

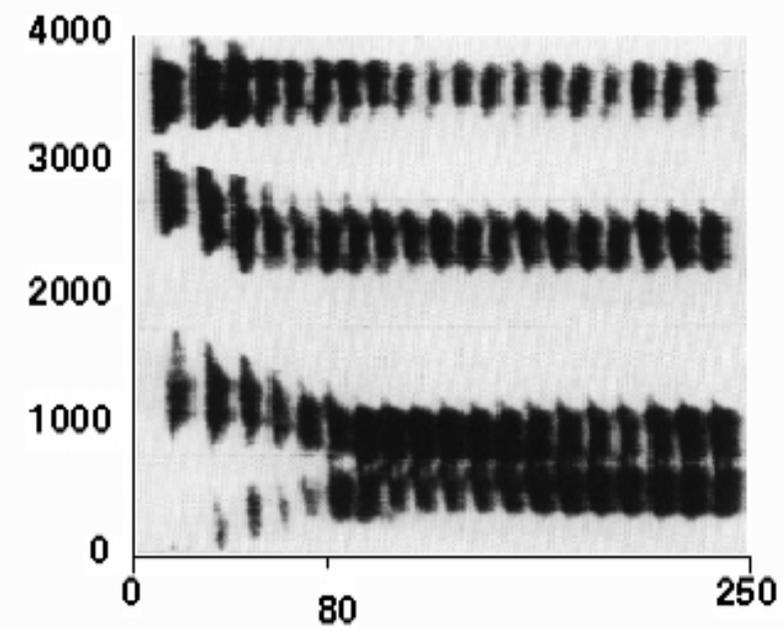
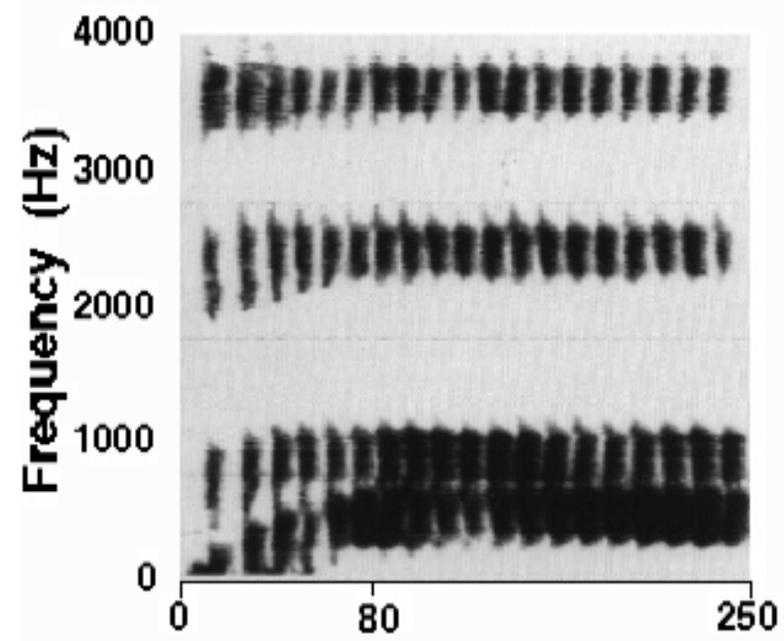
# Les entraînements intensifs de la dyslexie

Justification, intérêt et limites

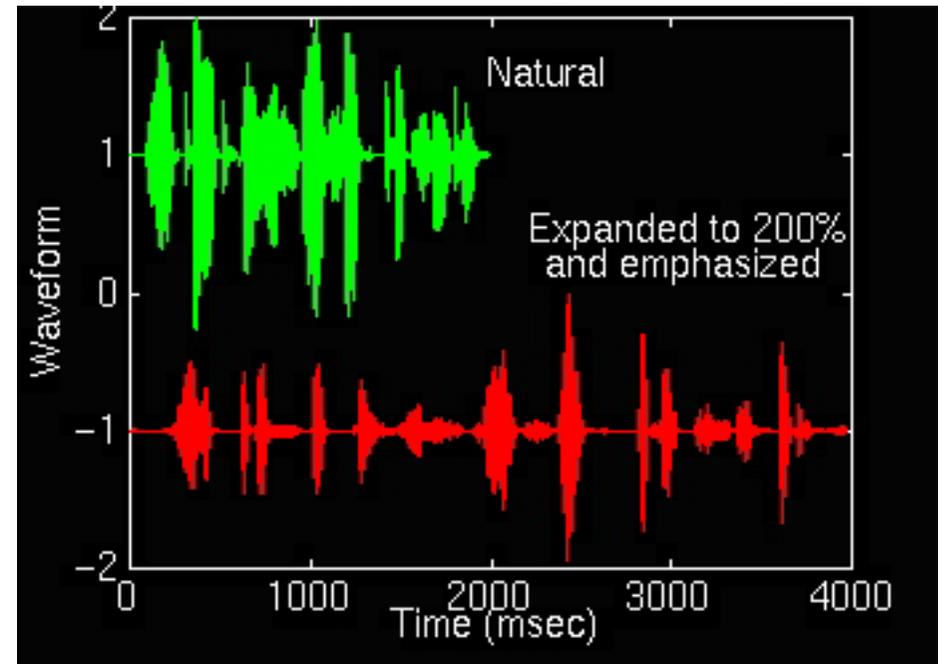
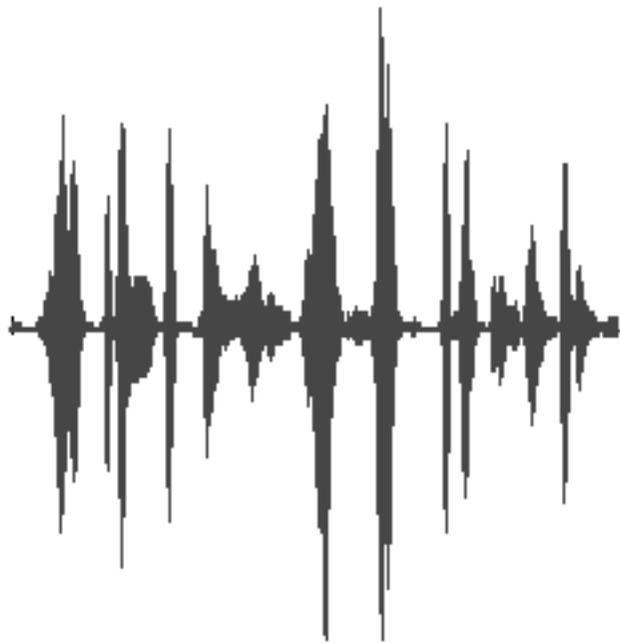
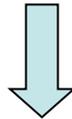
# CONSONANTS

*/ba/*

*/da/*

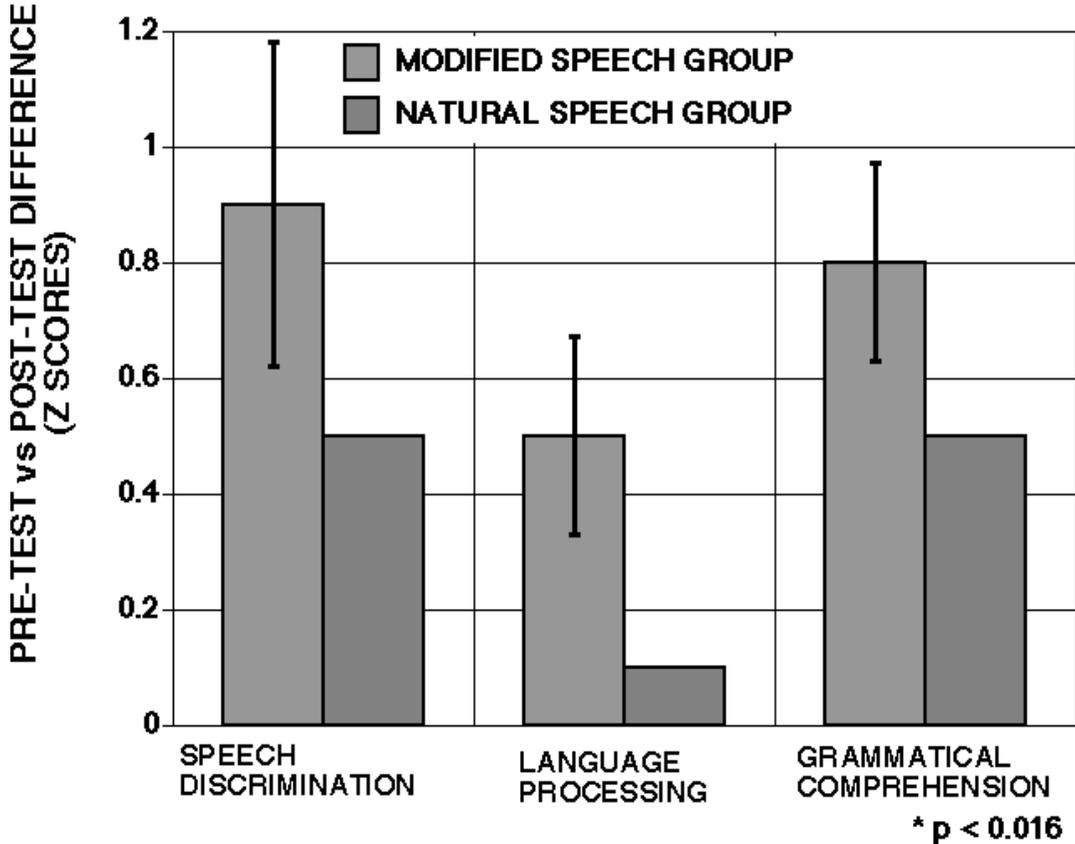


Time (msec)





### RESULTS FOR STUDY 2



Merzenich et al., 1996; Tallal et al., *Science*, 1996

# Principes généraux des études présentées

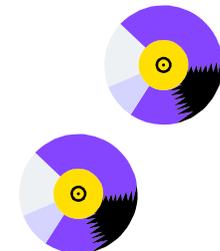
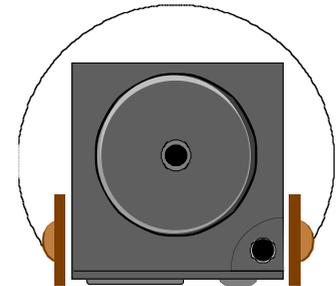
- Recherche de démonstration scientifique de l'efficacité
- Limiter les facteurs potentiels à celui ou ceux que l'on veut étudier
- Baser les études sur des théories précédemment validées et éprouvées
- Principe de l'entraînement intensif et quotidien, si possible réalisable en milieu "ordinaire"
- mesurer divers indicateurs (phonologie, lecture, orthographe...) avant et après l'entraînement

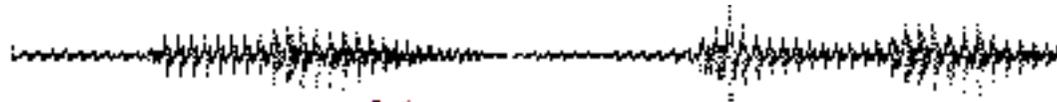
## Principes généraux (2)

- pour des raisons éthiques, permettre aux groupes 'contrôle' de recevoir un traitement dont l'efficacité a été prouvée
- comparaison entre un groupe expérimental et un groupe 'contrôle', soit chacun recevant un traitement différent, soit les deux recevant le même traitement mais dans un ordre différent
- essentiellement sur des groupes d'enfants dyslexiques phonologiques ou mixtes (aussi dysphasiques)

# Etude 1 : le Programme phono-temporel “Lavande” : Caractéristiques des exercices d’entraînement

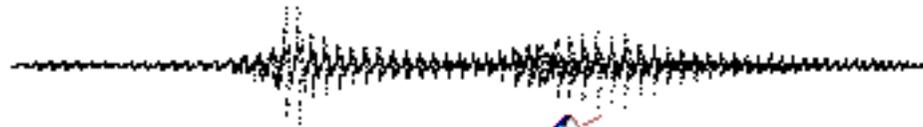
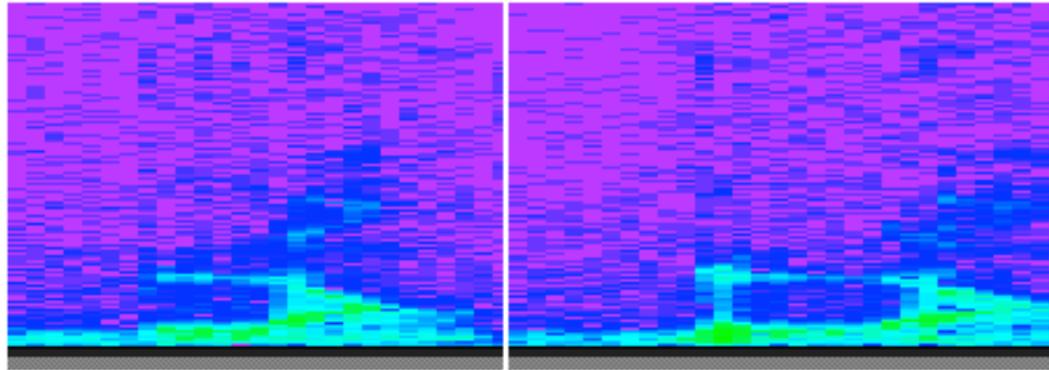
	structure syllabique simple	structure syllabique complexe
trouver l'intrus qui ne commence pas pareil	<i>ex:</i> dauphin-tonneau-démon	<i>ex:</i> palto-plati-paltu
trouver l'intrus qui contient un son cible	<i>ex:</i> /d/ : pitou-bod <u>u</u> mité-nintan	<i>ex:</i> /sp/ : aspo <u>f</u> il apso <u>f</u> al-aspo <u>f</u> ul
dictée de non-mots	<i>ex:</i> sujachi	<i>ex:</i> aclipsu



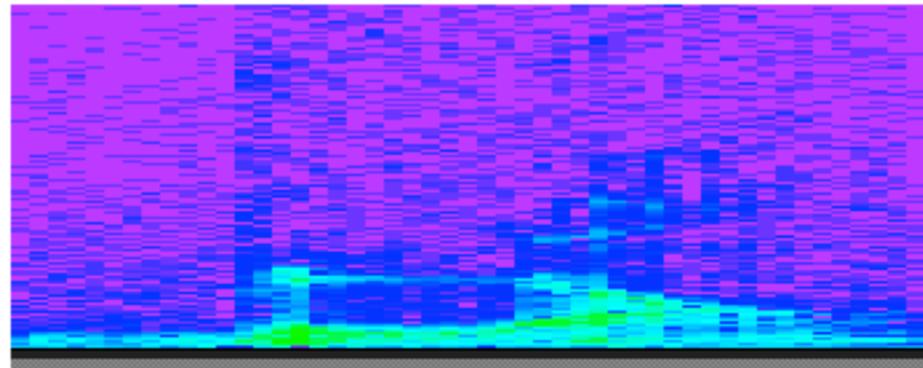


100% 

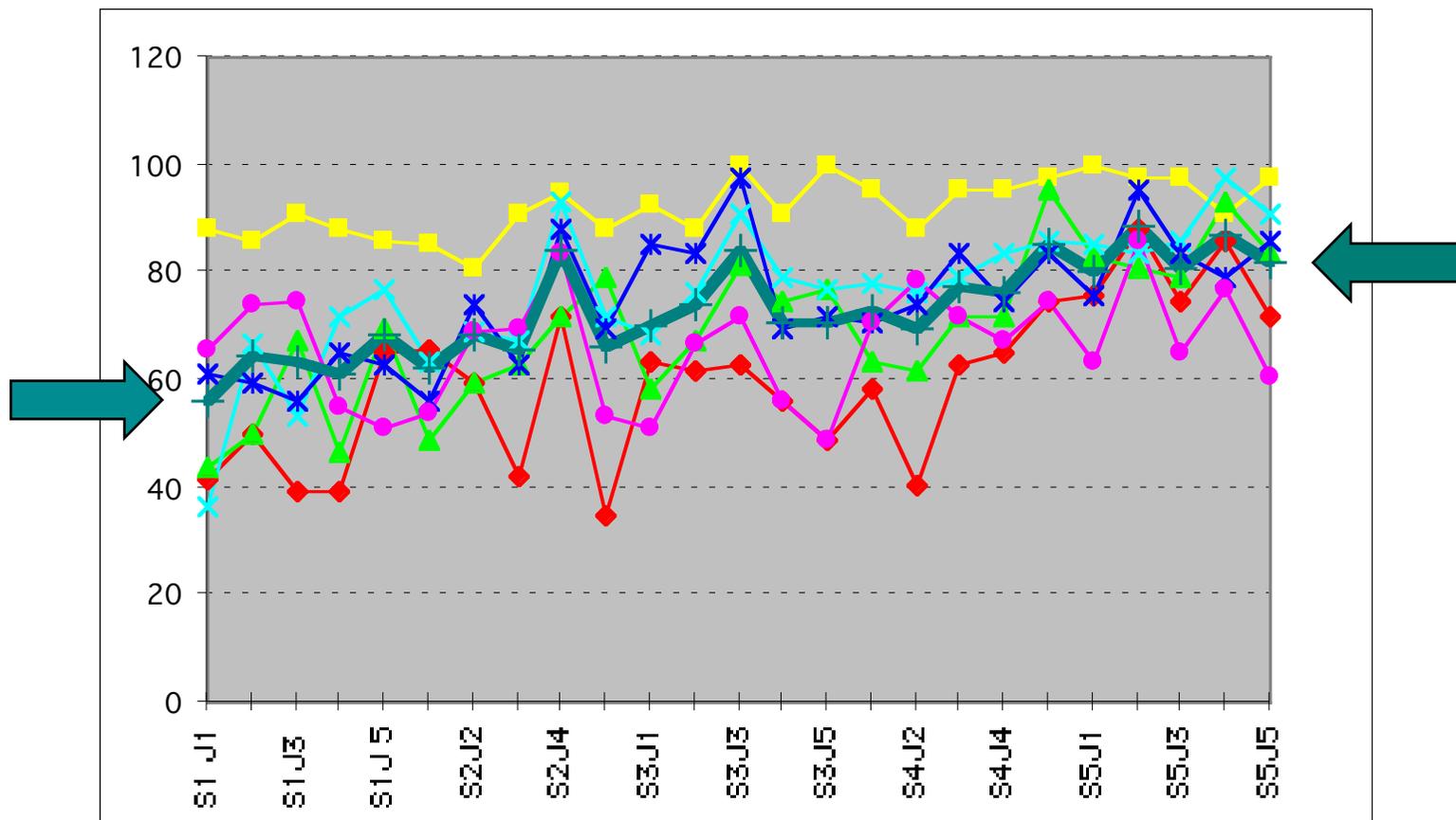
133% 



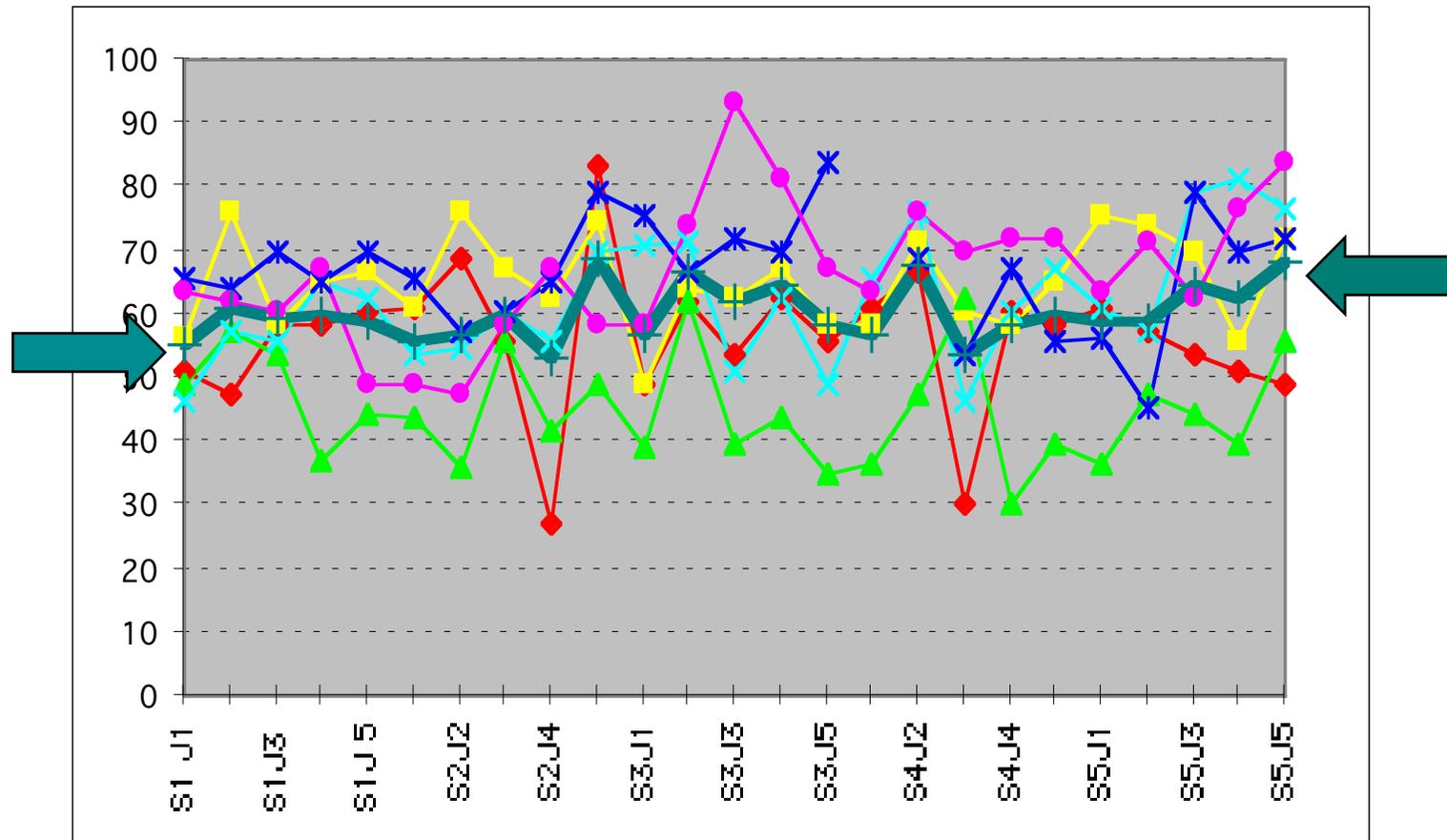
166% 



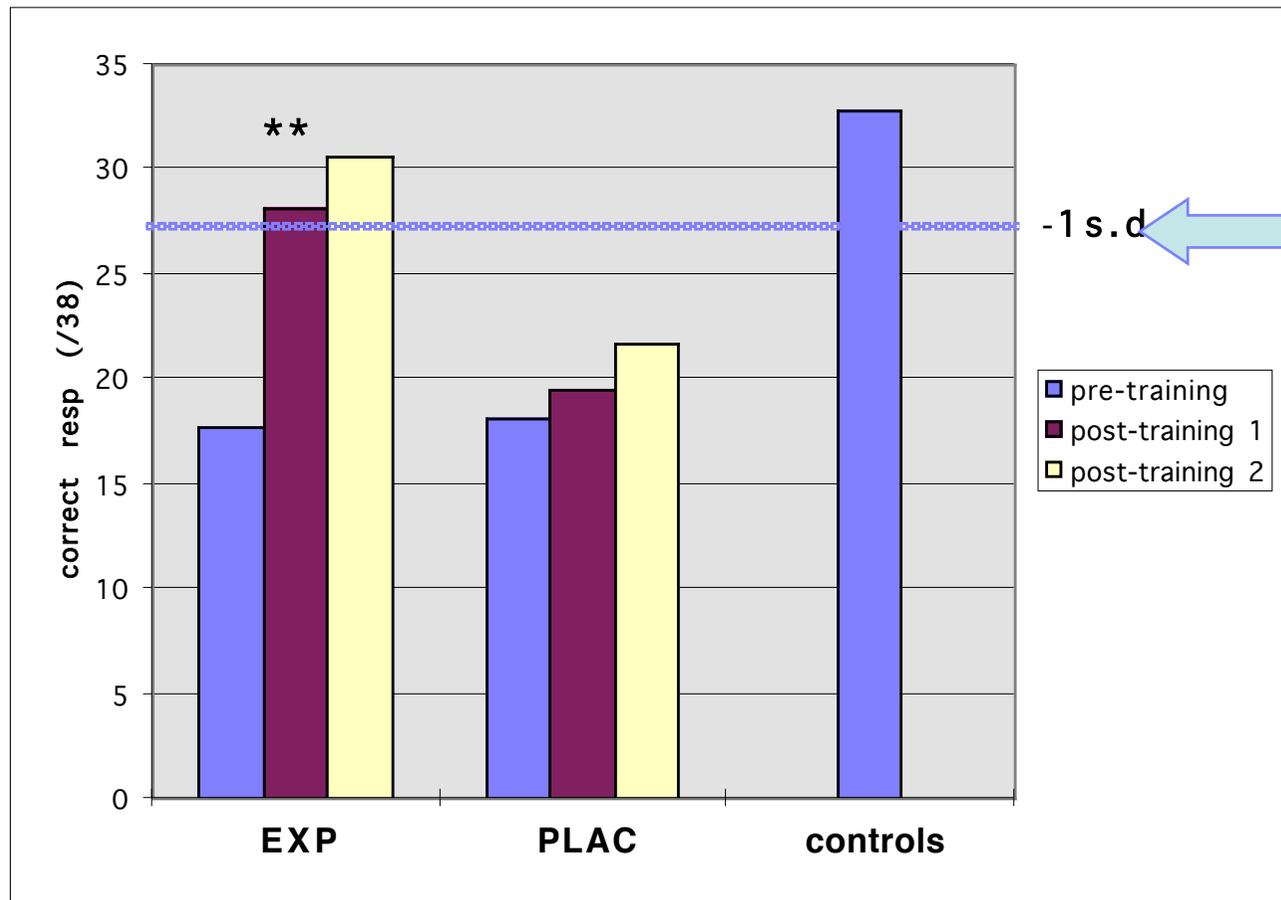
# Individual and average phonological performance during training (5 weeks) experimental (EXP) group



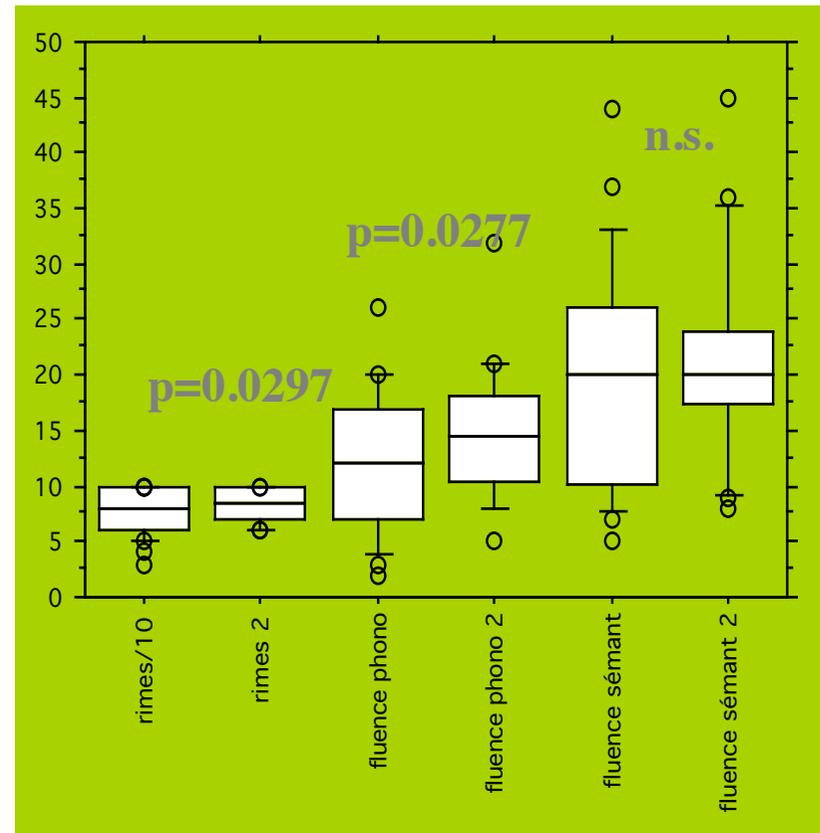
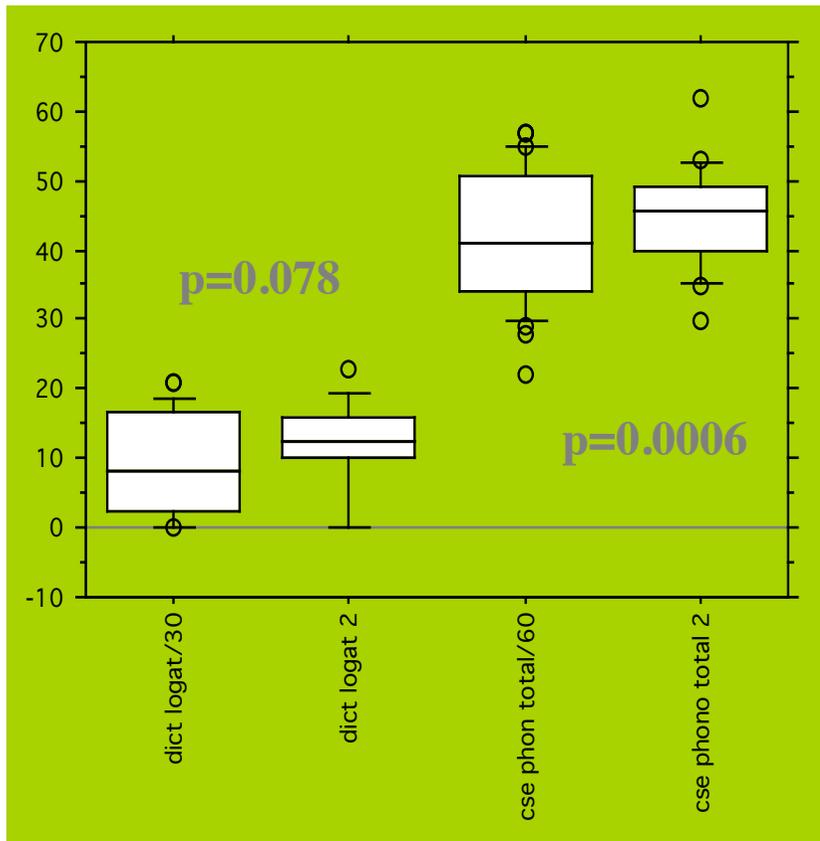
# Individual and average phonological performance during training (5 weeks) control (PLACEBO) group



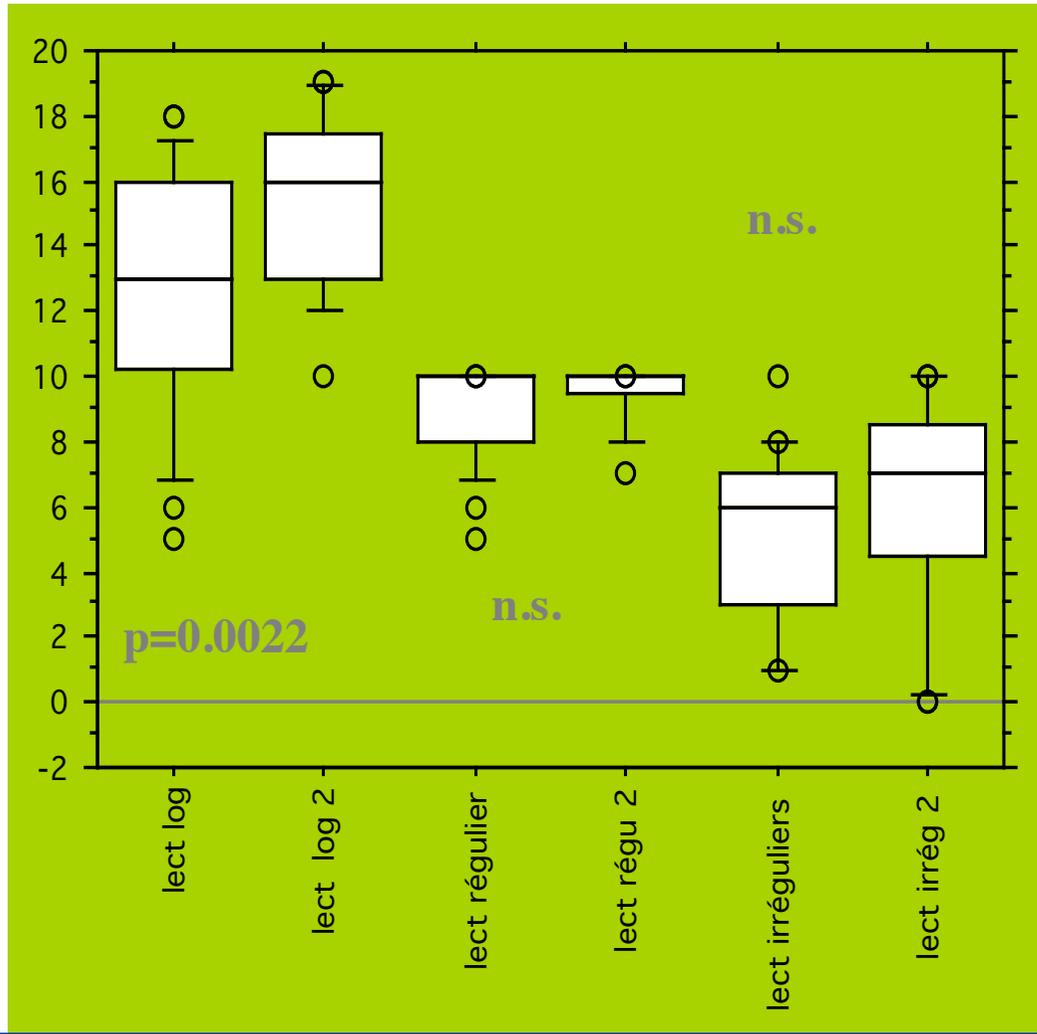
# Improvement in metaphonological tasks after training



tâche	Amélioration (valeur de p)
Rapid automated naming	ns
Stroop effect	0.049
Test de l'Alouette	0.001
Age de lecture (mois)	0.006
Comptage syllabique (/5)	ns
Comptage phonémique (/10)	0.0029
Jugement de rimes (%)	0.031
Segmentation phoném. (%)	0.0007
Suppression 1 <sup>er</sup> phonème (%)	0.008
Compréhension orale	0.024
Transcript. ps-mots simpl (%)	0.035
Transcript. Ps-mots comp (%)	ns
Recherche d'intrus struct syll. simple (/32)	0.023
Recherche d'intrus struct syll. complexe (/37)	0.014



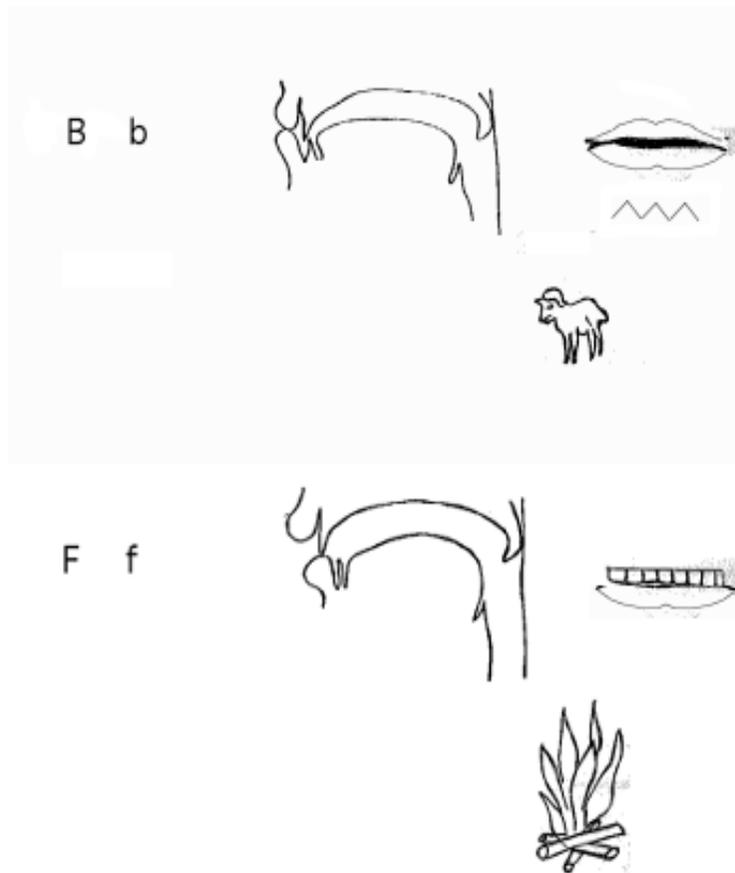
effet de l'entraînement : amélioration dans toutes les tâches phonologiques



effet de l'entraînement : amélioration  
en lecture de non-mots

## Etude 2 : entraînement de la boucle phono-articulatoire pour réduire le déficit phonologique

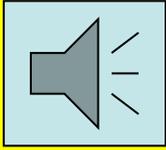
19 children : 7 to 11 y-old. Classical severe phonological dyslexia



- same phonological exercises with unmodified speech
- Example of plate used in intensive articulatory training
- Along with IBM « Speech-viewer<sup>TM</sup> » software







[ba]





[pa]

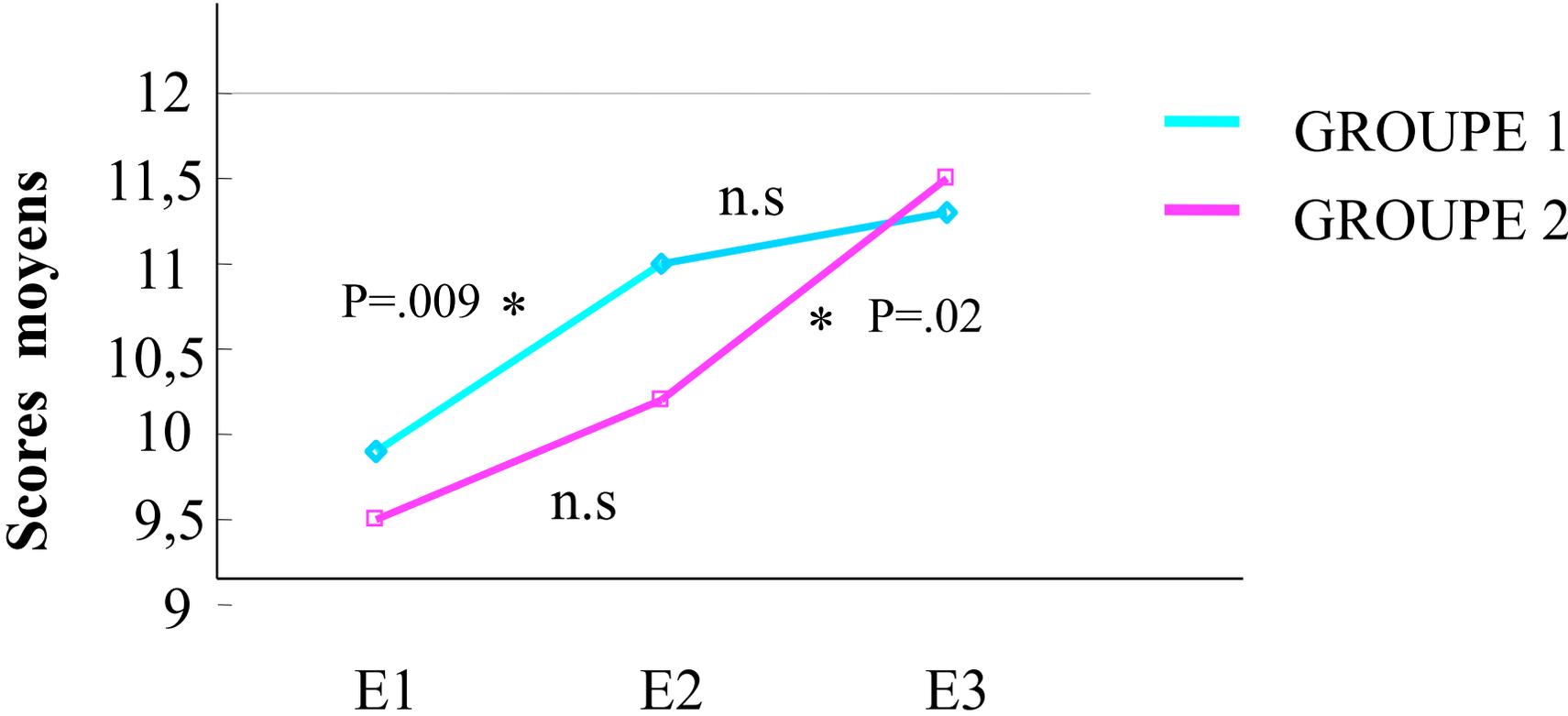


# Déroulement de l'entraînement

	GROUPE 1 10 Sujets	GROUPE 2 9 Sujets	
SESSION 1	Phonologie + Articulation	Phonologie	<b>BILAN 1</b>
SESSION 2	Phonologie	Phonologie + Articulation	<b>BILAN 2</b>
			<b>BILAN 3</b>

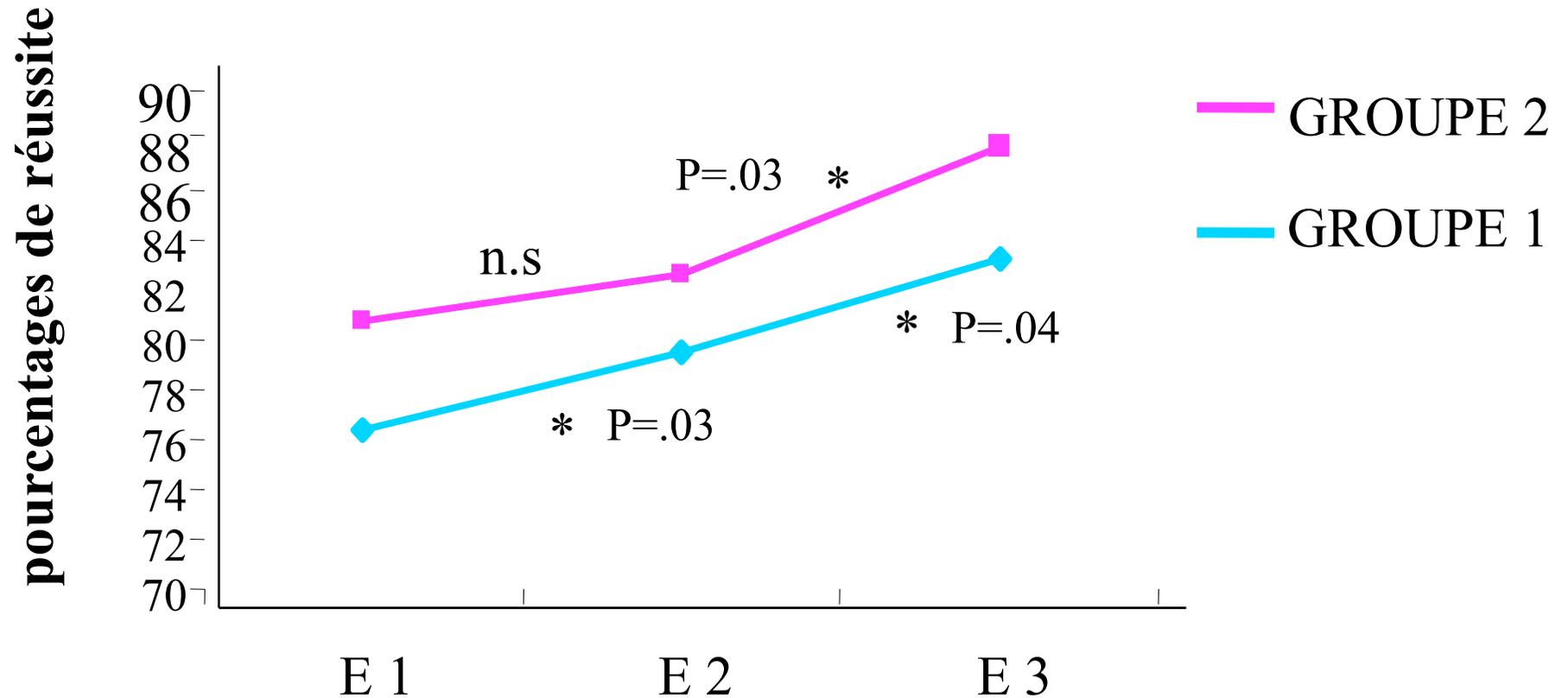
G2 \* C2 \* E3

# CONSCIENCE PHONOLOGIQUE



EFFET CUMULATIF (PHONO  
+ARTIC.)

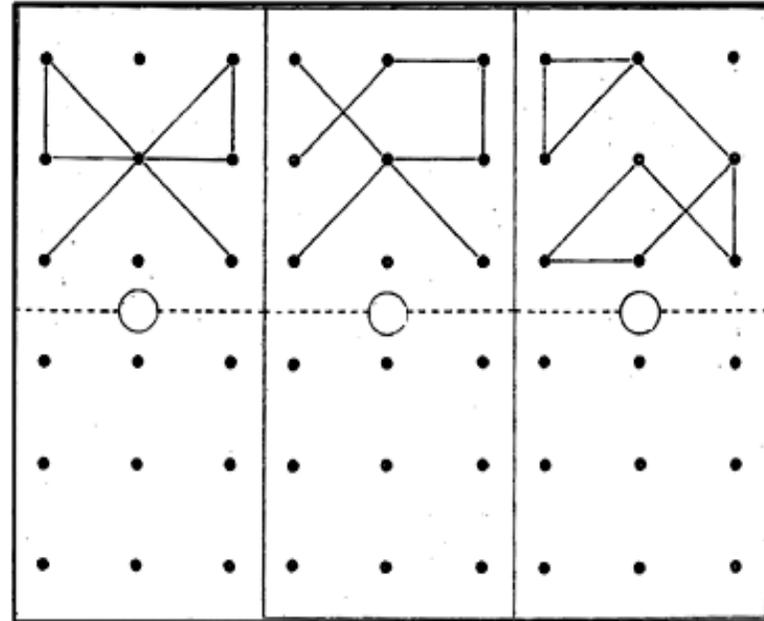
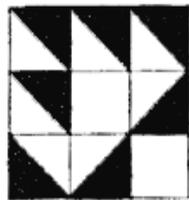
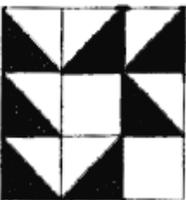
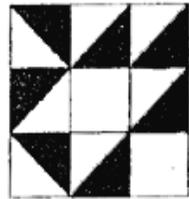
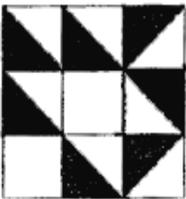
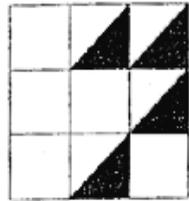
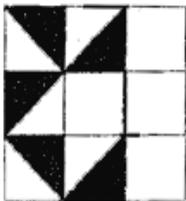
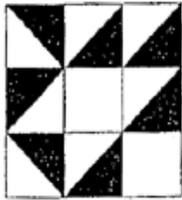
# LECTURE



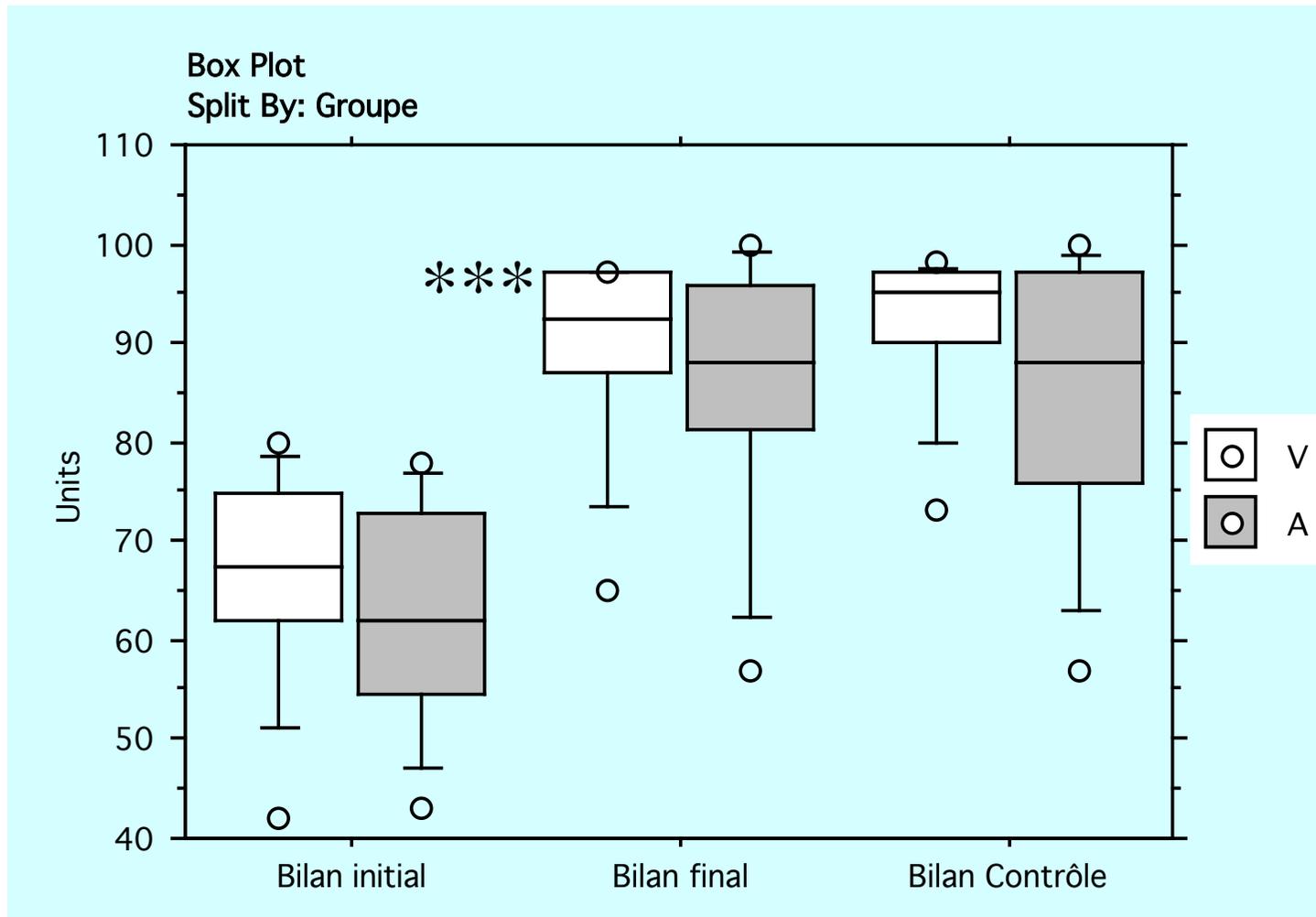
EFFET TARDIF dans les deux groupes

## Etude complémentaire : entraînement phonoarticulatoire contre entraînement "visuel"

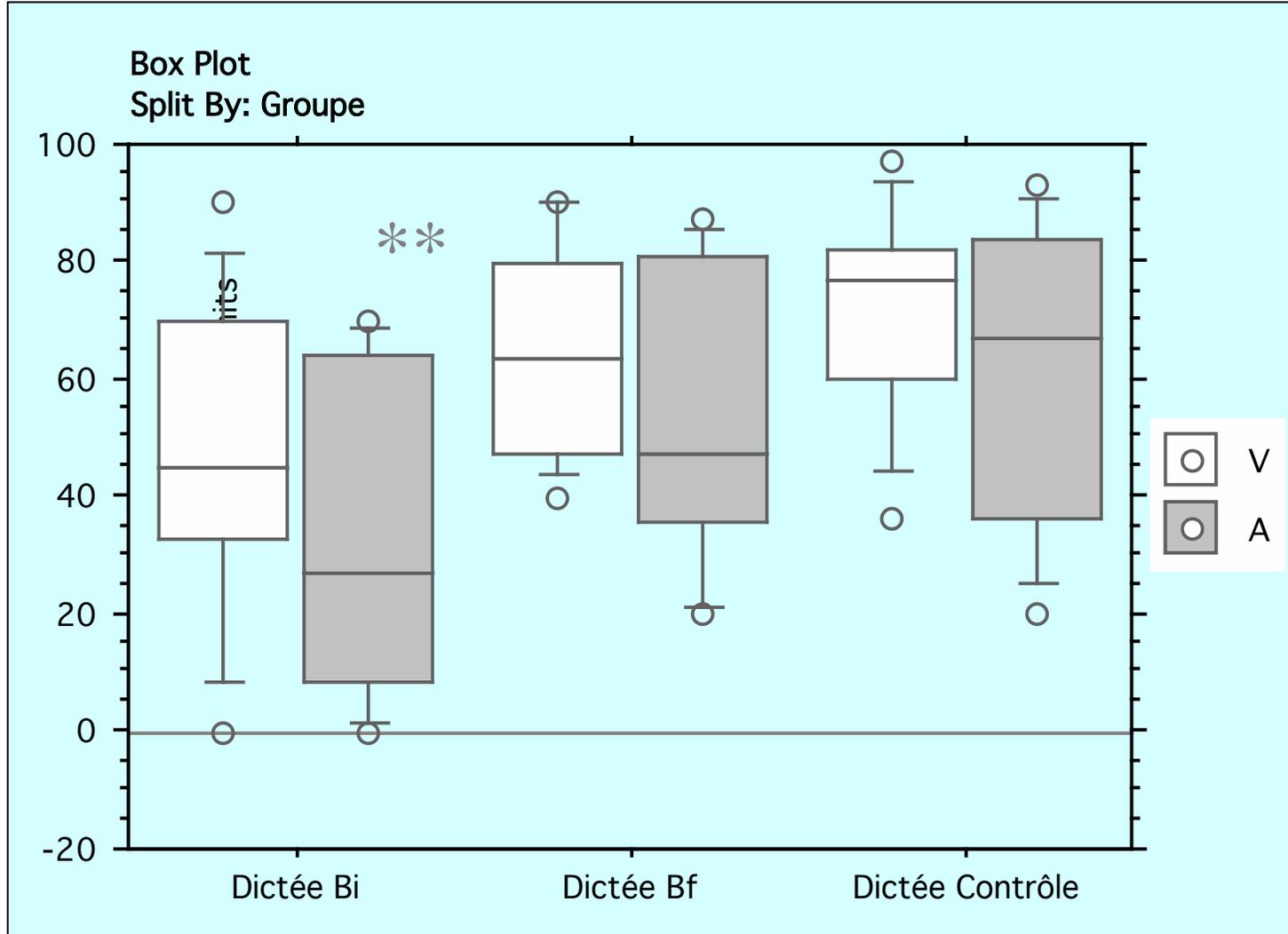
- Group 1 n = 12 : daily phonological training (modified) + visuo-attentional and spatial exercises (V)
  - F = 6, M = 6.
  - ages between 7;7 y/m & 11;3 y/m
- Group 2 n=10 : daily phonological training (modified) + articulatory training (A)
  - F = 4, M = 6.
  - ages between 7;9 y/m & 10;11 y/m
- 6 weeks of training. Evaluations before training, after training, and 7 months later.



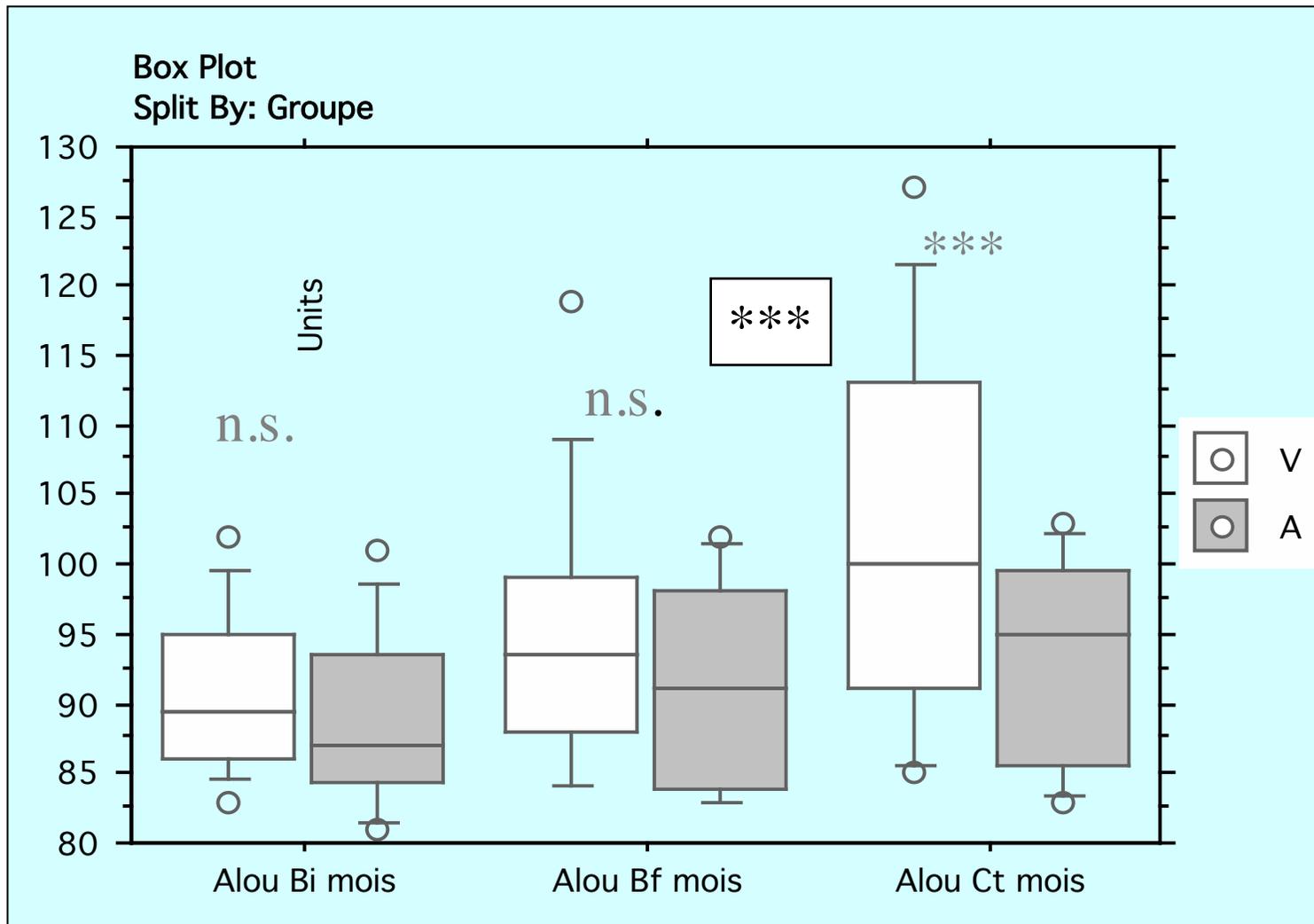
Examples of exercises in  
the « visual training » group



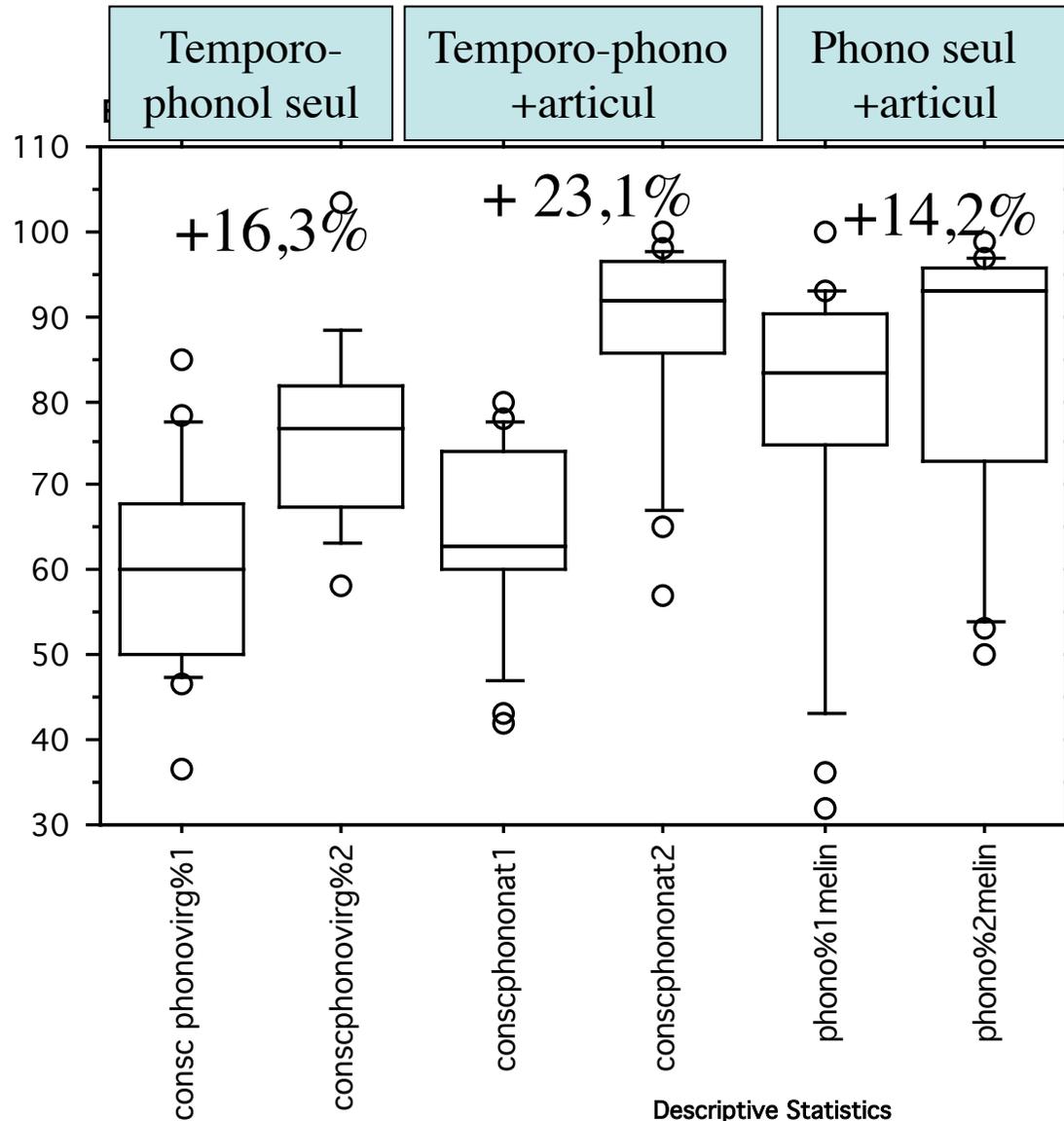
Score phonologique : amélioration significative dans les deux groupes



Orthographe (dictée) : amélioration  
significative des deux groupes



Lecture : amélioration très significative seulement à 7 mois pour le groupe "visuel"



**Descriptive Statistics**

	conscphonovirg%2	consc phonovirg%1
Mean	76,444	60,702
Std. Dev.	11,142	12,302
Std. Error	2,877	2,822
Count	15	19
Minimum	58,333	36,667
Maximum	103,333	85,000
# Missing	4	0

**Descriptive Statistics**

	conscphononat1	conscphononat2
Mean	64,421	87,526
Std. Dev.	10,946	11,725
Std. Error	2,511	2,690
Count	19	19
Minimum	42,000	57,000
Maximum	80,000	100,000
# Missing	0	0

**Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Dev.	Std. Error	Count	Minimum	Maximum	# Missing
phono%1melin	77,445	18,848	4,324	19	31,875	100,000	0
phono%3melin	91,634	11,474	2,632	19	51,458	100,000	0

## Etude 3 : potentiels évoqués tardifs chez l'enfant dyslexique avant et après entraînement intermodal

- Etude comportementale :
  - Barbara Joly-Pottuz, Andreia Santos, Hélène Habib, Sophie Duchiron, Caroline Savioz, Emilie Boyer
- Etude en potentiels évoqués
  - Mireille Besson, Sylvain Moreno, Cyril Magne,  
Avec la collaboration
    - de l'équipe des Grands Cyprès (Avignon)
    - de la CLIS Mazenode (Marseille)  
et des membres libéraux du réseau

# Etude comportementale

- 26 enfants âgés de 7;7 ans à 11;10 ans
- Tous les enfants : 6 semaines d'entraînement phonologique quotidien
- Pendant 3 semaines : entraînement phono seul
- Les autres 3 semaines : associé à un autre traitement:
  - La moitié : associé à entraînement visuo-spatial (groupe témoin)
  - L'autre moitié : associé à entraînement intermodal
- Evaluations lecture, phonologie, transcription début, milieu et fin

# Plastic neural changes and reading improvement caused by audiovisual training in reading-impaired children

T. Kujala\*<sup>†</sup>, K. Karma<sup>‡</sup>, R. Ceponiene\*, S. Belitz\*, P. Turkkila<sup>‡</sup>, M. Tervaniemi\*, and R. Näätänen\*<sup>§</sup>

\*Cognitive Brain Research Unit, Department of Psychology, P.O. Box 13, University of Helsinki, FIN-00014 Helsinki, Finland; <sup>†</sup>Sibelius Academy, Department of Music Education, FIN-00251 Helsinki, Finland; and <sup>§</sup>BioMag Laboratory, Meilahti, P.O. Box 340, 00029 HUS, Finland

This study aimed at determining whether audiovisual training without linguistic material has a remediating effect on reading skills and central auditory processing in dyslexic children. It was found that this training resulted in plastic changes in the auditory cortex, indexed by enhanced electrophysiological mismatch negativity and faster reaction times to sound changes. Importantly, these changes were accompanied by improvement in reading skills. The results indicate that reading difficulties can be ameliorated by special training programs and, further, that the training effects can be observed in brain activity. Moreover, the fact that the present training effects were obtained by using a program including no linguistic material indicates that dyslexia is at least partly based on a general auditory perceptual deficit.

# Game patterns

Version 1



Version 2



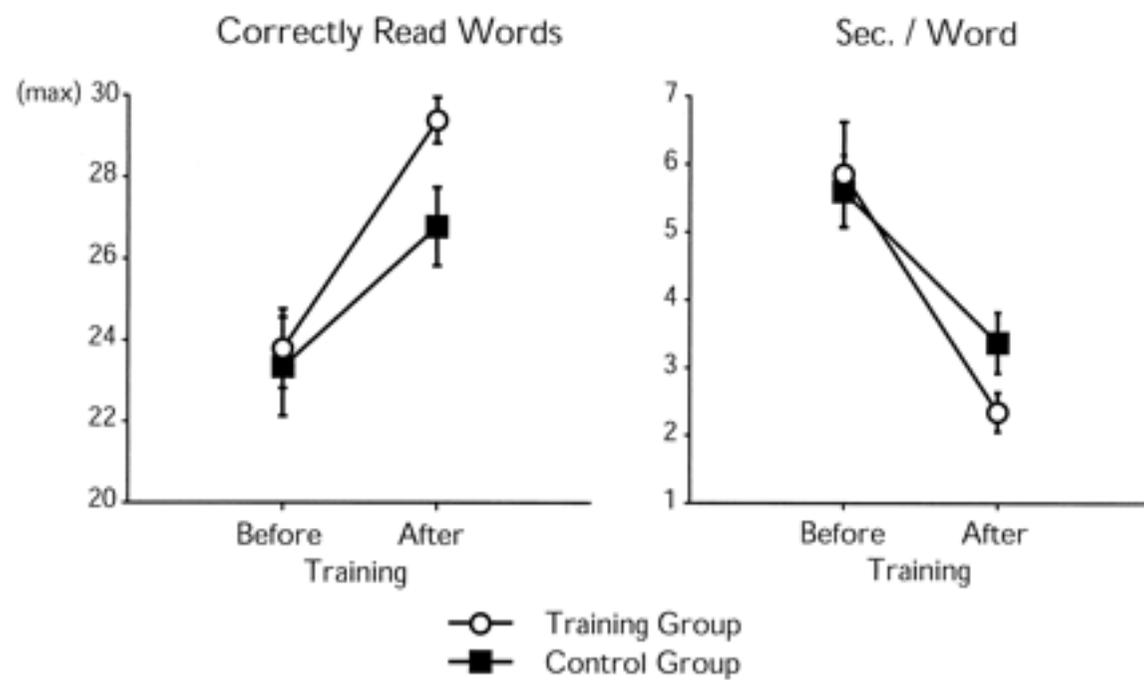
Pattern examples



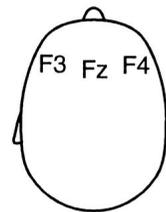
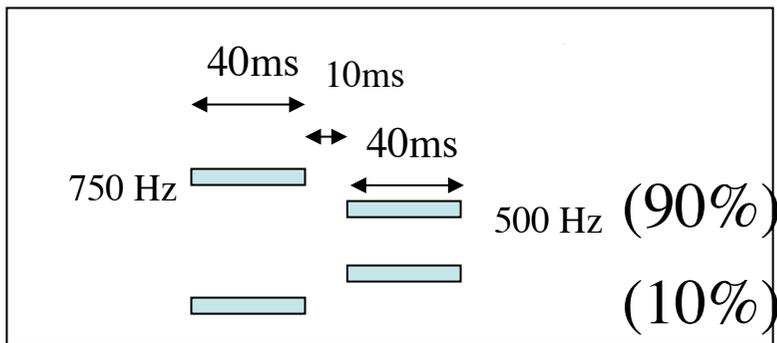
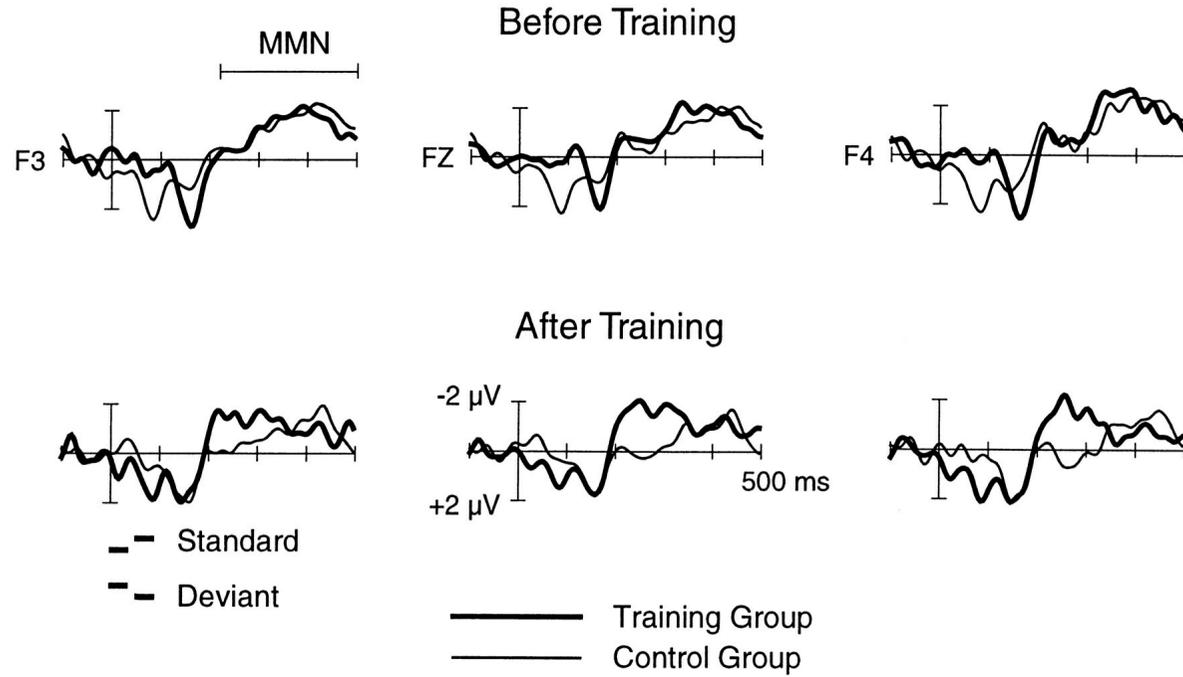
Table 1. Performance data

	Training group (SEM)		Control group (SEM)	
	1st measurement	2nd measurement	1st measurement	2nd measurement
IQ	98.00 (3.50)		93.00 (4.00)	
Words/correct*	23.79 (0.97)	29.38 (0.56)	23.34 (1.22)	<b>26.78 (0.9)</b>
Speed; s/word	5.85 (0.77)	2.34 (0.29)	5.60 (0.53)	3.37 (0.4)
Spelling	6.71 (0.54)	8.96 (0.35)	7.54 (0.52)	9.33 (0.2)
Rem. 1st phon.	6.42 (0.52)	8.87 (0.26)	6.21 (0.51)	8.08 (0.4)
Comp. test	21.71 (1.10)	27.75 (0.52)	21.04 (1.02)	<b>24.96 (0.9)</b>
Hit %	89.33 (4.17)	92.50 (2.50)	80.83 (8.83)	88.33 (5.1)
FA %	23.67 (12.17)	11.17 (7.33)	23.00 (6.50)	20.00 (1.1)
RT (ms)	690.00 (59.00)	583.00 (59.00)	801.00 (64.00)	<b>779.00 (4)</b>

## Reading Performance



## Effects of Audio-Visual Training on MMN (Deviant-Standard)



# Evaluation d' un logiciel d' aide à la lecture auprès d' enfants dyslexiques

A. Magnan, J. Ecalle, E. Veuillet, L. Danon-Boilleau et D. Barbier

- 14 enfants dyslexiques divisés en 2 groupes
- âge moyen : 10 ans 1 mois
- bilans pré et post entraînement : épreuves phonologiques et épreuves de reconnaissance de mots (3 conditions : prononcé, image, amorce sémantique)
- entraînement : 2 séances de 15 mn/jour, 4 jours/ semaine et pendant 5 semaines
- « jeu de Basket »

*Ecalle J. Développement des processus d' identification de mots écrits : une étude transversale entre 6 et 8 ans, sous*

*presse in rééducation orthophonique.*

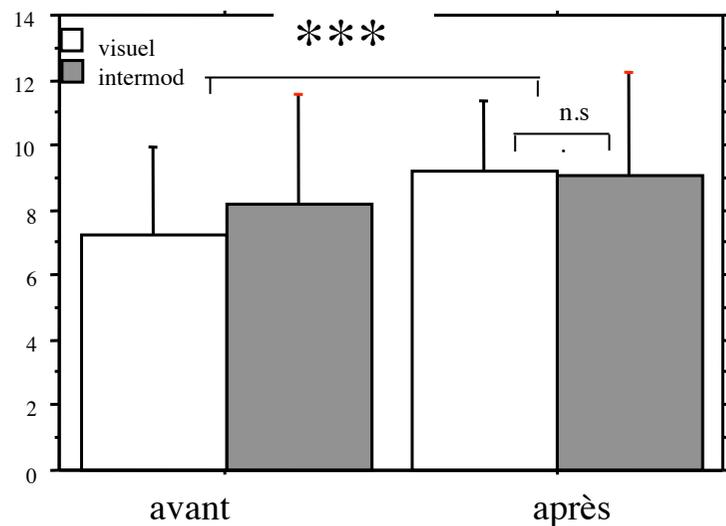


Intermodal training with « Play-on® » (Danon-Boileau & Barbier, 2000)

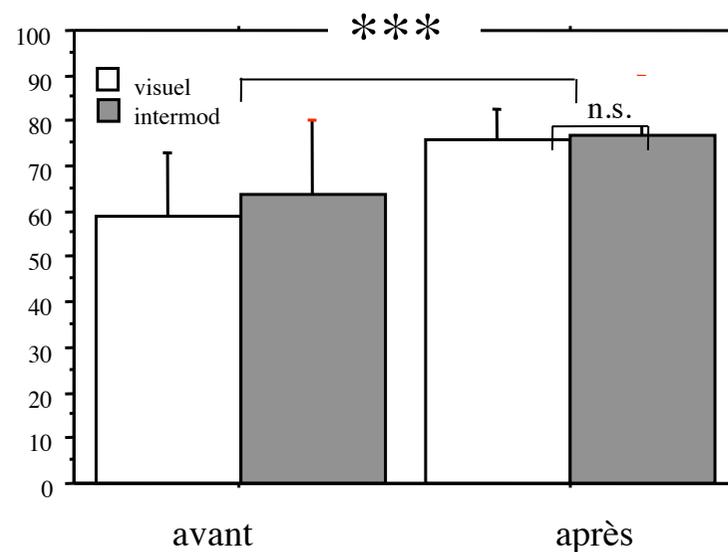
Danon-Boileau, L., & Barbier, D. (2000). Play-On: Un logiciel d'entraînement à la lect  
Paris: Audivi-Media.

# Lecture et phonologie : après 6 semaines d'entraînement phonologique et intermodal, amélioration similaire des deux groupes

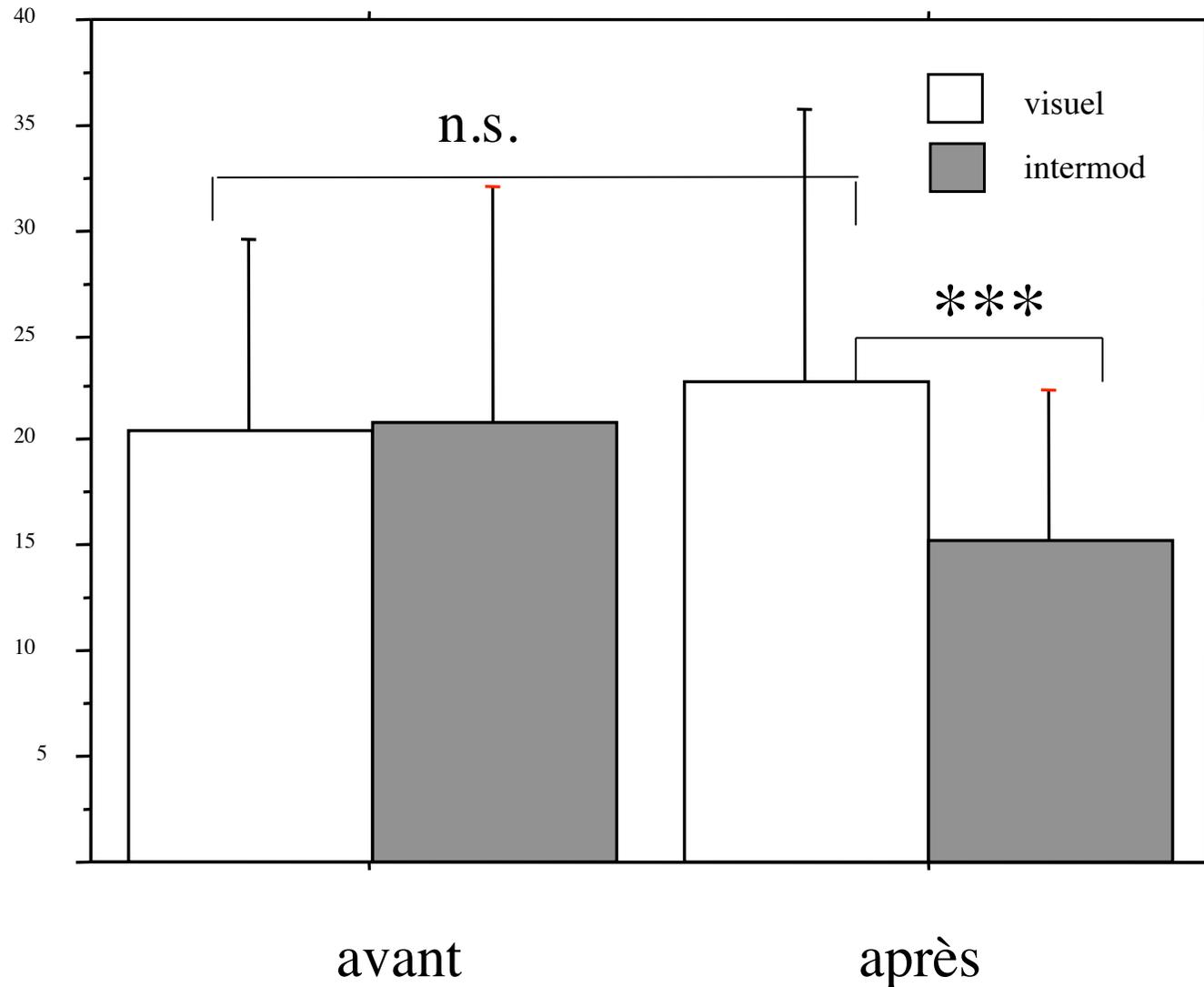
Score en lecture de mots (reg, irreg, ps-mots)

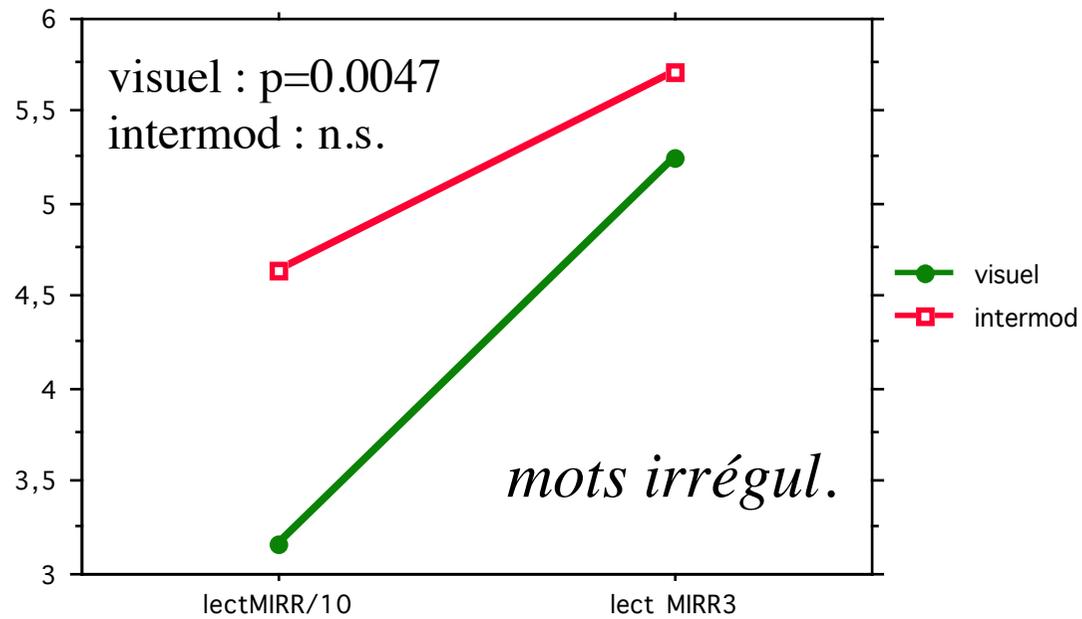
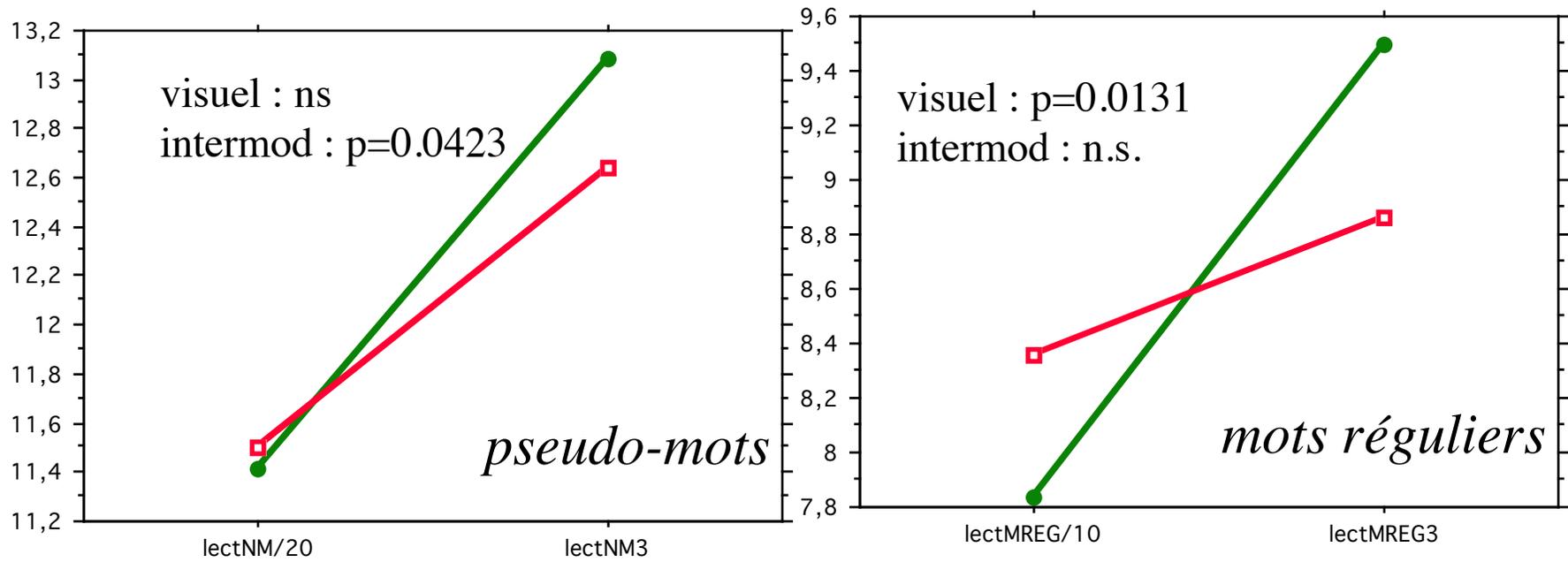


Score phonologique (suppression de phonème + suppression syllabique)



Nombre d'erreurs dans une épreuve orthographique (dictée de texte). L'amélioration n'est significative que pour le groupe ayant reçu l'entraînement intermodal en plus du traitement phonologique classique





## Conclusions des expériences d'entraînement phonologique "plus"

- sur les compétences en conscience phonologique :
  - entraîner quotidiennement des enfants dyslexiques pendant 5 à 6 semaines apporte indubitablement un bénéfice très significatif
  - l'utilisation de parole acoustiquement modifiée semble potentialiser l'effet de l'entraîn. phono
  - l'entraînement simultané des capacités articulatoires amplifie l'effet de l'entraîn. phonologique, mais modestement

## Conclusions des expériences d'entraînement phonologique "plus"

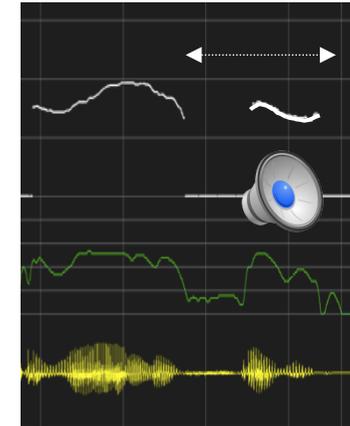
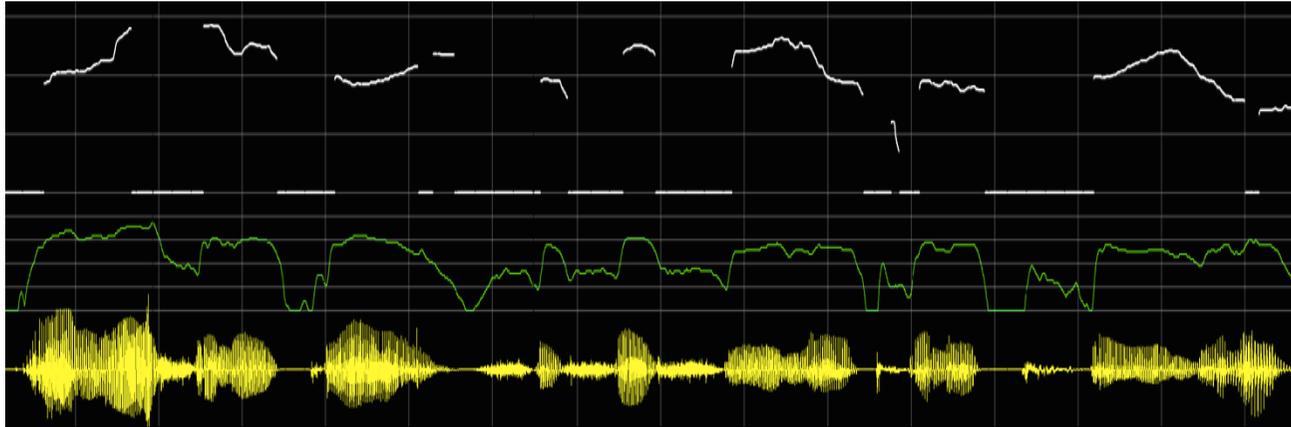
- sur les compétences en lecture :
  - l'amélioration semble plus nette sur les pseudo-mots que sur les mots réguliers ou irréguliers
  - la modification acoustique n'est pas utile
  - l'adjonction d'un traitement articulatoire n'apporte pas de bénéfice mesurable
  - la pratique d'exercices visuels contemporains de l'entraînement sur entrée auditive paraît potentialiser l'effet de manière très significative et durable, tout spécialement sur les mots irréguliers (procédure d'adressage)

## Expérience « proso »

- 13 enfants de 8 à 11 ans
- Dyslexiques phonologiques rééduqués
- Inclus dans un protocole de potentiels évoqués réalisés avant et après un entraînement spécifique du transcodage auditivo-visuel de 6 semaines
- Sur une tâche dite d'intégration prosodique



Un loup solitaire se faufile entre les troncs de la grande forêt



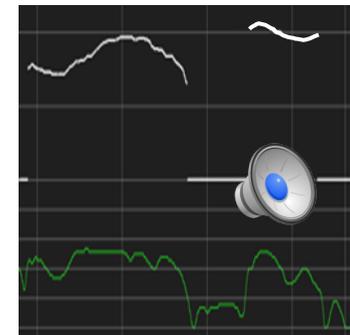
### 120 sentences from a children's book :

40 with F0 unchanged

+ 35%

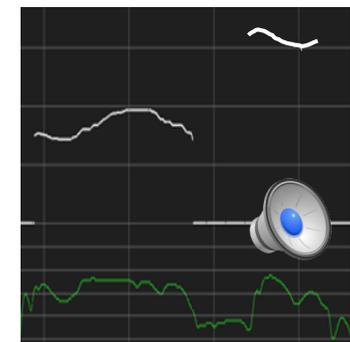
40 with F0 increased by 135 %

40 with F0 increased by 220 %



*Un loup solitaire se faufile entre  
les troncs de la grande forêt  
Je voudrais un animal à moi  
pour lui dire tous mes secrets  
Dans la mare, il y a des canards  
qui jouent à cache-cache*

+ 120%



## ERP protocol : « proso »

Incongruity resulting from F0 manipulation of the last word of sentences

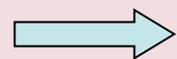
Unmodified ending



low incongruity



high incongruity



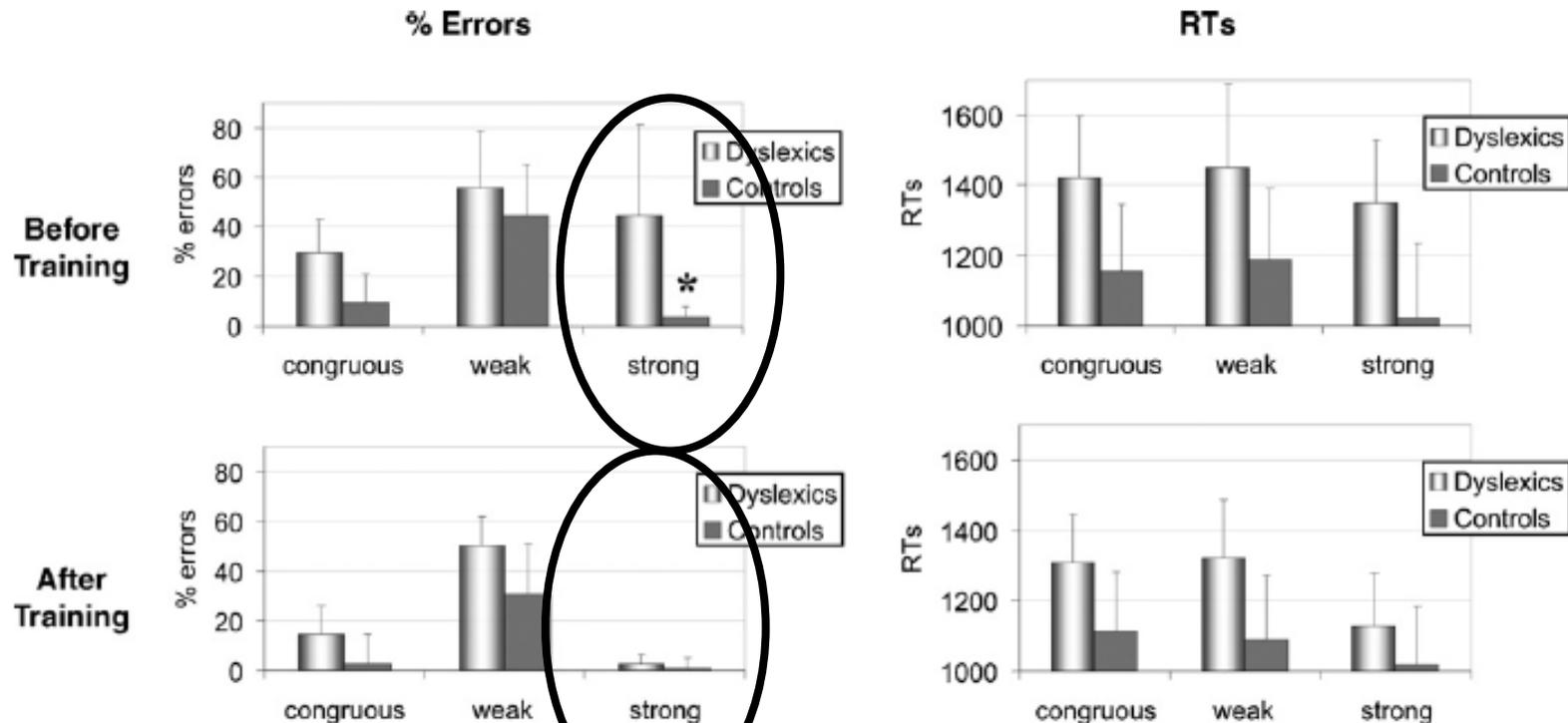
Possible effect on semantic/prosodic  
integration of phonemic information

Behavioural and event-related potentials evidence for pitch discrimination deficits in dyslexic children: Improvement after intensive phonic intervention

Andreia Santos<sup>a,\*</sup>, Barbara Joly-Pottuz<sup>a,b</sup>, Sylvain Moreno<sup>a</sup>, Michel Habib<sup>a,b</sup>, Mireille Besson<sup>a</sup>

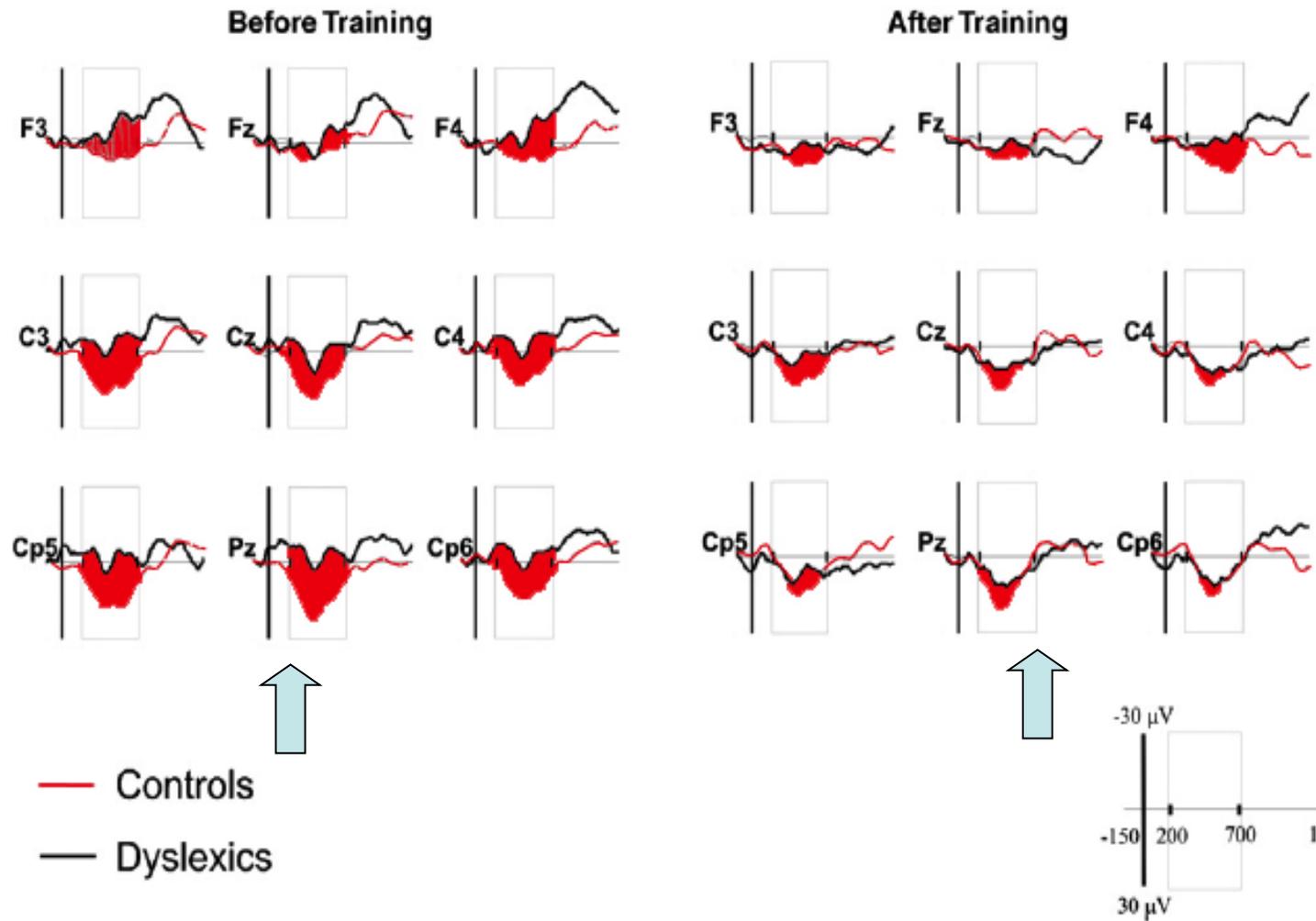
<sup>a</sup> Institut de Neurosciences Cognitives de la Méditerranée, Marseille, France  
<sup>b</sup> Department of Pediatric Neurology, CHU Timone, Marseille, France

A. Santos et al. / Neuropsychologia xxx (2006) xxx–xxx



1. Percentage of errors and reaction times (RTs) before and after training in the three experimental conditions (congruous words, weak and strong incongruities)

Strong – Congruous



*Ondes de différences d' « effet de forte incongruité » (forte incongruité – condition congruente) chez les sujets contrôles et dyslexiques avant et après entraînement*

# Expérience proso : conclusions

- Des enfants dyslexiques de 8 à 11 ans présentent des difficultés évidentes et imprévues dans une tâche de décision prosodique
- Ces difficultés correspondent à une altération de l'activité électrique induite par cette tâche (P.E.A.)
- Ces difficultés s'améliorent significativement après un entraînement spécifique intensif exerçant les capacités de transcodage visuo-auditif
- Cette amélioration correspond à une normalisation des potentiels évoqués auditifs en particulier sur l'hémisphère gauche

## Santos et al., 2007: conclusions

- Les enfants dyslexiques de 9 ans perçoivent avec difficulté les différences prosodiques, même pour de fortes incongruïtés, alors que les témoins ne sont mis en défaut que pour de faibles incongruïtés
- Cette difficulté est corrélée en ERP à une moindre positivité autour de 400 à 600 msec traduisant un défaut d'intégration des informations prosodiques
- Cette différence s'atténue en parallèle à l'amélioration comportementale après un entraînement visuo-phonologique intensif, basé sur l'intermodalité audio-visuelle.

Deficit in the preattentive processing of syllabic duration and VOT in children with dyslexia.

(in press, *Neuropsychologia*)

Julie Chobert<sup>1</sup>, Clément François<sup>1</sup>, Michel Habib<sup>1,2</sup> & Mireille Besson<sup>1</sup>

- 24 enfants normolecteurs
- 24 enfants dyslexiques

AC = 8.2 / AL = 7.8

AC = 10.2 / AL = 6.9

- 12 normolecteurs (AC = 8.1)
- 12 dyslexiques (AC = 10.8)
- de même AL = 7

- 7 normolecteurs (AL = 9.3)
- 7 dyslexiques (AL = 6.8)
- de même AC = 8.5

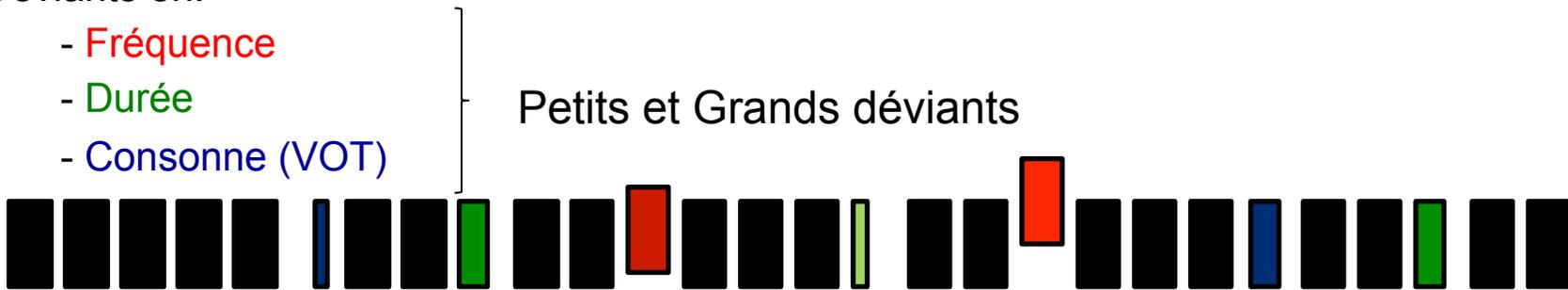
Standard = Ba

Multi-feature MMN Paradigm (Näätänen et al, 2004)

Déviants en:

- Fréquence
- Durée
- Consonne (VOT)

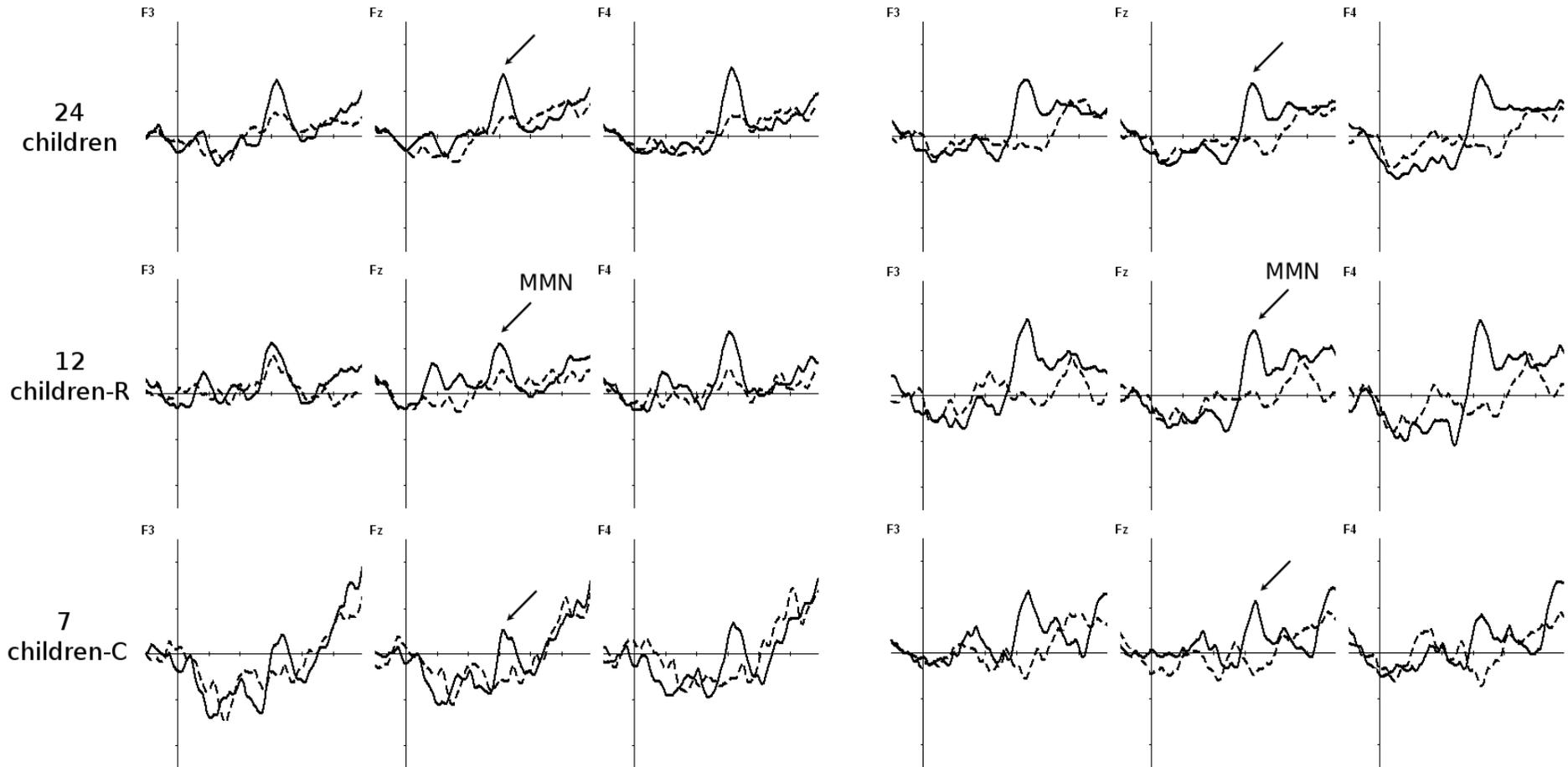
Petits et Grands déviants



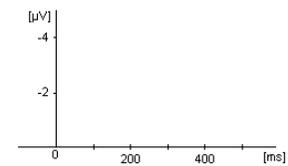
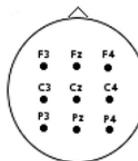
# Fréquence

Dyslexics

Normal-readers



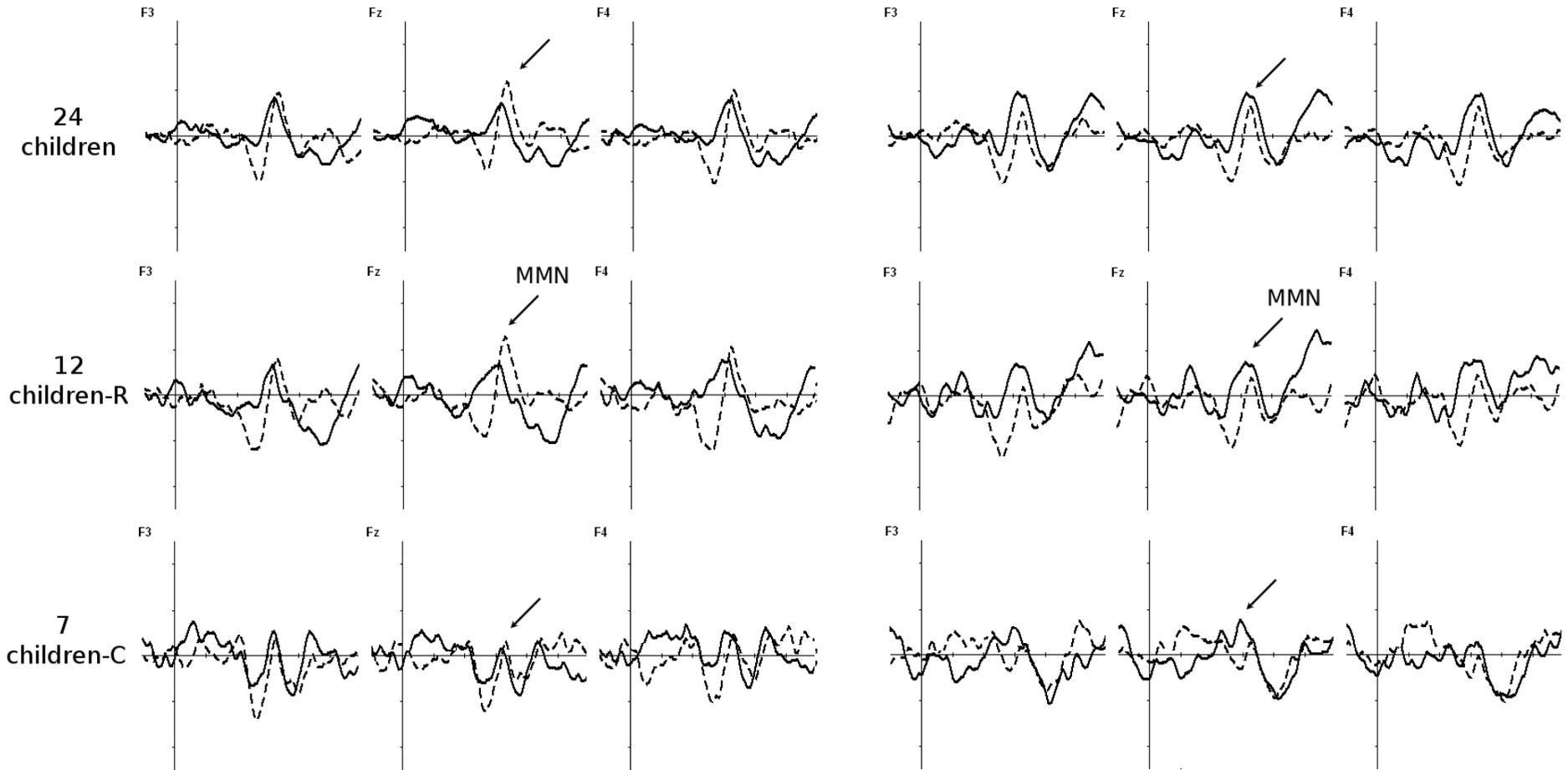
— Large  
--- Small



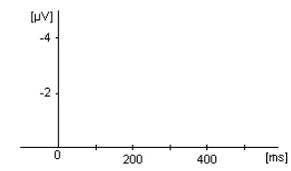
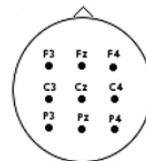
# Durée

Dyslexics

Normal-readers

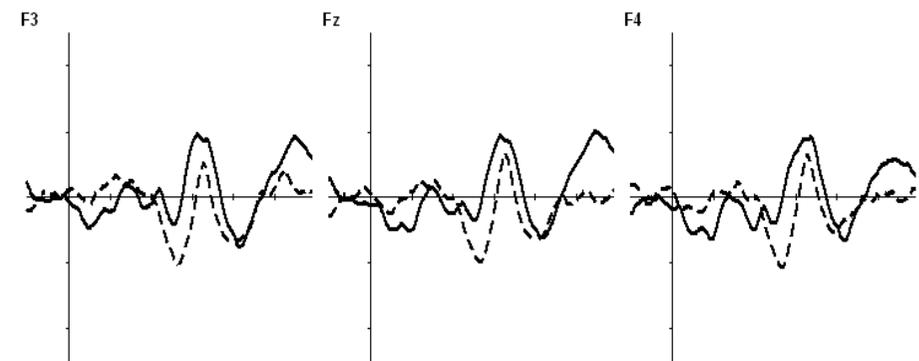
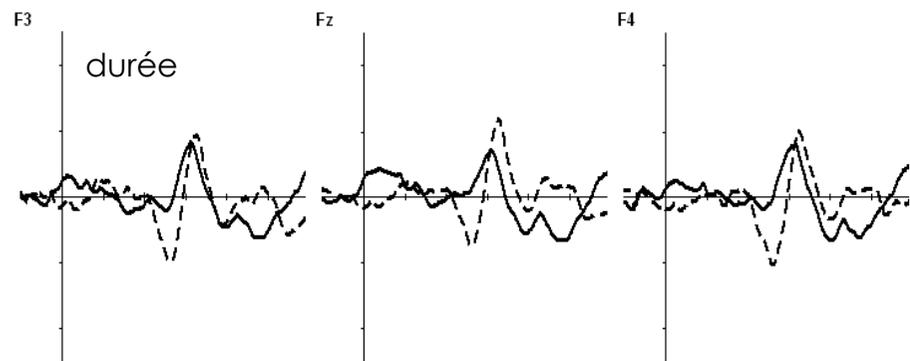
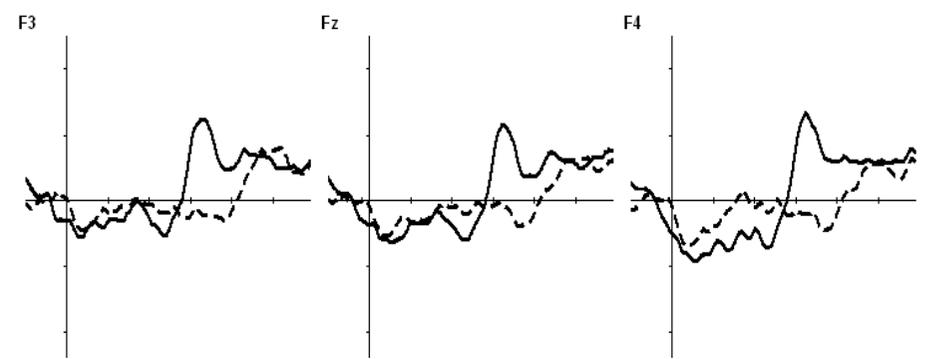
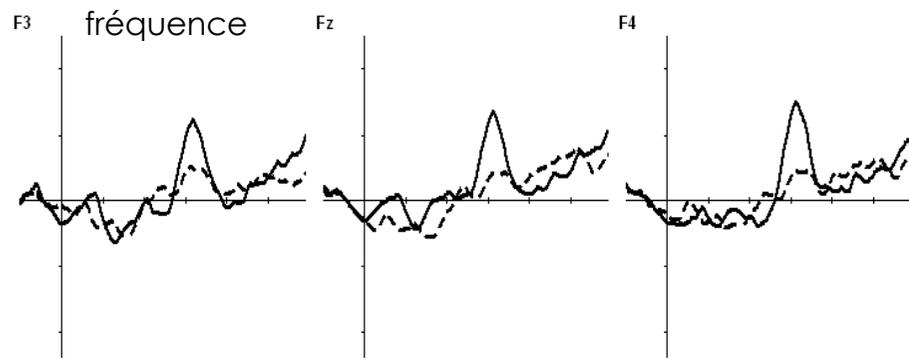
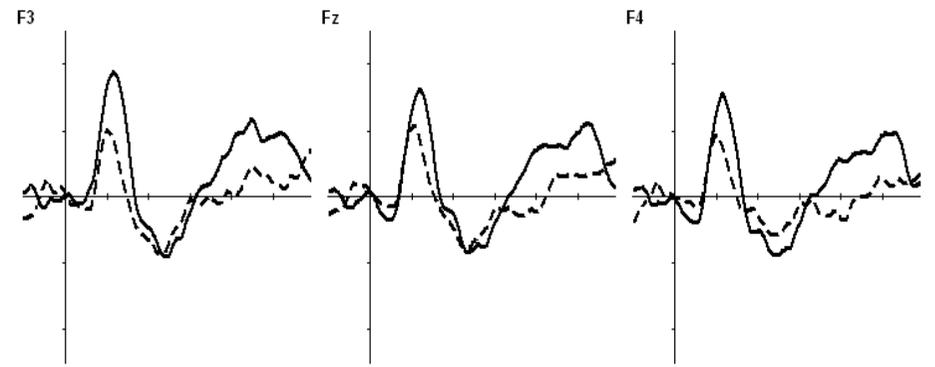
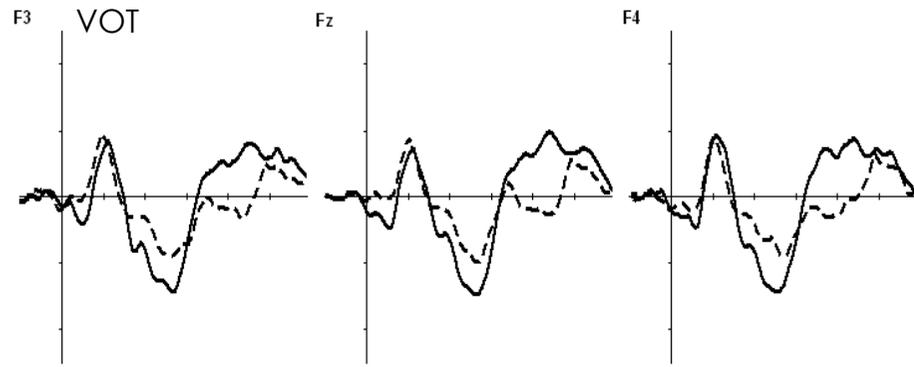


— Large  
--- Small



# DYSLEXIQUES

# NORMO-LECTEURS



————— Grands déviants

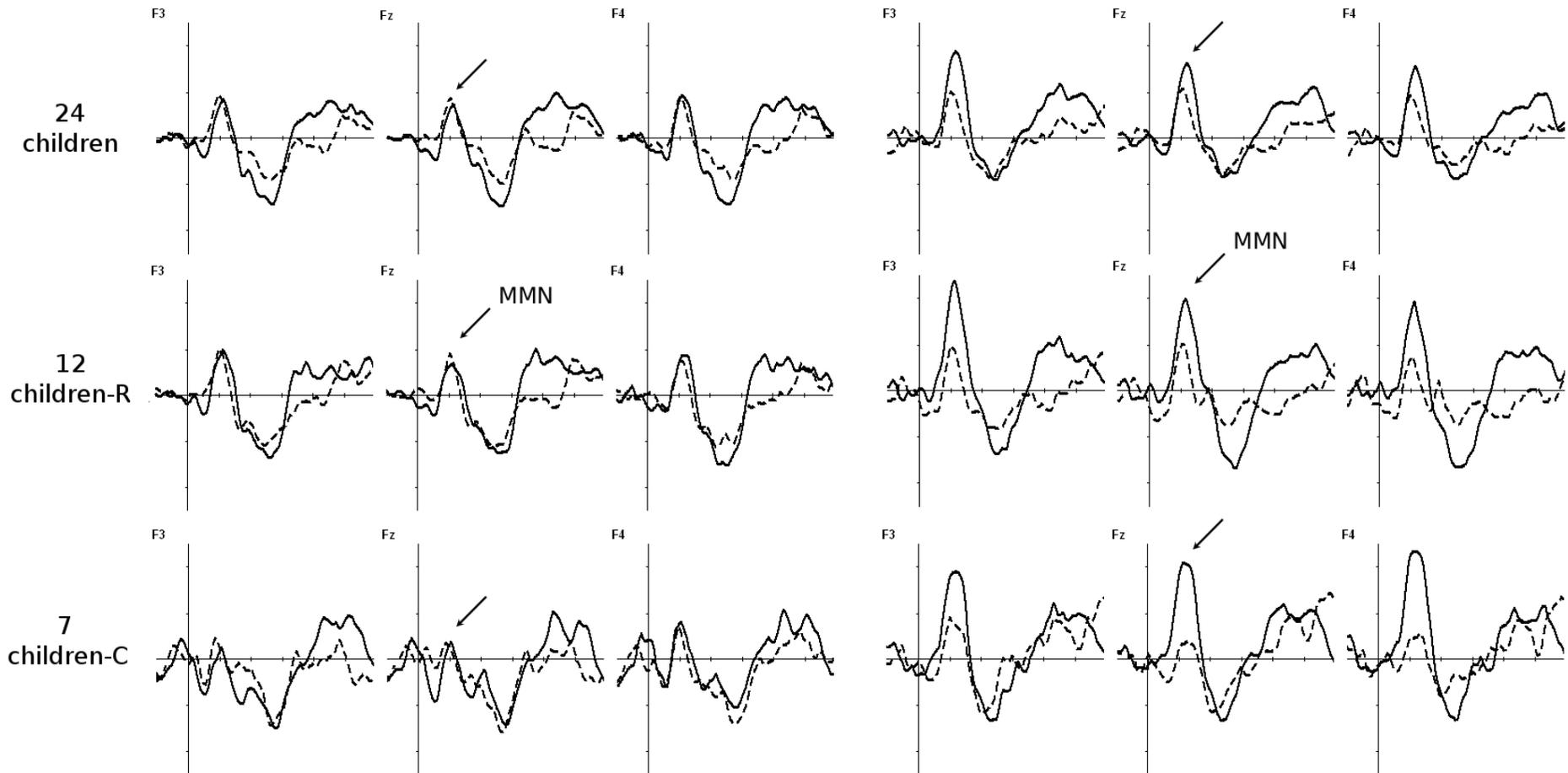
- - - - - Petits déviants

Expérience II

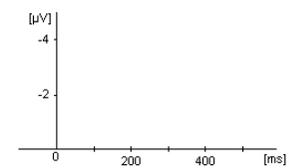
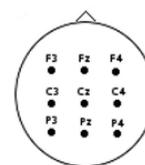
VOT

Dyslexics

Normal-readers



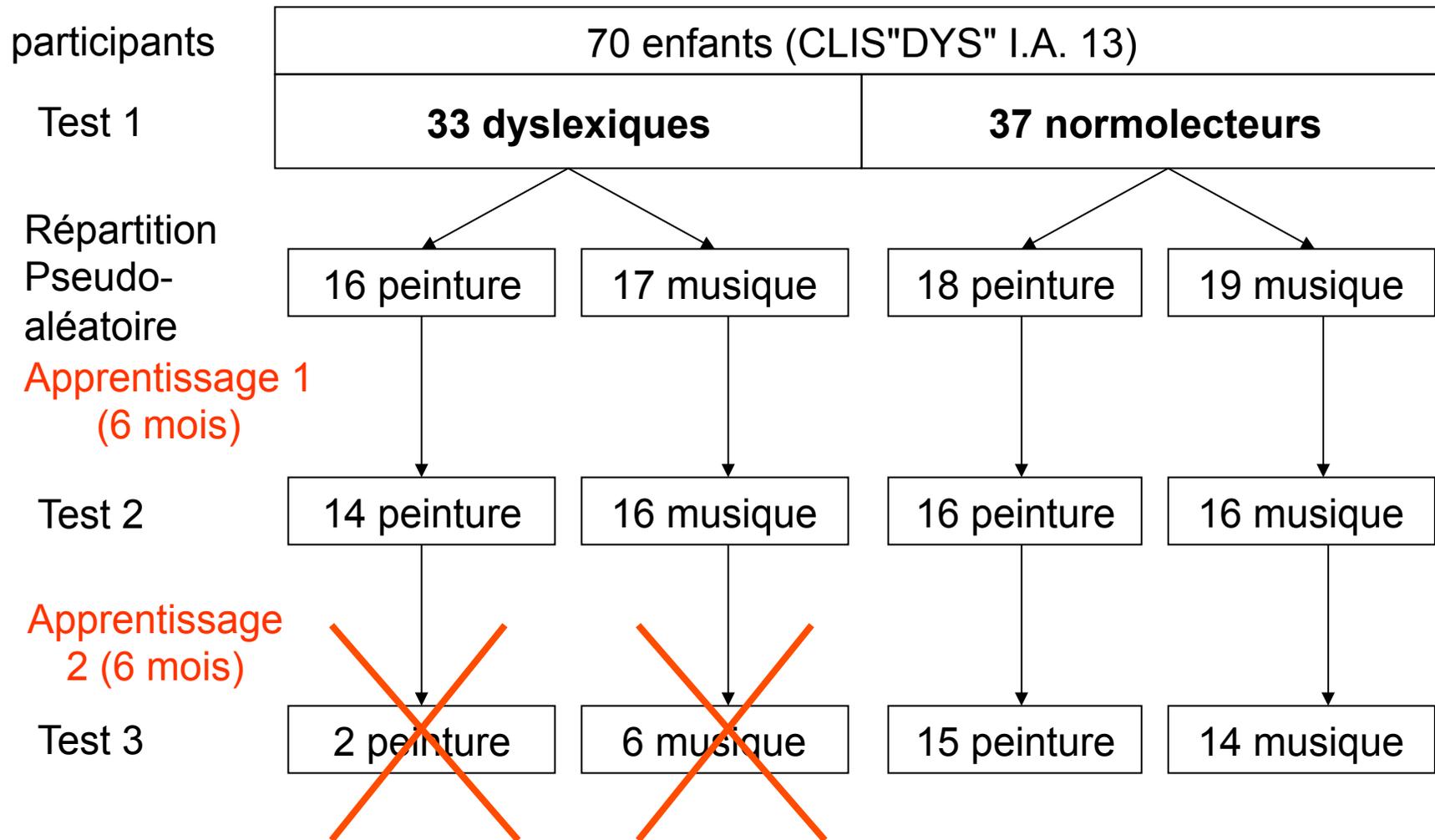
— Large  
--- Small



## En résumé (Chobert et al., sous presse)

- Les enfants dyslexiques présentent un déficit de discrimination pré-attentive du VOT, une variable typiquement temporelle cruciale dans la différenciation de certaines consonnes, que ce soit par rapport à des témoins d'âge chronologique ou d'âge de lecture
- Les enfants dyslexiques sont également significativement déficitaires pour le traitement pré-attentif de différences de durée, mais seulement par rapport à des témoins de même âge chronologique
- Ils ne diffèrent pas des témoins dans le traitement

# Entraînement musical (Chobert et al., en préparation)

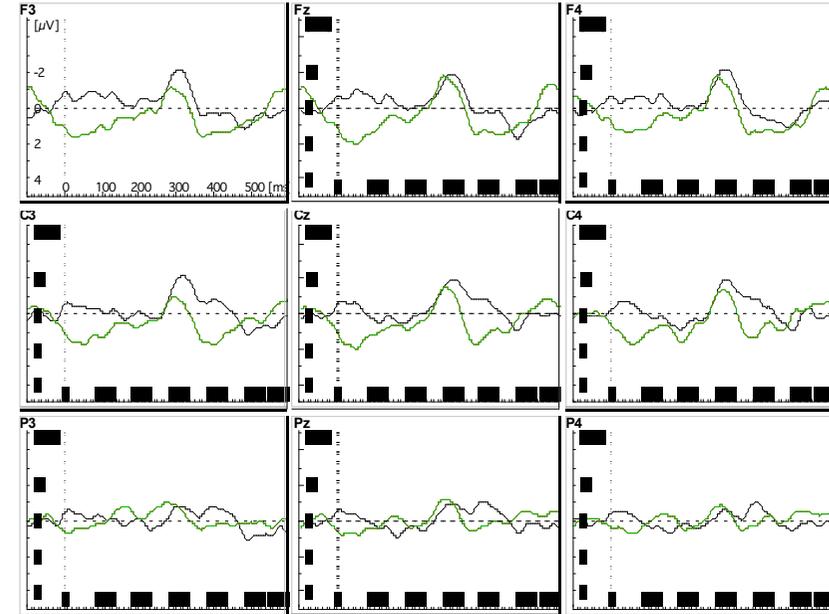
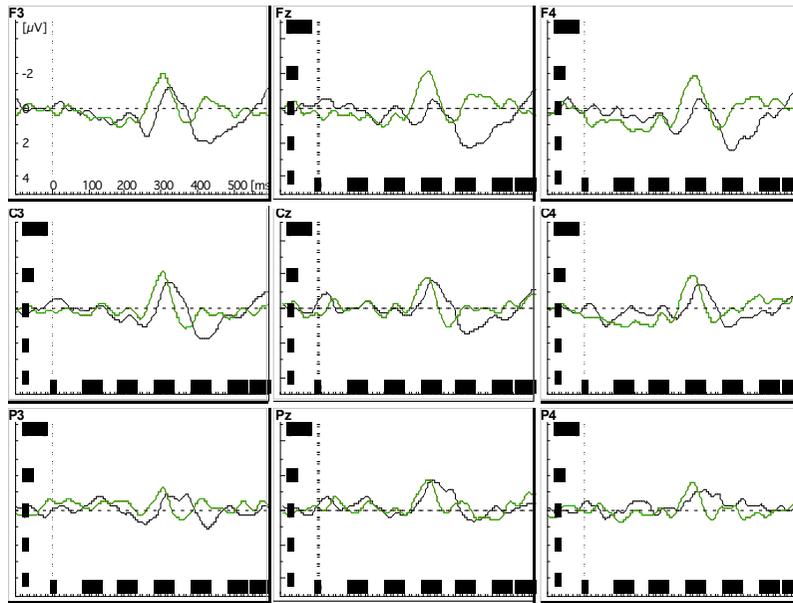


# DUREE: Pré / Post1

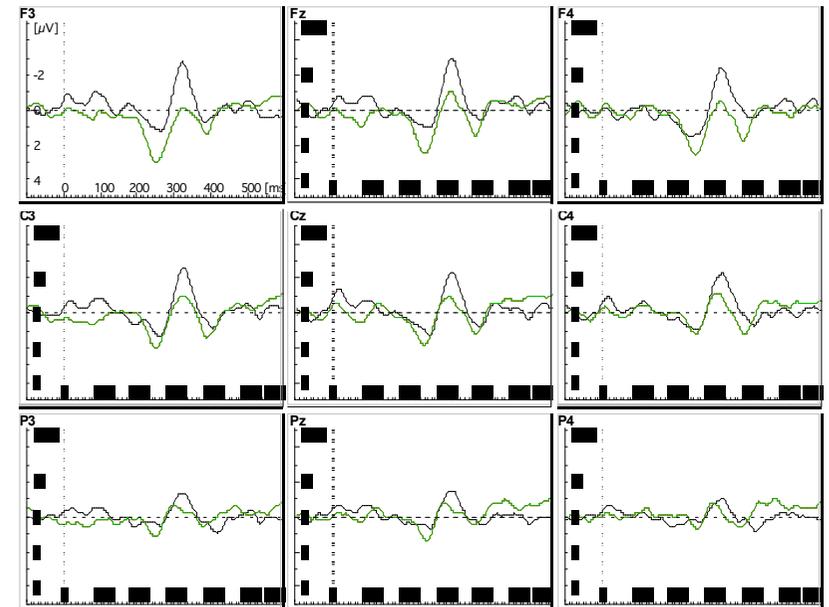
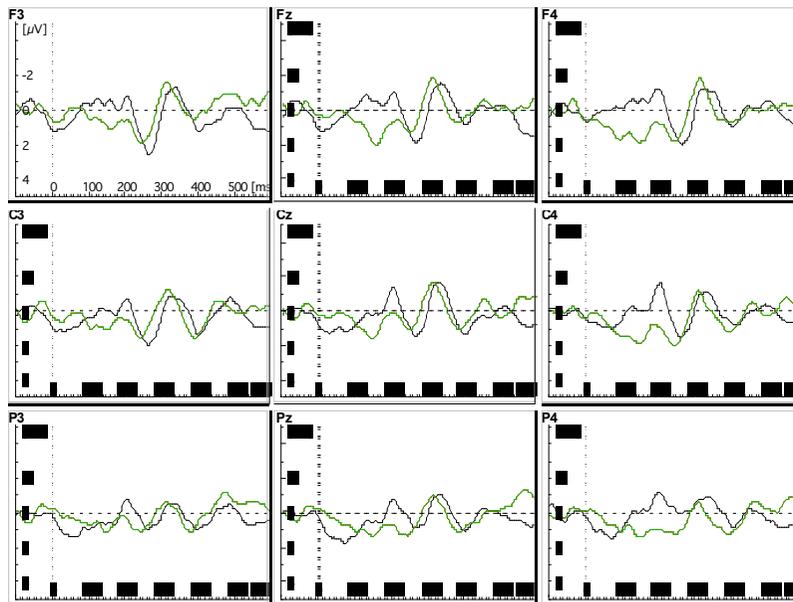
Musique

Peinture

Large



Small

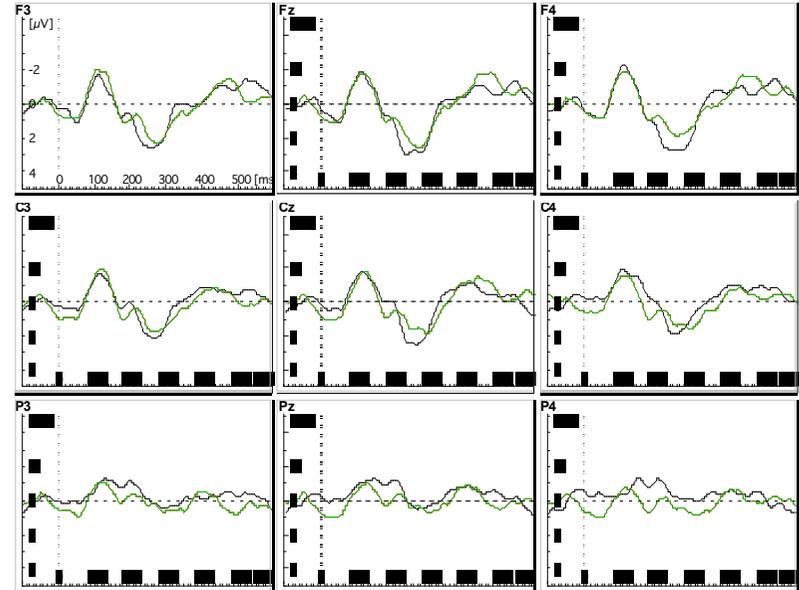
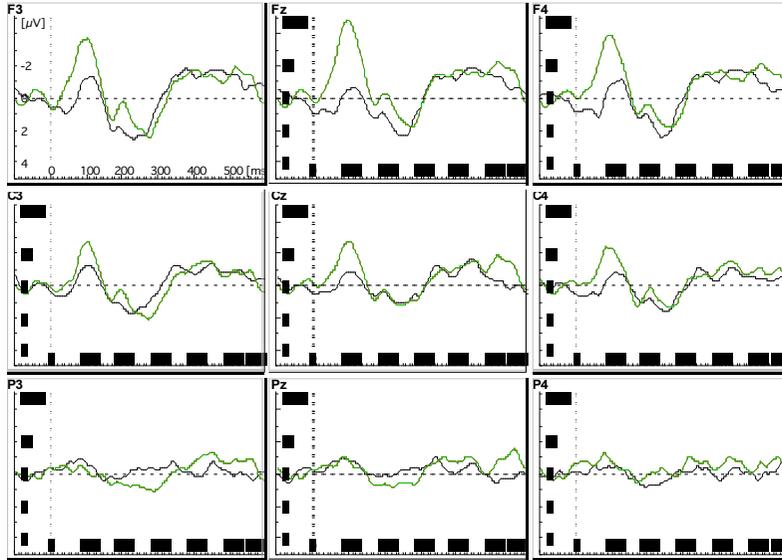


# VOT: Pré / Post1

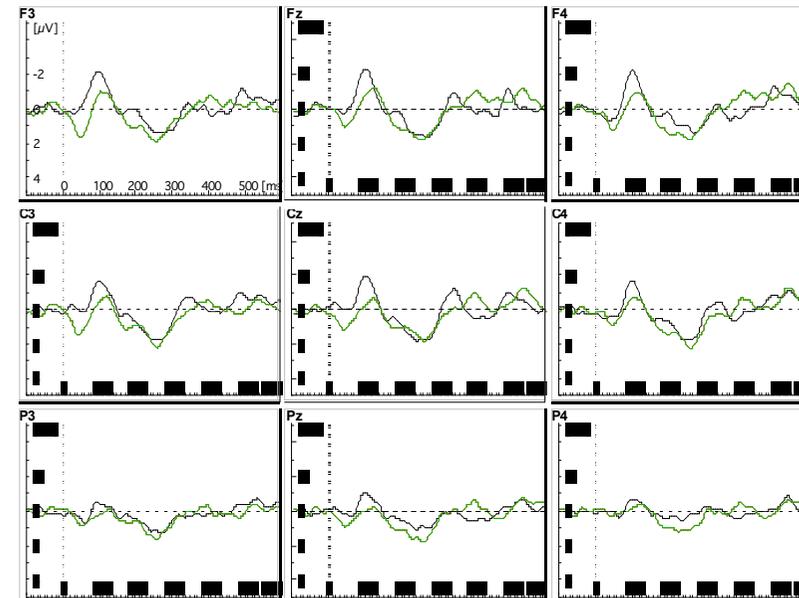
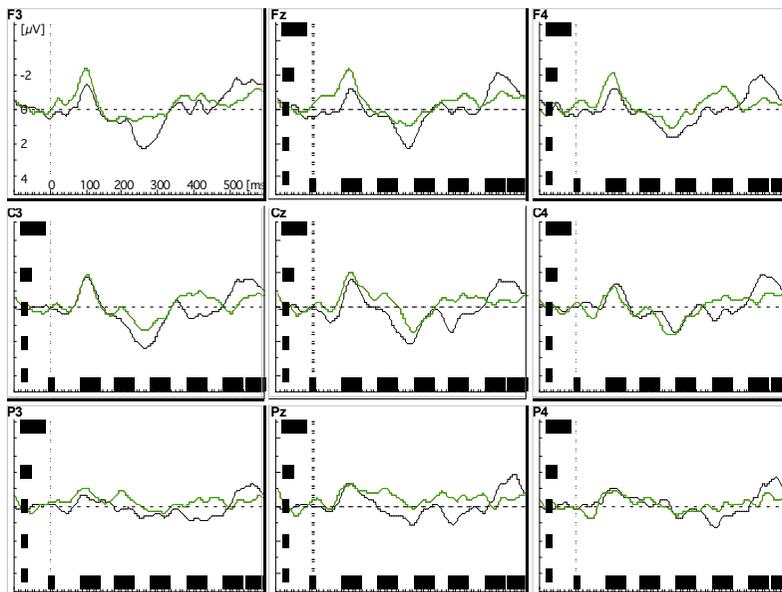
Musique

Peinture

Large



Small



# Discu Expé IV

- **Fréquence:** Test \* Antpost ( $p < .03$ )

En Frontal = MMN Test 2 > Test 1 ( $p = .08$ )

: effet maturation, répétition

- **Durée:** Test \* Group \* Antpost:

En Frontal: Groupe Peinture: MMN Test2 < Test1 ( $p < .01$ ) !!!!!

Groupe musique: MMN Test 2 = Test 1 ( $p = .25$ )

- **VOT:** Test \* Group \* Antpost:

Frontal: Groupe Musique: MMN Test 2 > Test 1 ( $p < .01$ )

Groupe Peinture: MMN Test 2 = Test 1 ( $p = .98$ )

: effet apprentissage musique sur sensibilité aux déviants en VOT

## Conclusion (Chobert et al., en prep.)

- Le traitement pré-attentif des variables temporelles à l'intérieur de la syllabe (durée, VOT) est plus significativement amélioré par un entraînement musical que par un entraînement par le dessin
- L'amélioration est surtout nette pour le VOT, ce qui confirme le transfert d'apprentissage de variables musicales sur des variables phonémiques
- Il est possible que cette amélioration soit due au caractère multimodal de la musique et serait encore plus net si on l'entraînait de façon exclusive (instrument)

**Auteurs :**



**Michel Habib** est neurologue au CHU de Marseille, où il a exercé dans le domaine des troubles cognitifs de l'adulte et de l'enfant avant de se spécialiser progressivement dans les troubles d'apprentissage. Il enseigne la neuropsychologie dans plusieurs universités françaises et outre-Atlantique. Fondateur de la Revue de neuropsychologie, co-responsable de la revue *Développements*, et auteur de plusieurs ouvrages et articles, il a consacré ces dix dernières années à mettre en place un réseau de professionnels (Résodys) autour de la dyslexie et des autres troubles d'apprentissage.



**Orthophoniste**, Céline Commeiras est responsable du pôle orthophonie au CPA-Provence et travaille en collaboration avec Résodys depuis de nombreuses années. Maîtresse de stage d'étudiants en orthophonie de la faculté de Marseille, elle a également codirigé des mémoires de recherche sur la dyscalculie et le rôle de la musique dans la remédiation des enfants Dys.

La **rééducation par la musique** des personnes présentant des difficultés d'apprentissage n'est pas une idée nouvelle : depuis l'Antiquité, la musique fascine les observateurs par ses effets psychoaffectifs et le bien-être général qu'elle procure aux personnes qui l'écoutent.

La méthode présentée dans cet ouvrage ne se réclame pas de la musicothérapie, mais plutôt de la **rééducation fonctionnelle** : contrairement à la première, largement basée sur des constatations empiriques où le cerveau n'a qu'une place secondaire, le présent travail suit la démarche inverse, partant des données acquises par la **recherche en neurosciences** pour déboucher sur la construction d'outils de remédiation. Les auteurs proposent donc une véritable théorie du fonctionnement cérébral qui explique l'efficacité de la musique dans la rééducation.

Fondée sur du matériel musical, la méthode répond aux critères habituels de la **rééducation orthophonique**. Elle est, de ce fait, principalement destinée aux orthophonistes qui y trouveront une mine d'informations et d'idées pour leur tâche de rééducateur. Les thérapeutes et enseignants de diverses disciplines pourront également puiser dans ces pages des pistes et des outils transposables à leur pratique.

**Public :**

- Orthophonistes
- Neuropsychologues
- Psychomotriciens
- Ergothérapeutes
- Rééducateurs
- Professeurs de musique

REORMU

ISBN : 9 782353 272884



[www.deboeck.fr](http://www.deboeck.fr)

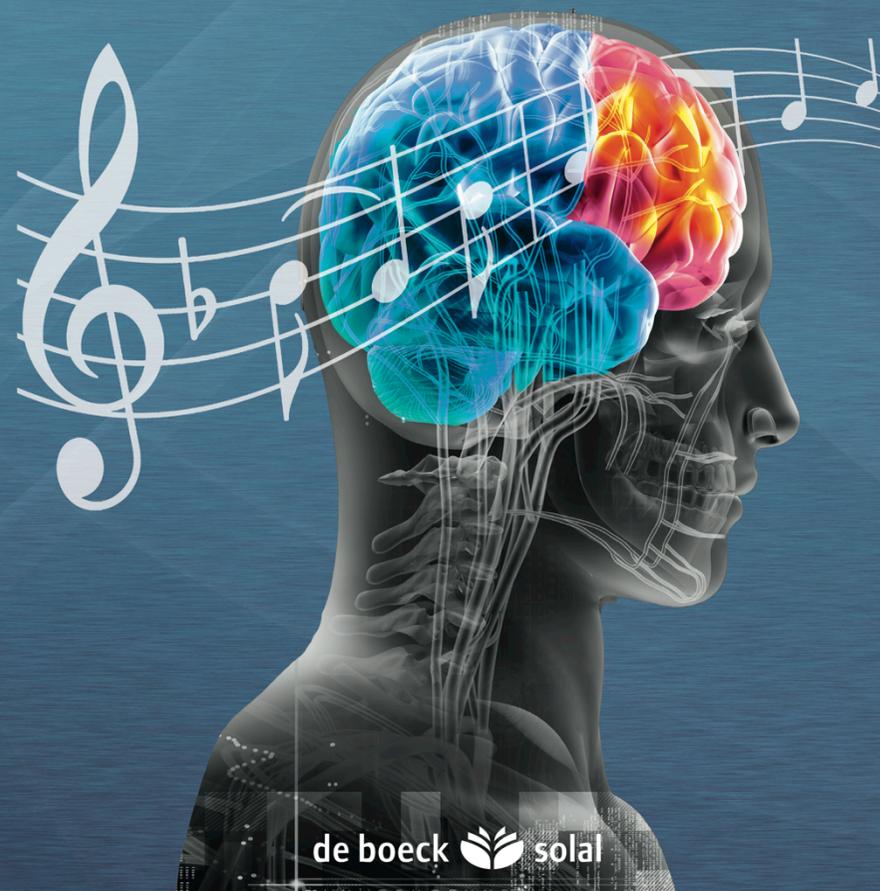
**Mélodys**

Michel Habib - Céline Commeiras

# Mélodys

## Remédiation cognitivo-musicale des troubles d'apprentissage

Michel Habib  
Céline Commeiras



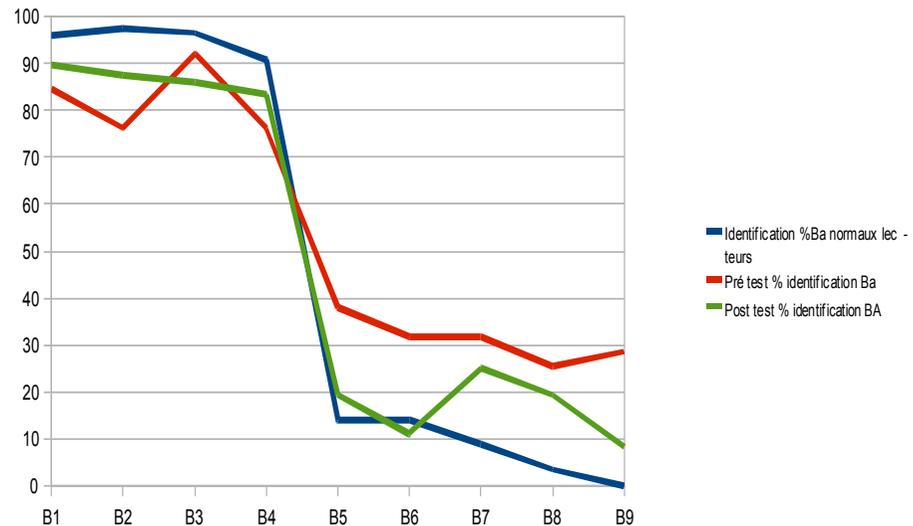
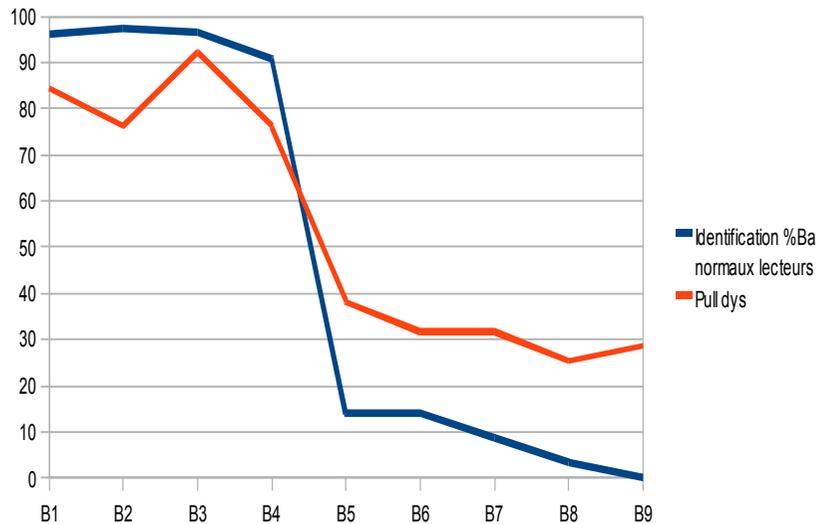
de boeck  solal

# Etude préliminaire d'un entraînement musical intensif

- 12 enfants dyslexie sévère (multi-dys)
- 3 jours, 6 heures/jour 3 ateliers tournants (de 4)
  - Pédagogique : initiation au piano
  - Orthophonique : exercices auditifs (hauteur, durée, timbres, rythme)
  - Psychomoteur : percussions (rythme, tempo, motricité); danse folklorique de groupe
- Evaluation avant / après sur 3 tâches de perception des sons du langage : perception catégorielle, perception des durées, et perception de contours mélodiques altérés

# Résultats préliminaires : effet sur une épreuve de perception catégorielle ba/pa

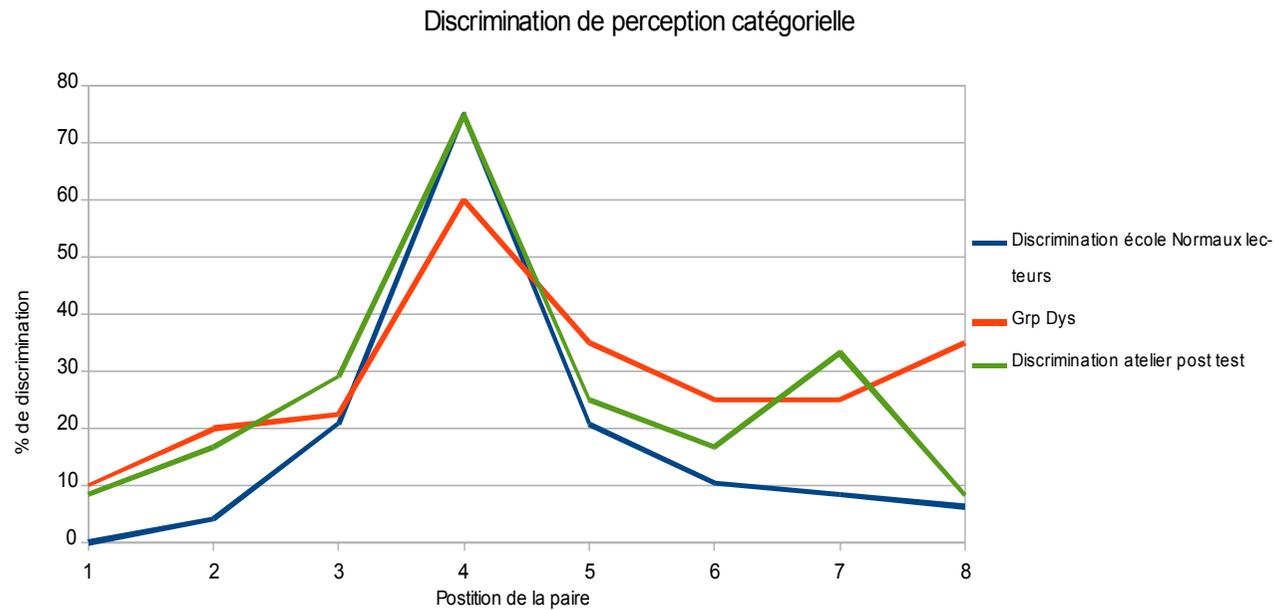
ANOVA à mesures répétées  
 $F(1,21)=2,8; p=0.0051$



Comparaison avant/après atelier rééducatif :

- amélioration perception intra-catégorielle (moins de perception allophonique)
- amélioration perception inter-catégorielle (restitution de la pente de la frontière inter-catégorielle)

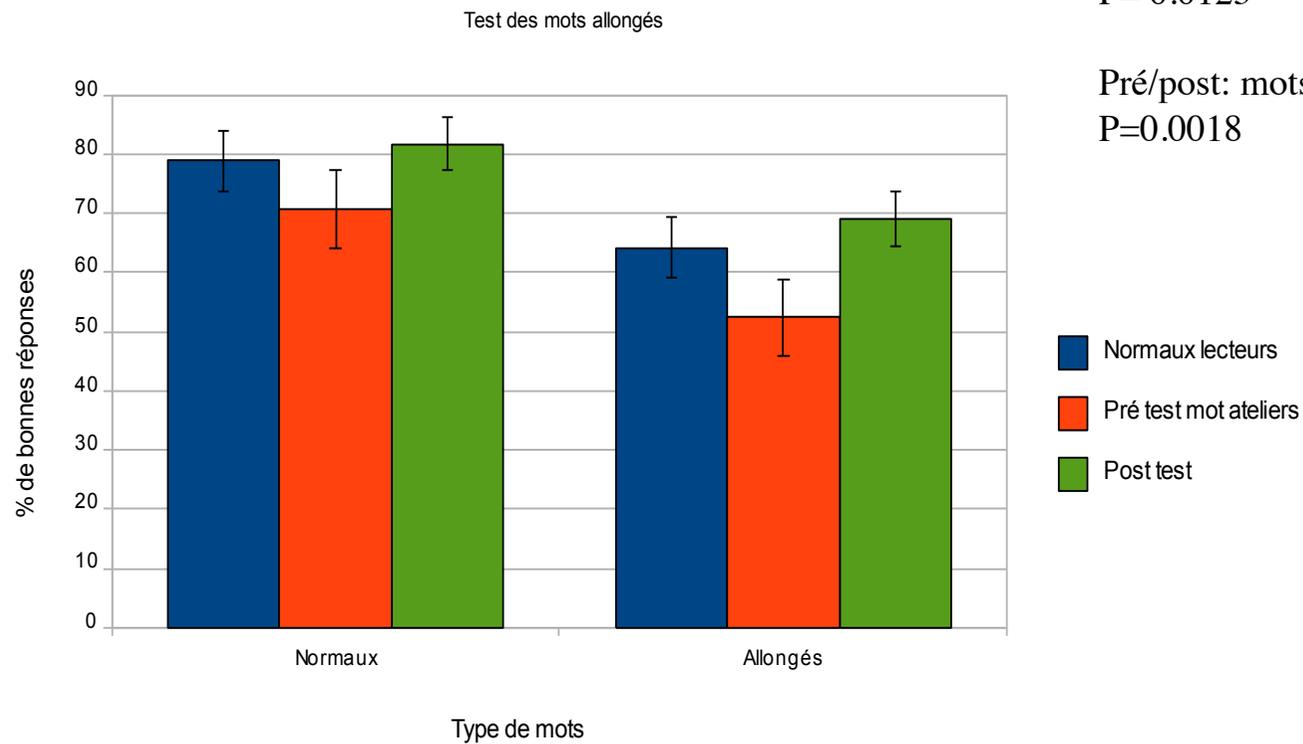
# Perception catégorielle : discrimination



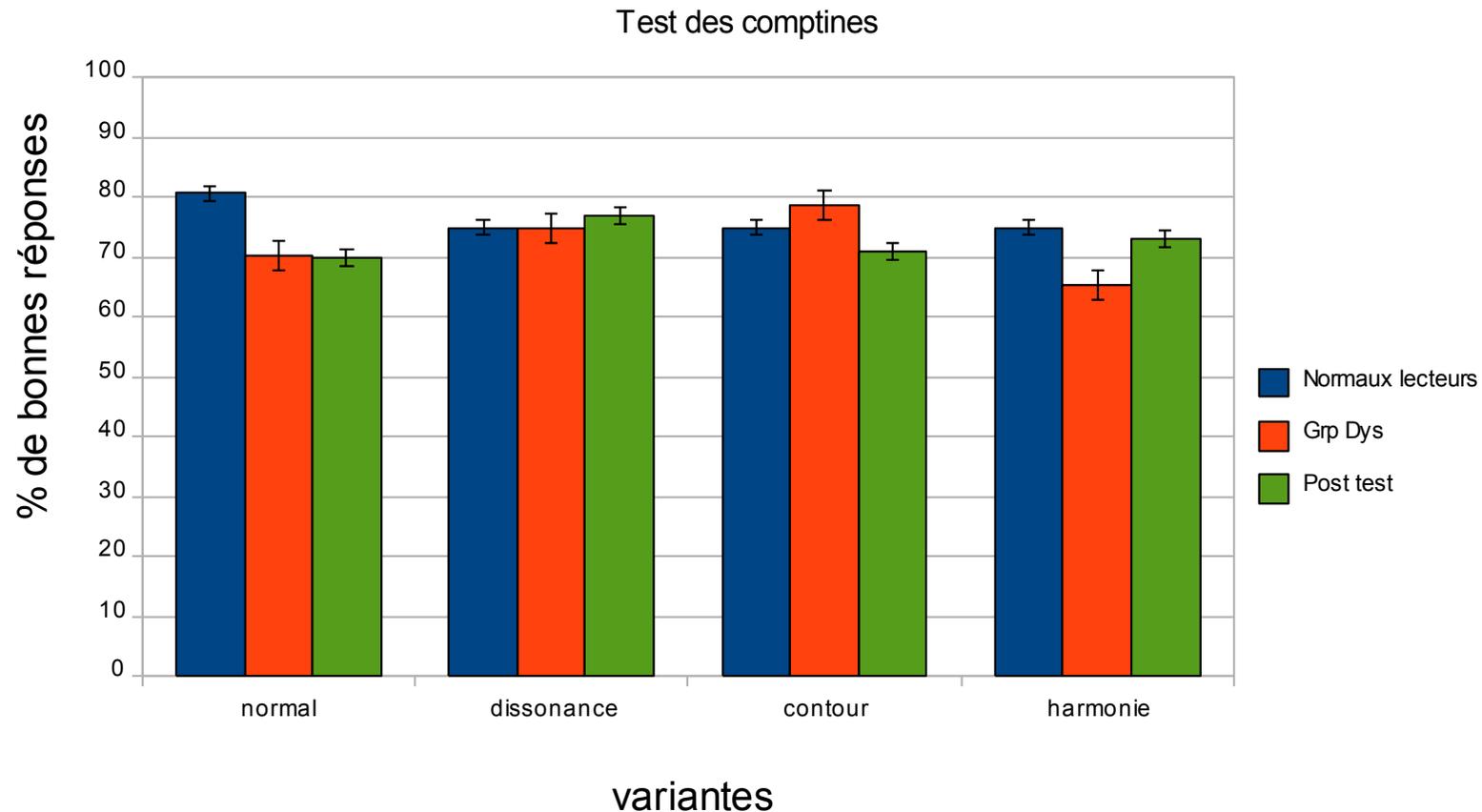
# Test de repérage de syllabes allongées

Pré/post : mots normaux  
P= 0.0123

Pré/post: mots allongés  
P=0.0018



# Comptines



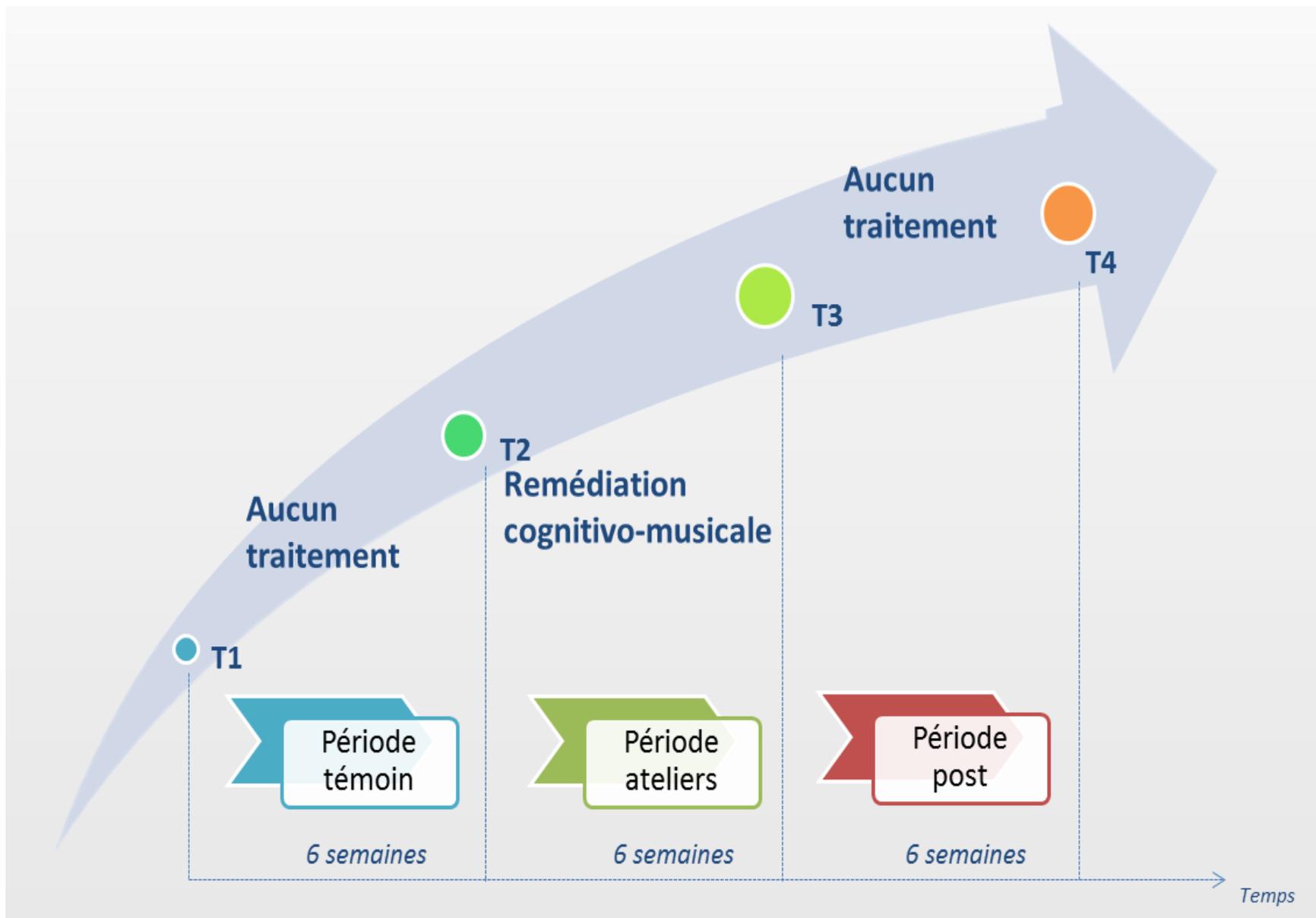
Conformément à nos prédictions, nous ne retrouvons pas de différences entre les différents groupes dans les résultats de ce test. Il n'y a pas non plus de différences avant et après les ateliers de musique.

# En résumé

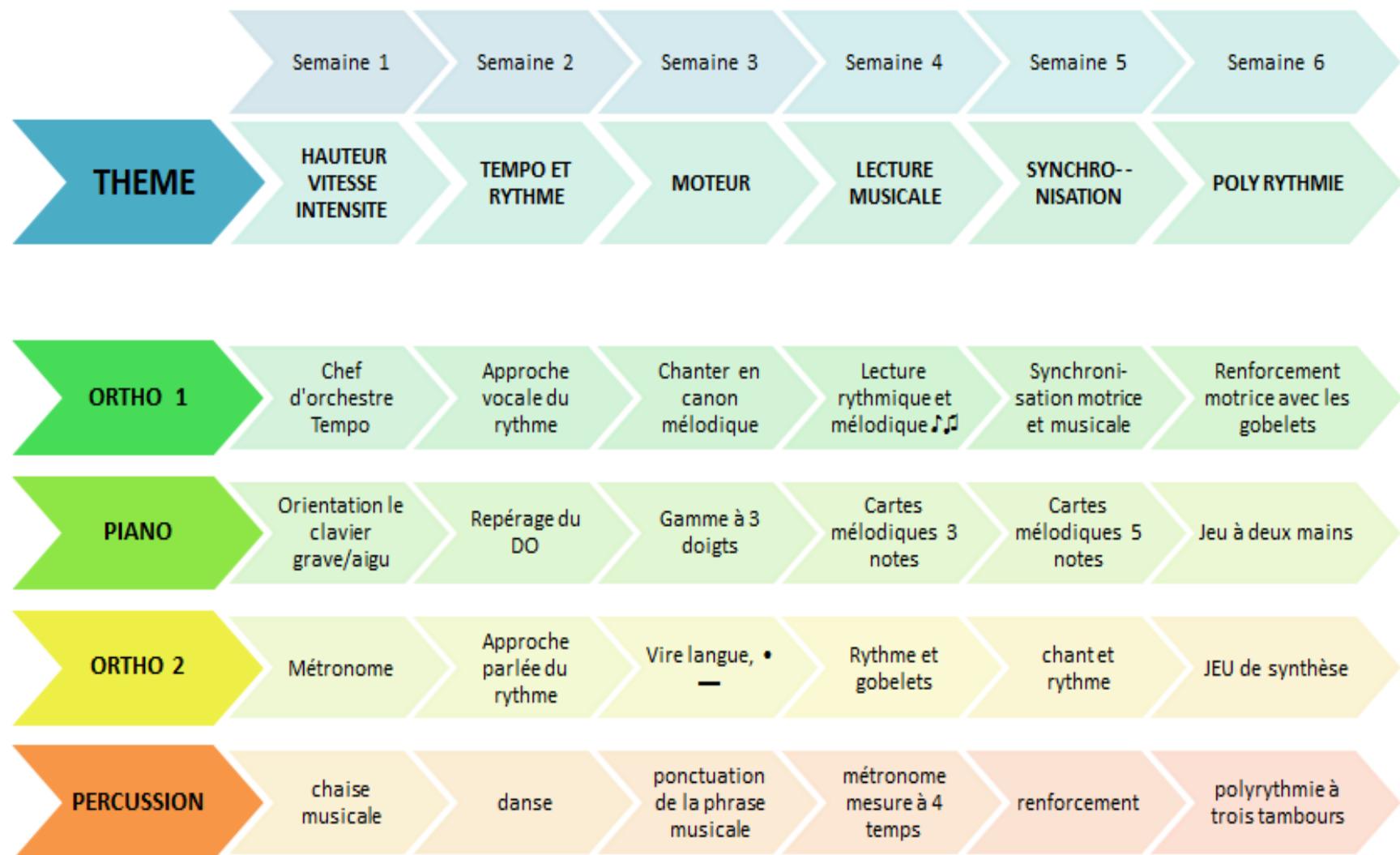
- Un entraînement intensif de 6 heures par jour chez des enfants sévèrement dyslexiques (multi-dys) a permis une amélioration significative d'un déficit préalablement établi dans deux domaines du traitement des sons du langage : la perception catégorielle du voisement et la perception de la durée de syllabes
- Questions à résoudre :
  - Peut-on obtenir des résultats similaires avec un protocole de durée identique mais étalé sur plusieurs semaines?
  - Les effets obtenus sont-ils généralisables à des fonctions cognitives plus générales?
  - Sont-ils durables après l'arrêt de l'entraînement?

## Etude n°2 : dyslexiques en CLIS

- 12 enfants âgés de 7 à 12 ans, tous atteints d'un trouble spécifique du langage et/ou de la parole
- 4 filles 8 garçons
- Sur 6 semaines : deux séances d'orthophonie ou remédiation cognitivo-musicale d'une heure chacune en classe entière (12 enfants) puis deux ateliers musicaux d'une demi-heure : piano et percussion par groupe de quatre enfants.
- 4 mesures T1, T2, T3, T4 : entraînement entre T2 et T3 + deux périodes contrôles

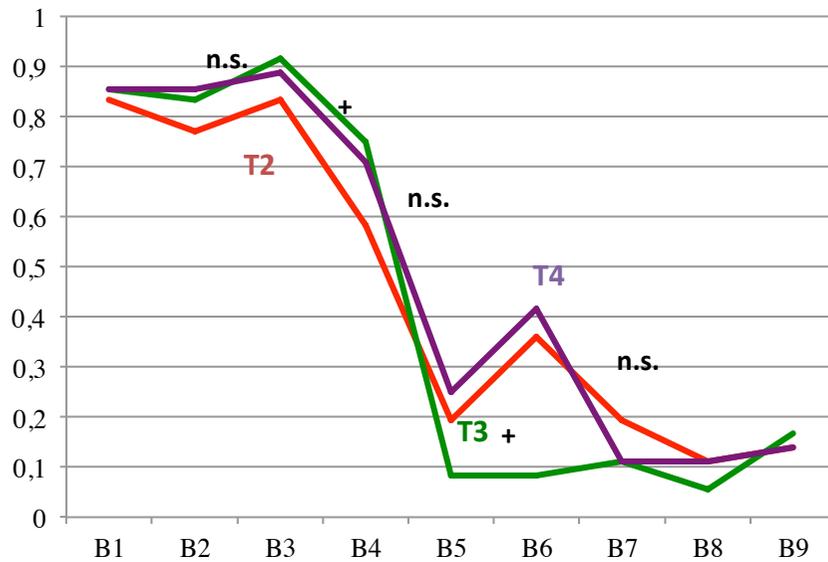


<u>Nom de l'épreuve</u>	<u>Variable dépendante testée</u>	<u>Mesures chiffrées</u>	<u>Abréviations</u>
<b>Mira Stambak : rythme</b>	Structuration temporelle rythmique : Reproduction d'une séquence rythmique motrice (coups)	Nb de structures échouées	E
<b>Attention auditive</b>	PARTIE A : attention auditive soutenue et sélective	Nb de bonnes réponses	ATT AUD A
		Nb de fausses alarmes*	f.a. A
	PARTIE B : attention auditive divisée	Nb de bonnes réponses	ATT AUD B
		Nb de fausses alarmes*	f.a. B
	TOTAL (A + B)	Score total	TOTAL SCORE ATT AUD
		Ecart-type	E.T. ATT AUD
<b>Attention visuo-spatiale</b>	PARTIE A : attention soutenue et sélective	Nb de bonnes réponses	ATT VIS A
		Nb de fausses alarmes*	f.a. A
	PARTIE B : attention divisée	Nb de bonnes réponses	ATT AUD B
		Nb de fausses alarmes *	f.a. B
	TOTAL (A + B)	Score total	TOTAL SCORE ATT VIS
		Ecart-type	E.T. ATT VIS
<b>Répétition de chiffres</b>	Empan de mémoire auditive immédiate	Score empan endroit	EMP. END
		Ecart-type	E.T Endroit
	Empan de mémoire auditive de travail	empan endroit	
		Score empan envers	EMP. ENV
		Ecart-type	E.T. Envers
		empan envers	
<b>Répétition de</b>	Boucle audio phonatoire en mémoire de	Empan pseudo-mots	EMP. PSM



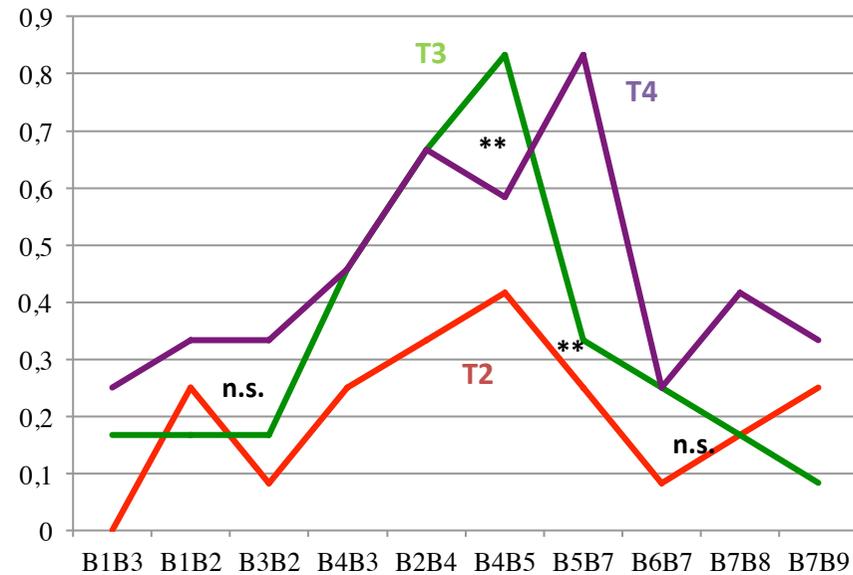
# Test perception catégorielle [ba]-[pa]

## Epreuve d'identification

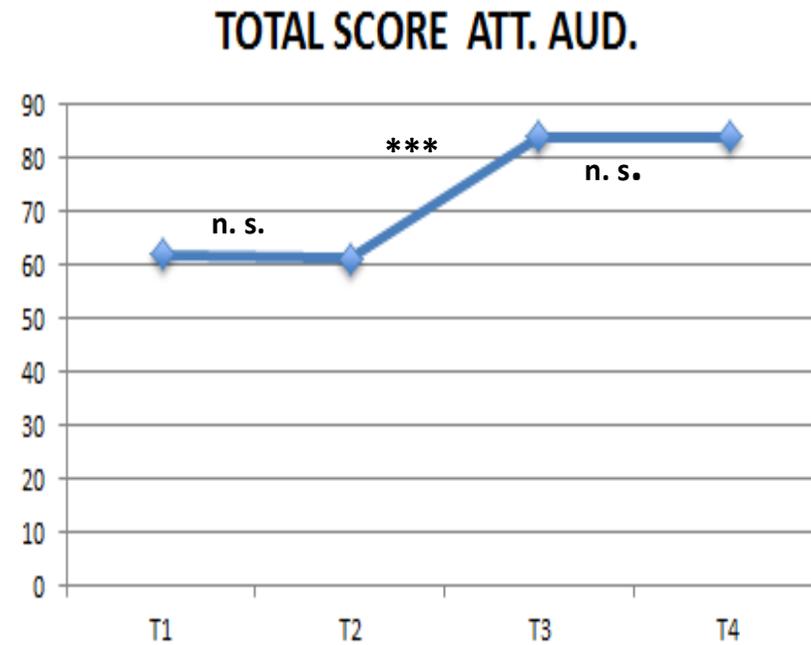
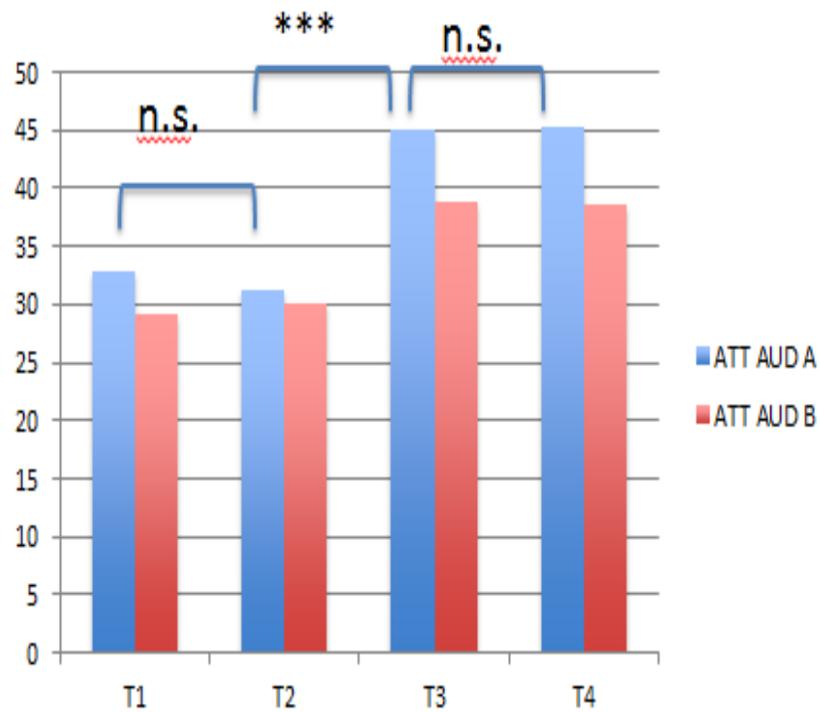


*Tendance positive entre T2 et T3 pour les stimuli B4 ( $t = -1.876$  ;  $p = 0.874$ ) et B6 ( $t = 2.157$  ;  $p = 0.054$ ) et résultats non significatifs entre T1 et T2 et entre T3 et T4 pour tous les autres stimuli.*

## Epreuve de discrimination

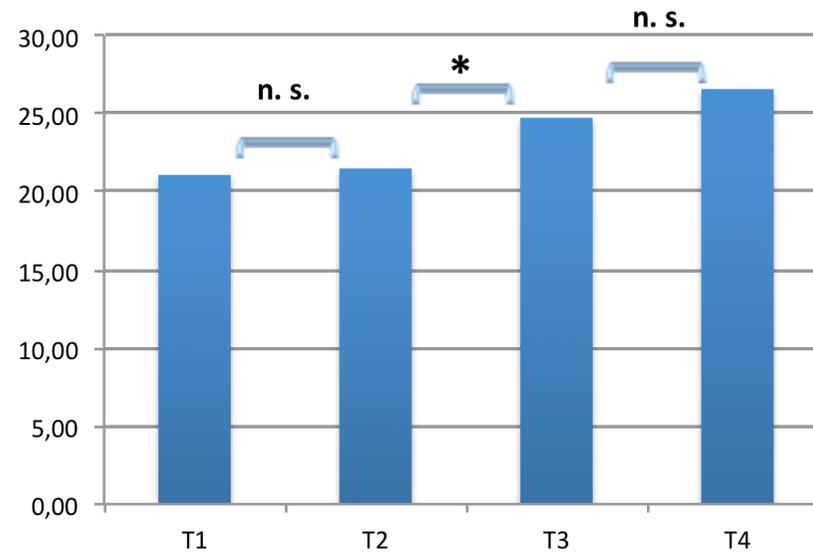


*Résultats significatifs entre T2 et T3 pour la paire intra-catégorielle B5/B7 ( $t = -3.924$  ;  $p = 0.0024$ ) et la paire intercatégorielle B4/B5 ( $t = -2.8$  ;  $p = 0.0172$ )*



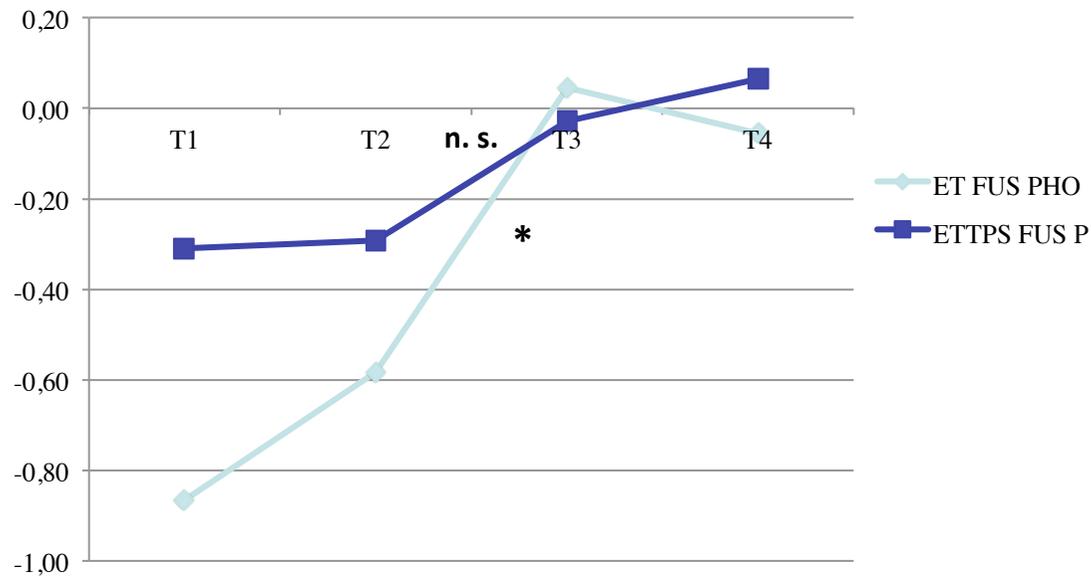
**Scores attention  
auditive soutenue (A),  
attention auditive  
divisée (B)**

### Empan de pseudo-mots (scores)



*Amélioration significative entre T2 et T3 ( $t=-2.563$ ;  $p=0.0264$ ), non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4.*

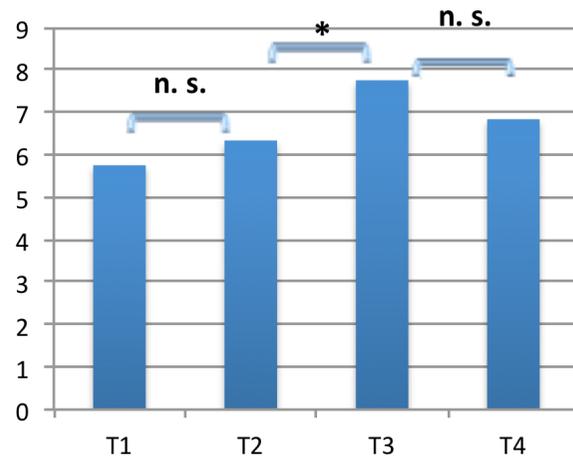
**Conscience phonologique (écart type)  
qualité et vitesse de fusion phonémique**



***Amélioration significative pour l'exactitude de la fusion phonémique entre T2 et T3 ( $t=-2.901$ ;  $p=0.0144$ ), non***

***significative entre T1 et T2 ( $t=-1.141$ ;  $p=0.254$ ), T2 et T4 ( $t=-0.141$ ;  $p=0.889$ ).***

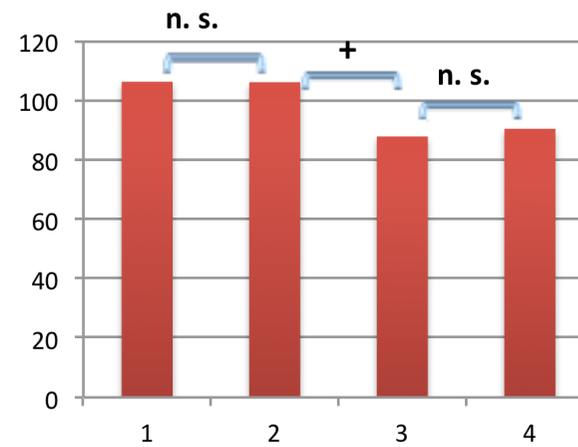
**Score fusion phonémique /10**



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 10 : Histogramme illustrant l'évolution des performances en fusion phonémique pour les 4 mesures.** Amélioration significative pour la qualité entre T2 et T3 ( $t = -2.837$ ;  $p = 0.0162$ ), non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4.

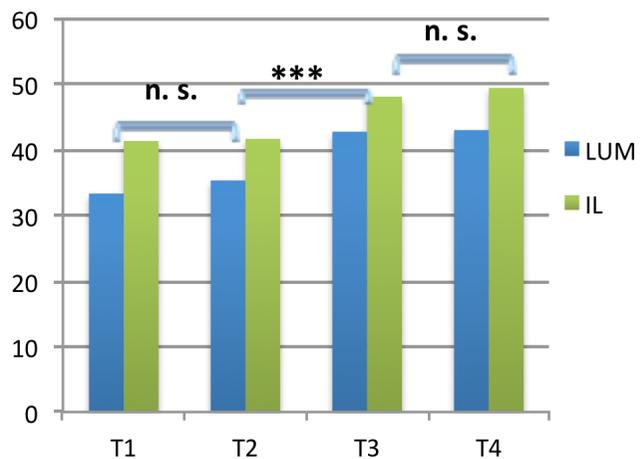
**Temps fusion phonémique (en sec.)**



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 11 : Histogramme illustrant la vitesse moyenne de fusion phonémique pour les 4 mesures en secondes.** Tendence positive pour la vitesse entre T2 et T3 ( $t = 1.939$ ;  $p = 0.0786$ ), non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4.

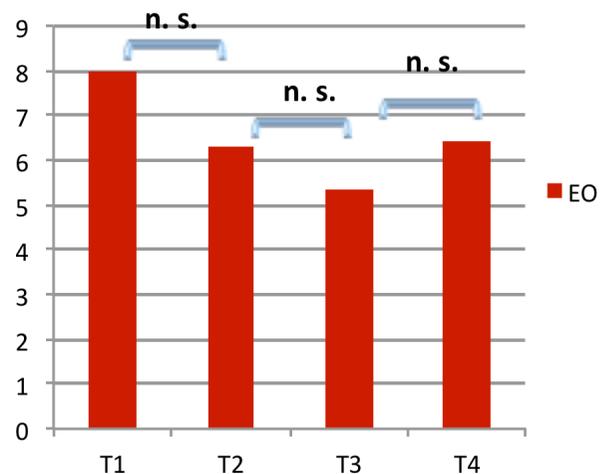
### Scores de lecture en une minute (LUM), et items lus (IL)



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 12 :** Histogramme illustrant les scores moyens obtenus pour (LUM) et (IL) pour les 4 mesures. Amélioration significative pour (LUM) entre T2 et T3 ( $t = -5.583$  ;  $p = 0.0002$ ), et pour (IL) entre T2 et T3 ( $t = 7.489$  ;  $p < 0.0001$ ) ; non significative entre T1 et T2 et entre T3 et T4.

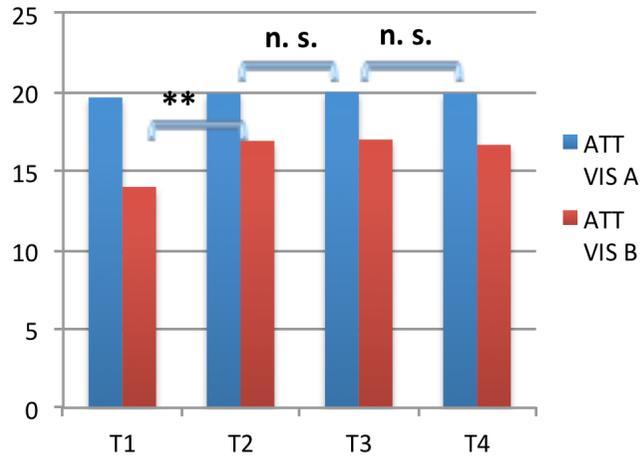
### Erreurs d'oralisation (EO)



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 13 :** Histogramme illustrant les scores moyens obtenus pour (EO) pour chacune des 4 mesures. Résultats non significatifs malgré le recul du nombre d'erreurs à T3 .

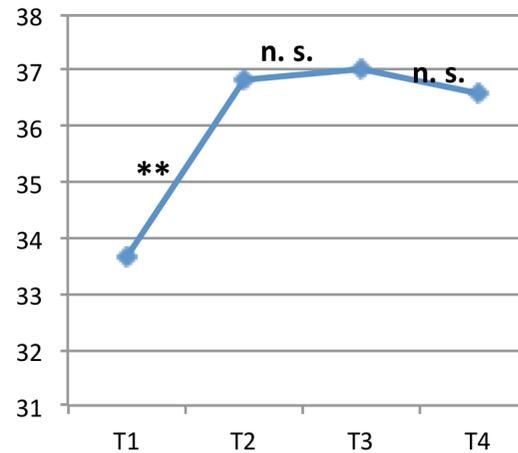
### Scores attention visuo-spatiale (A) et (B)



\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 17 : Histogramme illustrant l'évolution des scores (A) et (B) obtenus en attention visuo-spatiale (où total = (A) +(B) avec partie (A) : soutenue et sélective et partie (B) : divisée) entre les quatre mesures. Amélioration significative de l'attention visuo-spatiale divisée (B) entre T1 et T2 ( $t = -3.772$ ;  $p = 0.0031$ ), non significative entre T2 et T3 ; et non significative entre T3 et T4.**

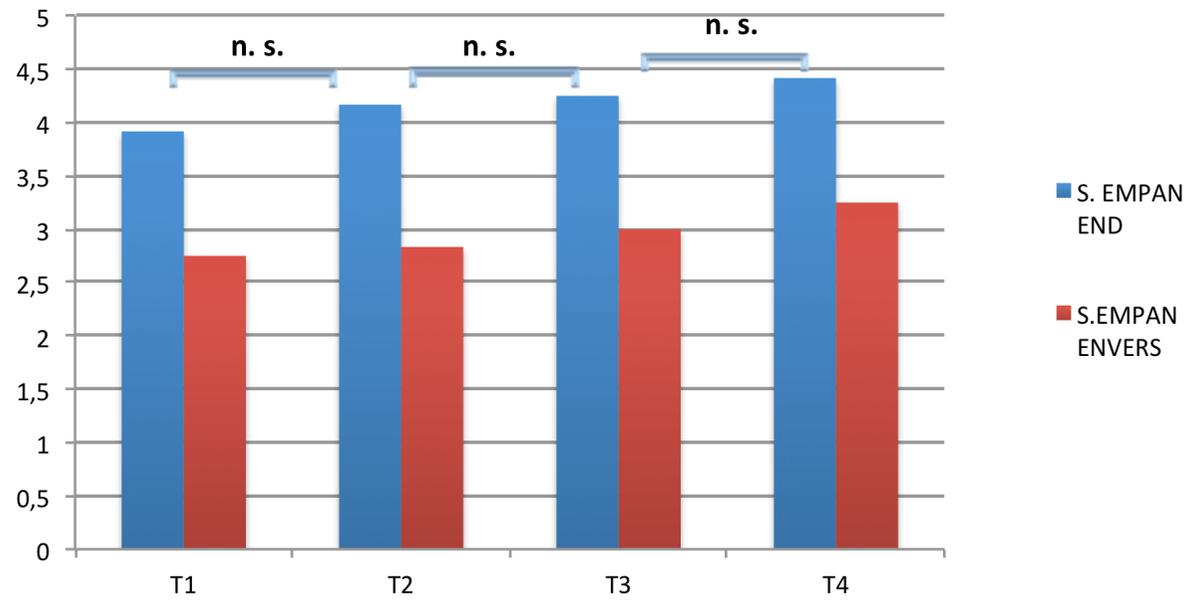
### Score total d'attention visuo-spatiale



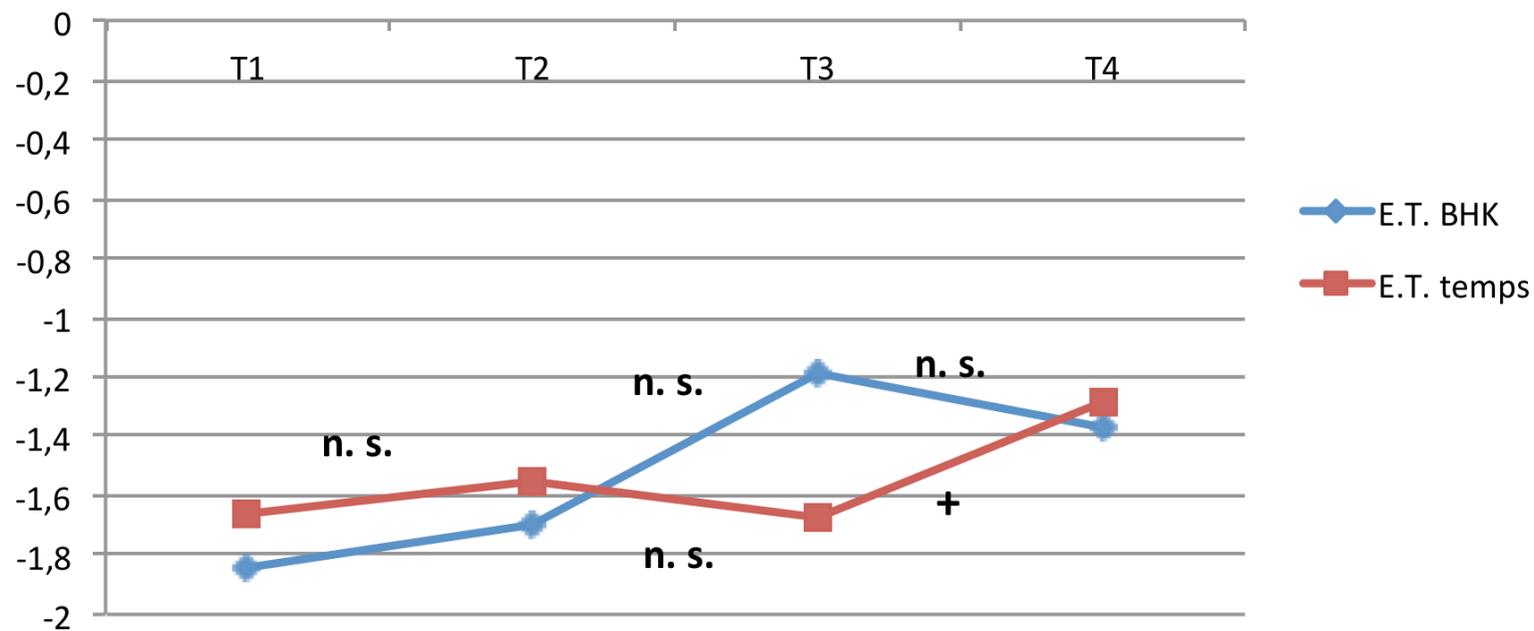
\*\*\* :  $p < 0,001$  ; \*\* :  $p < 0,01$  ; \* :  $p < 0,05$  ; + :  $p < 0,1$  ; n.s: non significatif

**Figure 18 : Courbe de points illustrant l'évolution du score total moyen obtenu en attention visuo-spatiale (où total = (A) +(B) avec partie (A) : soutenue et sélective et partie (B) = divisée) entre les quatre mesures. Amélioration significative du score total entre T1 et T2 ( $t = -3.842$ ;  $p = 0.0027$ ), non significative entre T2 et T3 ; et non significative entre T3 et T4.**

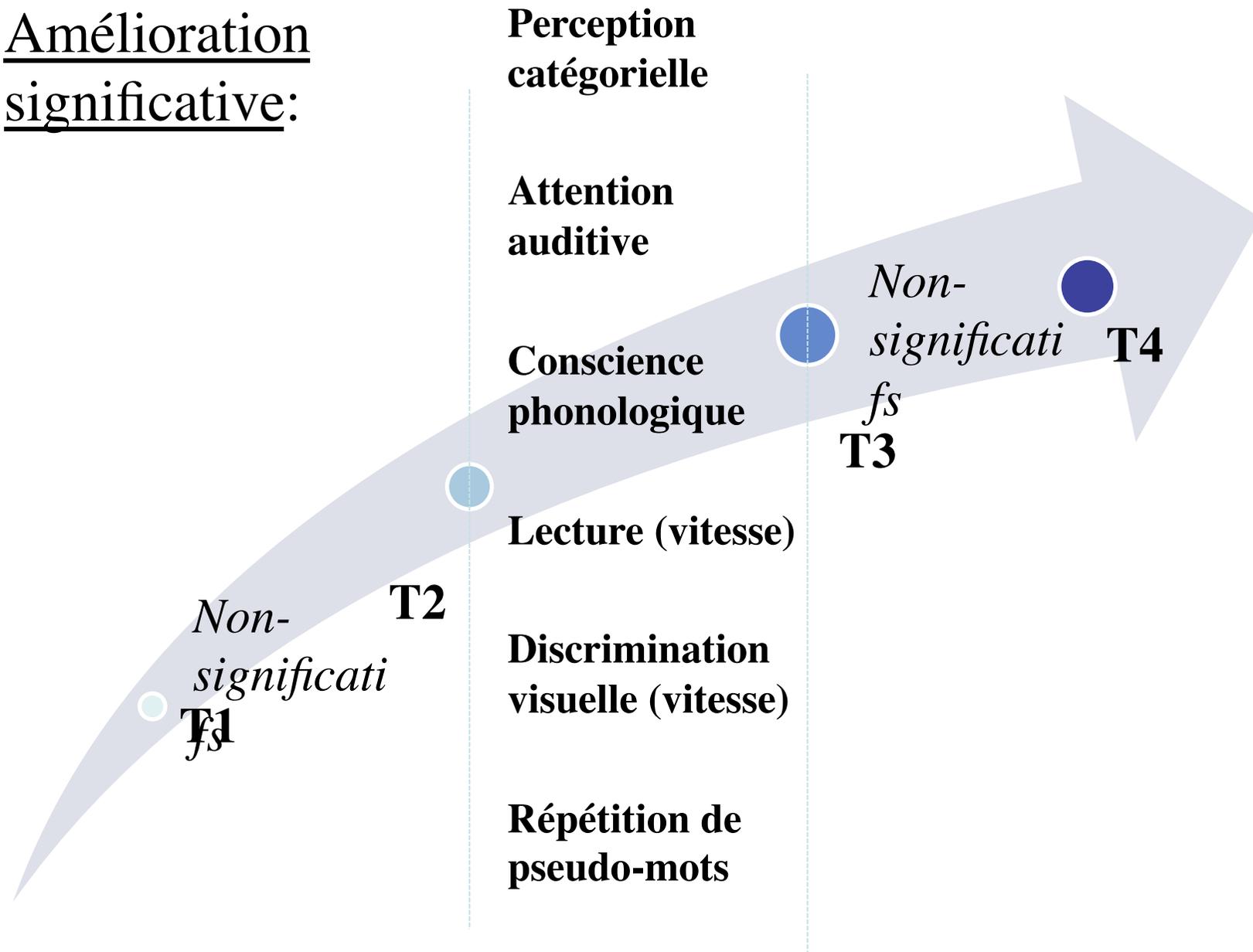
## Empan de chiffres endroit et envers



## Qualité et vitesse du geste graphique (écarts types)



Amélioration  
significative:



## En résumé (étude n°2)

- Le déficit de perception catégorielle caractéristique du trouble de perception des sons du langage des dyslexiques s'améliore significativement après un entraînement de 18h d'activités musicales à dominante intermodalitaire même étalées sur 6 semaines
- Cet effet se généralise également à diverses mesures du déficit cognitif, en particulier phonologique, lecture et attention auditive (mais pas attention visuelle, ni aptitudes graphiques).
- Autant qu'on puisse en juger sur les épreuves pratiquées, l'effet obtenu persiste 6 semaines après l'arrêt du traitement

# Etude n°3 : précurseurs de la lecture en maternelle

- 14 garçons et 10 filles, âgés de 4 ans 10 mois à 5 ans 9 mois.

	Dates	Durée
Bilan pré-entraînement	B1 23/09/13 au 4/10/13	2 semaines
Entraînement Musical / Arts Plastiques	18/10/13 au 31/01/14	12 semaines
Bilan 2	B2 03/02/14 au 14/02/14	2 semaines
Aucune intervention musicale	01/02/14 au 01/04/14	8 semaines
Bilan 3	B3 01/04/14 au 11/04/14	2 semaines

---

## Épreuves retenues:

### 1- Traitement de l'information visuelle

- Nombre de cloches en 1 mn (Gauthier, Dehaut, Joanette )
- Reconnaissance de lettres (S.Borel-Maisonny)

### 2- Langage en réception

- Vocabulaire TVAP (JJ.Deltour et D.Hupkens)
- Compréhension orale ECOSSE (P.Lecocq)

### 3- Langage en production

- Discours spontané
- Répétition de logatomes (S.Borel-Maisonny )
- Dénomination rapide de couleurs et d'images
- Test de closure grammaticale (JJ.Deltour)

### 4- Mémoire phonologique

- Empan de chiffres endroit (EVALO)

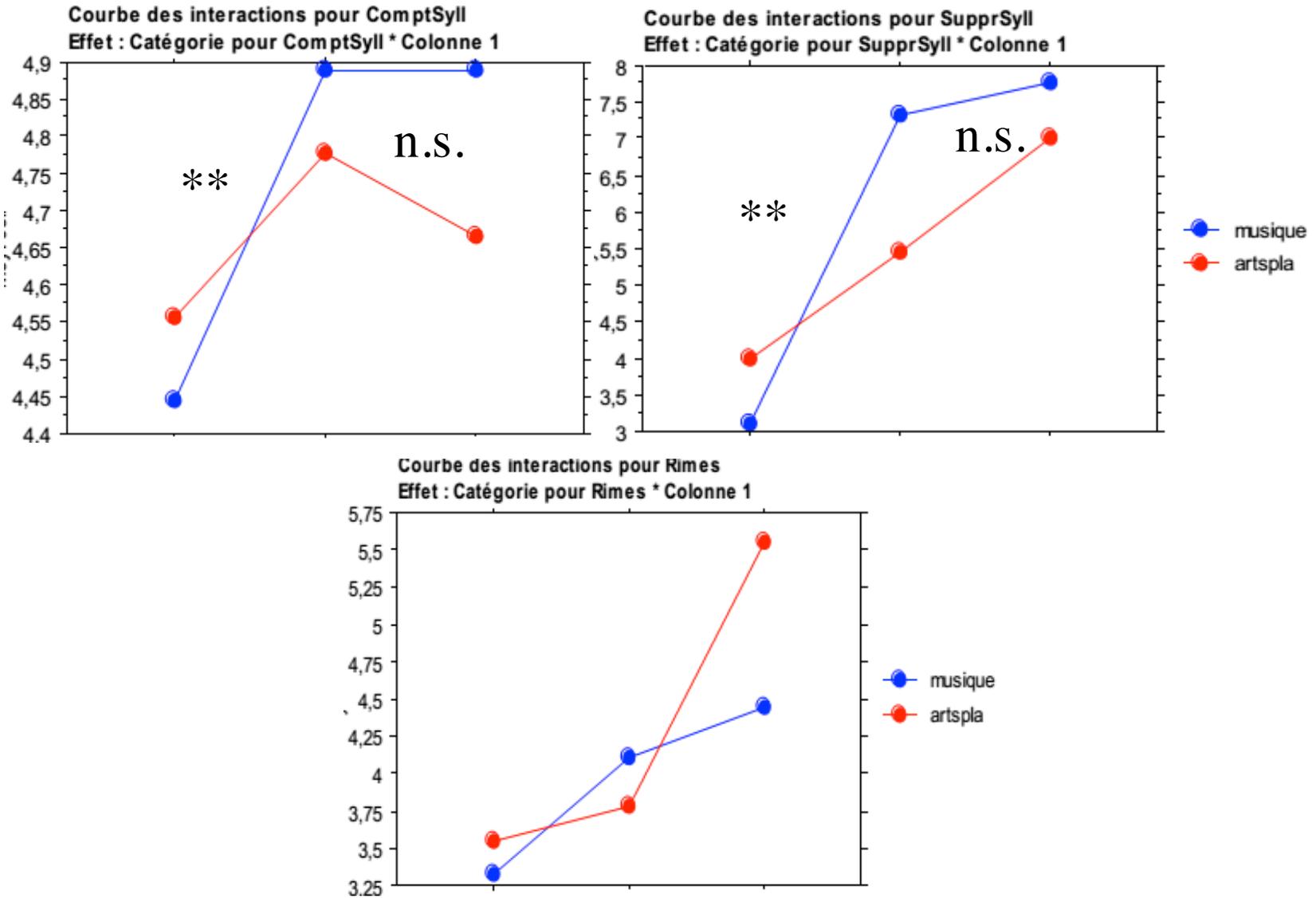
### 5- Mémoire de travail

- Empan de chiffres envers (EVALO)

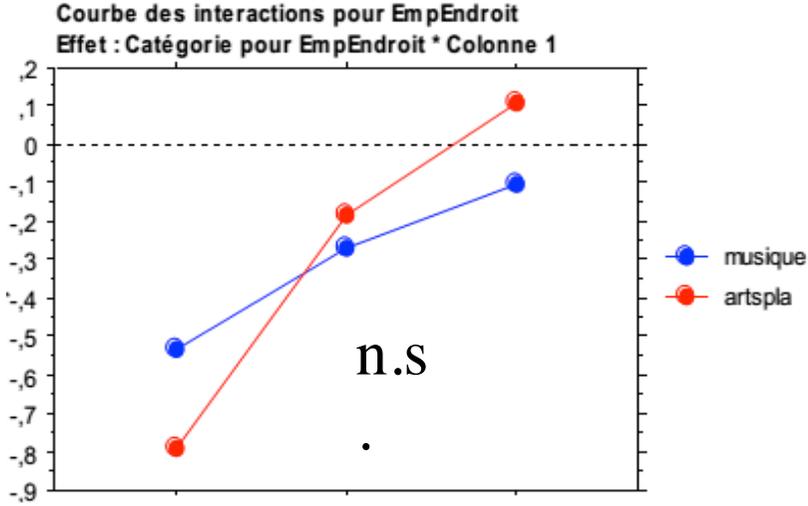
### 6- Conscience phonologique (M.Jacquier-Roux et M.Zorman)

- Rimes
  - Comptage syllabique
  - Suppression syllabique
-

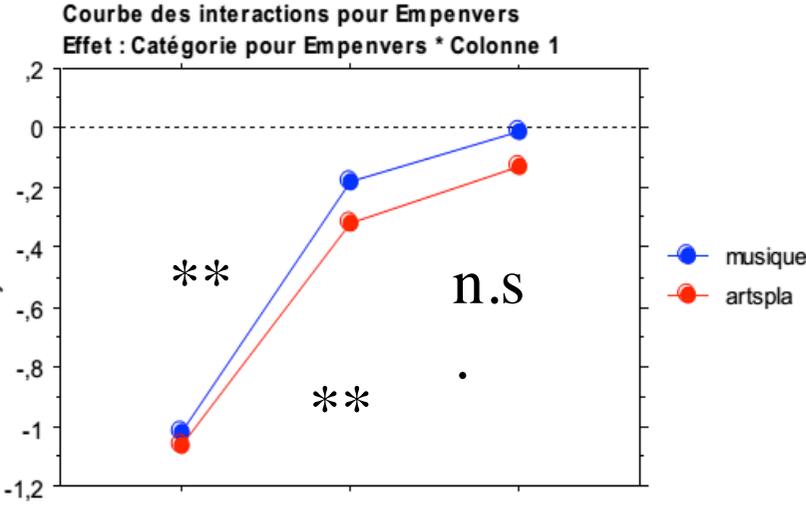
# Tests de conscience phonologique



# Mémoire auditivo-verbale



Empan endroit



Empan envers

## En résumé (étude n°3)

- Comme pour des enfants dyslexiques de primaire, des enfants de maternelle, sans pathologie avérée, mais provenant d'un milieu socialement fragile, améliorent également leurs performances en phonologie et en mémoire de travail.
- L'amélioration en mémoire de travail est similaire à celle du groupe témoin
- Diverses mesures de langage oral de même que des mesures de dénomination rapide s'améliorent également dans les deux groupes d'entraînement (musique et arts plastiques) au cours de la période d'entraînement

# En résumé

- Un entraînement intensif de 18 heures, qu'il soit groupé sur 3 jours ou étalé sur 5-6 semaines, améliore de façon significative des variables linguistiques non entraînées
- Par comparaison à une période sans entraînement, un effet significatif de l'entraînement est retrouvé sur diverses mesures directement impliquées dans les apprentissages scolaires (phonologie, lecture, attention auditive, mémoire de travail)
- Comme pour des enfants dyslexiques de primaire, des enfants de maternelle, sans pathologie avérée, mais provenant d'un milieu socialement fragile, améliorent également leurs performances en phonologie et en mémoire de travail.

# Conclusion

- Il existe à présent des arguments solides pour affirmer que la pratique de la musique, au-delà de l'effet anecdotique sur l'intelligence, le raisonnement, ou l'apprentissage de la lecture, possède un réel effet sculptant sur les connexions intra-cérébrales, précisément déficientes ou mal organisées chez beaucoup d'enfants souffrant de troubles spécifiques d'apprentissage
- La condition principale de cette efficacité est le caractère intensif, répétitif et surtout intermodalitaire (visuo-auditivo-sensori-moteur) de l'entraînement. La composante rythmique de l'entraînement a toutes chances d'être un élément crucial de l'efficacité.
- La modalité optimale semble être l'entraînement en petits groupes d'enfants de même niveau, en associant une partie rééducative et une partie pédagogique d'apprentissage de l'instrument.
- A cet égard, l'utilisation de la musique dans la rééducation des troubles dys réalise un modèle de choix de 'neuroéducation'
  - Par la nécessité d'un lien fort entre le rééducateur et le pédagogue
  - Par le bénéfice clair que tire le pédagogue des données recueillies par le praticien de santé
  - Par l'effet fondamentalement curatif de l'apprentissage de l'instrument sur le mécanisme même du trouble