Troubles de la lecture et plasticité neuronale : un programme de remédiation assisté par ordinateur

Johannes Ziegler

▶ **To cite this version:**

Johannes Ziegler. Troubles de la lecture et plasticité neuronale : un programme de remédiation assisté par ordinateur. 2005. hal-00003658

HAL Id: hal-00003658
https://hal.science/hal-00003658

Preprint submitted on 20 Jan 2005

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Troubles de la lecture et plasticité neuronale : un programme de remédiation assisté par ordinateur

Responsable scientifique : Johannes ZIEGLER

Johannes ZIEGLER
Laboratoire de Psychologie Cognitive
CNRS et Université de Provence,
3 place Victor Hugo, Case 66
13331 Marseille Cedex 3
Tél. 04 91 10 67 49
Fax. 04 91 10 62 55
E-mail : ziegler@up.univ-mrs.fr

Sous-thème dont relève ce projet :
Langage : Dyslexie

Équipes partenaires

- Centre de Recherche en Neurosciences Cognitives (CNRC)
- Laboratoire Parole et Langage (Aix)

Résumé signalétique

Aujourd'hui en France, 5 à 10 % des enfants d'âge scolaire souffrent d'un trouble spécifiquement lié à l'apprentissage de la lecture et de l'écriture. Ces difficultés peuvent compromettre sérieusement les chances de succès scolaire d'un enfant et, par conséquent, son avenir. La dyslexie est due en grande partie à un *déficit phonologique* qui s'exprime par des problèmes de développement de la conscience phonologique (c'est-à-dire, des difficultés à percevoir les unités sonores distinctes qui composent un mot), par la mise en place de représentations phonologiques inadéquates et mal spécifiées, et par une connectivité anormalement faible entre les informations graphiques et phonologiques. Dans le cadre de ce projet, nous avons développé un logiciel d'entraînement à la lecture. Son objectif est de renforcer les connexions grapho-phonologiques des enfants dyslexiques, d'entraîner leur conscience phonologique, d'élargir leur vocabulaire, et de stabiliser leurs représentations orthographiques et phonologiques. L'originalité de notre approche repose sur trois éléments clefs :

- L'activation simultanée des formes visuelles et phonologiques
- Un environnement ludique grâce à des «jeux de mots « interactifs et animés.
- La variabilité des signaux auditifs et visuels.

Le travail de notre équipe a consisté dans un premier temps à élaborer une série de " jeux de mots " à la fois ludiques et efficaces. Dans un deuxième temps, nous avons implémenté le logiciel sur ordinateur à l'aide de Microsoft Director, un langage informatique qui nous a permis de créer une application Internet du logiciel. L'évaluation du logiciel auprès d'un groupe d'enfants est en cours de réalisation.

Mots-clés : Dyslexie • Apprentissage de la lecture • Logiciel de remédiation • Psycholinguistique

Nombre de participants :
Psychologie : 2 ; Linguistique : 1 ; Neurosciences : 1 ; Informatique/IA : 1.

Nombre total d'hommmes/mois : 16

Rappel des enjeux et objectifs fixés à l'origine

Dans le cadre de cet appel, nous avons proposé de développer un logiciel d'entraînement à la lecture destiné à aider les enfants dyslexiques à surmonter leurs problèmes de lecture. L'objectif principal de ce logiciel est de renforcer les connexions grapho-phonologiques, d'entraîner la conscience phonologique, et de stabiliser les représentations orthographiques et phonologiques des enfants. L'entraînement de ces capacités phonologiques est justifié par des nombreuses recherches qui montrent tous qu'un déficit phonologique est largement associé, voire à l'origine de la dyslexie (voir projet Cog 129 de Liliane SPRENGER-CHAROLLES).

L'originalité de notre approche repose sur trois éléments clefs :

- L'activation simultanée des formes visuelles et phonologiques. Pendant l'entraînement, des mots ou des parties de mots sont présentés en modalité visuelle et auditive simultanément afin de renforcer le couplage entre les informations orthographiques et phonologiques.
- Un environnement ludique. La lecture étant une activité extrêmement laborieuse pour un enfant dyslexique, nous remplaçons les exercices de lecture classiques par un programme d'entraînement à caractère ludique. Pour cela, nous exploitons le goût prononcé des enfants pour les jeux sur ordinateur. L'entraînement repose sur des «jeux de mots « interactifs et animés avec l'ordinateur comme interface. Nous espérons que l'aspect ludique de notre programme stimulera la motivation des enfants. La motivation est en effet un facteur essentiel pour la réussite de tout programme d'intervention.
- La variabilité des signaux auditifs et visuels. Il existe une variabilité énorme dans le signal auditif du langage parlé. L'enfant doit faire abstraction de cette variabilité afin de comprendre qu'un mot contient la même séquence de phonèmes, quelle que soit la façon dont il est prononcé. Ceci est vrai également pour l'entrée visuelle où le même mot peut s'écrire avec différentes typographies. Nous aiderons les enfants à extraire l'invariance contenue dans les mots du langage parlé et du langage écrit en utilisant, pendant l'entraînement, une palette de voix et de typographies différentes.

En résumé, nous avons donc proposé le développement de ce logiciel en trois phases :

1. Mise au point de l'entraînement tant sur le plan conceptuel que sur le plan linguistique et psycholinguistique.
2. Implémentation de l'entraînement sur ordinateur sous forme d'une série de jeux.
3. Évaluation du logiciel (maniabilité, fiabilité et valeur ludique). Etude du bénéfice de l'entraînement tant sur le plan comportemental que sur le plan de la plasticité cérébrale, avec l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)

Notre équipe interdisciplinaire était composée, au début du projet, de trois membres : Christine Meunier, experte en linguistique, qui s'est chargée du développement du programme sur le plan linguistique, Mireille Besson, experte en Neurosciences Cognitives, responsable de l'étude du bénéfice de l'entraînement en terme de plasticité cérébrale, et Johannes Ziegler, expert en psycholinguistique, qui s'est chargé du développement et de l'évaluation du logiciel ainsi que de la mise au point de l'interface homme-machine. Pour l'implémentation de ce logiciel, nous avons ensuite fait appel à Conrad Perry, spécialiste en intelligence artificielle, qui nous a aidés à implémenter le logiciel sur ordinateur.

Résumé des résultats effectivement atteints

Pendant les 6 premiers mois de la réalisation de ce projet, les trois équipes ont travaillé à la mise au point du programme d'entraînement sur le plan conceptuel, linguistique et psycholinguistique. Cette première phase de réflexion nous a menés à rejeter l'idée de créer un jeu vidéo à la Walt Disney ou un logiciel de remédiation classique qui propose des exercices douloureux et austères. Nous avons au contraire repris des jeux simples et populaires comme celui des " Dominos " ou du " Mariage " que nous avons adaptés à la lecture. L'avantage de cette stratégie est que ces jeux sont intrinsèquement motivants comme le montre leur succès au fil des années. Le principe des jeux que nous avons élaborés est relativement simple. Par exemple, dans celui des dominos, l'enfant doit se débarrasser de ses dominos aussi rapidement que possible. Pour cela, il doit créer des mots à partir des segments de mots inscrits sur les dominos. Par exemple, lorsque l'enfant clique sur la syllabe «vire» et l'accole au domino qui comporte la syllabe «na», il crée le mot «navire», ce qui lui permet de se débarrasser d'un domino.

La présentation simultanée des formes visuelles et phonologiques des mots est un aspect innovateur de notre programme. Nous l'avons implémenté de la façon suivante. Lorsque l'enfant clique sur un domino, il entend la forme sonore correspondante. Si l'enfant crée un mot à partir de deux segments, il est présenté avec la prononciation du mot. Donc, quoi que l'enfant fasse, il est toujours exposé simultanément à la forme visuelle et la forme auditive des mots ou de parties de mots (syllabe, rime, etc.). Nous avons assuré la variabilité des signaux auditifs en enregistrant le matériel acoustique avec différents locuteurs et celle des signaux visuels en utilisant différentes typographies.

Les jeux proposent des stimuli de complexité croissante, entre autres graphèmes, rimes, syllabes, mots courts, mots longs. Les exercices sur les graphèmes, rimes et syllabes devraient permettre à l'enfant de généraliser plus facilement son apprentissage à l'ensemble des mots qui partagent les mêmes caractéristiques et de travailler ses capacités de segmentation et de conscience phonologique. Ces jeux sont donc simples.

Leur difficulté croissante permet à l'enfant d'être beaucoup moins en situation d'échec, car il n'est pas confronté dès le premier niveau à un mot comme «pachyderme». Mais surtout, les jeux incitent les enfants à associer les formes écrites et sonores de leur langue sans effort, en jouant.

En collaboration avec notre experte en linguistique, nous avons effectué une analyse lexicale approfondie du lexique français pour sélectionner le vocabulaire que l'enfant doit apprendre. Nous avons également calculé certains indices de difficultés linguistiques (voir le rapport complet). Sur la base de ces calculs, nous avons sélectionné environ 600 mots répartis en différents niveaux de difficulté linguistique. Les différents niveaux permettent d'adapter l'entraînement aux progrès de chaque enfant. Puis, nous avons segmenté l'ensemble des mots retenus en unités psycholinguistiques de petite taille (syllabes, attaques/rimes, graphèmes/phonèmes) et nous avons effectué un enregistrement acoustique de l'ensemble du matériel expérimental (mots et segments de mots) dans les studios du laboratoire Parole et Langage.

En collaboration avec notre expert en informatique, les jeux ont été implémentés sur ordinateur avec le logiciel Microsoft Director, un environnement de programmation destiné à la création d'applications Multimédia que l'on peut exporter sur Internet. Ceci a pour avantage que notre logiciel d'entraînement à la lecture tourne sur n'importe quel ordinateur pourvu que celui-ci soit équipé d'Internet Explorer ou de Netscape. De plus, notre logiciel pourra être placé sur un serveur Internet, ce qui permettra son utilisation en réseau, sans avoir à installer d'application particulière sur les ordinateurs des enfants. Etant donné que la programmation, la phase la plus longue du projet, n'a pas pu être confiée à informaticien professionnel, faute d'un budget adapté, nous n'avons pas pu terminer ce projet. Nous sommes actuellement en train de tester ce logiciel à l'aide de plusieurs protocoles.

Valorisation

Nous avons pris contact avec le service de valorisation de la délégation Provence du CNRS. Ce service guide actuellement notre démarche concernant la protection du logiciel, c'est-à-dire l'ouverture d'un dossier de valorisation Logiciel/BDD.

Publications issues du projet

Ce projet n'a pas encore donné lieu à des publications car c'était un travail de longue haleine qui n'est pas encore achevé. Néanmoins, il a été discuté dans le contexte d'un article de vulgarisation publié dans le journal *Sciences Humaines* n° 35, Décembre 2001-Janvier 2002, p. 82-83. "Les logiciels contre la dyslexie".