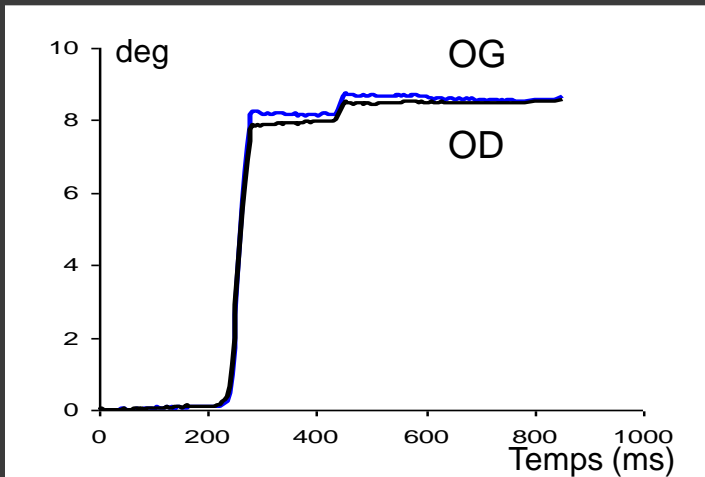
=

même amplitude du mouvement entre les deux yeux

# Saccades vers un mot :

## Enfant non dyslexique

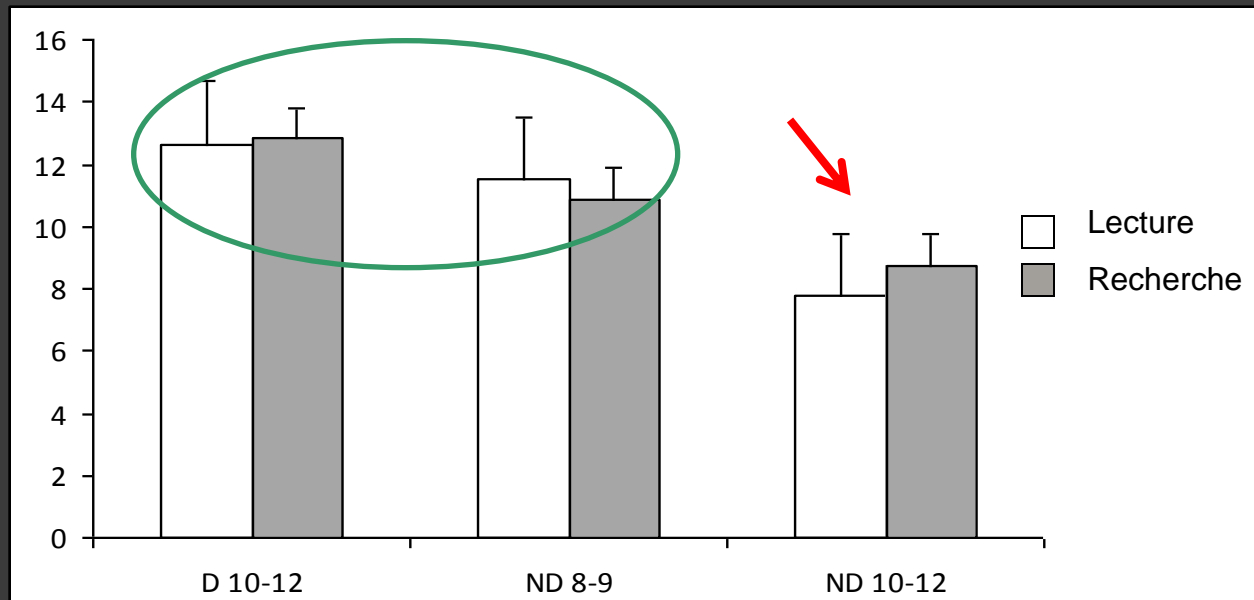
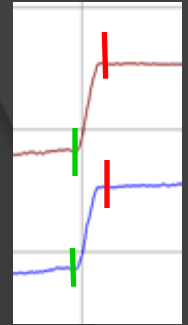
## Enfant dyslexique



Bonne coordination binoculaire

Mauvaise coordination binoculaire

# Dyscoordination de la saccade (en pourcentage)



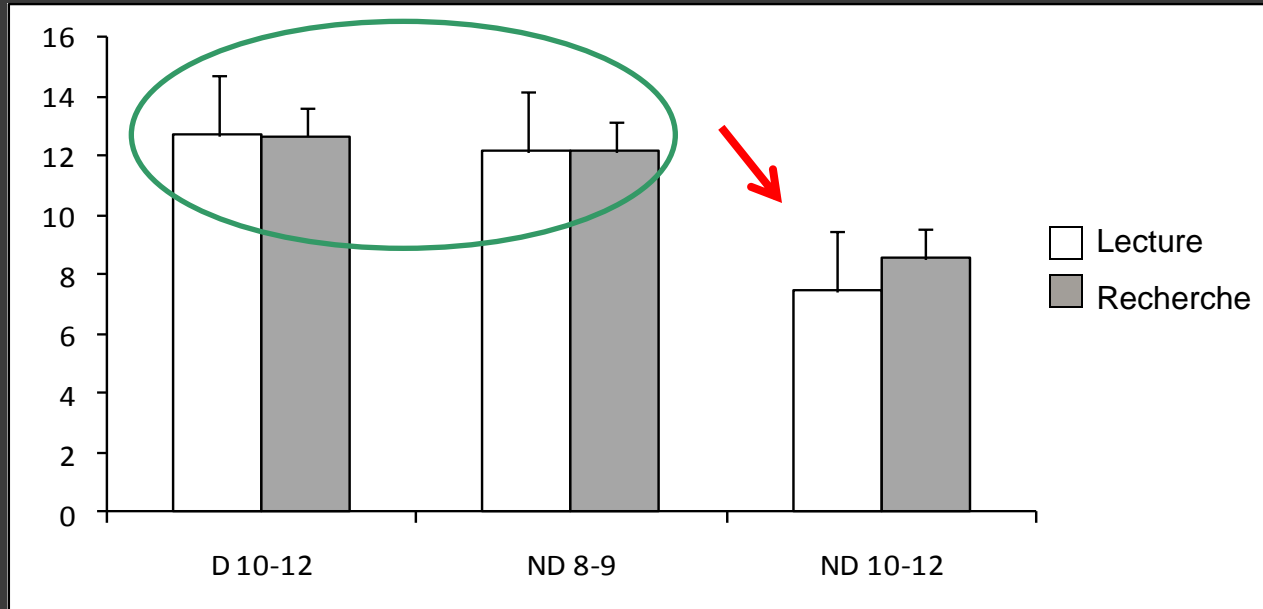
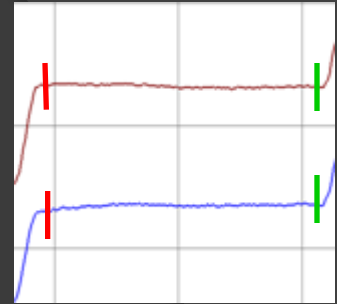
Effet du Groupe :

ND 10-12 < ND 8-9

ND 10-12 < D 10-12

# Dyscoordination de la fixation

(en pourcentage)



Effet du Groupe :

ND 10-12 < ND 8-9

ND 10-12 < D 10-12

(Bucci et al. 2012)

# Conclusion

Le comportement oculomoteur chez les enfants dyslexiques est semblable à celui observé chez des enfants non dyslexiques ayant le même âge de lecture :

- Fixations longues et nombreuses
- Mauvaise coordination binoculaire pendant et après les saccades



Procédés semblables en terme d'attention visuelle/perceptive pour les 2 tâches



## Conclusion

- Les fixations nombreuses et longues pendant la lecture et la recherche visuelle pourraient être dues à l'immaturité des stratégies visuo-attentionnelles (voir Bosse et al. 2007):



une fenêtre attentionnelle réduite

=

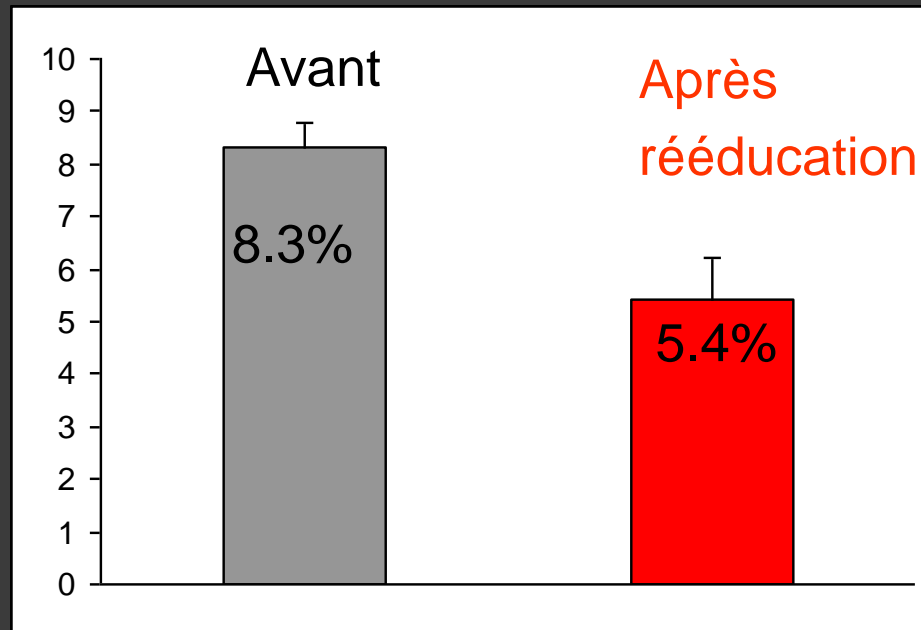
limitation du nombre des lettres qui peuvent être lues

# Conclusion

- La mauvaise qualité de la coordination binoculaire pendant et après les saccades permet de suggérer une immaturité des mécanismes d'apprentissage, qui assurent une bonne coordination binoculaire des saccades.
- Ces mécanismes d'apprentissage oculomoteur sont fondés sur l'interaction continue entre le système de la saccade et le système de la vergence (Bucci et al. 2006).

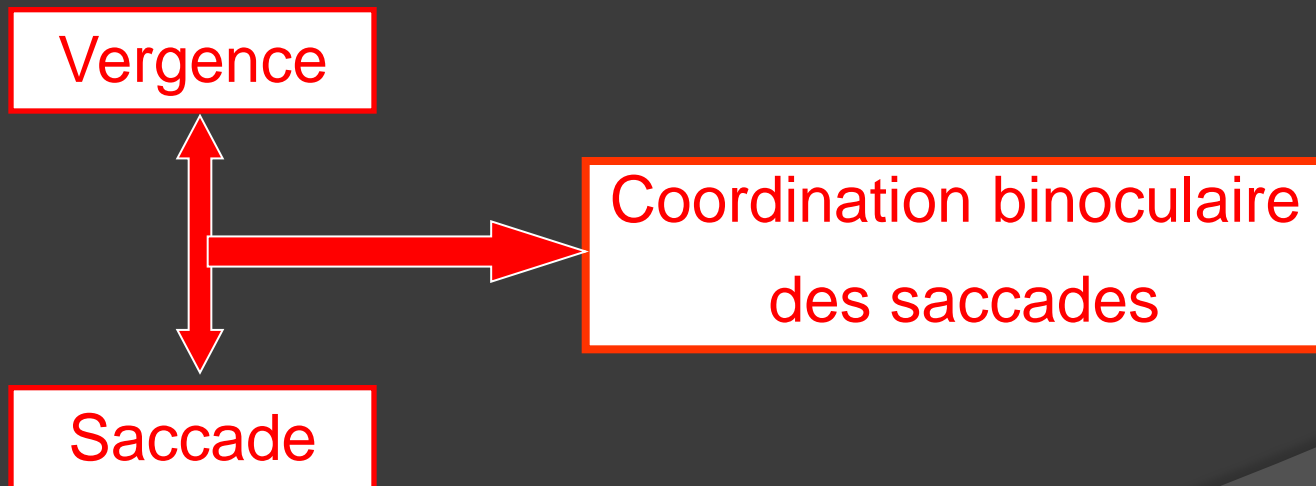
Chez des enfants avec un déficit de vergence la rééducation orthoptique améliore la coordination binoculaire des saccades

% Dyscoordination des saccades



(Bucci et al. 2006)

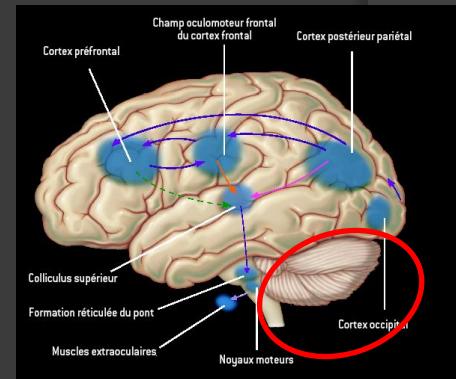
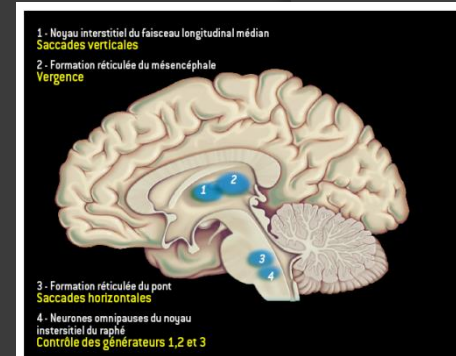
Nous pensons qu'une bonne coordination binoculaire des saccades est obtenue via une *interaction continue entre la saccade et la vergence* (Bucci et al. 2006)



# Contrôle de la coordination binoculaire de la saccade

## *Vergence calibrateur du système saccadique*

- Contrôle central : interaction entre le générateur de la saccade et celui de la vergence
- Contrôle cortical : aires frontales et pariétales (Gnadt & Mays, 1995; Gamlin & Yoon, 2000)
- Cervelet (vermis) : études Versino et al. 1996, Sander et al. 2009



# Rééducation des dyslexiques

## Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia

Marco Zorzi<sup>a,1,2</sup>, Chiara Barbiero<sup>b,1</sup>, Andrea Facoetti<sup>a,c,1</sup>, Isabella Lonciari<sup>b</sup>, Marco Carrozzi<sup>b</sup>, Marcella Montico<sup>d</sup>, Laura Bravar<sup>b</sup>, Florence George<sup>e</sup>, Catherine Pech-Georgel<sup>e</sup>, and Johannes C. Ziegler<sup>f</sup>

<sup>a</sup>Department of General Psychology and Center for Cognitive Science, University of Padova, 35131 Padua, Italy; <sup>b</sup>Child Neurology and Psychiatry Ward, Department of Pediatrics, Institute for Maternal and Child Health "Burlo Garofolo", 34137 Trieste, Italy; <sup>c</sup>Developmental Neuropsychological Unit, "E. Medea" Scientific Institute, 32842 Bosisio Parini (LC), Italy; <sup>d</sup>Epidemiology and Biostatistics Units, Institute for Maternal and Child Health "Burlo Garofolo", 34137 Trieste, Italy; <sup>e</sup>Centre de Références des Troubles d'apprentissages, Centre Hospitalier Universitaire Timone, 13385 Marseille, France; and <sup>f</sup>Laboratoire de Psychologie Cognitive, Aix-Marseille University and Centre National de la Recherche Scientifique, Fédération de Recherche 3C, Brain and Language Research Institute, 13331 Marseille, France

Psychological & Cognitive Sciences, 2012

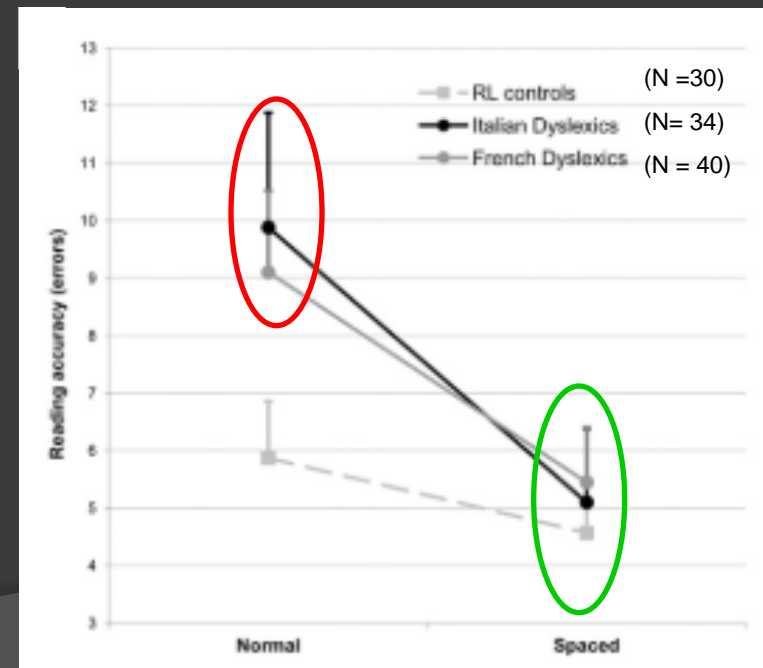
ando la pera. La bambina asc  
llo è magro. La quereia si tro  
fiore è rosso. La bambina ave  
ola. Il ragazzo non ha né capp  
stanno saltando sopra il muri  
no seduti e guardano verso la  
terrazza potrebbero vedere t  
tetto della casa si vede anche  
to, ma non il bicchiere. L'elef  
o sul ramo dell'albero. La bar  
t è verde. I ragazzi raccolgono

Il ragazzo che  
lo è magro. La q=  
ella città. Non so  
è rosso. La bam  
stella, dentro cu  
l ragazzo non ha

Texte normal

Texte espacé

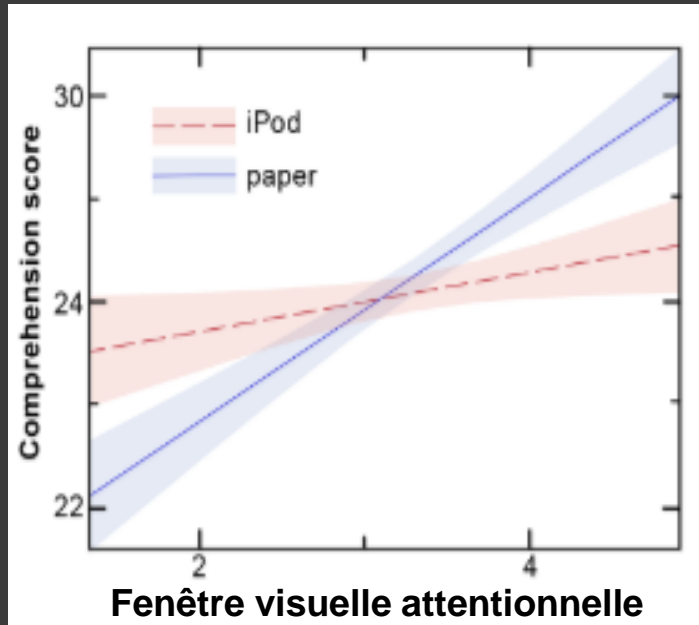
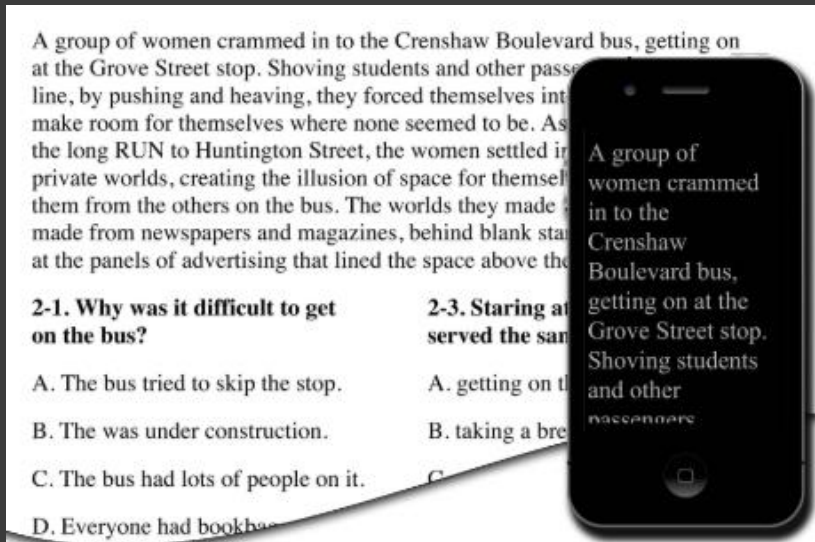
*Déficit visuo-spatio-attentionnel*



# E-Readers Are More Effective than Paper for Some with Dyslexia

Matthew H. Schneps<sup>1\*</sup>, Jenny M. Thomson<sup>2</sup>, Chen Chen<sup>1,2</sup>, Gerhard Sonnert<sup>1</sup>, Marc Pomplun<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Science Education Department, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts, United States of America, <sup>2</sup> Harvard Graduate School of Education, Harvard University, Cambridge, Massachusetts, United States of America, <sup>3</sup> Department of Computer Science, University of Massachusetts, Boston, Massachusetts, United States of America



103 étudiants dyslexiques américains:

Lecture texte sur une page (~14 mots par ligne) vs lecture sur ipad

Dys lecture meilleure sur iPod

Mesure de la fenêtre visuelle attentionnelle

# Déficit postural chez l'enfant dyslexique

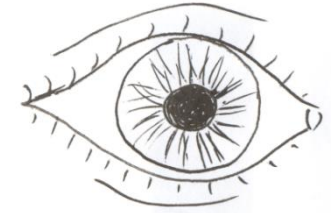


# CONTRÔLE POSTUROMOTEUR

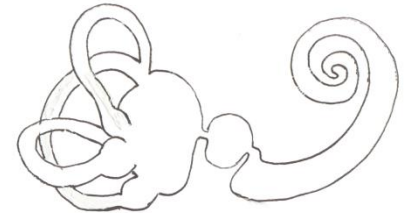


3 types  
d'informations  
sont utilisés pour  
la perception des  
mouvements et la  
position du corps

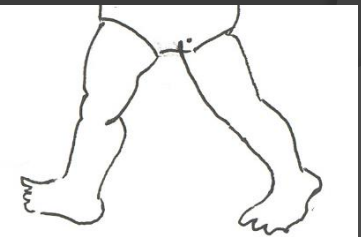
INTEGRATION  
CENTRALE



VISION



VESTIBULE



PROPRIOCEPTION

# Posture & Dyslexie

- Frank et Levinson (1973) ont suggéré des déficits vestibulo-cérébelleux chez les enfants dyslexiques
- Hypothèse confirmée par Nicolson et Fawcett (1999)
- Poblano et al. (2002), Ramus (2003), Stoodley et al. (2005) ont trouvé un déficit postural seulement pour certains cas de dyslexie, suggérant qu'une telle déficience serait plus corrélée à d'autres types de troubles (ADHD, DCD, Rochelle & Talcott, 2006)

Quercia et al. (2005) ont montré chez 60 enfants dyslexiques la présence d'un syndrome de déficience posturale

Pozzo et al. (2006) ont montré le rôle de la vision sur le contrôle postural chez les dyslexiques surtout lorsque la tâche posturale est difficile (unipodale)



Chez les enfants dyslexiques : déficits des informations proprioceptives et visuelles

# ETUDES SUR LE CONTRÔLE POSTURAL CHEZ LES ENFANTS DYSLEXIQUES

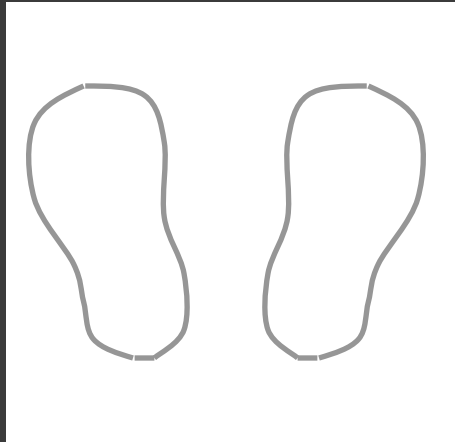
Contrôle postural :

- tâche simple de fixation d'une cible

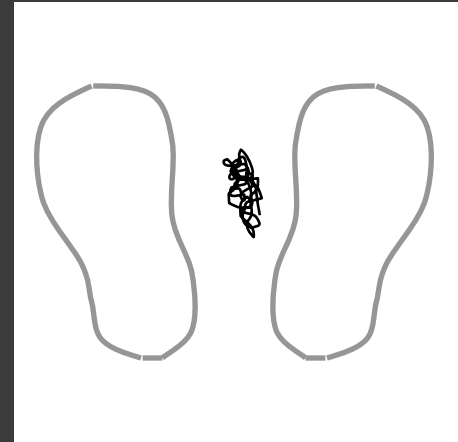


Plateforme de force  
TechnoConcept®

## Paramètre mesuré

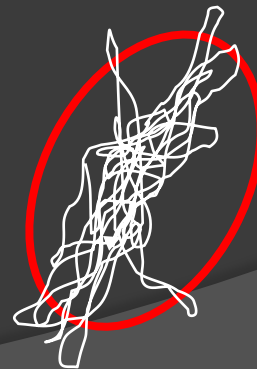


Temps = 0 sec  
Centre de Pression  
(CdP)



Temps = 25 sec  
Oscillation du corps  
=  
Excursion du CdP

Surface du statokinésigramme  
Qualité de l'équilibre global du  
corps (mm<sup>2</sup>)

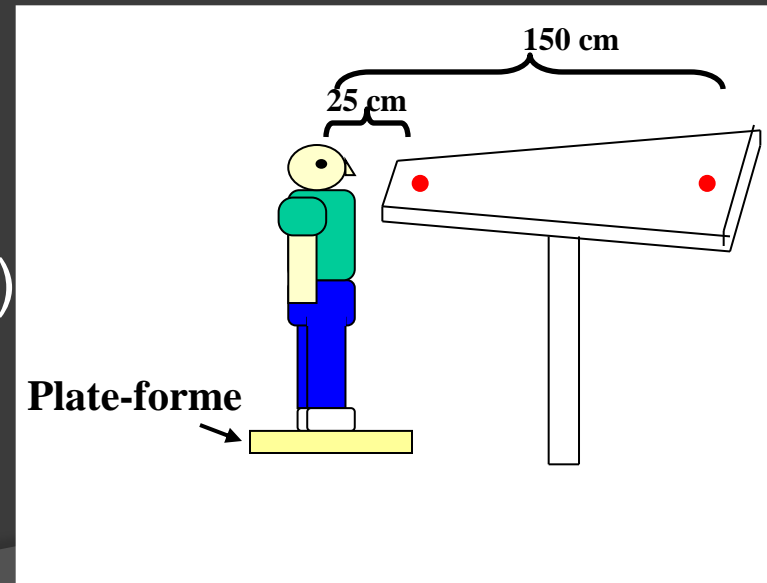


## Fixation en vision de près et lointaine (1)

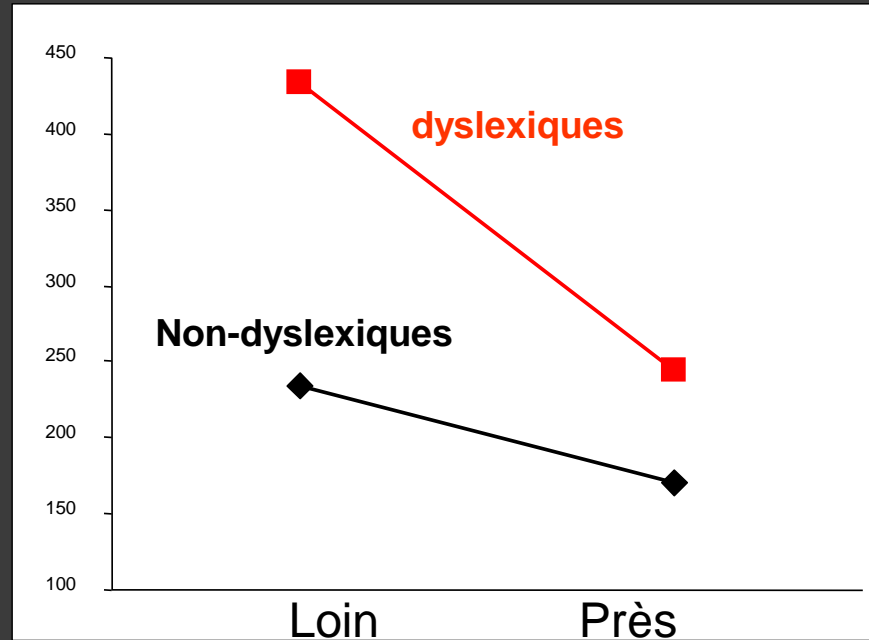
- Fixation d'une cible droit devant en vision de près (25 cm)
- Fixation d'une cible droit devant en vision lointaine (150 cm)

### Sujets

- 13 Enfants Dys ( $13.5 \pm 1$  ans)
- 13 Enfants non-Dys ( $13 \pm 1.5$  ans)



## Surface du CdP (mm<sup>2</sup>)



- Effet de la distance: en vision lointaine, la stabilité posturale est moins bonne
- Effet du groupe : Dys plus instables que les non Dys

## Conclusion

- L'angle des axes visuels (vergence) peut influencer et améliorer la stabilisation posturale
- L'instabilité de la fixation surtout en vision lointaine observée chez les enfants dyslexiques pourrait être due à un déficit de l'attention visuelle
- La stabilité posturale chez les enfants dyslexiques est faible et elle pourrait être, sans doute, améliorée via des procédés oculomoteurs et/ou attentionnels.



# Posture & double tâche

Dans la vie quotidienne, nous avons l'habitude de partager notre attention pour contrôler la position de notre corps et exécuter d'autres tâches simultanément.

Ainsi la stabilité posturale fait naturellement partie d'une tâche double.

Vieira et al. (2009) ont montré qu'une tâche cognitive, comme la lecture de mots isolés, détériore la stabilité posturale chez des enfants dyslexiques de 11 ans.

Quercia et al. (2011) ont montré que les enfants dyslexiques sont significativement plus instables que les enfants non dyslexiques lorsqu'ils doivent effectuer une tâche attentionnelle (compter des étoiles).

Indépendamment de la double tâche attentionnelle, une vibration des muscles de la cheville détériore plus fortement la stabilité chez les enfants dyslexiques (Quercia et al. 2011)



Déficit d'intégration des signaux proprioceptifs

# Posture & double tâche

Instabilité posturale :

- saccades (1)
- nommer objets (2)
- test de Stroop modifié (3)

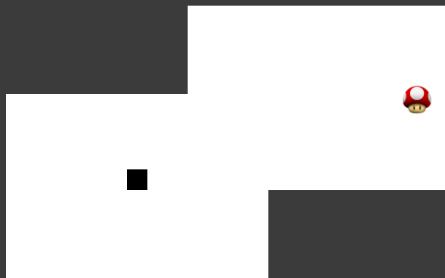
# Tâche oculomotrice (1)

2 tâches oculomotrices :

- simple (saccades H et V)
- complexe (lecture d'un texte)

**Sujets:** 18 enfants Dys ( $10.3 \pm 1.2$  ans) vs 18 enfants non Dys ( $10.6 \pm 1$  ans)

Saccades H et V



Distance écran  
= 40 cm

cible =  $1.4^\circ$ ,

Allumé =

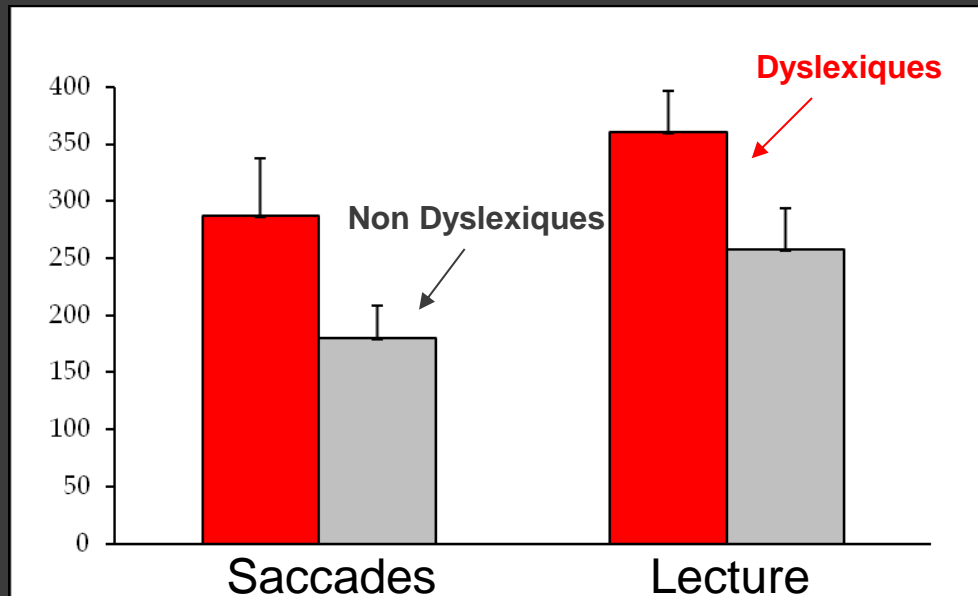
1500 ms

Lecture d'un texte à voix basse

Paragraphe  
extrait de  
'Monsieur Petit'

E.L.FE Évaluation de la Lecture en Fluence  
Outil permet d'évaluer rapidement le niveau de  
lecture des élèves du CE1 à la 5ème  
(CogniSciences, Grenoble)

## Surface du CdP (mm<sup>2</sup>)



- Effet du groupe: D plus instables que les ND
- Effet de la tâche: Meilleure stabilité lorsque l'enfant fait des saccades

## Conclusion

- L'attention utilisée dans la tâche de lecture est, sans doute, responsable de la perte d'un bon contrôle postural chez les enfants, et plus particulièrement chez les enfants dyslexiques
- L'instabilité posturale observée chez les enfants dyslexiques est en accord avec l'hypothèse d'un déficit des fonctions cérébelleuses précédemment rapporté chez ces enfants

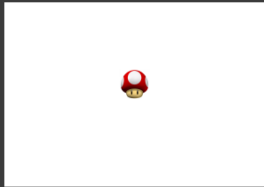
## Tâche cognitive (2)

2 tâches :

- simple fixation
- objets à nommer

**Sujets:** 17 enfants Dys ( $10.8 \pm 0.3$  ans) vs 17 enfants non Dys ( $10.7 \pm 0.6$  ans)

Tâche de fixation :



Distance écran  
= 40 cm      cible =  $1.4^\circ$

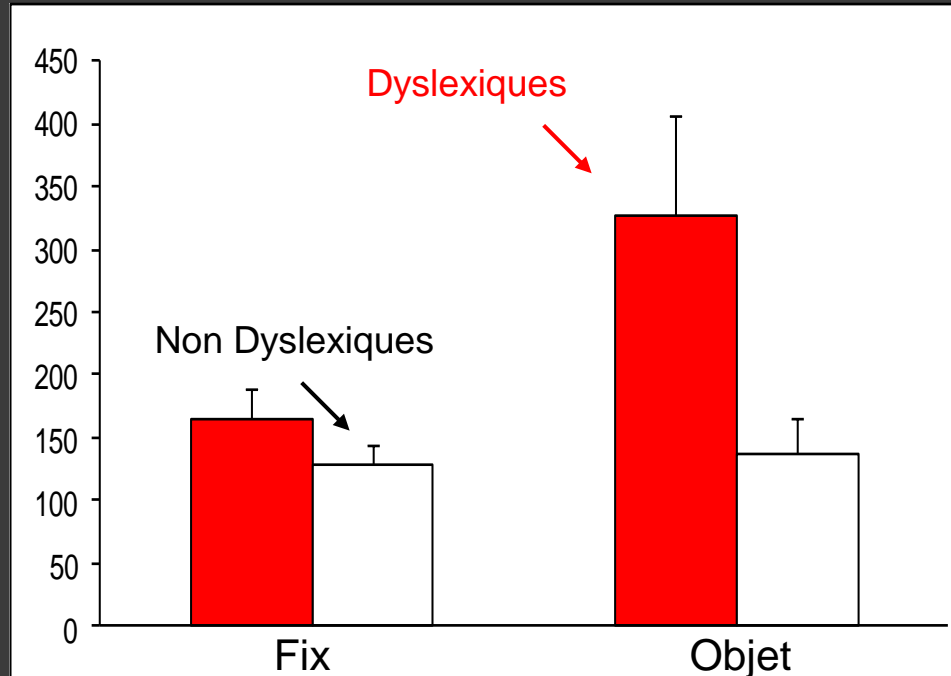
Tâche cognitive (Laufer et al. 2008) :



2 sec sur l'écran / 13  
objets à nommer



## Surface du CdP (mm<sup>2</sup>)



- Effet du groupe (Dys plus instables que les Non Dys)
- Effet de la tâche (Meilleure stabilité en Fixation)
- Interaction GxT (Dys plus instables pendant la tâche cognitive; ND = stabilité dans les 2 tâches)

## Réponses correctes dans la tâche cognitive :

Les enfants dyslexiques font significativement plus d'erreurs que les enfants non dyslexiques:

Enfants Dys

42 %

Enfants NDys

0 %

## Conclusion

- Plus la tâche secondaire est difficile, plus l'effort cognitif est important et les Dys portent leur attention sur la tâche secondaire et moins sur la posture
- Ruffino et al. (2010) a montré un déficit de l'attention chez les sujets dyslexiques

- Dans l'ensemble, ces données sont en accord avec le modèle d'une interaction non-linéaire (Huxhold et al. 2008), selon lequel le type de tâche cognitive peut influencer la stabilité posturale.



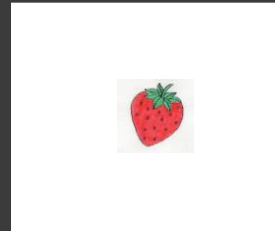
(Bucci et al. 2013)

## Tâche test Stroop modifiée (3)

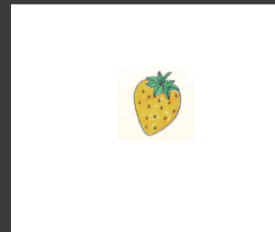
3 tâches :

- simple fixation d'un fruit
- 2 conditions du test de Stroop modifiées (Olivier et al. 2010)

Couleur Congruente



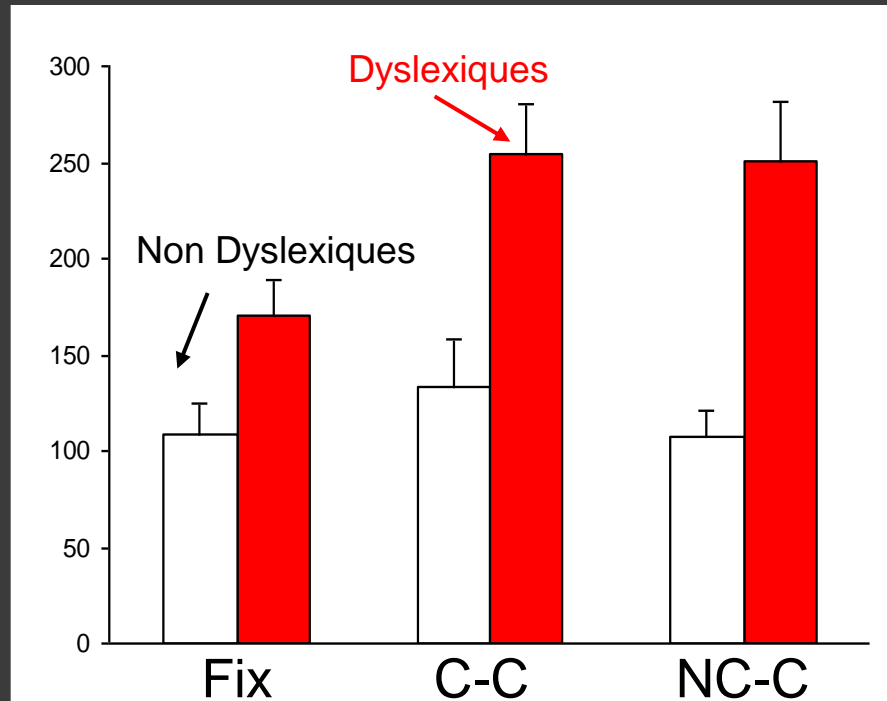
Couleur Non Congruente



**Sujets:** 21 Dys ( $10.4 \pm 0.3$  ans) vs 20 non Dys ( $10.5 \pm 0.3$  ans)

Distance écran = 40 cm; cible =  $1.4^\circ$ ; 4 fruits: banane, fraise, pomme, orange

## Surface du CdP (mm<sup>2</sup>)



- Effet du groupe (Dys plus instables que les Non Dys)
- Effet de la tâche (Meilleure stabilité en Fixation)
- Interaction GxT (Dys plus instables pendant les 2 tâches de Stroop)

## Réponses correctes dans les 2 tâches de Stroop modifiées :

Les enfants dyslexiques font significativement plus d'erreurs que les enfants non dyslexiques

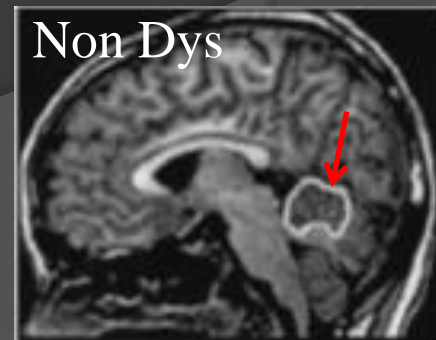
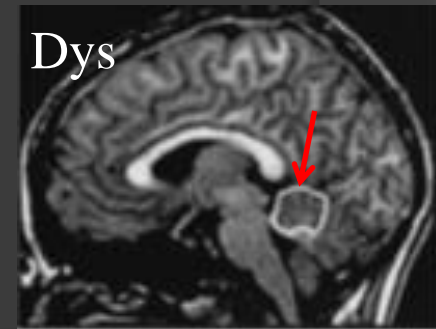
<u>Enfants D</u>		<u>Enfants ND</u>	
C-C	C-NC	C-C	C-NC
34	67	0	9

## Déficit au niveau du cervelet

Nous confirmons donc un déficit du contrôle postural chez les enfants dyslexiques

Rae et al. (1998) ont montré des différences biochimiques du cervelet chez des sujets adultes dyslexiques vs des sujets adultes non dys

Eckert et al. (2003) en IRM ont constaté que les lobes antérieurs du cervelet chez les enfants dyslexiques étaient moins développés que ceux observés chez des enfants non dys





Les déficiences cérébelleuses et l'immaturité du système magnocellulaire peuvent être à l'origine de l'instabilité posturale observée dans la dyslexie.

Barela et al. (2003) ont avancé l'idée que l'automatisme responsable de la coordination des informations sensorielles et motrices pourrait être détériorée chez les enfants dyslexiques.



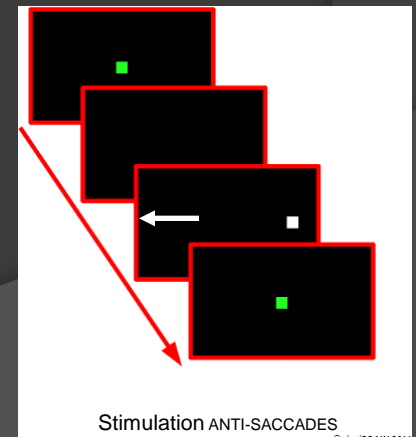
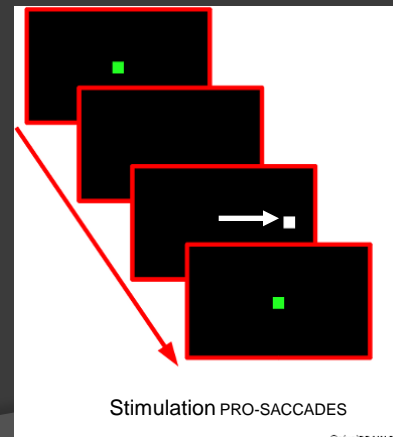
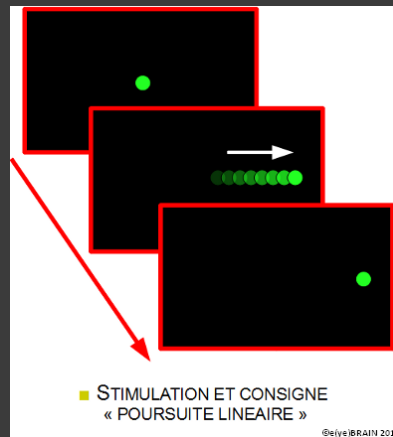
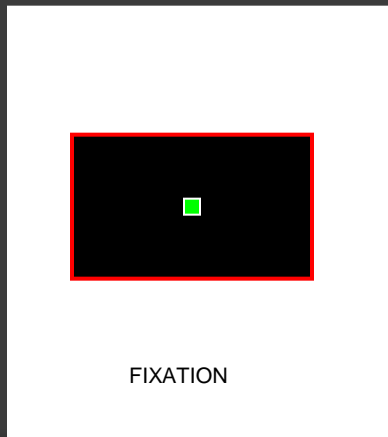
Difficultés dans la lecture, l'écriture et dans d'autres tâches comme le contrôle postural chez ces enfants.

(Bucci et al. 2013)

# Etude en cours : double tâche chez l'enfant dyslexique

**Pour le contrôle postural :**  
plateforme de force TechnoConcept®  
durée de l'enregistrement : 25 sec

**Pour les tâches visuelles :**  
Mobile EBT® de E(ye)Brain



# Rééducation ?

Les enfants dyslexiques pourraient être entraînés pour développer une telle automaticité?

En effet les troubles cérébelleux peuvent être rééduqués (aussi bien en position statique que dynamique, voir la revue de Thach & Bastian, 2004)

Par conséquent, des programmes d'entraînement spécifiques pourraient être développés pour améliorer le contrôle postural chez les enfants dyslexiques

## Futures études.....

Une rééducation orthoptique de la vergence couplée à une rééducation visuo-attentionnelle spécifique pour les enfants dyslexiques pourraient améliorer:

- leur capacité visuo-attentionnelle
- leur performance oculomotrice
- leur contrôle postural



Projet Européen Eurostars - DIAGDYS



1. Bucci MP, Bui-Quoc E, Gerard C-L. The effect of a Stroop-like task on postural control in dyslexic children. *PlosOne*, 2013; DOI: 10.1371/journal.pone.0077920.
2. Bucci MP, Gerard CL, Bui-Quoc E. The effect of a cognitive task on the postural control of dyslexic children. *Res Dev Disabil*. 2013; 34(11): 3727-35.
3. Bucci MP, Nassibi N, Gerard C.-L, Bui-Quoc E & Seassau M. *Antisaccades in dyslexic children: evidence for immaturity of oculomotor cortical structures*. In : *Dyslexia, a comprehensive and international approach*. InTech, 2012.
4. Legrand A, Bui-Quoc E, Doré-Mazars K, Lemoine C, Gérard CL, Bucci MP. Effect of a dual task on postural control in dyslexic children. *PLoS One*.2012; 7(4): e35301.
5. Bucci MP, Nassibi N, Gerard CL, Bui-Quoc E, Seassau M. Immaturity of the oculomotor saccade and vergence interaction in dyslexic children: evidence from a reading and visual search study. *PLoS One*. 2012 7(3): e33458.
6. Kapoula Z, Matheron E, Demule E, Fauvel C, Bucci MP. Postural control during the Stroop test in dyslexic and non dyslexic teenagers. *PLoS One*. 2011; 6(4): e19272.
7. Kapoula Z, Ganem R, Poncet S, Gintautas D, Eggert T, Brémond-Gignac D, Bucci MP. Free exploration of painting uncovers particularly loose yoking of saccades in dyslexics. *Dyslexia*. 2009;15(3): 243-59.
8. Bucci MP, Brémond-Gignac D, Kapoula Z. Latency of saccades and vergence eye movements in dyslexic children. *Exp Brain Res*. 2008; 188(1): 1-12.
9. Bucci MP, Brémond-Gignac D, Kapoula Z. Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008; 246(3): 417-28.
10. Kapoula Z, Bucci MP. Postural control in dyslexic and non-dyslexic children. *J Neurol*. 2007; 254(9):1174-83
11. Kapoula Z, Bucci MP, Jurion F, Ayoun J, Afkhami F, Brémond-Gignac D. Evidence for frequent divergence impairment in French dyslexic children: deficit of convergence relaxation or of divergence per se? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007; 245(7): 931-6.