

Project

Bases Neurales des traitements morphologique et sémantique chez le lecteur adulte expert et dyslexique

Johannes Ziegler⁽¹⁾, Eddy Cavalli⁽²⁾, Valérie Chanoine⁽³⁾,
Pascale Colé⁽¹⁾, Pascal Belin⁽⁴⁾

(1) LPC, (2) (EMC, Lyon), (3) ILCB/BLRI, (4) IN

Abstract

La dyslexie développementale est un des troubles spécifiques des apprentissages qui est actuellement le plus étudié. En effet, de nombreuses études cherchent à décrire et comprendre les facteurs de risque de la dyslexie en identifiant les causes possibles et l'ensemble des déficits observés. Toutefois, très peu d'études sont actuellement conduites pour comprendre les facteurs de protection de la dyslexie susceptibles de limiter l'impact des déficits cognitifs que présentent ces individus en lecture et de leur permettre de réussir leur parcours académique. Dans ce contexte, l'objectif général de ce projet consiste à étudier et décrire les bases neurales de certains traitements impliqués dans la lecture et identifiés comme des facteurs de protection de la dyslexie : les traitements morphologiques et sémantiques. En comparant un groupe d'adultes lecteurs experts et d'adultes dyslexiques (tous étudiants à l'université), ce projet vise à décrire l'organisation (ou la réorganisation) fonctionnelle des représentations morphologiques et sémantiques pour éclairer les mécanismes et stratégies compensatoires dans la dyslexie chez l'adulte. L'originalité de ce projet est triple : D'abord, nous utilisons l'IRM fonctionnelle (IRMf) associée à la technique d'analyse multivariée de type RSA (Representational Similarity Analysis) pour étudier précisément la nature des représentations morphologiques, orthographiques et sémantiques dans des régions d'intérêt du cerveau et sur l'ensemble du cerveau ; puis nous utilisons une vraie tâche de lecture (lecture à voix haute de mots isolés) en non pas une tâche de décision lexicale avec ou sans amorce ; enfin nous utilisons des techniques de diffusions (DTI) récentes pour étudier la connectivité structurale chez l'adulte dyslexique. Ce projet a le potentiel de renseigner la théorie et les modèles neurolinguistiques du traitement morphologique et permettra de préciser un modèle neurocognitif de la compensation dans la dyslexie chez l'adulte.

Publications

Cavalli, E., Chanoine, V., Tan, Y., Anton, J.-L., Giordano, B., Pegado F. & Ziegler, J.C. (en préparation) Atypical Hemispheric Re-Organization of the Reading Network in High-Functioning Adults with Dyslexia: Evidence from Representational Similarity Analysis

Tan, Y., Chanoine, V., Cavalli, E., Anton, J.-L. & Ziegler, J.C. (2022). Is there evidence for a noisy computation deficit in developmental dyslexia? *Front. Hum. Neurosci.* 16:919465. 10.3389/fnhum.2022.919465

Poster. Cavalli E., Chanoine V., Sangouard E., Anton J.-L., Nazarian, B. Sein, J. Belin P. & Ziegler, J.-C. Bases neurales des traitements morphologique et sémantique chez le lecteur adulte Expert et dyslexique – projet *MorphoSem*. *Journée ILCB, February 23, 2018, Marseille.*

■ Fiche-résumé contribution CREx

MorphoSem



Bases Neurales des traitements morphologique et sémantique chez le lecteur adulte expert et dyslexique

Investigateurs : Johannes Ziegler (LPC), Eddy Cavalli (EMC, Lyon), Valérie Chanoine (ILCB/BLRI), Pascale Colé (LPC), Pascal Belin (INT),

Durée : depuis janvier 2018

Contribution : Aide à la conception du paradigme, à la passation, au prétraitement et à l'analyse des données. Formation d'une étudiante en master 2.

Objectif : *Etudier les bases neurales des traitements morphologique et sémantique chez le lecteur adulte expert et dyslexique.*

■ Formation

Formation d'une étudiante de Master 2 neurosciences aux principes de l'IRMf. Les principales phases de tutorat concernent : l'acquisition des données, le traitement des données sur SPM12 (analyses univariées) et l'aide à la rédaction du mémoire dans les sections liées aux techniques de neuroimagerie.

■ **Paradigme** – Elaboration de paradigmes adaptés à l'IRMf, notamment celui pour l'analyse multivariée RSA (Representational Similarity Analysis) de type « fast event-related design » (cf. Annexe pour plus de détails). Les participants effectuent 2 tâches pendant l'examen IRMf : une tâche de lecture à voix haute de mots isolés (34 mots) et une tâche de type « localize » qui nécessite des processus cognitifs ou perceptifs différents (compréhension de phrases, de calcul mental, d'actions motrices et de perception visuelle). Dans le contexte de l'analyse RSA, les participants réalisent également en dehors du scanner, une tâche de jugement de similarité morphologique et sémantique entre chaque paire de mots (parmi les 34 mots utilisés dans la tâche de lecture). Le principe est de rechercher des corrélations entre des matrices de similarité morphologique ou sémantique comportementales et des matrices de similarité morphologique ou sémantique neurales.

Mardi 27 Février 2018

- **Passation** – Passation réalisée auprès de 50 volontaires adultes normo-lecteurs (25 NL) et dyslexiques (25 DYS) (en cours).
- **Prétraitement** – Elaboration de routines pour importer les données au format BIDS et pour prétraiter les données à l’aide du logiciel SPM12.
- **Analyse** – Analyses univariée (sur SPM12) et multivariée de type RSA (à l’aide de l’outil « rsatoolbox »).
- **Diffusion** – Poster + Articles (1 accepté + 1 soumis) (cf. section Publications)

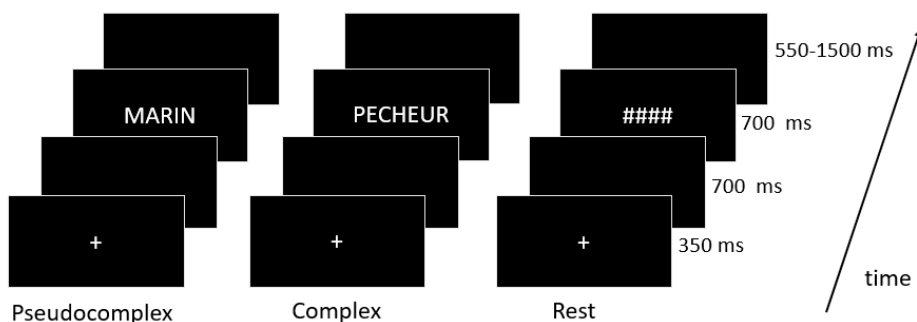
Annexe

Short description of Experimental Protocol

Reading task during fMRI scanning (for RSA)

Stimuli: 34 words morphologically complex or pseudocomplex words were used. Complex words (17) were composed of 2 morphemes (e.g. “PECHEUR”) and Pseudocomplex words (17) of 1 morpheme (e.g. “MARIN”). For baseline, meaningless symbols (#####) were opposed preserving the same number of characters as words.

A fast event-related design was adopted. A fixation cross was first presented at the center of the screen for ~350 ms, followed by a black screen of ~700 ms, followed by a stimulus (complex word, pseudocomplex word or hash marks) of ~700 ms and ended by a black screen jittered between ~550–1,550 ms. This design yields an overlapping, yet detectable pf hemodynamic responses (Kriegeskorte et al. 2008a; Nili et al. 2014).

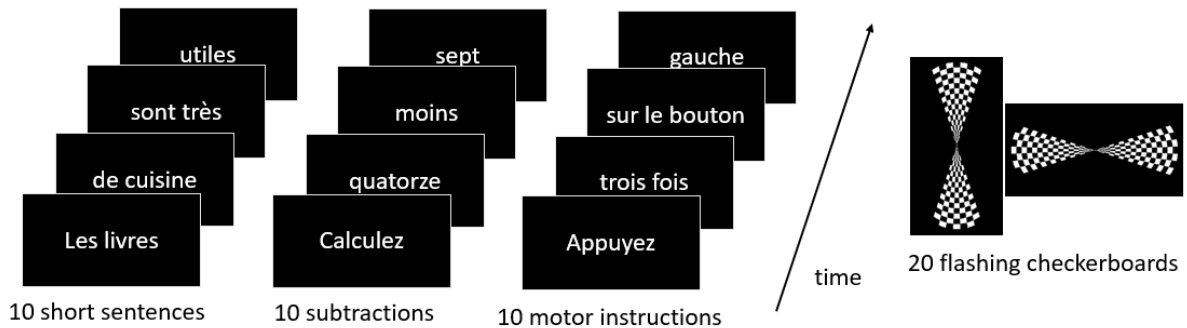


The 34 stimulus words were presented in a different pseudo-random order in each of the 4 runs. 136 trials were used per run: 102 words (3 repetitions of the same word) and 34 hash marks. Stimuli were

visually presented by means of Labview software through a back-projection screen positioned back to the scanner and viewed on a mirror. A microphone was also used as vocal key just above the head coil to accurately detect the quality and speed of reading. The participants were asked to read aloud only the word as fast and correct as possible. The duration of 1 run is around 5 minutes.

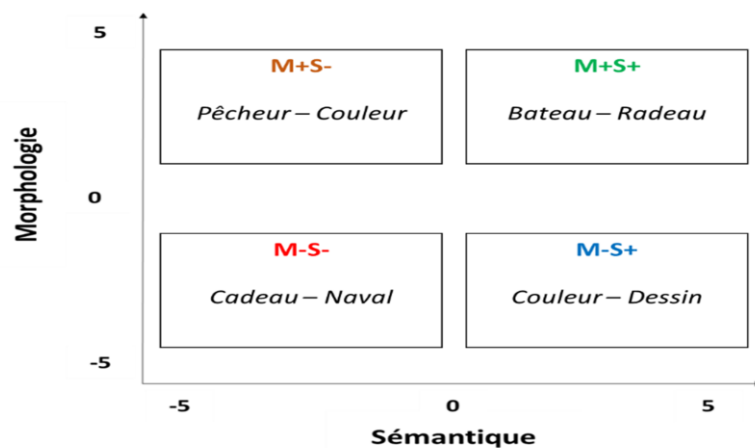
Localizer task during fMRI scanning

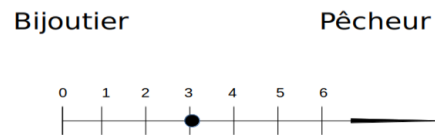
The localizer is an adaptation of a task introduced by [Pinel et al., 2017](#). The duration of the task is around 5 minutes. It captures the cerebral bases of auditory and visual perception, motor actions, reading, language comprehension and mental calculation. The figure presents only the visual modality of the task.



Judgment task of phonological (M) or semantic(S) similarity

561 pairs of words were constructed from the word list (34 mots) from reading task using 4 similarity categories (M+S-, M+S+, M-S-, M-S+). Two independent tasks (M and S) are used. Participant were asked to judge the degree of similarity using a scaling slider (0 to 6)





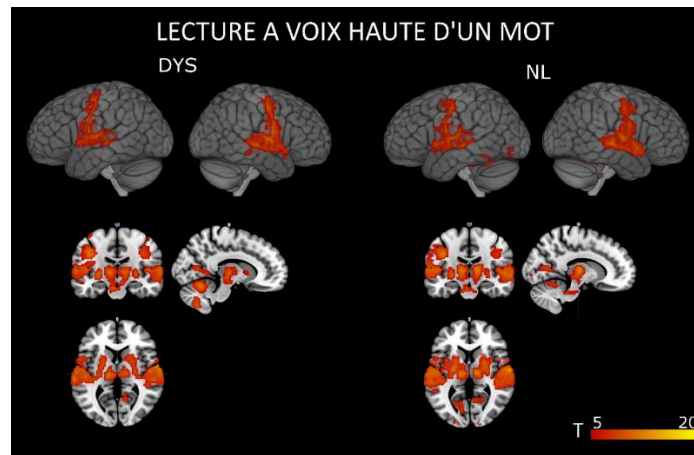
Data acquisition and preprocessing

Data acquisition was performed on an IRM 3 Tesla Magnetom Prisma, Siemens (CERIMED, INT, Marseille, France). A Fieldmap acquisition was collected to estimate and correct the B0 inhomogeneity. Functional images were acquired using a T2*-weighted gradient-echo planar sequence (54 slices per volume, multi-band accelerator factor 3, repetition time = 1.224 s, resolution= 2.5 mm³). During the reading task, a total of 2968 functional scans were acquired during four sessions of 742 scans each. During the localizer, 256 functional scans were acquired. Whole brain anatomical MRI data was acquired using high-resolution structural T1-weighted image (MPRAGE sequence, resolution= 0.8 mm³) in the sagittal plane. Two Diffusion Weighted Imaging (DWI) sequences of 6 minutes were also administrated for reconstruction of white fiber bundles (resolution= 1.8 mm³, b300, 1000, 2000, 90 directions x 2 AP & PA).

The fMRI data were pre-processed and analyzed using Statistical Parametric Mapping software (SPM12, <http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm12/>). The anatomical scan was spatially normalized to the avg152 T1-weighted brain template defined by the Montreal Neurological Institute using the default parameters (nonlinear transformation). Functional volumes were spatially realigned and normalized (using the combination of deformation field, coregistered structural and sliced functional images) and smoothed with an isotropic Gaussian kernel (FWHM=6mm). The fieldmap images were used during the realign and unwarp procedure for distortion and motion correction.

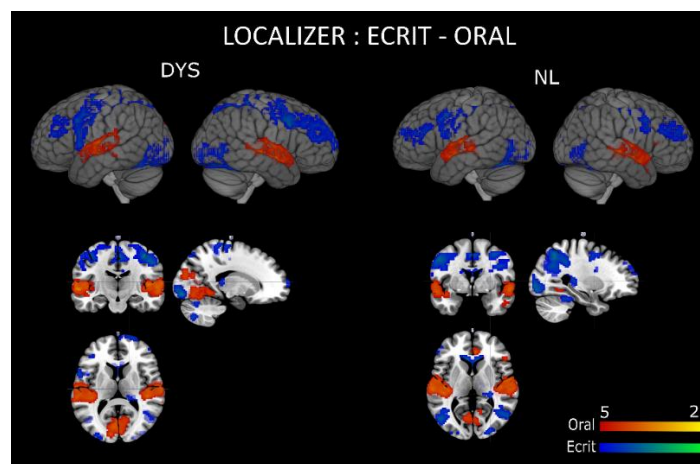
Univariate Analysis (in progress, on 20 DYS and 20 NL)

Reading Task. For each subject, a general linear model (GLM) was generated. It included, for each of the four sessions, 9 regressors modelling the 3 conditions of task (i.e., Complex, Pseudocomplex and Rest conditions), and the 6 nuisance regressors for head movements (3 for translation and 3 for rotation). In a group analysis of variance (random effects analysis), they were entered with one regressor per subject using SPM12. The preliminary results are presented on the following figure.



Reading Task. Contrast: Reading WORDS (complex and pseudocomplex words) – BASELINE (#####) on 20 DYS and 20 NL.

Localizer Task. For each subject, the GLM included, for the unique session, 10 regressors modelling the 11 conditions of task (i.e. Rest, Vertical Checkerboard, Horizontal Checkerboard, Left Click on visual instruction, Left Click on auditory instruction, Right Click on visual instruction, Right Click on auditory instruction, Subtraction on visual input, Subtraction on auditory input, Sentence on visual input, Sentence on auditory input) and the 6 nuisance regressors for head movements. In a group analysis of variance (random effects analysis), they were entered with one regressor per subject using SPM12. The preliminary results are presented on the following figure.



Localizer Task. Contrast: Auditory (red) – Visual (blue) Trials on 20 DYS and 20 NL.