Chapitre 18

Sciences cognitives appliquées et habiletés langagières de base

Guy L. Lacroix, Norman Segalowitz, Michael von Grünau, Rick Gurnsey, Roberto G. de Almeida, Eugene Borokhovski, Nancy Wada, Ioana R. Constantinescu[1]

Résumé. Cette recherche menée dans le cadre du projet DIVA avait comme objectif d'étudier les facteurs perceptifs et cognitifs qui sont liés à l'acquisition des aptitudes linguistiques, que ce soit pour l'apprentissage de la lecture dans la langue maternelle ou pour l'apprentissage d'une langue seconde, dans le but de développer des tests informatisés pouvant évaluer ces aptitudes. Dans ce chapitre, nous présentons trois exemples de cette recherche. Le premier montre une relation entre la lecture et un test de détection visuelle du mouvement. Le deuxième et le troisième montrent un lien entre l'attention, la mémoire à long terme et la lecture avec des populations bilingues et dyslexiques. Tous ces exemples supportent la viabilité d'un modèle de recherche par lequel des connaissances théoriques dans un domaine d'intérêt peuvent être acquises tout en supportant des applications pédagogiques informatisées.

Introduction

Le but premier de tout éducateur est d'initier et de soutenir chez l'apprenant l'acquisition d'habiletés cognitives et méta-cognitives complexes et de faire en sorte que ces habiletés soient utilisées d'une manière pertinente, efficace et créative dans une variété de contextes. Ce principe est au cœur de la recherche multidisciplinaire fondamentale et appliquée qui est menée au Centre d'Études sur l'Apprentissage et la Performance (CÉAP)[2] établi à l'Université Concordia et qui regroupe une soixantaine de chercheurs.

Dans le cadre de différents projets dont DIVA, le CÉAP a entrepris plusieurs initiatives à grande échelle pour supporter l'enseignement de la langue et de la lecture dans les écoles québécoises, canadiennes et américaines. La lecture et l'écriture sont les habiletés les plus importantes enseignées à l'école primaire. Les enfants qui

---

1 Nous désirons également souligner le travail de nos nombreux collaborateurs dont Phil Abrami, Bradley Tucker, Michel Therrien, Denis Cousineau et Jenelle Job.

2. Une description détaillée des activités de recherche du CÉAP et une liste des professeurs, chercheurs et étudiants membres peuvent être trouvés au http://doe.concordia.ca/cslp.

n'acquièrent pas rapidement ces habiletés présentent typiquement un risque élevé de décrochage. Il est donc essentiel de trouver des solutions pédagogiques et technologiques, basées sur la recherche empirique, à ce problème très important. Ainsi, les grands projets du CÉAP se concentrent principalement sur cette problématique. Voici une description de trois de ces projets.

Le premier, ABRACADABRA (voir le volet 4.1 de la recherche supportée dans le cadre du projet DIVA), est un logiciel interactif, flexible et puissant conçu pour les élèves débutant le primaire. Il s'attaque aux problèmes d'alphabétisation en offrant plusieurs outils basés sur la recherche empirique. En outre, il offre des activités d'apprentissage de la lecture et de l'écriture reliées à un ensemble des textes digitaux tirés de la littérature jeunesse, ainsi que des activités de perfectionnement professionnel pour les enseignants. Le logiciel enregistre les progrès qu'accomplissent les enfants en complétant les activités offertes ce qui permet une bonne évaluation de leurs habilités[3].

Le deuxième, le logiciel Alphie's Alley, est un système-expert conçu pour soutenir la démarche pédagogique des tuteurs auprès de leurs élèves. Il a été bâti à partir du programme Reading Roots du programme d'alphabétisation *Success For All* et il optimise l'enseignement des tuteurs, surtout ceux dont l'expérience est limitée. Alphie's Alley comporte quatre grands modules. Le module d'évaluation offre une évaluation informatisée des habiletés en lecture de l'élève. Il détermine les objectifs pédagogiques que l'élève a atteints et ceux qui doivent être travaillés. Le module de planification crée un plan de tutorat pour dix sessions qui est basé sur les résultats de l'évaluation. Il peut néanmoins être modifié selon les connaissances et les préférences du tuteur. Le module d'activités offre 18 activités interactives qui aident les élèves à développer leurs habiletés en lecture. Les performances sont soutenues par des paliers d'aide directement liés aux difficultés montrées par les élèves. Des activités types sont la segmentation, la fusion, l'identification de sons et de lettres, l'écriture de mots et de phrase et la lecture de textes. Le module de perfectionnement offre aux tuteurs plusieurs ressources pour les aider à développer leur approche pédagogique. Il inclut une explication des fondements des activités interactives, des informations sur les buts et les objectifs du programme de tutorat SFA et de courts vidéos montrant des tuteurs-experts au travail auprès d'élèves. Alphie's Alley est présentement l'objet d'une étude à grande échelle (N > 750) qui vise à déterminer son efficacité[4].

Le dernier, E-portfolio (voir le volet 4.1 de la recherche supportée dans le cadre du projet DIVA), est un logiciel disponible sur Internet qui permet aux élèves du primaire de créer une vitrine électronique dans laquelle ils peuvent présenter une

---

[3] Un prototype opérationnel de ce logiciel est présentement disponible en anglais au http://grover.concordia.ca/abra/. La version française est également en développement et sera disponible d'ici peu.

[4] Pour obtenir plus d'information concernant le programme de lecture de la fondation Success For All, nous vous invitons à consulter le site Internet http://www.successforall.net/.

collection de travaux. L'élaboration du portfolio électronique encourage les élèves à prendre conscience de leurs progrès et de leurs réalisations ainsi qu'à devenir des apprenants actifs, indépendants et autodidactes. Puisque que E-portfolio est une application informatisée, il a l'avantage de développer certaines habiletés que les portfolios traditionnels ne peuvent pas : en outre, le développement de connaissances liées aux TICS, une plus grande aisance pour le travail à distance, et la possibilité de créer un répertoire élaboré pendant plusieurs années scolaires[5].

Les objectifs du sous-projet intitulé Sciences Cognitives appliquées et habiletés langagières de base

Les applications informatisées que nous venons de décrire brièvement ont comme but de permettre aux apprenants d'acquérir des connaissances. Cependant, l'acquisition des connaissances n'est pas suffisante. Les apprenants doivent également être en mesure d'utiliser de manière efficace et souvent automatique les connaissances qu'ils détiennent pour atteindre des buts comme pouvoir lire un texte, converser dans une langue seconde ou résoudre un problème en mathématiques [11]. En guise d'exemple concret, le lecteur peut penser à deux tâches qui sont superficiellement semblables, mais qui ont des demandes cognitives très différentes, soit se souvenir de la traduction d'un mot pour l'inscrire sur une feuille d'examen de langue seconde et l'utilisation de ce même mot dans une conversation avec un interlocuteur d'un pays étranger. Ainsi, s'il est important de favoriser le développement de connaissances qui peuvent être recouvrées et utilisées de manière efficace, il est tout aussi important de pouvoir déterminer si les apprenants font ce type d'apprentissage en plus de l'acquisition de connaissances.

Notre sous-projet intitulé «Sciences cognitives appliquées et habiletés langagières de base» (volet 4.2 du projet DIVA) avait comme objectif de développer des tests informatisés qui mesurent le traitement efficace lié à l'acquisition des aptitudes linguistiques, que ce soit pour l'apprentissage de la lecture dans la langue maternelle ou pour l'apprentissage d'une langue seconde. Plus spécifiquement, nous présenterons, dans ce chapitre, une sélection de travaux empiriques qui ont mené à la conception et l'évaluation de tels tests informatisés. Ceux-ci mettent à profit les techniques élaborées dans le contexte de la recherche fondamentale portant sur certains facteurs perceptifs et cognitifs qui jouent un rôle important dans l'apprentissage et visent à rendre plus efficaces les technologies pédagogiques du CÉAP qui promeuvent l'enseignement des langues et de la lecture.

---

[5] Ces informations sont tirées du site http://grover.concordia.ca/eportfolio/promo/fr/index.php. Pour obtenir plus d'information concernant E-Portfolio, nous vous invitons à consulter le site Internet.

1. Exemples de recherche

1.1 La détection visuelle du mouvement cohérent et la lecture

L'une des belles histoires du domaine de la psychologie éducative est celle de la découverte d'une relation entre la conscience phonologique, c'est-à-dire la capacité de conceptualiser et de manipuler les sons linguistiques, et le développement de la lecture chez l'enfant [15]. Cependant, la recherche en psychologie cognitive et neurocognitive a récemment identifié un certain nombre de facteurs perceptifs et cognitifs potentiellement impliqués dans le processus de l'apprentissage de la lecture qui ne sont pas liés à la conscience phonémique [5, 18, 9, 10, 4].

Un des facteurs perceptifs que nous avons étudié en relation avec l'apprentissage de la lecture chez l'enfant est la détection visuelle du mouvement cohérent [2, 3, 10]. Cette habileté consiste à pouvoir détecter un ensemble de stimuli visuels se déplaçant dans la même direction (typiquement des pixels lumineux présentés sur un fond noir par un logiciel) mêlés à d'autres stimuli se déplaçant aléatoirement. Certaines études ont montré qu'un traitement de l'information visuelle déficient pouvait être lié à certains problèmes d'apprentissage de la lecture chez des participants ayant une dyslexie développementale de 12 ans et plus.

Ainsi, le but de cette première étude était de déterminer si de jeunes enfants de 6 ou 7 ans sans déficit connu montreraient la même relation entre la détection visuelle du mouvement cohérent et les habiletés en lecture. La présence de ce lien supporterait l'idée que la détection visuelle du mouvement cohérent joue un rôle dans le développement de la lecture. De plus, cette étude montrerait que le lien entre les deux facteurs ne se limite pas aux personnes qui ont une dyslexie développementale. Ainsi, nous pourrions affirmer que le traitement visuel de l'information est une habileté qui varie normalement dans la population et que cette variation a un impact sur l'apprentissage de la lecture.

Ensuite, nous voulions déterminer si la relation entre la détection du mouvement cohérent et la lecture est indépendante de facteurs cognitifs généraux comme l'âge et le QI et de deux facteurs spécifiquement liés à la lecture : la conscience phonémique; c'est-à-dire l'habileté à manipuler les sons qui entrent dans la composition des mots (voir [15] pour un résumé de cette recherche) et la dénomination rapide; c'est-à-dire l'habileté à traiter de manière rapide et efficace des informations linguistiques écrites [5, 18]. Cette dernière étape est très importante, car l'utilisation du test de détection visuelle du mouvement cohérent dans un contexte de diagnostic pédagogique serait utile seulement si les résultats de ce dernier ne coïncident pas avec les autres tests de lecture.

Méthode

Les participants étaient 55 élèves en première année du primaire (31 garçons et 24 filles; âge moyen = 7.2; ÉT = .44) recrutés dans deux écoles publiques anglophones d'une région urbaine. Les enfants provenaient de différents milieux linguistiques et

culturels. Les deux écoles utilisaient le même programme pédagogique qui incluait un enseignement systématique des règles de correspondance graphophonémique, la lecture et la re-lecture d'histoire avec une emphase sur la compréhension des mots et des textes et une période de tutorat quotidien pour les enfants en difficulté d'apprentissage.

Le consentement a été obtenu de la commission scolaire, des directions, des enseignants et des parents avant le début de l'expérimentation. L'équipé de recherche a également demandé aux élèves s'ils voulaient prendre part aux activités proposées. L'expérimentation a eu lieu au mois de juin à la fin de l'année scolaire. Afin d'évaluer l'hypothèse que la détection du mouvement cohérent est liée aux habiletés en lecture indépendamment de facteurs généraux (l'âge et l'intelligence) et des autres facteurs dont la relation avec le développement de la lecture est documentée (la conscience phonémique et la dénomination rapide), tous les enfants ont été testés à l'aide d'une batterie de tests qui comprenait une tâche de détection visuelle du mouvement cohérent, des tests de lecture de mots et de compréhension de textes, des tests d'aptitudes verbales et non verbales et une tâche de dénomination rapide.

Tâche de détection visuelle du mouvement cohérent

La tâche de détection visuelle du mouvement cohérent utilisée dans cette étude a été élaborée à partir des paradigmes de [10, 17]. Une étude pilote avait préalablement montré que la population ciblée pouvait comprendre les directives expérimentales et demeurer concentrée pendant toute la tâche. Pour commencer, les élèves voyaient une image représentant un étang de pêche et une région circulaire contenant des points lumineux en mouvement (fig. 1).

Cette image de l'étang a été utilisée pour rendre la tâche plus intéressante pour les enfants. Le diamètre de la région circulaire couvrait un angle visuel de 9.5 degrés et la région contenait approximativement 3800 points blancs. Chaque point avait un angle visuel de .078 × .078 degrés et pouvait se diriger dans une de quatre directions (gauche, droite, en haut ou en bas). Le pourcentage de points se dirigeant dans la même direction (la cohérence du mouvement) variait de 1 à 100 %. La cohérence était définie selon la méthode de l'escalier qui consiste à diminuer la cohérence lorsque la direction du mouvement est correctement identifiée et de l'augmenter dans le cas contraire («1-up-1-down staircase procedure»). La vitesse de déplacement des points était de 10.5 degrés par seconde.

Tous les stimuli étaient présentés par ordinateur. La consigne donnée aux enfants était de regarder des insectes (les points lumineux) sur l'étang se faisant manger par un des quatre poissons différents : le vert au-dessus de l'étang.

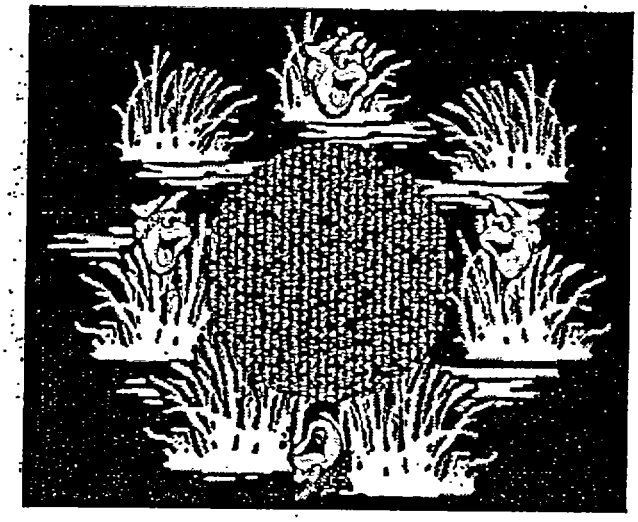

Figure 1 Saisie d'écran lors de la présentation de la tâche de détection visuelle du mouvement cohérent.

Au départ, tous les enfants ont complété 20 essais de pratique pour lesquels la cohérence du mouvement était de 100 %. Chaque direction de mouvement a été présentée cinq fois dans un ordre aléatoire. Pour ces essais de pratique, l'étang de pêche était présenté pendant huit secondes et les points lumineux pendant cinq secondes.

Dans la phase expérimentale, les enfants ont complété 40 essais ou 24 renversements[6].Le premier de ces deux critères atteint déterminait la fin du test. La cohérence initiale était toujours de 100 %. À chaque renversement, la cohérence du mouvement était diminuée de moitié jusqu'à ce que la valeur de 1 % soit atteinte (20 %, 10 %, 5 %, 2 % et 1 %). La durée totale du mouvement des points lumineux était de 8 cadres (vitesse de rafraîchissement = 60 Hz) et le mouvement était crée à partir de quatre images statiques de 33.4 ms (2 cadres). L'étang de pêche était présenté à l'écran pour deux secondes et c'est cette période de temps qui était donnée aux participants pour indiquer la direction du mouvement des points. Cette procédure a permis d'obtenir pour chaque participant un seuil de détection du mouvement cohérent (en pourcentage).

Les habiletés en lecture.

Les participants ont été évalués avec les tests «Word Identification, Word Attack» et «Passage Comprehension» du «Woodcock Reading Mastery Test-Revised». Le premier test exigeait une lecture à voix haute des séries de mots, le deuxième, le

---

[6] Un renversement se définit par deux essais consécutifs dans lesquels la cohérence du mouvement doit être augmentée puis diminuée ou encore diminuée puis augmentée. L'augmentation ou la diminution de la cohérence est directement liée aux performances des participants.

décodage et la prononciation de non-mots qui sollicitent la connaissance des règles de correspondance graphophonémique et le troisième, la lecture de courts paragraphes troués pour lesquels il fallait identifier le mot manquant. Les scores standardisés ont été calculés pour les trois tests.

Intelligence.

Le test «Kaufman Brief Intelligence test» a été utilisé pour obtenir une mesure des capacités intellectuelles des participants. Les aptitudes verbales ont été mesurées avec le test «Expressive Vocabulary» qui exigeait l'identification de dessins d'objets. Les aptitudes non verbales ont été mesurées avec le test «Matrices» qui exigeait la complétion de séquences logiques. Les scores standardisés ont été calculés pour ces deux tests, ainsi qu'un score moyen. C'est ce dernier qui a servi dans toutes les analyses.

Conscience phonémique.

Le test «Phoneme Segmentation Fluency subtest (Progress Monitoring form 20)» du «Dynamic Indicators of Basic Early Literacy Skills» a été utilisé pour obtenir une mesure de la conscience phonémique des participants. Les élèves devaient identifier les phonèmes entrant dans la composition de mots et ils avaient une minute pour identifier le plus de phonèmes possibles. Le nombre de phonèmes identifiés en une minute a servi dans les analyses.

La dénomination rapide de lettres.

Le test «Rapid Automatized Naming Test – Letters (RAN)» [5] a été utilisé pour obtenir une mesure de la vitesse à laquelle les participants pouvaient nommer des lettres. Pour débuter, les élèves devaient identifier les cinq lettres du RAN (a, d, o, s et p). L'expérimentateur nomma les lettres si l'enfant était incapable de le faire. Puis, les enfants voyaient un tableau comprenant cinq rangées de 10 lettres présentées au hasard. Les participants devaient nommer les lettres de gauche à droite et de haut en bas le plus rapidement possible tout en évitant les erreurs. S'ils s'apercevaient avoir fait une erreur, ils devaient la corriger. Le temps en secondes pris pour nommer les 50 lettres a servi dans toutes les analyses.

Procédure générale.

L'expérimentation a eu lieu pendant deux journées (une par école). Les enfants ont été séparés et testés en petits groupes. Dans une étape, les tests K-BIT, DIBELS et RAN ont été administrés. Dans une deuxième étape, ce sont les tests «Word Identification, Word Attack» et «Passage Comprehension» qui l'ont été puis, dans la

troisième étape, la tâche de détection visuelle du mouvement cohérent. Les tests ont été menés dans différentes salles de classe ou dans des locaux de la bibliothèque scolaire. Des étudiants de premier, deuxième et troisième cycle en psychologie ayant reçu une formation appropriée ont administré les tests aux enfants individuellement. En moyenne, chaque étape durait de 20 à 30 minutes.

Résultats[7]

Tout d'abord, nous avons analysé les résultats en séparant à la médiane les participants en deux groupes selon le seuil de détection visuelle du mouvement cohérent. Les deux groupes ainsi formés – les détecteurs de mouvement habile (avec un seuil bas) et les détecteurs de mouvement moins habile (avec un seuil élevé) – ont été comparés. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Les deux groupes ont montré des seuils de détection du mouvement cohérent significativement différents. Le groupe des détecteurs habiles a montré un seuil moyen de 30.15 % (ÉT = 9.96) et le groupe moins habile, 71.06 % (ÉT = 19.57).

Tableau 1 Performances des participants selon le seuil de détection visuelle de mouvement cohérent

	Détecteurs habiles		**Détecteurs moins habiles**		
Variable	*M*	*ÉT*	*M*	*ÉT*	*t(53)*
Seuil de détection du mouvement cohérent	30.15	9.96	71.06	19.57	-9.82***
Lecture					
Identification de mots	111.19	17.71	99.71	18.57	2.49**
Décodage	112.44	13.51	103.68	15.50	2.23**
Compréhension	104.37	12.34	95.57	14.07	2.46**
Prédicteurs pour la lecture					
Segmentation de phonèmes	29.03	11.68	21.82	14.30	2.05*
Dénomination rapide	43.64	16.29	50.09	17.31	-1.42
Prédicteurs généraux					
Âge	7.07	.43	7.30	.44	-1.98*
Intelligence	89.67	10.91	87.93	13.65	.521

[a]n = 27. [b]n = 28. *$p < .05$. **$p < .01$. *** $p < .001$.

[7] Ces données ont également été présentées par Wada, N.S., Lacroix, G.L., von Grünau, M.W., Borokhovski, E.F., Constantinescu, I.R., de Almeida, R.G., Gurnsey, R.N., & Segalowitz, N.S. (2004). Predicting reading performance from motion coherence thresholds in six- and seven-year-old children. *Vision Sciences Society 4th Annual Meeting.* Sarasota, Florida.

La séparation en deux groupes de participants selon le seuil de détection du mouvement cohérent a mené également à des différences significatives pour toutes les mesures de lecture et la conscience phonémique. Les détecteurs de mouvement cohérent habiles étaient en mesure d'identifier des mots, de prononcer des non-mots, de comprendre des passages de manière plus efficace que les détecteurs de mouvement moins habiles. Cependant, les deux groupes n'étaient pas différents pour le test de dénomination rapide même si les participants dans le groupe des détecteurs habiles pouvaient lire les lettres plus rapidement en moyenne que ceux dans le groupe moins habile. Finalement, il n'y avait pas de différence entre les deux groupes pour le test d'intelligence K-BIT et la différence significative d'âge montrait que les détecteurs habiles étaient en fait plus jeunes dans notre échantillon que les détecteurs moins habiles. Donc, il est improbable que l'avantage montré pour les tests de lecture par le groupe de détecteurs habiles soit lié à une plus grande maturité cognitive. En conclusion, ces résultats montrent une relation entre la détection visuelle du mouvement cohérent et les habiletés en lecture.

Afin de déterminer si la détection visuelle du mouvement cohérent pouvait prédire les habiletés en lecture indépendamment des autres facteurs bien connus, nous avons exécuté trois régressions multiples dans lesquelles chaque mesure de lecture a servi de critère. Pour chaque analyse, le design était hiérarchique et les variables suivantes ont été introduites une à la fois : l'âge, le score standardisé moyen d'intelligence, le score de conscience phonémique, le score de dénomination rapide et le seuil de détection visuelle du mouvement cohérent. Cette analyse génère un test très strict de l'association entre la lecture et la détection du mouvement cohérent, car cette dernière doit rendre compte d'une portion significative de la variance qui n'est pas expliquée par l'âge, l'intelligence, la conscience phonémique et la dénomination rapide. Puisque les résultats sont similaires pour les trois analyses, nous ne présenterons que ceux obtenus lorsque la variable critère était la compréhension de textes. Ce résultat est dans le tableau 2.

L'ensemble des variables introduites dans l'analyse a expliqué une bonne partie de la variabilité. Les corrélations entre la mesure de compréhension en lecture et tous les prédicteurs étaient également significatives. La question principale était de savoir si la détection du mouvement cohérent pouvait expliquer une partie de la variance une fois que les autres prédicteurs auraient été introduits dans l'analyse. Tel que prévu, l'âge et l'intelligence ont expliqué une partie significative de la variance, soit 31 % pour la première variable et 26 % pour la deuxième. La tâche de dénomination rapide a également été un prédicteur significatif et a expliqué 9 % de la variance. Il a été surprenant de constater que la conscience phonémique n'expliquait pas une partie significative de la variance. Finalement, et contrairement à ce qui était attendu, le lien entre la détection du mouvement cohérent et la lecture n'a pas été significatif une fois que les autres prédicteurs ont été introduits.

Tableau 2 Résultats d'une régression hiérarchique multiple pour laquelle la compréhension de textes était le critère et l'âge, l'intelligence, la conscience phonémique, la dénomination rapide, la détection du mouvement cohérent étaient les prédicteurs

Variable	r^a	Changement du R^2	Changement du F	β Final
Âge	-.56***	.31	23.63***	-.41
Intelligence	.58***	.26	31.93***	.46
Segmentation de phonèmes	.28*	.01	1.32	.09
Dénomination rapide	-.49***	.09	13.96***	-.31
Détection du mouvement cohérent	-.23*	.00	.01	-.01

[a]Corrélations. *$p < .05$ *** $p < .001$.

Conclusions

Le premier but de cette étude était de déterminer si de jeunes enfants de six ou sept ans sans déficit connu montreraient la même relation entre la détection visuelle du mouvement cohérent et les habiletés en lecture. Notre analyse comparant les détecteurs de mouvement cohérent habiles et les moins habiles a montré que cette relation existait chez les jeunes enfants et qu'il n'était pas nécessaire que les participants aient une dyslexie développementale pour que la relation soit trouvée.

Cependant, les régressions ont montré que la relation entre la détection visuelle du mouvement cohérent et la lecture devenait presque nulle lorsque d'autres prédicteurs tels que le QI et la dénomination rapide étaient préalablement introduits dans la régression. Ce résultat corrobore ceux qui ont été récemment obtenus par une autre équipe de recherche [7]. À court terme, il semble donc que le potentiel du test de détection visuelle du mouvement cohérent à devenir un test de dépistage pour des problèmes de lecture soit limité. Cependant, d'un point de vu théorique, les questions concernant l'interaction entre les habiletés perceptives des enfants et le développement de leurs habiletés en lecture demeurent l'objet d'un débat fascinant.

1.2 L'attention, la mémoire à long-terme et la lecture

Un deuxième projet s'est concentré sur la relation entre l'attention, la mémoire à long terme et la lecture [8]. La lecture experte, celle qui permet le décodage efficace des mots pour en extraire le sens, exige un déploiement rapide de l'attention.

Nous avons donc amorcé ce projet en supposant qu'une des causes de la dyslexie pourrait être la difficulté qu'auraient les individus dyslexiques à transférer leurs ressources attentionnelles de stimulus en stimulus[8].

Pour tester cette hypothèse, 20 adolescents normaux et dyslexiques ont effectué une tâche RSVP («Rapid Serial Visual Presentation») [14]. Cette tâche est une mesure de l'attention bien connue en psychologie cognitive. Elle consiste à montrer aux participants lors de plusieurs essais un certain nombre de stimuli présentés très rapidement et de leur demander d'identifier des cibles prédéterminées. Dans notre expérience, 16 lettres étaient présentées 100 ms chacune sans intervalle inter-stimulus. Les deux lettres cibles étaient présentées en rouge et les autres lettres à ignorer étaient blanches. Plusieurs expériences ont déjà montré que lorsque les deux cibles sont présentées dans un délai allant de 200 à 500 ms, les participants ont beaucoup de difficulté à identifier la deuxième cible si la première cible a été identifiée. Ce phénomène est nommé vacillement de l'attention (VA) et il s'explique par l'incapacité des participants à porter suffisamment d'attention à la deuxième cible lorsque la première est en cours de traitement. Nous avons donc posé l'hypothèse que les individus dyslexiques montreraient un VA d'une plus longue durée que les individus normaux.

Méthode

Vingt adolescents anglophones de la région de Montréal ont participé à cette étude. Dix adolescents dyslexiques ont été recrutés dans des écoles spécialisées pour les étudiants en trouble d'apprentissage. Dix adolescents pour le groupe contrôle ont été recrutés dans des écoles secondaires publiques et privées. Les chercheurs ont obtenu le consentement des établissements scolaires, des parents et des adolescents avant d'entreprendre l'expérimentation.

Les participants ont été évalués à l'aide des tests suivants. Les habilités en lecture concernant l'identification de mots et le décodage ont été mesurées avec les tests *Word Identification* et *Word Attack* qui font partie du *Woodcock Reading Mastery Test-Revised.* Les habiletés en lecture concernant la compréhension de textes ont été mesurées avec les tests General Vocabulary, Syntactic Similarities, Paragraph Reading et Sentence Comprehension qui font partie du Test of Reading Comprehension, 3rd Edition (TORC-3). Enfin, l'aptitude pour le raisonnement non-verbal a été mesuré avec le Block Design tiré du Wechsler Intelligence Scale for Children-Third edition (WISC-III) ou le Matrix Reasoning tiré du Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III) selon l'âge des participants.

Tous les participants dans le groupe des lecteurs dyslexiques ont obtenu un score d'aptitudes non-verbales dans la moyenne ou au-delà de la moyenne ainsi qu'un

---

[8] Un description complète de cette étude est disponible dans Lacroix, G. L., Constantinescu, I., Cousineau, D., Almeida, R. G., Segalowitz, N., von Grünau, M. (2004) Attentional blink differences between adolescent dyslexic and normal readers. *Brain & Cognition, Vol. 57,* 115-119.

score standardisé d'au moins un écart-type sous la moyenne pour les habiletés en lecture. Par ailleurs, les lecteurs du groupe normal ont obtenu des scores significativement plus élevés que les lecteurs du groupe dyslexiques pour toutes les mesures touchant la lecture. Toutefois, les différences d'âge et d'aptitudes non-verbales n'étaient pas significatives. Ces résultats sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3 Les performances des participants selon le groupe de lecteur

	Normal		Dyslexique		
Variable	*M*	*ÉT*	*M*	*ÉT*	*t(18)*
Identification de mots	103.8	10.6	86.2	16.1	2.89**
Décodage	103.8	8.5	83.4	13.0	4.16***
Compréhension	95.1	17.1	68.9	13.6	3.79***
Âge	15.4	1.5	15.5	2.3	-.19
Intelligence non-verbale	102.0	13.0	104.0	15.8	-.31

n = 20. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Les stimuli étaient les chiffres de zéro à neuf. À chaque essai, une succession de 16 chiffres était présentée sur un fond noir pour une durée de 100 ms. Deux chiffres non-identiques étaient sélectionnés pour être les cibles. Ils étaient rouges. Les 14 autres chiffres étaient des leurres et ils étaient présentés en blanc. La première cible apparaissait toujours à une position allant de trois à sept dans la succession et la deuxième cible apparaissait toujours à une position allant de un à huit suivant la première cible. La seule contrainte était que le même chiffre n'était jamais présenté deux fois de suite. Les écarts en millisecondes entre la première et la deuxième cible augmentaient par tranche de 100 ms en relation directe avec le nombre de leurres présentés entre les deux cibles. Quand l'écart était de 1, aucun leurre n'apparaissait entre les deux cibles. Chaque participant a fait l'expérience durant une session comportant 400 essais divisés entre dix blocs. Dans chaque bloc, chaque combinaison entre les cinq positions possibles pour la première cible et les huit écarts a été présentée une fois. Les deux premiers blocs ont permis aux participants de s'entraîner et n'ont donc pas été inclus dans les analyses.

Toutes les instructions ainsi que les stimuli ont été présentés par ordinateur. Les participants amorcèrent chaque essai. En premier lieu, ils voyaient un point de fixation, pour 800 ms, suivi par un vide de 200 ms. Puis, les 16 chiffres étaient présentés individuellement pour 100 ms chacun au centre de l'écran. Finalement, un masque, le «&» apparaissait pour 100 ms. Sur ce, ils recevaient la directive d'indiquer l'identité des deux cibles en appuyant sur les touches correspondantes du clavier. Les participants ne recevaient aucune rétroaction.

Résultats

Pour commencer, une analyse de variance a été menée sur les premières cibles correctement identifiées pour s'assurer que les deux groupes de lecteurs pouvaient effectuer la tâche RSVP à un niveau comparable. La variable inter-groupe était le groupe de lecture et la variable à mesures répétées était le nombre de bloc expérimentaux complétés. La performance moyenne pour tous les blocs a été de 52.2 % (ÉT = 20.0) pour le groupe normal et de 60.8 % (ÉT = 17.8) pour le groupe dyslexique. Cette analyse suggère qu'il n'y a pas eu de différence entre les groupes quant à l'habileté à identifier la première cible. Ainsi, il est improbable que le groupe dyslexique ait eu plus de difficulté à s'exécuter dans la tâche RSVP que le groupe normal.

Une deuxième analyse de variance a été menée sur les deuxièmes cibles correctement identifiées lorsque la première cible avait également été identifiée correctement. La variable inter-groupe était le groupe de lecture et la variable à mesures répétées était l'écart entre les cibles. Les données sont présentées dans la figure 2. Le résultat de cette analyse a été surprenant, car il a montré que les lecteurs normaux ont produit un VA d'une plus longue durée que les lecteurs dyslexiques. Ce résultat allait clairement à l'encontre de notre hypothèse.

Conclusions

Pour expliquer ce résultat inattendu, nous avons donc spéculé que deux facteurs devaient être mis en cause [8]. Le premier est celui que nous avons déjà mentionné : les ressources attentionnelles des participants sont insuffisantes pour encoder deux stimuli présentés trop rapidement un à la suite de l'autre. Le deuxième, plus conjectural, est que les lecteurs normaux traitent l'information plus profondément que les lecteurs dyslexiques afin de bâtir une base de connaissances en mémoire à long terme qui permet de reconnaître et d'analyser des informations symboliques, comme des mots, d'une manière plus automatique. Les lecteurs dyslexiques échapperaient donc plus rapidement au phénomène du vacillement de l'attention car consacrant moins d'attention aux stimuli sur le plan de l'apprentissage à long terme. Si cette explication s'avérait véridique, elle expliquerait pourquoi les lecteurs dyslexiques n'améliorent pas leurs habiletés pour la lecture en lisant régulièrement comme le font les lecteurs normaux [16]. Notre équipe effectue présentement une deuxième expérience qui se concentre sur le VA chez des participants dyslexiques afin de reproduire le phénomène et de mieux en expliquer la cause. Si le phénomène s'avère robuste, la tâche RSVP pourrait devenir utile pour dépister certains problèmes attentionnels qui causent des problèmes de développement de la lecture.

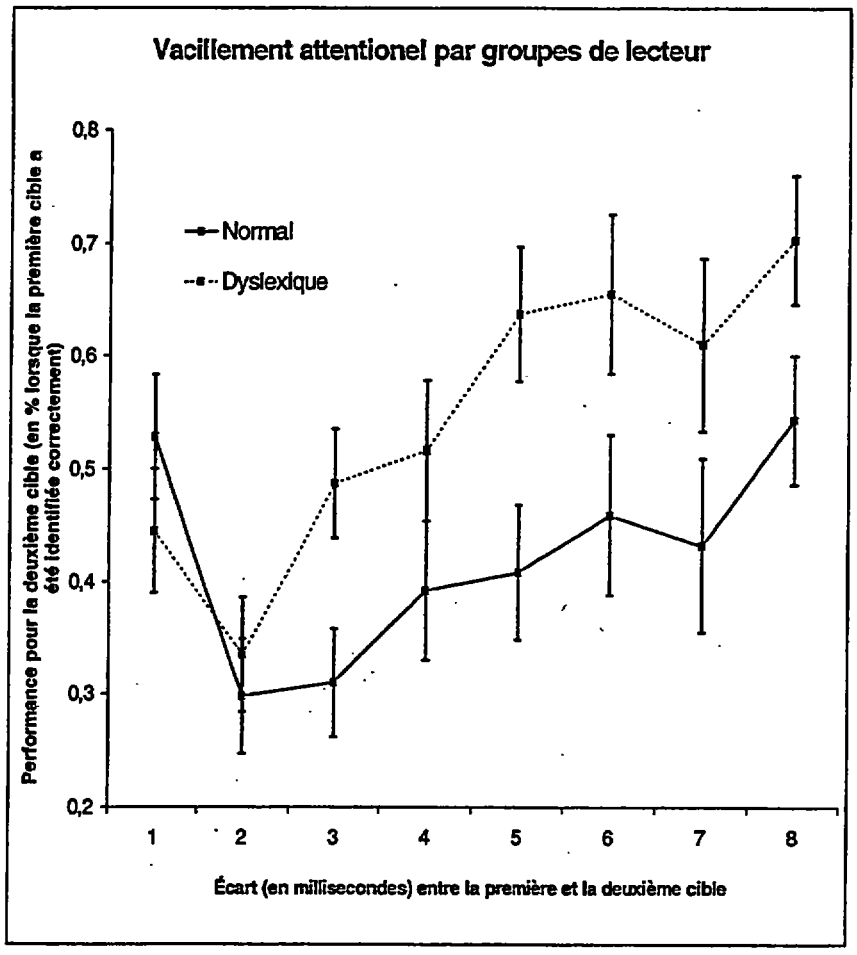

Figure 2 Deuxièmes cibles identifiées correctement (avec barres d'erreur) en pourcentage.

1.3 L'attention, la mémoire à long terme et le bilinguisme

L'hypothèse selon laquelle l'activation et la consolidation des connaissances en mémoire à long terme pouvait avoir un impact immédiat sur la capacité des participants à traiter des informations symboliques dans une tâche RSVP a été testée à nouveau dans une autre étude qui exploite le phénomène du vacillement attentionnel sémantique (VAS) découvert par [1]. Ce paradigme propose aux participants une série de mots, présentés très rapidement un à un. Les participants doivent identifier une seule cible qui est déterminée selon son appartenance catégorielle (par exemple, être un fruit). Évidemment, cette tâche s'avère facile dans cette condition. Toutefois, lorsque à l'insu des participants, un mot d'une catégorie similaire (par exemple, un légume) est ajouté avant la cible, la capacité des participants à identifier la cible correctement chute de manière importante. De là, le VAS.

Dans la présente expérience, nous avons repris le paradigme de Bernard et ses collègues [1] et nous avons présenté des séries de mots en anglais et en français à des participants bilingues. Le bilinguisme des participants fait en sorte que le même

participant peut à la fois être un expert dans un premier domaine (sa langue première L1) et l'être beaucoup moins dans un deuxième domaine (sa langue seconde L2).

Ceci nous permet donc d'étudier l'impact de connaissances linguistiques en mémoire à long terme du VAS indépendamment des autres fonctions cognitives qui sont mises en équivalence puisqu'elles sont les mêmes pour chaque participant considéré individuellement. L'hypothèse principale était donc la suivante : si ce sont les ressources attentionnelles générales qui causent le VAS, alors l'amplitude de cet effet devrait être plus grand pour la langue seconde que pour la langue première. Ce résultat irait à l'encontre de ceux de la dernière étude. Toutefois, si c'est l'organisation de la mémoire sémantique et la capacité de traiter de manière efficace et automatique des mots qui sont en cause, alors l'amplitude de l'effet devrait être plus grand pour la L1 que pour la L2. En effet, pour la langue première, l'hypothèse est que le participant ne pourra pas s'empêcher de traiter profondément le sens des mots qui sont perçus. Donc, son traitement des distracteurs va requérir plus de ressources en mémoire à court terme et créera un VAS important. Comparativement, le même participant, dans sa deuxième langue, ne traitera pas les distracteurs aussi profondément puisque sa connaissance de cette langue est moindre, donc, le VAS devrait être moins important. Si ce résultat est obtenu, il supportera celui de l'expérience précédente.

Méthode

Trente-deux étudiants inscrits dans un programme de premier cycle à l'Université Concordia ont participé à l'expérience. Au départ, les participants ont complété un questionnaire qui a permis d'identifier ceux pour qui l'anglais était la langue première (L1) et l'anglais, la langue seconde (L2). Seuls les participants ayant montré un niveau de bilinguisme modérément élevé, tel que déterminé par les résultats d'une tâche d'accès lexical décrit dans la section «matériel et procédure», ont été retenus pour l'expérience. Les participants ont reçu une compensation financière.

Matériel et procédure

Dans la première partie de l'expérience, les participants devaient déterminer si un mot identifiait une chose vivante (par exemple, un chat) ou une chose non-vivante (par exemple, une chaise) . Cette tâche d'accès lexical se nomme une tâche de jugement «vivant/non-vivant» . La liste des stimuli comprenait 53 objets animés et 53 inanimés et un nombre égal de mots en anglais et en français. Chaque mot était présenté individuellement par ordinateur et les participants devaient répondre en appuyant sur une touche du clavier. La différence obtenue entre les temps de réponse pour la L1 et L2 dans cette tâche permet de déterminer l'efficacité de l'accès lexical dans la langue seconde en relation à la langue première. En d'autres termes, cette tâche se veut une mesure du degré de bilinguisme des participants. Voir [12] pour une description complète de cette tâche et des stimuli utilisés, ainsi que pour les données validant cette tâche.

Tâche RSVP

La conception de cette deuxième tâche était basé sur celui de [1]. Les participants devaient identifier un mot cible présenté à l'intérieur d'une série de 30 mots. Deux listes de mots ont été créées en anglais et en français. Dans les deux langues, les mots-cibles étaient les noms de 10 fruits pour la moitié des participants et les noms de 10 légumes pour l'autre moitié. Dans la condition expérimentale, un distracteur apparaissait avant le mot cible. Ceux-ci étaient les 10 noms de légumes pour les participants ayant les fruits pour cible et les 10 noms de fruit pour ceux ayant les légumes pour cible. Il y avait donc un lien sémantique étroit entre les cibles et les distracteurs. Les 30 autres mots qui servaient d'items de remplissage dans chaque série RSVP étaient des objets domestiques. La longueur des cibles, des distracteurs et des items de remplissage, ainsi que leurs fréquences d'utilisation ont été contrôlées pour être égale dans le deux langues. Les mots étaient écrits entièrement en lettres minuscules et présentés par ordinateur. Chaque participant était séparément en anglais et en français.

Chaque bloc linguistique comprenait un bloc expérimental et un bloc contrôle. L'ordre de présentation de tous ces blocs était contre-balancé. Dans les blocs expérimentaux, un distrateur apparaissant dans l'une de cinq positions ordinales (5, 7, 9, 11, ou 13) dans la séquence des 30 stimuli tandis que la cible suivait le distracteur d'une des six positions suivantes (1, 2, 3, 4, 5, 8). Nous nommerons la distance entre le distracteur et la cible, l'écart. Des items de remplissage sélectionnés au hasard à chaque essai prenaient place dans toutes les autres positions. Dans les blocs contrôles, nous avons procédé de manière identique sauf que des items de remplissage étaient présentés au lieu des distracteurs. Au total, les participants firent 30 essais par bloc (chaque essai consistant en une série de 30 mots présentés en mode RSVP); ce nombre d'essais reflétant toutes les combinaisons possibles entre la position du distracteur et l'écart de la cible. Chaque essai comprenait 30 mots présentés pour une durée de 110 ms par item sans intervalle inter-stimulus. Chaque cible (pour les deux blocs) et chaque distracteur (pour le bloc expérimental) étaient présentés trois fois à l'intérieur de chaque bloc, mais assignés aléatoirement aux différents écarts. Après chaque série de 30 mots RSVP, les participants devaient répondre en identifiant à voix haute le mot cible qui avait été vu.

Résultats

Le pourcentage de cibles correctement identifiées a été soumis à une analyse de variance. Celle-ci comportait trois facteurs : la langue (L1-anglais; L2-français), le type de bloc expérimental (contrôle, expérimental) et 6 écarts – le nombre de mots entre la cible et la position du distracteur (1, 2, 3, 4, 5, 8). Les résultats sont présentés dans la figure 3. Cette analyse a montré qu'un VAS significatif avait été trouvé en anglais et en français. Toutefois, l'amplitude de l'effet a été beaucoup plus important pour la L2 que la L1. En effet, pour la L2, la différence entre les blocs expérimentaux et de contrôle n'a été significative qu'à l'écart 2 tandis qu'elle a été significative aux écarts 1, 2, 3, 4 et 5 pour la L1. Ainsi, cette analyse a suggéré que la connaissance de la langue est directement liée à l'amplitude du VAS obtenu.

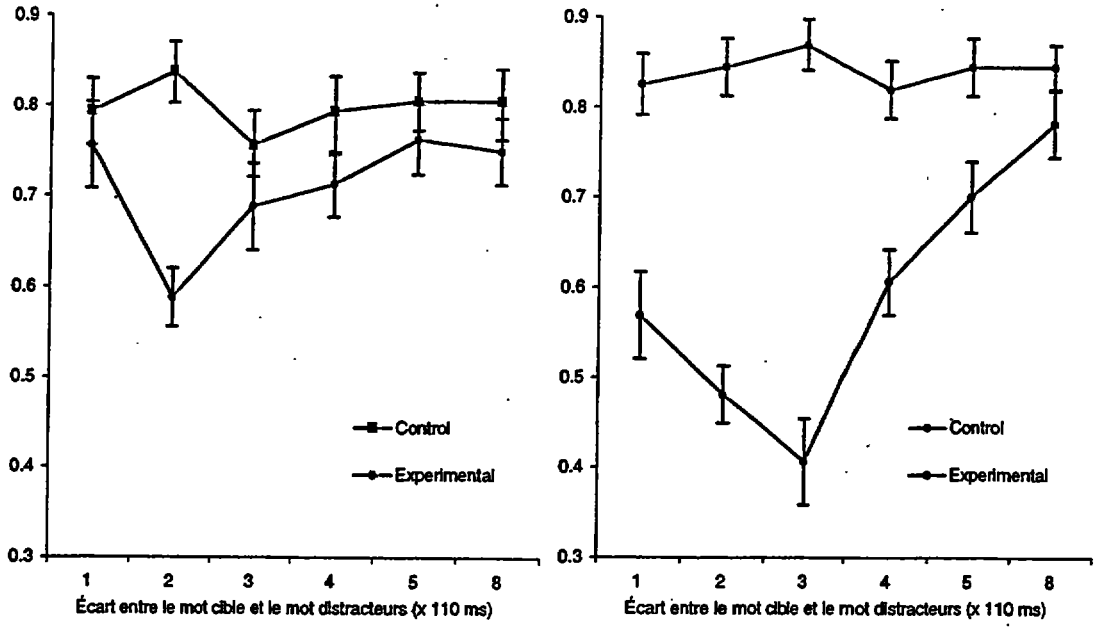

Figure 3 Pourcentage de mots cibles correctement identifiés. Le graphique de gauche montre les résultats dans la langue première des participants (l'anglais). Celui de droite montre les résultats dans la langue seconde (le français).

Afin de supporter l'interprétation de la première analyse, une régression multiple hiérarchique a été exécutée. La variable critère était l'amplitude du VAS pour la L2. Celle-ci a été calculée en obtenant la somme des différences entre le bloc contrôle et expérimental aux écarts 1, 2, 3, 4 et 5. Le deux prédicteurs introduits dans la régression un à la fois étaient l'amplitude du VAS pour la L1 ce qui a permis d'éliminer la variance attribuable aux différences individuelles quant à la tâche, puis le degré de bilinguisme des participants tel que mesuré par la tâche d'accès lexical vivant/non-vivant[9]. Le résultat de cette analyse est donné dans le tableau 4. Il a été trouvé qu'en contrôlant les différences individuelles, le degré de bilinguisme des participants expliquait 22 % de la variance, liée à l'amplitude du VAS. En d'autres mots, le plus les participants montraient un grand degré de bilinguisme, le plus l'amplitude du VAS était importante. Cette régression supporte donc la conclusion que le VAS est en partie causé par l'efficacité du traitement des mots en mémoire sémantique.

---

[9] La mesure de bilinguisme utilisée dans cette analyse se nomme coefficient de variabilité. Elle met en relation les temps de réponses ainsi que la variabilité des temps de réponses obtenus dans le deux langues. Pour description complète de cette mesure voir [12, 13]

Tableau 4 Les résultats d'une régression hiérarchique multiple pour laquelle l'amplitude du VAS (L2) était le critère et l'amplitude du VAS (L1) et le degré du bilinguisme étaient les prédicteurs

Variable	Changement du R^2	Changement du F	β Final
VAS (pour la L1)	.008	.232	-.088
Degré de bilinguisme	.231	8.42**	-.499*

*$p < .05$ ** $p < .01$.

Conclusions

Le but cette expérience était de supporter l'idée que le développement et le traitement des informations linguistiques en mémoire à long-terme était un facteur déterminant pour expliquer le phénomène du VA. Nous avons donc étudié le VAS chez des participants bilingues ayant traité des séries de mots présentées en anglais et en français. Les résultats ont montré que l'amplitude du VAS était plus importante pour la L1 que pour la L2. De plus, la régression a montré que le degré du bilinguisme était directement lié à l'amplitude du VAS pour la L2. Ainsi, ces résultats corroborent ceux obtenus dans l'expérience précédente et suggèrent que les connaissances en mémoire à long-terme sont déterminantes pour générer l'effet.

Notre équipe de recherche termine en ce moment une deuxième étude qui porte sur ce phénomène et vise à en montrer la validité. En combinaison avec la tâche de jugement vivant/non-vivant, une mesure informatisée déjà validée pour montrer l'efficacité du traitement des informations lexicales dans une langue seconde [12], notre tâche RSVP bilingue pourrait devenir un outil diagnostic intéressant pour évaluer le degré de bilinguisme des individus.

Conclusion générale

Toutes les applications informatisées conçues pour supporter l'apprentissage ont au moins deux buts : permettre à l'apprenant d'acquérir des connaissances et de développer sa capacité à recouvrer et utiliser de manière efficace ces connaissances [11]. Ces deux buts s'appliquent à tous les domaines d'apprentissage que ce soit pour l'apprentissage de règles de correspondance graphophonémiques chez les jeunes lecteurs, l'apprentissage du vocabulaire dans une langue seconde, l'apprentissage du mode de raisonnement scientifique, l'apprentissage des mathématiques de base ou tout simplement l'apprentissage de l'utilisation de l'ordinateur afin d'exprimer et de communiquer ses idées. Étant donné l'aspect fondamental de ces deux buts – l'acquisition de la connaissance et le développement d'un traitement cognitif efficace de ces connaissances – il s'avère important d'avoir les outils pour mesurer les connaissances et l'utilisation des connaissances des apprenants dans un domaine

d'expertise donné. La recherche présentée dans ce chapitre a porté sur cette thématique. Par ailleurs, les méthodologies présentées sont suffisamment simples pour qu'elles soient intégrées dans les logiciels qui sont conçus pour favoriser l'apprentissage. Ce type de travaux qui unit la recherche fondamentale à un dessin appliqué offre aux sciences cognitives la voie indiquée pour faire progresser et améliorer les technologies éducatives.

Toutes les études que nous avons présentées contribuent aux connaissances que nous avons des processus fondamentaux qui sous-tendent le développement et l'atteinte d'un niveau de lecture experte. De plus, pour mener ces expériences, différents tests informatisés ont été développés et utilisés avec des populations de tous les âges: le test de détection visuelle du mouvement cohérent, des tests RSVP (avec les lettres et les mots) et la tâche d'accès lexical vivant/non-vivant. Nous concluons le chapitre proposé en suggérant que le volet 4.2 du projet DIVA a montré la viabilité d'un modèle de recherche par lequel des connaissances théoriques dans un domaine d'intérêt peuvent être acquises tout en supportant des applications informatisées qui peuvent êtres utiles aux pédagogues et à tous les intervenants oeuvrant en éducation des langues et de la lecture.

Références

1. Barnard P.J.; Scott S.; Taylor J.; May J.; Knightley W. (2004) Paying Attention to Meaning. *Psychological Science, Vol. 15*, 179-186.

2. Cornelissen, P. L., Hansen, P. C., Gilchrist, I., Cormack, F., Essex, J., & Frankish, C. (1998). Coherent motion detection and letter position encoding. *Vision Research, 38*, 2181-2191.

3. Cornelissen, P., Richardson, A., Mason, A., Fowler, S., & Stein, J. (1995). Contrast sensitivity and coherent motion detection measured at photopic luminance levels in dyslexics and controls. *Vision Research, 35*, 1483-1494.

4. Davis, C., Castles, A., McAnally, K., & Gray, J. (2001). Lapses of concentration and dyslexic performance on the Ternus task. *Cognition, 81*, B21-B31.

5. Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid "Automatized" Naming (RAN): Dyslexia differentiated from other learning disabilities. *Neuropsychologia, 14*, 471-479.

6. Facoetti, A. Lorusso, M. L., Paganoni, P., Cattaneo, C., Galli, R., & Mascetti, G. (2003). The time course of attentional focusing in dyslexic and normally reading children, *Brain and Cognition, 53*(2), 181-184.

7. Hulslander, J., Talcott, J., Witton, C., DeFries, J., Pennington, B., Wadsworth, S., Willcutt, E., Olson, R. (2004). Sensory processing, reading, IQ, and attention. Journal of Experimental Child Psychology, 88, 274-295.

8. Lacroix, G. L., Constantinescu, I., Cousineau, D., Almeida, R. G., Segalowitz, N., von Grünau, M. (2004) Attentional blink differences between adolescent dyslexic and normal readers. *Brain & Cognition, Vol. 57*, 115-119.

9. Nicolson, R. I., & Fawcett, A. J. (2000). Long-Term Learning in Dyslexic Children. *European Journal of Cognitive Psychology, 12* (3), 357-393.

10. Raymond, J.E., & Sorensen, R.E. (1998). Visual motion perception in children with dyslexia: Normal detection but abnormal integration. *Visual Cognition, 5*, 389-404.

11. Segalowitz, N. (2000). Automaticity and attentional skill in fluent performance. In H. Riggenbach (Ed.) Perspectives on Fluency. (p. 200-219) Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.

12. Segalowitz, N. & Frenkiel-Fishman, S. (2005). Attention control and ability level in a complex cognitive skill: Attention shifting and second language proficiency. *Memory & Cognition.*

13. Segalowitz, N. & Segalowitz, S. (1993). Skilled performance, practice, and the differentiation of speed-up from automatization effects: Evidence from second language word recognition. *Applied Psycholinguistics, 14*: 369-385.

14. Shapiro, K. L., Arnell, K. M., & Raymond, J. E. (1997). The attentional blink. *Trends in Cognitive Sciences, 1*, 291-296.

15. Stanovich, K. (2000). *Progress in understanding reading: Scientific foundations and new frontiers.* New York: Guilford Press.

16. Stanovich, K.E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly, 21*, 360-407.

17. Wada, N.S., von Grünau, M.W., Lacroix, G. L., de Almeida, R. G., Gurnsey, R., & Segalowitz, N.S. (2003, May 7-12). The effect of dot lifetime, dot size, percent area covered, and region size on motion coherence thresholds: Implication for diagnosing reading difficulties. *3rd Annual Vision Sciences Society*, Sarasota, Florida.

18. Wolf, M., & Bowers, P. (1999). The "Double-Deficit Hypothesis" for the developmental dyslexias. *Journal of Educational Psychology, 91*, 1-24.