

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR GUYLAINE BERGERON

MOUVEMENTS OCULAIRES ET CÉPHALIQUES CHEZ LES DYSLEXIQUES
VISUO-SPATIAUX ADULTES AU COURS DE LA LECTURE

AOÛT 1991

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières

Introduction	1
Chapitre premier	
Contexte théorique et expérimental	4
Mouvements oculaires au cours de la lecture	5
Les facteurs de variabilité des mouvements oculaires	8
Le développement du regard	10
Coordination oculo-céphalique au cours de la lecture	11
Historique de la dyslexie	13
Existence de sous-types de dyslexie	14
Épidémiologie	17
Difficultés de lecture chez les dyslexiques	17
Facteurs associés à la dyslexie	18
Évolution de la dyslexie	19
Mouvements oculaires et dyslexie	20
Position du problème	28
Formulation des hypothèses	30
Chapitre II	
Description de l'expérience	32
Sujets	33
Tests	35
Test de latéralité	35
La batterie Piaget-Head (1964)	38
Le test des gnosies digitales de Galifret-Granjon (1964)	38
Lignes enchevêtrées à suivre du regard Rey (1958; voir Gaudreau, 1961)	39
Anamnèse	40
Résultats aux tests pré-expérimentaux	40
Résultats aux tests de latéralité des sujets dyslexiques	40
Résultats aux tests de latéralité des sujets du groupe de contrôle	42
Test de Piaget-Head des sujets dyslexiques	43

Test de Piaget-Head des sujets du groupe de contrôle.....	45
Résultats aux tests des gnoses digitales.....	46
Résultats aux tests des lignes enchevêtrées à suivre du regard.....	48
Description et fonctionnement des appareils.....	49
Procédure.....	54
Procédure lors de l'enregistrement de la lecture des textes en situation "tête-libre".....	55
Procédure lors de l'enregistrement de la lecture des textes en situation "tête-fixe".....	55
Chapitre III	
Analyse des résultats.....	57
Méthode d'analyse pour les mouvements oculaires et céphaliques.....	58
Le temps de lecture par ligne.....	63
Analyse des retours à la ligne.....	73
Interprétation et discussion des résultats.....	79
Comparaison des données recueillies sur le tracé des mouvements oculaires des lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle au cours de la lecture.....	79
Influence de la difficulté du texte sur les caractéristiques des mouvements oculaires.....	81
Participation du mouvement céphalique au retour à la ligne.....	82
Participation du mouvement céphalique au cours de la lecture.....	86
Conclusion.....	92
Appendice A: Anamnèse.....	96
Appendice B: Exemple des textes.....	98
Appendice C: Ordre de présentation des textes.....	101
Appendice D: Tracés des mouvements oculaires et céphaliques des lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle.....	103

Appendice E: Tableaux des données brutes.....	107
Références.....	118

Sommaire de classement

De récentes études ont démontré la présence de comportements oculo-moteurs inadéquats à la lecture dans le groupe de dyslexiques visuo-spatiaux. Des auteurs relatent que chez certains dyslexiques, la dissociation oculocéphalique du regard ne se produit pas de la même façon que chez les lecteurs normaux.

L'objet de la présente recherche est d'étudier les modalités du déplacement du regard au cours de la lecture chez des sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes et de les comparer à des sujets normaux dans le but de déterminer l'importance relative des mouvements céphaliques et oculaires dans l'organisation du regard chez ces sujets. Pour ce faire, nous avons procédé à l'enregistrement de mouvements oculaires et céphaliques de huit (4 hommes, 4 femmes) sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes de niveau universitaire au cours de la lecture d'un texte simple et complexe dans deux situations de lecture soit: "tête-fixe" et "tête-libre". Ces sujets furent pairés à des sujets témoins de même âge, sexe et niveau de scolarité. Les variables mesurées furent le nombre, l'amplitude, la vitesse des saccades de progression et de régression, le nombre et la durée des fixations par ligne, l'amplitude et la vitesse des mouvements oculaires et céphaliques du retour à la ligne, ainsi que le temps de lecture par ligne.

Les résultats de cette recherche confirment que les lecteurs dyslexiques présentent un temps de lecture par ligne plus long et effectuent un plus grand nombre de saccades de progression et de régression. Les saccades des lecteurs dyslexiques sont également plus courtes et plus lentes que celles produites par les lecteurs du groupe de contrôle.

L'augmentation de la difficulté du texte s'accompagne d'un nombre de saccades plus élevé et réduit l'amplitude et la vitesse de ces saccades chez les deux groupes de lecteurs. Elle augmente également la participation céphalique aux mouvements de retour à la ligne chez ces deux groupes de sujets. L'analyse des composantes du regard sur les différentes séquences du retour à la ligne permet d'établir que le mouvement céphalique du retour à la ligne participe davantage aux mouvements de correction qui terminent le retour à la ligne qu'à la saccade qui initie ce mouvement. Par ailleurs, la difficulté du texte (simple ou complexe) n'a pas permis, comme facteur simple, de mieux discriminer les deux groupes de lecteurs. Les modalités de l'organisation du regard du retour à la ligne des sujets dyslexiques ne diffèrent pas de ceux des sujets du groupe de contrôle.

Le fait de fixer la tête des sujets dyslexiques au cours de la lecture d'un texte simple augmente le temps moyen de lecture par ligne et le nombre de saccades produites par ces sujets, tandis que le temps moyen de lecture par ligne et le nombre de saccades des sujets du groupe de contrôle est réduit. Finalement, cette condition de lecture ne produit aucun effet significatif sur la vitesse maximale médiane des saccades oculaires des sujets dyslexiques tandis qu'elle augmente la vitesse maximale des saccades produites par les sujets du groupe de contrôle. La situation de lecture n'entraîne aucune modification des différentes variables au

cours de la lecture d'un texte complexe pour les deux groupes de sujets.

Les résultats de la présente recherche étant que les modalités de l'organisation du déplacement du regard des sujets dyslexiques lors des retours à la ligne sont semblables aux modalités des sujets du groupe de contrôle, nous attribuons la différence des résultats produits par les sujets dyslexiques et les sujets du groupe de contrôle lors de la lecture du texte simple et situation "tête-fixe", à la difficulté qu'éprouvent les sujets dyslexiques et aux processus cognitifs qui sous-tendent le décodage des symboles graphiques plutôt qu'à une organisation du regard différente chez ces sujets.

Introduction

Des études démontrent que le comportement visuel du jeune lecteur est différent de celui du lecteur adulte: les mouvements des yeux sont plus fréquents et plus désordonnés. Par son étude sur l'évolution comportementale oculo-céphalique, Netchine (1981) démontre que les jeunes enfants n'utilisent pas seulement leur mobilité oculaire pour lire, mais aussi des mouvements conjoints des yeux et de la tête. Tout comme Salel et Gabersek (1976), Netchine (1981,1983) note que des contraintes d'immobilisation de la tête peuvent perturber la lecture chez l'enfant. Netchine (1983) note également que l'augmentation de la difficulté du texte (lecture d'un texte en anglais par des lecteurs français qui ont peu de connaissances de cette langue) accroît la participation céphalique et augmente le nombre de mouvements de correction effectués lors du retour à la ligne chez l'adulte.

De plus, des études tendent à démontrer que des problèmes oculomoteurs pourraient être présents chez certains dyslexiques (Lesèvre 1968, Pirrozolo, 1978; Black et al, 1984c). Lesèvre (1968) et Pirrozolo (1978) associent leur présence à une forme particulière de dyslexie. Les sujets ayant ce type particulier de dyslexie ont de légers troubles psychomoteurs visuo-spatiaux. Pour Lesèvre (1968) et Pirrozolo (1978), la multiplication des réajustements oculaires lors du retour à la ligne différencient les enfants des adultes et les sujets dyslexiques des sujets normaux. Alors que Gabersek et Salel (1984), concluent

que la dissociation oculo-céphalique ne se produit pas de la même façon chez certaines formes visuelles de dyslexies que chez les lecteurs normaux.

Si le mouvement céphalique est un mécanisme intervenant dans l'apprentissage de la lecture, on peut se demander si ce même mécanisme pourrait jouer un rôle de compensation chez des sujets qui ont des difficultés de lecture, en particulier les dyslexiques visuo-spatiaux, qui ont compensé leur difficulté de lecture.

L'objet de cette recherche est donc d'étudier les modalités du déplacement du regard au cours de la lecture chez des sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes et de les comparer à des sujets normaux dans le but de déterminer l'importance relative des mouvements céphaliques et oculaires dans l'organisation du regard.

Chapitre premier

Contexte théorique et expérimental

Mouvements oculaires au cours de la lecture

La lecture est dans un premier temps du moins, une activité de repérage d'informations dans un espace à deux dimensions (Rigal, 1985). Celle-ci s'effectue dans une orientation déterminée soit, de gauche à droite et de haut en bas. Comme toute autre exploration spatiale, elle dépend des caractéristiques du système visuel par lesquelles elle s'effectue et des processus cognitifs qui la soutendent (Rigal, 1985).

Une des caractéristiques du système visuel est la non-homogénéité de la rétine. Celle-ci possède une zone centrale, la fovéa, qui représente deux degrés du champ visuel. Essentiellement composée de cônes, la fovéa présente la plus grande densité de cellules réceptrices (Bahill et Stark, 1979). L'acuité visuelle y est maximale et un grand nombre de détails y sont perçus. Dès que l'on s'éloigne de la fovéa, la rétine possède de moins en moins de cônes et son pouvoir de discrimination diminue rapidement (Jeannerod, 1974).

Une ligne de lecture se divise donc en trois régions. La région fovéale, parafovéale (région immédiate qui entoure la fovéa) et périphérique c'est-à-dire, tout ce qui est sur la ligne du texte au-delà de la région parafovéale (O'Regan et Levy-Schoen, 1978). La non-homogénéité de la rétine demande que l'oeil se déplace pour que les éléments importants du champ visuel soient amenés sur la fovéa (Jeannerod, 1974).

Ainsi, l'oeil du lecteur parcourt le texte par une succession de fixations reliées par des mouvements rotatoires rapides appelés saccades. La saccade a pour fonction d'amener une nouvelle région du texte sur la fovéa pour une analyse plus fine. La saccade possède deux propriétés importantes. La première est d'être un mouvement balistique en ce sens qu'elle ne peut être redirigée qu'une fois complétée (Jeannerod, 1974). La seconde est qu'il y a suppression de la vision au cours de ce mouvement (Bahill et Stark, 1976). Il faut généralement 125 à 250 ms pour initier une saccade d'un point de fixation à un autre qui comptent pour environ 10% du temps de lecture (O'regan et Levy-Schoen, 1978; Rayner, 1978).

Plusieurs recherches permettent de dégager certaines caractéristiques du déplacement de l'oeil sur le texte au cours de la lecture.

A. Les saccades de progression

Les saccades de progression dirigent l'oeil sur le texte dans une orientation gauche-droite. Leurs amplitudes varient de deux à une dizaine d'espaces-caractères (O'regan et Levy-Schoen, 1978), avec une moyenne de huit espaces-caractères représentant deux degrés d'angle visuel (Rayner, 1978). Les saccades présentent une vitesse proportionnelle à leur amplitude. Ainsi, une saccade de deux degrés a une durée de 25 à 30 ms, tandis qu'une saccade de cinq degrés a une durée qui peut varier de 35 à 40 ms (Rayner, 1978).

B. Les saccades de régression

Les saccades de régression sont d'orientation contraire aux saccades de progression. Les régressions se produisent lorsque le lecteur a des difficultés à

comprendre le texte ou lorsque l'oeil dépasse la cible. Selon Rayner (1978), elles représentent 10 à 20% des mouvements oculaires chez un lecteur accompli. Tandis que O'Regan et Levy-Schoen (1978), rapportent que la fréquence du nombre de régressions varie de 0 à 40% et qu'elles se distribuent généralement selon une courbe normale.

C. Les retours à la ligne

Chez l'adulte, le retour à la ligne s'effectue à l'aide d'une saccade unique d'orientation droite-gauche ou, le plus souvent, par l'exécution d'une grande saccade suivie d'un petit mouvement de correction qui complète le mouvement (Rayner, 1978; Netchine, Guihou, Greenbaum et Englander, 1983).

D. L'empan de lecture

L'empan de lecture correspond à la taille de la zone à l'intérieur de laquelle le lecteur peut reconnaître les caractères. Il est modulé par le pouvoir de discrimination de la rétine (O'Regan et Levy-Schoen, 1978). Lors d'une fixation, l'empan de lecture est approximativement de 15 à 18 espaces-caractères perçus majoritairement à droite du point de fixation (Rayner, 1983). Parmi ceux-ci, seulement huit sont nettement distingués en vision fovéale par le lecteur (Rayner, 1978). L'habileté à identifier les mots à l'extérieur de la fovéa est moins bonne qu'à la fovéa (Ditchburn, 1973). Durant les périodes de fixation la vision fovéale et périphérique jouent un rôle complémentaire. La vision fovéale sert à identifier les mots, tandis que la vision périphérique renseigne le lecteur sur la forme des lettres et la longueur des mots. La vision périphérique guide les mouvements oculaires et oriente le choix du point de fixation (O'Regan et Levy-Schoen, 1978; Carpenter et Just, 1983).

E. Les fixations

Les fixations sont des périodes au cours desquelles l'oeil effectue une pause, ce qui permet au sujet d'analyser le texte. La durée de celles-ci varie de 100 à 500 ms, la moyenne se situant à 250 ms (O'Regan et Levy-Schoen, 1978; Rayner, 1983). La première fixation sur la ligne est plus longue que les autres (Hawley, Stern et Chen, 1974; Rayner 1977). La longueur des saccades et la durée des fixations présentent un comportement indépendant (Rayner et Mc Conkie 1976). Levy-Schoen (1980), rapporte qu'il y a de 7 à 11 fixations pour une ligne de 80 caractères. De leur côté, Carpenter et Just (1983), trouvent une moyenne de sept fixations pour dix mots. Les séquences des fixations varient tant d'un sujet à l'autre pour un même texte que d'un texte à l'autre pour un même sujet (Levy-Schoen, 1980 p.123).

Les facteurs de variabilité des mouvements oculaires

Il existe une grande variabilité des différentes caractéristiques des mouvements oculaires au cours de la lecture. Plusieurs recherches étudient les facteurs susceptibles de moduler ces différentes caractéristiques. Elles comprennent la comparaison de la lecture de l'enfant à celle de l'adulte, la lecture du sujet dyslexique à celle du lecteur normal, la lecture d'un texte simple à celle d'un texte complexe; afin de mieux cerner l'impact de l'âge, du niveau d'apprentissage et du niveau de difficulté du texte à lire sur les caractéristiques des mouvements oculaires au cours de la lecture.

La lecture chez l'enfant a souvent été comparée à celle de l'adulte. Les diverses caractéristiques de la lecture enfantine se résument ainsi; une lecture plus lente, des amplitudes de saccades plus courtes, un plus grand nombre

de saccades (O'Regan et Levy-Schoen, 1978). Lesèvre (1968) étudie les caractéristiques des mouvements oculaires chez des enfants âgés de 6 à 13 ans. Elle note que la durée moyenne des fixations augmentent graduellement avec l'âge jusqu'à la stabilisation de celles-ci à l'âge de dix ans. Elle attribue cette augmentation de la durée moyenne à une diminution du nombre des mouvements d'ajustements. Ces mouvements se produisent lorsque l'oeil dépasse la cible et sont suivis de pauses trop brèves pour permettre l'intégration perceptive (Stations inférieures à 150 ms). Une autre particularité des mouvements oculaires des jeunes lecteurs sur le texte se manifeste dans la présence de nombreuses saccades d'ajustement lors des retours à la ligne (Netchine, Guihou Greenbaum et Englander, 1983).

Des changements évolutifs se produisent au cours de l'acquisition de la lecture. Apprendre à lire, c'est en partie apprendre à sélectionner le contenu informatif d'un texte. L'automatisation de la lecture ou le traitement d'unités d'information de plus en plus larges s'acquiert par la réduction de l'attention sélective aux attributs d'un seul mot et par la distribution de cette attention à l'utilisation de la redondance du texte (Laberge et Samuels, 1974). Ainsi, le jeune ou apprenti lecteur ne repère pas aussi sûrement les traits distinctifs des lettres que le lecteur aguerri (Nodine et Lang, 1971, 1973). Il porte principalement son attention sur les attributs graphologiques et phonologiques des mots (Spragins, Lester et Lefton, 1976). Le bon lecteur prête attention à la régularité sémantique et syntaxique d'un texte de façon à obtenir un rendement optimal des données perçues en vision fovéale et périphérique (Spragins et al, 1976). Chez le lecteur débutant, les mots se présentent successivement, sans qu'ils soient anticipés alors

que le lecteur expert utilise ses connaissances linguistiques et extra-linguistiques pour organiser la progression de ses mouvements oculaires sur le texte. L'oeil du lecteur expert se pause le plus souvent entre le début et le centre des mots (Rayner, 1983). Les noms et les verbes sont fixés plus fréquemment mais pas plus longtemps (Zargar-yazdi, 1973: voir Rayner, 1978).

L'augmentation de la difficulté du texte dans la langue maternelle fait s'accroître le nombre de mouvements oculaires par ligne et n'amène aucun changement substantiel des durées moyennes des fixations (O'Regan et Levy-Schoen, 1978). Lors de la lecture d'un texte en langue étrangère nous notons cependant une augmentation des durées moyennes des fixations (O'Regan et Levy-Schoen, 1978).

Le développement du regard

On sait que l'image formée sur la rétine doit demeurer fixe si on veut procéder à l'analyse des détails fins de cette image (Crommelink et Roucoux, 1980). Or, l'oeil est situé dans la tête (segment mobile) et le corps est constamment en mouvement. Le système visuel possède un mécanisme stabilisateur, le réflexe vestibulo-oculaire. Ce dernier permet à l'oeil de compenser les déplacements de la tête en lui imposant une rotation d'amplitude et de vitesse égales mais dans le sens contraire à celle de la tête (Crommelink et Roucoux 1980).

Les recherches portant sur la coordination des mouvements oculaires et céphaliques permettent d'établir que le regard correspond à la somme du déplacement de l'oeil et de la tête dans l'espace. Morasso, Bizzi et Dichgans

(1973) ont également établi que lorsqu'une saccade oculaire se produit au cours du déplacement de la tête, le réflexe vestibulo-oculaire réduit l'amplitude et la vitesse de la saccade proportionnellement au déplacement de la tête. Ainsi, dans une certaine gamme d'amplitude, le déplacement du regard est exactement le même que la tête soit fixe ou libre.

L'organisation différenciée du regard telle qu'elle se présente chez l'adulte résulte d'un développement qui débute dès la naissance. Ainsi, l'organisation du regard du nouveau-né, telle que décrite par Peiper (1963 : voir Howard et Templeton, 1966) est constituée d'un ensemble de réflexes posturaux qui mobilisent la tête, les bras et le tronc du nouveau-né (Bullinger, 1980, 1983). Cette organisation évolue lentement par l'indépendance graduelle des divers segments du corps pour parvenir à un mouvement céphalique libre du reste du corps (Bullinger, 1983). Cette économie de mouvement permet une plus grande précision de l'exploration spatiale. On sait également que chez l'enfant, contrairement à l'adulte, le mouvement de tête est une source d'informations qui s'associent aux données visuelles dans le calibrage visuel (Roll 1976).

Coordination oculo-céphalique au cours de la lecture

La plupart des recherches étudiant les caractéristiques du déplacement du regard pendant la lecture, identifient le regard aux seuls mouvements oculaires. L'intervention des mouvements de la tête susceptibles de contribuer à ces déplacements, n'est pas prise en considération. Le plus souvent, les déplacements céphaliques sont éliminés par des dispositifs techniques imposant l'immobilisation de la tête. L'immobilisation de la tête est considérée comme une contrainte mineure chez l'adulte. Par contre, il est difficile de faire

accepter des méthodes de contention trop rigides par des enfants jusqu'à au moins 6 à 7 ans (Piaget et Vinh-Bang, 1961 b: voir Vurpillot, 1972; Mackworth et Bruner, 1966: voir Vurpillot, 1972).

Salel et Gabersek (1976) et Netchine Salomon et Guihou (1981) s'intéressent à la morphologie et à la congruence des mouvements oculaires au cours de la lecture, afin de découvrir si l'apprentissage de la lecture requiert des modalités qui lui sont propres. Les résultats de leurs recherches ont permis d'établir que, contrairement aux adultes, les jeunes enfants n'utilisent pas seulement leur mobilité oculaire pour lire, mais aussi, comme dans toute exploration de l'espace, des mouvements conjoints de la tête et des mains. De plus, Netchine et al (1981) tout comme Salel et Gabersek (1976), notent que les contraintes d'immobilisation de la tête, ou la suppression du suivi du texte avec le doigt, perturbent la lecture. La participation céphalique détermine une organisation des déplacements du regard qui ne peut être assimilée à la modalité strictement oculo-motrice de l'exploration visuelle adulte. Elle est plus lente, moins précise et sollicite constamment les mécanismes oculo-moteurs compensatoires. Netchine et al (1981, 1983) ont également étudié les composantes oculaires et céphaliques de l'organisation du regard selon l'âge des lecteurs, la difficulté du texte et la longueur des lignes lors des retours à la ligne. L'immobilisation de la tête est quasi impossible chez les lecteurs débutants (7-8 ans) et bien qu'elle soit respectée par les lecteurs intermédiaires (9-10 ans) elle n'entraîne pas une réduction significative des saccades de correction. Ce qui porte à croire que la mobilité céphalique constitue une source d'informations utiles pour le jeune lecteur.

La participation céphalique aux déplacements du regard est rare chez l'adulte en lecture silencieuse. Elle est cependant présente en lecture orale et s'accroît en fonction de l'augmentation de la difficulté du texte (le passage du français à l'anglais) et de la longueur des lignes. Le nombre de retours à la ligne avec réajustements oculaires est augmenté lors de la lecture d'un texte anglais par des lecteurs adultes français qui maîtrisent médiocrement cette langue. Ainsi, trois sources modulent l'organisation oculo-motrice lors des retours à la ligne soit: l'âge du lecteur, la difficulté du texte et la longueur des lignes.

Historique de la dyslexie

La difficulté d'apprentissage de la lecture est citée pour la première fois par le Dr. Pringle Morgan en 1896 dans le "British Medical Journal" (Critchley, 1974). Par la suite de nombreuses théories sont émises. Toutefois, elles se regroupent pour la plupart en deux écoles de pensée. Pour la première, la dyslexie est avant tout un trouble de communication, lié à une perturbation de l'affectivité ou de la personnalité. Pour la seconde, issue d'un modèle médical, la dyslexie est dite constitutionnaliste en ce sens qu'on tente d'expliquer ce handicap par des causes physiques telles que: lésion cérébrale, anomalie neurologique, et anomalie génétique.

Bien que le Dr Morgan soit le premier à écrire au sujet d'un enfant incapable d'apprendre à lire tout en ayant une intelligence adéquate, la description de cette difficulté de lecture est donnée pour la première fois par Hinshelwood (1917 : voir Critchley 1974). Morgan et Hinshelwood utilisent tous deux le terme "Congenital word blindness" pour désigner ce nouveau phénomène, qu'ils expliquent par la possibilité d'une déficience congénitale d'une région

localisée du cerveau responsable de l'emmagasinage des images (Vellutino, 1979).

En 1925, Orton suggère que la difficulté spécifique de l'apprentissage de la lecture est due à un retard de développement du cerveau, reportant l'établissement normal de la dominance hémisphérique du langage. Chez les dyslexiques, l'hémisphère droit entre en "conflit" avec l'hémisphère gauche, perturbant ainsi la perception des mots (Vellutino, 1979).

Bender (1956, 1957, 1975: voir Vellutino, 1979) suggère également que les difficultés en lecture et en écriture, ainsi que les problèmes de langage parlé aussi bien que les déficits moteurs et spatiaux de la dyslexie, sont probablement dus à un retard de développement qui résulte en une dominance pauvrement établie.

Existence de sous-types de dyslexie

Plusieurs auteurs croient que la dyslexie n'est pas le résultat d'une seule cause et qu'elle peut se présenter sous plusieurs formes. Aussi, ceux-ci ont-ils travaillé à dégager de la large population clinique des dyslexiques, des groupes plus restreints présentant un profil relativement plus homogène du point de vue du tableau clinique. Ainsi des théoriciens postulent que les dyslexiques peuvent être classés sur la base de la déficience de l'un ou l'autre mode sensoriel.

Myklebust et Johnson (1962: voir Vellutino, 1979) classent la dyslexie sous deux formes, une dyslexie visuelle et une dyslexie auditive. La dyslexie visuelle serait caractérisée par des déficiences dans la perception visuelle et la mémoire visuelle. Ces sujets commettent des erreurs d'orientation et des erreurs

séquentielles tandis que les enfants atteints de dyslexie auditive présentent des difficultés à discriminer les sons du langage, les noms et les séquences auditives.

Cependant, la cause de la dyslexie demeure inconnue. La persistance d'une ambiguïté en ce qui a trait au facteur causal de la dyslexie force la Fédération Mondiale de Neurologie (1968) à distinguer deux types de dyslexie. Celle-ci définit la dyslexie comme suit:

Trouble touchant les enfants qui, malgré une expérience scolaire classique, ne parviennent pas à la maîtrise du langage nécessaire pour acquérir la lecture, l'écriture et l'orthographe, en rapport avec leurs aptitudes intellectuelles (Critchley, 1974 p.44).

Elle définit également la dyslexie évolutive spécifique comme suit:

Trouble se manifestant par une difficulté à apprendre à lire en dépit d'un enseignement classique, d'une intelligence suffisante, et de facilités socio-culturelles. Il relève d'inaptitudes cognitives fondamentales qui ont fréquemment une origine constitutionnelle" (Critchley, 1974 p.44).

Border (1973) distingue trois sous-types de dyslexie. Les enfants du premier groupe, les dyslexiques dysphonétiques, présentent des difficultés dans les habiletés auditives. Ils font l'apprentissage des mots et de l'épellation d'une façon globale plutôt que de les décoder en unités phonétiques. Ils peuvent reconnaître un assez grand répertoire de mots mais l'épellation de ces mots offre peu de ressemblance aux mots qu'ils tentent de lire. Le second groupe, appelé dyslexiques dyséidétiques, présente des difficultés à percevoir les mots globalement. Bien que les enfants de ce groupe ne présentent aucune difficulté au niveau des habiletés phonétiques, ils éprouvent beaucoup de difficultés à

prononcer et épeler les combinaisons de lettres. Ils inversent souvent des lettres et des mots. Ces enfants lisent et épellent phonétiquement. Le troisième groupe est selon Border (1973), le plus sévèrement atteint. Les enfants de ce groupe manifestent à la fois des difficultés d'apprentissage visuel et auditif.

Mattis, French et Rapin (1975) étudient 113 enfants de 8 à 18 ans dont 53 présentent une lésion cérébrale et une dyslexie (dyslexie acquise), 31 ont une lésion cérébrale sans dyslexie et 29 présentent une dyslexie sans lésion cérébrale. Ils concluent, sur la base des résultats de tests neuropsychologiques, qu'il n'y a pas de différence significative entre les sujets du groupe de dyslexie d'évolution et ceux du groupe de dyslexie acquise en terme de la nature et de la sévérité des dysfonctions corticales. La dyslexie d'évolution n'est donc pas distincte de la dyslexie acquise au niveau comportemental.

Mattis et al (1975) identifient trois sous-groupes de dyslexiques. Le plus grand de ces groupes est constitué de dyslexiques présentant des difficultés de langage. Un groupe plus petit est caractérisé par des dysfonctions du système moteur. Ces dyslexiques présentent des problèmes d'articulation et des déficits graphomoteurs. Le plus petit groupe est constitué d'enfants présentant des faiblesses de la fonction visuelle perceptuelle. Ils ont des difficultés de discrimination visuelle et de mémoire visuelle. Mattis et al (1975) soulignent que le petit nombre de sujets faisant partie de ce groupe (17%) ainsi que la faible moyenne d'âge des enfants du groupe de dyslexiques visuels perceptuels (12 ans) supporte l'affirmation que les difficultés visuelles perceptuelles ne sont pas les traits dominants des enfants dyslexiques plus âgés. Ils mentionnent également, que si les dyslexiques ayant des déficiences visuo-spatiales

représentent une plus grande proportion de jeunes dyslexiques que de dyslexiques âgés c'est que plusieurs jeunes dyslexiques doivent manifester un retard de développement plutôt qu'un déficit fixe.

Épidémiologie

À l'issue de la consultation de nombreux ouvrages concernant la dyslexie d'évolution, voici les principales données épidémiologiques recueillies.

—La dyslexie touche cinq à dix pour cent de la population européenne et américaine (Harland, 1982; Pezet, 1986).

—Il y a une prépondérance masculine (quatre garçons pour une fille) (Critchley, 1974 p. 164).

—La dyslexie existe simultanément chez les jumeaux homozygotes dans 100% des cas contre 33% chez les jumeaux hétérozygotes (Hallgren, 1950: voir Critchley, 1974 p.163).

—Les gauchers y sont plus sujets (Galaburda, 1985 p.762).

Difficultés de lecture chez les dyslexiques

Selon Estienne (1977), la lecture de l'enfant dyslexique se distingue de celle de l'enfant non dyslexique par la persistance et le nombre d'erreurs qu'elle présente.

A. Les fautes élémentaires de la période d'apprentissage

Ces fautes sont également présentes chez des enfants non dyslexiques au cours des premières années d'apprentissage de la lecture. La persistance de ces fautes au-delà de sept huit ans peut indiquer la présence d'une dyslexie malgré qu'elles puissent être totalement absentes chez un dyslexique

plus âgé. Selon Estienne (1977), les dyslexiques confondent les graphèmes de formes identiques, diversements orientées (p-b; d-q; d-b; p-q; ou-on) ou de formes voisines (m-n, ch-cl) et les phonèmes voisins (sourdes-sonores: f-v, a-an, oi-a...). Ils omettent des consonnes (amire au lieu de admire) et les syllabes (contre au lieu de connaître). Estienne rapporte également qu'ils font des inversions (ro au lieu de or) et additionnent des consonnes (paquet devient parquet). Il y a une indifférence à l'ordre des lettres. La lecture s'effectue tantôt de gauche à droite tantôt de droite à gauche (venu devient neveu). Il se produit aussi des contaminations par persévération ou anticipation (rorure au lieu de dorure) et des échanges ou des confusions entre des petits mots peu individualisés: (et-de, il-le), ou entre des mots qui se ressemblent (pompe-pomme, écueil-écureuil).

B. Au niveau de l'orthographe

Les fautes d'orthographe sont semblables aux fautes lexiques, c'est-à-dire qu'elles sont le résultat d'omissions, d'inversions, de confusion auditive et entre graphèmes de formes identiques, d'addition de consonnes et des contaminations par persévération ou anticipation.

Facteurs associés à la dyslexie

Le lecteur dyslexique présente parfois des déficits instrumentaux que l'on nomme les facteurs associés. La seule présence de ces facteurs ne constitue pas nécessairement un indice de dyslexie et ceux-ci peuvent se manifester à des degrés divers. Ces facteurs sont: les troubles de la latéralité, du schéma corporel, une mauvaise structuration de l'espace et/ou du temps et un langage peu élaboré.

Évolution de la dyslexie

La gravité du trouble de lecture est très variable d'un enfant à l'autre. L'évaluation de l'intensité permet d'en prévoir l'évolution globale. Debray-Ritsen et Milikian (1970) en distinguent trois degrés soit: la dyslexie majeure, moyenne et mineure.

—Les enfants présentant une dyslexie majeure n'atteignent jamais un niveau de lecture courante. Ce sont eux que l'on retrouve majoritairement en classe de perfectionnement.

—La dyslexie moyenne est de loin la plus fréquente. Les enfants parviennent à faire l'acquisition d'une certaine lecture, mais elle demeure imparfaite et sans automatisme. Le trouble de l'orthographe persiste et est très marqué.

—La dyslexie mineure est la plus difficile à reconnaître. L'enfant parvient à compenser ses difficultés de lecture, mais il n'aime pas lire et son orthographe est très mauvaise.

Le tableau se modifie donc avec l'âge; les fautes élémentaires, si elles ont existé, disparaissent plus ou moins. Cependant, elles sont souvent présentes au cours de la lecture de syllabes dépourvues de sens, dans l'apprentissage d'une langue étrangère (Estienne, 1977 p.400). L'adolescent dyslexique n'est jamais à l'aise en lisant, sa lecture reste imparfaite. Elle est rapide mais bourrée d'imprécisions et d'hésitations. Les difficultés d'orthographe persistent. Tout ceci démontre que les automatismes de l'activité lexicale n'ont pas été intégrés. C'est donc la date tardive de l'acquisition de la lecture courante qui permet de diagnostiquer la dyslexie.

De plus, chez la plupart des enfants qui ont des difficultés d'apprentissages, les lésions cérébrales et les signes neurologiques lourds ne sont pas apparents. La maturation neurologique chez ces enfants, est mise en évidence en partie par la résolution des signes neurologiques légers (Fletcher et Satz, 1980) et par les changements évolutifs dans les tâches d'évaluation neuropsychologiques et cognitives (Fletcher et Satz, 1980; Rourke, 1975, 1976).

Mouvements oculaires et dyslexie

De manière générale, les sujets présentant des difficultés de lecture manifestent des saccades très courtes, des fixations plus longues et de fréquents retours en arrière (Pavlidis, 1983).

Selon Tinker (1958: voir Rayner 1978), on ne peut considérer les mouvements oculaires erratiques enregistrés au cours de la lecture de sujets dyslexiques comme étant la cause de leurs difficultés de lecture mais bien plus comme un symptôme de leurs difficultés.

Lesèvre (1968), étudie les mouvements oculaires de jeunes lecteurs dans des épreuves mettant en jeu des processus psychophysiologiques impliqués dans la lecture (balayage visuel orienté, temps de réactions oculo-moteurs) en utilisant du matériel ne faisant pas appel à la lecture. Elle répartit à l'aide de tests les sujets étudiés dans trois groupes. Un groupe de 66 lecteurs normaux âgés de 6 à 13 ans, c'est-à-dire des enfants dotés d'un Q.I d'au moins 90 au W.I.S.C. avec homogénéité entre le niveau verbal et non-verbal. Ces sujets présentent également une lecture orale et mentale correspondant à leur âge. Leur niveau de développement de l'orientation, de la structuration spatiale et perceptivo-moteur

correspond également à leur âge. Lesèvre évalue la latéralité de ses sujets à l'aide de la batterie d'épreuves de Zazzo et Galifret-Granjon (Zazzo 1960). Le deuxième groupe est composé de 24 lecteurs dyslexiques âgés de 8 à 13 ans, c'est-à-dire des sujets ayant des difficultés de lecture bien que présentant un Q.I. normal et sans trouble neurologique associé. Parmi ceux-ci, 18 sont des sujets du groupe de dyslexiques spatiaux, c'est-à-dire que leurs difficultés appartiennent à la sphère spatiale. Elle étudie également un groupe de 6 lecteurs dyslexiques dont les troubles appartiennent à la sphère du langage sans troubles spatiaux associés. Le troisième groupe de 24 enfants étudiés sont des cas particuliers. Le groupe A est composé de 7 enfants dont le niveau de lecture, de l'orientation spatiale et de la structuration spatiale sont mauvais malgré un Q.I. normal. Lesèvre croit que ces sujets sont des dyslexiques spatiaux mais ne les classe pas dans cette catégorie, ceux-ci n'ayant pas été préalablement diagnostiqués par une consultation spécialisée. Le groupe B est composé de 9 enfants analphabètes dont l'analphabétisme relève essentiellement de causes socio-économiques. Huit enfants font partie du groupe C, ce sont des lecteurs normaux pour leur âge mais qui présentent des "perturbations importantes sur les plans perceptivo-moteur et spatial" (Lesèvre 1968 p.327).

Lesèvre (1968) trouve une moins bonne efficacité oculo-motrice chez les sujets dyslexiques spatiaux que chez les lecteurs présentant une dyslexie de langage et normaux. Le regard des sujets dyslexiques spatiaux est instable. Il présente un nombre de stations d'ajustements significativement plus élevé et des durées de fixation anormalement brèves. Les sujets dyslexiques spatiaux présentent des temps de latence plus longs que les sujets normaux. Les sujets

normaux présentent un temps de latence plus court pour un mouvement effectué vers la droite que vers la gauche, alors qu'il n'y a aucune différence significative chez les dyslexiques spatiaux. Les troubles du regard ne se retrouvent pas chez les dyslexiques dont les troubles appartiennent à la sphère du langage et chez les analphabètes.

Pirrolo (1977, 1983) tout comme Lesèvre (1968) distinguent deux formes de dyslexie. Une forme dont les difficultés appartiennent à la sphère du langage et une autre, dont les manifestations appartiennent à la sphère visuo-spatiale. Ainsi, les dyslexiques audio-linguistiques ont un Q.I. non-verbal plus élevé que leur Q.I. verbal. Ils présentent un retard de développement du langage, un défaut du langage parlé (difficulté à nommer des objets, des couleurs, agrammatisme). Les erreurs de lecture de ces dyslexiques impliquent principalement l'aspect phonétique du langage, ils utilisent une stratégie de décodage lettre par lettre. Leurs erreurs d'épellation témoignent d'une difficulté de correspondance phonème-graphème. Ils ont des habiletés visuo-spatiales relativement bonnes. Les dyslexiques visuo-spatiaux quant à eux ont un Q.I. non-verbal moins élevé que le Q.I. verbal. Ils éprouvent des difficultés d'orientation droite-gauche et présentent de l'agnosie digitale, de la dysgraphie spatiale (mauvaise écriture, mauvaise utilisation de l'espace), des erreurs de lecture impliquant les aspects visuels du texte. Ils utilisent une stratégie de décodage phonétique et possèdent un langage parlé relativement normal. Leurs erreurs d'épellation se caractérisent par des mots et des lettres inversés et des omissions. Pirrolo (1977) vérifie le pattern oculo-moteur de trois groupes de 24 sujets masculins gauchers âgés entre 9 et 13 ans 6 mois (âge moyen de 11 ans et 1

mois) soit: les sujets normaux, les sujets audio-linguistiques et les sujets visuo-spatiaux. Les deux groupes de sujets dyslexiques sont pairés par âge et Q.I. global avec le groupe de sujet normaux. Pirrozolo (1977) effectue l'enregistrement des comportements oculo-moteurs des sujets au cours de trois tâches impliquant des habiletés de traitement d'informations visuelles afin de vérifier la présence de comportements oculo-moteurs différents dans chacun de ces groupes.

La première tâche en est une de reconnaissance de mots en vision fovéale et parafovéale. Pirrozolo (1977) ne trouve aucune différence entre les groupes de sujets lorsque les mots sont présentés en vision fovéale. Les dyslexiques visuo-spatiaux obtiennent de moins bonnes performances que les sujets normaux dans toutes les conditions de présentation parafovéale.

La seconde tâche consiste à enregistrer le temps de réaction pour des saccades, lorsque la cible est présentée à gauche ou à droite du point central du champ de vision. Les lecteurs normaux et audio-linguistiques obtiennent des temps de réaction plus courts pour les saccades se déplaçant vers la droite. Tandis que les dyslexiques visuo-spatiaux obtiennent un temps plus court pour les saccades d'orientation contraire.

La troisième tâche consiste en l'enregistrement des mouvements oculaires au cours de la lecture d'un texte simple et d'un texte complexe. Les sujets audio-linguistiques obtiennent des résultats comparables aux sujets normaux en ce qui concerne la durée des fixations, la fréquence des fixations et des régressions lorsque la difficulté du texte est soigneusement contrôlée. Lorsque la difficulté du texte est augmentée, tous les sujets font plus de fixations, et

de courtes régressions. Il n'y a pas de variation au niveau du nombre de retours à la ligne imprécis ainsi qu'au niveau des durées de fixations. Les dyslexiques visuo-spatiaux font un nombre significativement plus élevé de retours à la ligne imprécis que le groupe de sujets normaux et audio-linguistiques.

Pirrolo et Rayner (1980) trouvent que les lecteurs normaux droitiers adultes ont un temps de latence plus court lorsqu'un stimulus est présenté dans leur vision parafovéale droite, (près de la vision périphérique) et que les lecteurs gauchers ne présentent pas cette asymétrie. Il lie cet effet à la spécialisation hémisphérique.

Pavlidis (1981,1983), soutient que les critères de sélection des dyslexiques ne sont pas clairement définis, ce qui a pour conséquence que plusieurs des recherches portant sur le comportement oculomoteur des sujets dyslexiques incluent dans leur population des sujets "mauvais lecteurs" c'est-à-dire, dont l'origine de leur difficulté de lecture est attribuable à des facteurs psychosociologiques.

Il propose de sélectionner les sujets dyslexiques à l'aide des critères suivants:

- Que les sujets dyslexiques présentent un Q.I verbal et non verbal d'au moins 90.
- Qu'un retard de lecture d'au moins 1 an et 5 mois, s'ils sont âgés de moins de 10 ans, et d'au moins 2 ans s'ils sont âgés de plus de 10 ans.

—Qu'ils soient pourvus d'une vision et d'une ouïe normales et qu'ils ne présentent pas de nystagmus.

—Que ces sujets soient issus de la classe socio-économique moyenne et qu'ils aient pour langue maternelle la langue dont il font l'apprentissage en lecture. Pavlidis (1981,1983) précise que l'on doit tenir compte du revenu familial pour déterminer le niveau socio-économique.

—Que les sujets aient une motivation adéquate vis-à-vis de l'apprentissage de la lecture.

—Que les sujets aient une scolarisation normale, c'est-à-dire qu'ils ne se soient pas absentés plus de deux semaines par année de scolarité ou que leur absentéisme ne dépasse pas la moyenne de l'absentéisme de leur région scolaire. Qu'ils n'aient pas effectué plus de deux changements d'école, excluant le passage de la maternelle à l'école primaire et le passage de l'école primare à l'école secondaire

—Qu'ils ne soient pas atteints d'handicap physique pouvant être la cause de leur difficulté d'apprentissage de lecture.

—Que les sujets ne présentent pas de problème émotionnel grave précédant leur apprentissage de lecture.

Après avoir sélectionné 12 sujets, âgés entre 10 et 16 ans , Pavlidis (1981, 1983) a procédé à l'enregistrement des mouvements oculaires de ces sujets au cours de la lecture d'un texte. Il en a également fait l'enregistrement au cours d'une épreuve de balayage visuel mettant en jeu des mécanismes impliqués dans la lecture. Le comportement oculaire des dyslexiques diffère de celui des

lecteurs normaux et lents. Au cours de la lecture, les mouvements des yeux des dyslexiques sont irréguliers et imprévisibles. La longueur des saccades et la durée des fixations sont très variables. Les régressions apparaissent souvent en groupes de deux ou plus, en succession, tandis que chez les lecteurs normaux, elles sont simples.

Lors du parcours de cibles lumineuses, les dyslexiques présentent plus de fixations, progressions et régressions que les lecteurs normaux et lents. De plus, il n'y a aucune différence entre le parcours effectué dans la direction gauche droite ou droite gauche chez ces mêmes sujets.

Leisman et Schartz (1978), Leisman, Ashkenazi, Sprung et Schwartz (1978) et Leisman (1978), étudient les caractéristiques des mouvements oculaires de vingt sujets dyslexiques. Ceux-ci ont été sélectionnés selon les critères diagnostiques d'un hôpital offrant un programme d'intervention en difficultés d'apprentissage. Les sujets du groupe dyslexique sont âgés de 7 à 10,9 ans ayant un âge moyen de 7,6 ans et un écart-type de 1,8 ans. Il est formé de 19 garçons et une fille. Le quotient intellectuel des sujets est évalué à l'aide du WISC et ceux-ci présentent un Q.I. global variant de 90 à 114, avec une moyenne de 106. Chaque sujet a une acuité visuelle d'au moins 20/30 au test de Snellen et ne présente pas de déficit visuel ou neurologique apparent. Le groupe témoin est composé de 16 garçons et 4 filles. Ils présentent un quotient intellectuel global variant entre 96 et 127 avec une moyenne de 114 au WISC. Leisman et Schartz (1978) ne trouve aucune différence significative en ce qui concerne la durée, la vitesse et l'amplitude des saccades oculaires effectuées par les sujets dyslexiques ou de contrôle. Leisman et al (1978) comparent également l'habileté des sujets

dyslexiques et ceux du groupe de contrôle à programmer une saccade oculaire et ne trouvent aucune différence entre ces deux groupes.

Stanley, Smith et Howell (1983) reprennent l'expérimentation de Pavlidis (1981,1983) et comparent 15 sujets dyslexiques ayant un âge moyen de 12,6 ans, pairés selon l'âge à un groupe contrôle de 15 sujets. L'intelligence non verbale mesurée à l'aide du "Jenkins non-verbal test (Clarck, 1957)" est de 113.1 pour les sujets dyslexiques tandis qu'elle est de 114.8 pour les sujets du groupe de contrôle. Trois des sujets dyslexiques et sept des sujets du groupe de contrôle sont de sexe féminin. De plus les sujets du groupe expérimental ont un âge de lecture de deux ans inférieur à leur âge chronologique, ne présentent pas de troubles neurologiques évidents et sont dotés d'une intelligence moyenne. Stanley et al (1983) trouvent qu'exception faite d'un sujet, les sujets du groupe expérimental ne font pas plus d'erreurs que les sujets du groupe témoin.

Black, Collins, De Roach et Zubrick (1984a) comparent les paramètres des mouvements saccadiques de l'œil de 28 sujets dyslexiques âgés de 7,8 ans à 16,9 ans pour une moyenne de 11,3 ans à 31 sujets volontaires âgés de 6 ans à 12,2 ans pour une moyenne de 9,2 ans. Les lecteurs dyslexiques sont pourvus d'une intelligence normale (évalué à l'aide du WISC-R) et présentent un retard de lecture d'au moins deux ans (évalué à l'aide du "Wide Range Achievement Test" Wratt; Jastak & Jastak,1978). Les sujets dyslexiques ne présentent aucune évidence actuelle ou passée de trouble neurologique. L'acuité visuelle éloignée, évaluée à l'aide de la charte de Snellen, est d'au moins 6/12. L'acuité visuelle de près est évaluée à l'aide du "Curpax test". Les sujets doivent obtenir un résultat d'au moins N8 à ce test. Les sujets normaux ont une intelligence normale, un

niveau de lecture qui correspond à leur âge, une bonne acuité visuelle. Black et al (1984a) ne trouvent aucune différence en ce qui concerne le temps de latence, la précision, la vitesse, l'accélération aussi bien que des différences de latence pour des mouvements d'abduction et d'adduction, des sujets dyslexiques et normaux.

Black et al (1984b) comparent l'efficacité de 35 sujets dyslexiques à 35 sujets normaux à exécuter des mouvements séquentiels dans une tâche semblable à celle expérimentée par Pavlidis (1981,1983). À l'instar de Pavlidis (1981,1983) ceux-ci ne trouvent aucune différence entre les sujets dyslexiques et ceux du groupe de contrôle. Cependant, dans une étude où ces mêmes auteurs comparent des mouvements de poursuites visuelles d'une cible se déplaçant à une vitesse de 5 degrés par seconde, ceux-ci trouvent qu'environ 25% des sujets dyslexiques ont un taux de composantes saccadiques qui se superposent aux mouvements de poursuite anormalement élevés (Black et al,1984c).

Gabersek et Salel (1984), étudient les mouvements oculaires volontaires de 55 sujets dyslexiques âgés de 8 à 14 ans. Le résultat de cette recherche est que chez certaines formes visuelles de dyslexies, l'évolution de l'organisation du regard ne se produit pas de la même façon que chez les lecteurs normaux. Ces dyslexiques ne peuvent effectuer de saccades oculaires sans qu'il y ait participation du mouvement céphalique.

Position du problème

Comme vient de l'illustrer la revue de lecture précédente, les recherches pour vérifier la présence de mouvements oculaires inadéquats pendant la lecture chez les dyslexiques sont contradictoires. Alors que certains

chercheurs notent la présence de tels mouvements (Lesèvre, 1968; Pirrozolo, 1978; Pavlidis, 1981, 1983), d'autres ne trouvent aucune différence significative entre les caractéristiques des mouvements oculaires des sujets dyslexiques et normaux (Leisman et Schartz, 1978; Leisman et al, 1978; Stanley et al, 1983; Black et al 1984a, 1984b). Des études tendent cependant à démontrer que des problèmes oculo-moteurs pourraient être présents chez certains dyslexiques (Lesèvre 1968, Pirrozolo, 1978; Black et al, 1984c). Lesèvre (1968) et Pirrozolo (1978) associent leur présence à une forme particulière de dyslexie. Les sujets ayant ce type particulier de dyslexie ont de légers troubles psychomoteurs visuo-spatiaux. Les résultats contradictoires obtenus pourraient être expliqués par la variation du nombre de dyslexiques visuo-spatiaux au sein des échantillons des recherches. Pour Lesèvre (1968) et Pirrozolo (1978), la multiplication des réajustements oculaires lors du retour à la ligne différencient les enfants des adultes et les sujets dyslexiques des sujets normaux.

De plus, des études portant sur le comportement visuel des jeunes lecteurs démontrent que ce comportement est différent de celui du lecteur adulte: les mouvements des yeux sont plus fréquents et plus désordonnés. Par son étude sur l'évolution comportementale oculo-céphalique, Netchine (1981) démontre que les jeunes enfants n'utilisent pas seulement leur mobilité oculaire pour lire, mais aussi des mouvements conjoints des yeux et de la tête. Tout comme Salel et Gabersek (1976), Netchine (1981,1983) note que des contraintes d'immobilisation de la tête peuvent perturber la lecture chez l'enfant. Netchine (1983) note également que l'augmentation de la difficulté du texte (lecture d'un texte en anglais par des lecteurs français qui ont peu de connaissances de cette langue) accroît la

participation céphalique et augmente le nombre de mouvements de correction effectués lors du retour à la ligne chez l'adulte.

Pour Gabersek et Salel (1984), la dissociation oculocéphalique ne se produit pas de la même façon chez certaines formes visuelles de dyslexies que chez les lecteurs normaux.

Si le mouvement céphalique est un mécanisme intervenant dans l'apprentissage de la lecture, on peut se demander si ce même mécanisme pourrait jouer un rôle de compensation chez des sujets qui ont des difficultés de lecture, en particulier les dyslexiques visuo-spatiaux, qui ont compensé leur difficulté de lecture.

L'objet de cette recherche est donc d'étudier les modalités du déplacement du regard au cours de la lecture chez des sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes et de les comparer à des sujets normaux dans le but de déterminer l'importance relative des mouvements céphaliques et oculaires dans l'organisation du regard.

Formulation des hypothèses:

L'hypothèse de base de cette recherche est que les modalités du déplacement du regard des dyslexiques visuo-spatiaux au cours de la lecture sont différentes de celles utilisées par les sujets normaux.

- Les sujets normaux et dyslexiques vont différer selon le type de texte (simple ou complexe).
- Les sujets normaux et dyslexiques vont différer selon la situation de lecture (tête totalement libre ou tête fixe).

Ces hypothèses vont s'appliquer à chacune des variables dépendantes suivantes: le temps de lecture par ligne, la durée des fixations précédant les saccades de progression et de régression, ainsi que le nombre, l'amplitude, la durée et la vitesse de ces dernières, le nombre, l'amplitude et la vitesse des saccades oculaires et des mouvements du regard effectués lors du retour à la ligne principal et total.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

Cette recherche vise à comparer les résultats obtenus par un groupe de sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes qui ont compensés leurs difficultés de lecture et un groupe de contrôle.

Groupe de dyslexiques visuo-spatiaux

Dans le but de nous assurer que les sujets dyslexiques de notre échantillon de recherche présentent tous un Q.I. normal et qu'ils ont compensés leurs difficultés de lecture, le groupe de dyslexiques visuo-spatiaux (4 hommes, 4 femmes) est sélectionné parmi des sujets adultes étudiants universitaires (21 à 43 ans). Sont acceptés comme sujets les huit premières personnes qui se portent volontaires à la suite d'une demande faite en ce sens et devant répondre à nos critères de sélection.

Groupe de sujets témoins

Le groupe de sujets témoins est composé de huit lecteurs réputés normaux pairés sur la base de l'âge, du sexe et du niveau de scolarité avec les sujets expérimentaux.

Critères de sélection des sujets

Les sujets des deux groupes doivent répondre aux critères suivants:

—Avoir le français pour langue maternelle

—Ne pas présenter de trouble visuel et/ou auditif pouvant être la cause de de leur difficulté de lecture (on demande au sujet s'il présente de telles difficultés, de plus lorsque le sujet nous informe être atteint de myopie on vérifie sa capacité à faire la lecture d'un texte présenté dans les mêmes conditions que les textes expérimentaux).

—Avoir eu accès à une éducation conventionnelle.

—Le sujet ne rapporte pas avoir vécu des difficultés émotionnelles ou familiales pouvant expliquer sa difficulté d'apprentissage de lecture.

—Etre exempt de trouble neurologique manifeste.

—Tous sont étudiants universitaires et ne connaissent pas les hypothèses de recherche mais sont informés du fait que l'on enregistre leurs mouvements oculaires et céphaliques au cours de la lecture.

De plus, les sujets dyslexiques visuo-spatiaux doivent également répondre aux critères de sélection suivants:

—Éprouver des difficultés de lecture. (Évaluées à l'aide de la lecture à voix haute du texte complexe).

—Manifester ou avoir manifesté dans le passé des difficultés d'orientation spatiale.

—Agnosie digitale présente. (Le sujet éprouve des difficultés à identifier trois doigts (le majeur, l'annulaire et l'index).

—Éprouver ou avoir éprouvé des difficultés avec l'orientation des lettres en particulier les lettres b et d, p et q.

—Utiliser un mode de décodage global. (Le mode de décodage se manifeste lors de la copie d'un texte écrit, de la lecture du texte complexe à voix haute. Ce mode se relève aussi à l'aide de l'anamnèse lorsque le sujet fait part à l'expérimentateur de ses mécanismes de compensation).

Tests

Afin de procéder à la sélection des sujets dyslexiques visuo-spatiaux et d'établir le portrait clinique des sujets normaux et dyslexiques visuo-spatiaux, tous les sujets se soumettent à certains tests.

La batterie de test de dominance latérale de Zazzo et Galifret-Granjon (1964) a été retenue comme instrument d'évaluation.

Test de latéralité

Selon Zazzo et Galifret-Granjon (1964), la latéralité correspond à la prédominance de l'utilisation de l'oeil, la main et du pied d'un côté du corps.

La prédominance est déterminée à l'aide de différentes épreuves. Chacun des sous-tests est répété au moins une fois. S'il s'avère qu'un sujet hésite ou alterne l'oeil utilisé, un troisième essai est alors effectué afin de s'assurer de la constance des résultats. Ceci est valable également pour les tests au niveau de la main et du pied.

A. Test de dominance oculaire

On sait que la direction oculaire est indépendante de l'acuité et qu'un seul oeil dirige la vision. Les deux sous-tests qui suivent permettent de déceler l'oeil directeur du sujet. Prenez note que l'expérimentateur a substitué le test "pointe mon nez" au test de visée originellement compris dans la batterie de dominance latérale de Zazzo et Galifret-Granjon (1964). Les résultats du test de visée dépendent d'une série de facteurs (direction, acuité visuelle et motricité des paupières) qui le rendent difficile d'interprétation.

1. "Sighting". Le matériel utilisé consiste en un carton de 20.5 X 12.5 cm, percé en son centre d'un trou de 0.5 cm de diamètre. Le sujet doit tenir ce carton au bout de ses bras et il doit regarder à travers le trou, en utilisant ses deux yeux, une cible prédéterminée (une marque noire dessinée sur le mur à trois endroits différents de la pièce). Une fois que le sujet fixe bien la cible, il lui faut rapprocher le carton de son visage et ce, sans perdre de vue la cible fixée. L'oeil vers lequel le carton est dirigé est pris en note.

2. Pointe mon nez. L'expérimentateur se place en face du sujet, à dix pieds environ de distance. Le sujet doit, en alternant, prendre l'index de sa main droite puis l'index de sa main gauche et pointer le nez de l'expérimentateur. Le sujet reprend l'exercice trois fois pour chaque main. L'expérimentateur doit être attentif et déceler à quel oeil le doigt du sujet s'associe pour effectuer la tâche demandée. L'oeil utilisé est ainsi pris en note.

B. Tests de dominance manuelle

1. Distribution des 32 cartes. Le matériel de cette épreuve comprend un jeu de trente-deux cartes et un chronomètre. Cet exercice consiste en la distribution de trente-deux cartes par le sujet. On note la main active pour la première épreuve et le temps d'exécution. Le sujet doit ensuite refaire l'exercice en utilisant l'autre main pour distribuer les cartes; on note le temps d'exécution. L'exercice est repris en alternance jusqu'à ce que le sujet exécute trois essais de chaque main.

2. Écrire. Le sujet doit écrire son nom et son âge. La main utilisée spontanément est notée. Le sujet doit également indiquer si la main choisie est toujours celle utilisée pour écrire. (Ce test a été substitué au test de diadococinésie de la batterie de Zazzo et Galifret-Granjon (1964), le test de diadococinésie étant difficile d'interprétation chez l'adulte).

C. Test de dominance pédestre

1. Marelle. Le matériel utilisé est une petite boîte de plastique. Le sujet saute sur une jambe et frappe à petits coups la boîte de son pied libre tout le long d'une ligne de 20 pieds. Le sujet reprend l'exercice en sautant sur l'autre pied. L'examineur inscrit le pied sur lequel le sujet choisit de sauter spontanément et avec quel pied l'exercice est le plus facilement exécuté. Quand il n'y a pas de différence on note le signe "=".

2. "Shooting". On demande au sujet de donner un coup de pied sur la boîte de plastique de façon à ce qu'elle percute sur le mur en face de lui. On note

le pied choisit spontanément et on demande au sujet de reprendre l'exercice trois fois.

La batterie Piaget-Head (1964)

Cette batterie étudie la possibilité du sujet de s'orienter dans l'espace en particulier, sa reconnaissance des coordonnées spatiales droite-gauche.

A. Test de Piaget "Droite-Gauche"

Le sujet doit identifier sa main droite et sa main gauche et reprendre l'exercice en identifiant la main gauche et droite de l'examineur. Lors de la dernière épreuve le sujet est assis, bras croisés, face à trois objets; il doit identifier la position relative d'un objet par rapport à un autre objet. Par exemple, le crayon est-il à gauche ou à droite des clefs? Cette dernière épreuve est composée de six questions.

B. Test de Head "Main-Oeil-Oreille"

Le sujet, assis face à l'examineur, doit en premier lieu imiter une série de mouvements exécutés par celui-ci. Ces mouvements consistent à toucher un oeil ou une oreille avec l'une ou l'autre main. Par la suite, on demande au sujet d'exécuter les mêmes gestes sur ordre oral. Le sous-test se termine finalement par la reproduction des mouvements à partir de huit figures schématiques.

Le test des gnosies digitales de Galifret-Granjon (1964)

Ce test évalue la capacité du sujet de distinguer, de montrer, le ou les doigts touchés par l'expérimentateur alors que ceux-ci sont hors de sa vue. L'exercice s'exécute en deux parties.

Dans la première partie le sujet est assis face à l'examineur, sa main est posée à plat sur la table. L'examineur touche un doigt du sujet et lui demande d'indiquer le doigt touché en pointant avec son autre main sur un dessin de la main homologue à celle touchée. L'exercice est repris avec l'autre main. Par la suite l'examineur poursuit l'expérience en exécutant des touches successives sur deux doigts du sujet. Le sujet doit alors indiquer quels sont les doigts touchés en pointant à l'aide de l'autre main et ce toujours sur le dessin de la main homologue. La première partie de ce test se termine alors que l'examineur exécute une série de touches simultanées sur deux doigts du sujet.

La seconde partie consiste en la reprise de toutes les étapes de la première partie. À la différence de la première partie, le sujet est invité à pointer sur un dessin de la main symétrique. Par exemple si l'examineur touche un doigt de la main droite, le sujet est invité à indiquer le doigt touché en pointant sur le dessin de la main gauche.

Lignes enchevêtrées à suivre du regard Rey (1958; voir Gaudreau, 1961)

Ce test évalue la capacité du sujet à suivre des yeux une ligne tracée sur une feuille et entremêlée parmi d'autres lignes. Une feuille sur laquelle sont tracées un ensemble de lignes est placée devant le sujet. Ces lignes sont numérotées à leur gauche par un chiffre allant de 1 à 16 et à leur droite par un chiffre de 1 à 24. L'examineur nomme un chiffre situé à gauche de la page et le sujet doit suivre des yeux la ligne correspondante jusqu'à ce qu'il puisse nommer

le chiffre correspondant à la droite de cette ligne. L'examineur note la réponse et le temps de réponse du sujet. L'exercice comprend dix essais.

Anamnèse

L'utilisation d'une anamnèse (exemple en Appendice A) permet de retracer les conditions bio-psycho-sociales impliquées dans le développement des sujets. Elle offre également la possibilité de s'enquérir du type et du degré de difficultés d'apprentissage de lecture des sujets et enfin, d'apprécier la présence de facteurs associés à la dyslexie.

Résultats aux tests pré-expérimentaux

Voici en bref la description des résultats obtenus par le groupe des sujets dyslexiques visuo-spatiaux et le groupe de contrôle à ces différents tests.

Résultats aux tests de latéralité des sujets dyslexiques

A. Résultats aux tests de dominance oculaire

La correspondance entre les résultats du test "sighting" et du test "Pointe mon nez" est établie pour cinq des sujets. Ainsi, trois des sujets utilisant préférentiellement l'œil droit pour diriger leur regard au test du "Sighting" utilisent le même œil directeur lors de la passation du test "Pointe mon nez". Ces sujets ont donc une dominance oculaire établie à droite. Cette correspondance s'établit également pour deux des sujets ayant un œil directeur gauche. Trois des sujets

dyslexiques ne démontrent pas une dominance oculaire clairement établie au test "Pointe mon nez".

Tableau 1

Résultats aux tests de latéralité des sujets dyslexiques

Sujets	"Sighting"	Pointe mon nez	Cartes	Écrit	Marelle	"Shooting"
1	D	?	=	D	D	D
2	D	D	D	D	D	G
3	G	G	D	D	D	G
4	D	?	D	D	D	D
5	G	G	D	D	D	D
6	G	?	G	D	D	G
7	D	D	G	D	G	G
8	D	D	D	D	D	D

B. Résultats aux tests de dominance manuelle

Les résultats aux tests de dominance manuelle (distribution des 32 cartes et écrire) indique que cinq des huit sujets ont une latéralité manuelle clairement établie à droite. Cependant, nous ne pouvons déterminer de façon précise à l'aide de ces résultats qu'elle est la main préférentielle utilisée pour trois de ces sujets. Deux distribuent les cartes plus rapidement en utilisant la main gauche alors qu'ils utilisent la main droite pour écrire. Un des sujets dyslexiques

obtient une différence des temps de distribution inférieure à deux secondes lors de distribution des 32 cartes par l'une ou l'autre main.

C. Résultats aux tests de dominance pédestre

La correspondance entre les résultats des deux tests servant à vérifier la dominance de l'utilisation de l'un ou l'autre pied s'établit pour cinq des huit sujets.

Résultats aux tests de latéralité des sujets du groupe de contrôle

A. Résultats aux tests de dominance oculaire

La correspondance entre les résultats du test "sighting" et du test "Pointe mon nez" démontre que la dominance oculaire est clairement établie pour les six sujets du groupe contrôle évalués. Ainsi, cinq de ces sujets ont l'œil droit comme œil directeur tandis qu'un autre utilise l'œil gauche.

B. Résultats aux tests de dominance manuelle

Les résultats aux tests de dominance manuelle (distribution des 32 cartes et écrire) indique que les six sujets du groupe de contrôle ayant fait l'objet de l'évaluation neuropsychologique ont une dominance manuelle clairement établie à droite.

C. Résultats aux tests de dominance pédestre

La correspondance entre les résultats des deux tests servant à vérifier la dominance de l'utilisation de l'un ou l'autre pied s'établit pour quatre des six sujets ayant participé à cette évaluation.

Tableau 2

Résultats aux tests de latéralité des sujets du groupe de contrôle

Sujets	"Sighting"	Pointe mon nez	Cartes	Écrit	Marelle	"Shooting"
1	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X
3	G	G	D	D	G	D
4	D	D	D	D	D	D
5	D	D	D	D	D	D
6	D	D	D	D	D	G
7	D	D	D	D	D	D
8	D	D	D	D	D	D

Les résultats aux tests de la dominance pédestre ne révèlent pas de différence significative entre le groupe de sujets dyslexiques et le groupe de contrôle. Par contre les résultats des sujets du groupe de contrôle et dyslexiques aux tests de dominance oculaire et manuelle se montrent plus concluants. Ainsi, quatre des sujets dyslexiques ont une latéralité mal établie. Deux de ces sujets sont mal latéralisés à la fois pour l'œil et la main tandis que les deux autres le sont soit pour l'œil soit pour la main.

Test de Piaget-Head des sujets dyslexiques

A. Piaget "Droite-Gauche"

Selon Galifret-Granjon (1964 p.34), cette épreuve est considérée comme réussie lorsque le sujet obtient un résultat de 18 ou plus. Quatre sujets sur huit réussissent ce test sans erreurs. Deux sujets obtiennent un résultat de 18 sur un total de 20. Seulement deux des sujets échouent ce test. L'un obtient un résultat de 16 tandis que l'autre présente une difficulté réelle, n'obtenant qu'un faible résultat de 10. Ce sujet ne parvient à identifier la droite et la gauche que sur lui-même. Il est incapable d'exécuter cette tâche sur un sujet assis en face de lui et de définir la relation spatiale entre trois objets.

Tableau 3

Résultats aux tests de Piaget-Head des sujets dyslexiques

Sujet	1	2	3	4	5	6	7	8
Piaget "droite-gauche"								
/20	10	20	20	18	20	20	16	18
Head "Main-Oeil-Oreille"								
Observateur /30	26	25	28	28	26	30	28	28
Ordres /15	15	14	15	14	13	15	14	15
Figure /16	6	14	11	14	14	11	14	12
Résultats /81	51	73	74	74	73	76	72	73

B. Head "Main-Œil-Oreille"

La reproduction des mouvements exécutés par l'examineur est réussie par cinq des sujets. Ceux-ci obtenant un résultat ≥ 28 (Galifret-Granjon 1964 p. 59). Tous les sujets réussissent le test de l'exécution des mouvements sur ordre en obtenant un résultat ≥ 13 (Galifret-Granjon p. 59). Tandis que la reproduction des mouvements à partir de l'observation de figures est réussie par quatre des huit sujets. Ceux-ci obtiennent un résultat ≥ 14 . Un sujet éprouve de grandes difficultés à exécuter cette tâche n'obtenant qu'un résultat de 6.

Test de Piaget-Head des sujets du groupe de contrôle

A. Piaget "droite-gauche"

Tous les sujets du groupe de contrôle obtiennent un résultat de 20 et offrent une performance parfaite à la passation de cette épreuve.

B. Head "Main-Œil-Oreille"

Quatre des six sujets du groupe de contrôle reproduisent parfaitement les mouvements exécutés par l'examineur. Un des sujets échoue en obtenant un résultat de 26. L'exécution des mouvements sur ordre est parfaitement réussie par cinq des sujets du groupe de contrôle. Quant à l'exécution des mouvements à partir de l'observation des figures quatre des sujets réussissent cette épreuve sans erreur. Un des sujets échoue la passation de ce test en obtenant 13 comme résultat.

Bien qu'un des sujets dyslexiques éprouve de sérieuses difficultés lors de la passation du test de Piaget-Head, l'ensemble des sujets dyslexiques réussissent la

passation de ce test. Le test de Piaget-Head nous semble peu sensible aux difficultés d'organisation spatiale réellement éprouvées par ces sujets.

Tableau 4

Résultats aux tests de Piaget-Head des sujets du groupe de contrôle

Sujet	1	2	3	4	5	6	7	8
Piaget "droite-gauche"								
/20	X	X	20	20	20	20	20	20
Head "Main-Oeil-Oreille"								
Observateur /30	X	X	30	26	28	30	30	30
Ordres /15	X	X	15	14	15	15	15	15
Figure /16	X	X	16	14	14	16	16	13
Résultats /81	X	X	81	74	77	81	81	78

Résultats aux tests des Gnosies digitales

Le tableau 5 permet de comparer les résultats obtenus par les sujets dyslexiques et les sujets du groupe de contrôle aux tests des gnosies digitales. L'observation de ce tableau permet de remarquer que les résultats obtenus sur l'une ou l'autre main sont comparables. Il en est également ainsi pour les

réponses pointées sur la main homologue ou symétrique. Le test-t de Student (tableau 6) effectué sur les résultats des sujets dyslexiques et du groupe de contrôle aux tests des Gnosies digitales de la main homologue indique une différence significative entre les résultats du groupe de sujets dyslexiques (Moy.=45,75) et du groupe de contrôle (Moy.=58,67) ($t = -7,475$; $p < 0,0001$). L'interprétation des résultats des sujets dyslexiques à l'aide de l'échelle de Benton, Hmasher, Varney et Spreen (1983) indiquent la présence d'une agnosie digitale bilatérale chez tous les sujets dyslexiques.

Tableau 5

Résultats moyens aux tests des Gnosies digitales
des sujets dyslexiques et ceux du groupe de contrôle

Pointage	Sujets dyslexiques		Sujets du groupe contrôle	
	Moyenne	écart-type	Moyenne	écart-type
Main Homologue	45,75	4,03	58,67	1,36
D	22,38	2,50	29,00	0,89
G	23,38	1,77	29,67	0,51
Main Symétrique	46,25	4,95	57,83	1,33
D	22,87	2,03	28,83	1,47
G	23,37	3,20	28,67	0,82

Tableau 6

Test t de Student non-pairé effectué sur les résultats indiqués sur la main homologue par les sujets dyslexiques et ceux du groupe de contrôle aux tests des Gnosies digitales

Groupe	Nombre de sujets	Moyenne	Écart-type	
Dyslexiques	8		45,75	4,03
Du groupe de contrôle	6		58,67	1,37
Test-T	-7,475			
Degrés de liberté:	12			
Signification:	0,0001			

Résultats aux tests des lignes enchevêtrées à suivre du regard

Les résultats produits au tableau 7 indiquent le temps moyen par ligne suivie des yeux par chacun des sujets dyslexiques. Ils présentent également le nombre d'erreurs commises par ces sujets au cours de l'exercice. Ainsi pouvons-nous remarquer que les sujets dyslexiques obtiennent des temps moyens individuels qui varient de 6,23 s à 23,3 s. Le temps moyen établi par le groupe est de 10,56 s. 75% des étudiants adultes qui exécutent cet exercice obtiennent un temps moyen de 4 s par ligne (Lezak, 1976 p 300). Nous pouvons donc considérer que les sujets dyslexiques de ce groupe éprouvent des difficultés à exécuter cette tâche.

Tableau 7
 Résultats des sujets dyslexiques au test des lignes enchevêtrées
 à suivre du regard de Rey

Sujet	erreur	temps de réponse
1	1	6,69
2	0	7,39
3	0	8,24
4	0	6,23
5	0	8,71
6	0	8,11
7	0	15,7
8	2	23,3
Moyenne:	0,37	10,56
Écart-type	0,74	5,96

Description et fonctionnement des appareils

L'expérimentation a nécessité l'utilisation de divers matériels et appareils dont voici la description et le fonctionnement.

Une plate-forme de bois

Une plate-forme de bois de 1,78 m de diamètre, sur laquelle est fixée un montage en demi-cercle de 1,14 m de diamètre. Ce montage peint en noir comprend une table devant laquelle se dresse un panneau gradué à intervalles

réguliers de dix degrés d'angle visuel dont le champ s'étend de -90 degrés à +90 degrés.

Une chaise

Devant la table se trouve une chaise, dont la hauteur est réglable par un système hydraulique. Cette chaise est munie d'un coussinet d'appui sur lequel le sujet doit reposer sa nuque. Deux autres coussinets placés de chaque côté de sa tête, servent au besoin à une meilleure immobilisation de la tête du sujet.

Un lutrin

Un lutrin est utilisé afin de présenter les textes à lire à hauteur des yeux des sujets à distance fixe lors de l'expérimentation.

Deux extraits de textes

Le texte simple est construit à partir d'un texte de niveau première année. Le texte complexe est un extrait de la Dictée-Piège de Maurice Druon. Ce texte est complexe pour plusieurs causes associées (sémantique, syntaxe et phonétique).

Ces deux textes (présentés en appendice B) sont écrits sur des feuilles 21 x 27 cm et fixés sur des cartons. Chaque texte comprend 15 lignes, la longueur de chacune d'elles est de 20.5 cm ce qui correspond à une amplitude de 20 degrés lorsque présenté à 30 cm du sujet.

Technique du solénoïde dans un champ inducteur

L'enregistrement des mouvements de la tête du sujet au cours de cette expérimentation est rendu possible grâce à la technique du solénoïde dans un champ magnétique inducteur (Volle, 1987). Celle-ci consiste à coller sur le front du sujet à l'aide d'un ruban adhésif, un solénoïde (3 tours et d'un diamètre de 2 cm). Des fils souples et torsadés relient ce solénoïde aux détecteurs-amplificateurs utilisés pour ce signal. Deux champs électromagnétiques alternatifs et orthogonaux de fréquences différentes sont produits à l'aide de bobines de grand diamètre disposées autour du sujet. Un des champs a un axe horizontal, l'autre vertical. Le sujet est assis au centre de ces champs. C'est la mesure de l'intensité du courant induit dans le solénoïde qui permet de déterminer l'orientation exacte de la tête par rapport aux lignes de force des champs magnétiques (vertical et horizontal).

Potentiomètre

Lors de la calibration des mouvements de tête, on procède également à l'enregistrement de ces mouvements à l'aide d'un potentiomètre linéaire de précision (un tour avec une linéarité de 0,1%) qui nous permet d'obtenir des signaux linéaires des déplacements de la tête. Le potentiomètre est relié à un casque porté par le sujet. Lors de la calibration, le sujet doit effectuer des mouvements d'aller-retour entre deux cibles en alignant chacune de ces cibles, à l'aide d'un seul œil, un petit index rouge fixé au casque.

Calibration des signaux provenant des solénoïdes.

Le signal obtenu par la méthode du solénoïde n'est pas linéaire mais bien proportionnel au sinus d'angle d'orientation du solénoïde par rapport aux lignes de force du champ. Cela nécessite donc l'ajout d'une seconde méthode qui permet d'obtenir un signal électrique proportionnel à l'angle de rotation à partir duquel le signal du solénoïde est calibré et linéarisé à l'aide d'une table de correspondance mise en mémoire dans l'ordinateur servant à traiter les données. Ainsi donc, lors de la calibration des mouvements de la tête du sujet on procède à l'enregistrement simultané des signaux provenant du solénoïde et du potentiomètre.

Au cours de la première calibration, le sujet doit effectuer des mouvements d'aller-retour entre deux cibles situées à ± 20 degrés d'angle visuel en alignant avec un seul œil, un petit index rouge solidaire de sa tête sur ces différentes cibles. Le sujet exécute ce mouvement une dizaine de fois et reprend l'exercice, cette fois en exécutant un mouvement d'aller-retour entre deux cibles situées à ± 40 degrés d'angle visuel. L'enregistrement simultané des signaux et leur numérisation dans l'ordinateur permet de construire des tables de correspondance nécessaires à la linéarisation et à la calibration des signaux provenant du solénoïde. La précision des mesures obtenues est estimée à 1/4 de degré d'angle.

Lunettes à infra-rouge

L'enregistrement des mouvements oculaires des sujets est effectuée à l'aide d'une méthode de détection des mouvements oculaires par cellules photo-électriques. L'instrument utilisé est une monture de lunette sur laquelle du côté droit, sont installées trois cellules photodiodes à infra-rouge (IR). La cellule centrale est une cellule émettrice (Type TLR 107) tandis que les deux autres sont des cellules réceptrices (FPT-100 Fairchild). Ces cellules s'ajustent à l'aide de micro-manipulateurs, ce qui permet de diriger des rayons infra-rouges émis sur la frontière de l'iris et de la sclérotique (par la cellule émettrice) et d'en capter les reflets à l'aide des deux autres cellules détectrices.

Lorsque l'oeil est centré, les deux cellules réceptrices captent sensiblement la même quantité de lumière infra-rouge reflétée par l'oeil. Le déplacement de l'oeil expose les cellules réceptrices à une plus ou moins grande surface d'iris sombre et de sclère blanche. Ainsi, lorsque l'oeil droit se dirige vers le nez, la photodiode gauche se trouve exposée à une plus grande surface d'iris sombre, de même qu'à une moins grande surface de sclère blanche, ce qui entraîne une baisse de tension aux bornes de cette cellule photo-électrique. Simultanément, le phénomène inverse se produit à la photodiode droite ce qui produit une hausse de tension aux bornes de cette cellule. La différence entre ces deux tensions permet d'obtenir un signal proportionnel à la position de l'oeil.

Calibration des signaux provenant des lunettes

La calibration des lunettes est effectuée (en situation "tête-fixe") avant chacune des lectures. Pour ce faire, l'expérimentateur demande au sujet de

garder de fixer une croix dont la position dans l'espace correspond au centre du texte. Il demande ensuite au sujet d'exécuter des mouvements de va-et-vient avec les yeux (la tête étant fixe) en alignant deux cibles situées à ± 10 degrés de part et d'autre du point central.

Un amplificateur

Les photodiodes sont reliées à un amplificateur qui envoie les signaux reçus à la chaîne d'enregistrement.

Un microphone

Un microphone est utilisé pour l'enregistrement de la voix du sujet au cours de la lecture du texte complexe à voix haute.

Magnétophone à bobines à modulation de fréquence

Les signaux analogiques recueillis en expérimentation par les lunettes infra-rouge, le potentiomètre à vertex et le sélénioïde sont d'abord enregistrés sur le magnétophone: Hewlett Packard modèle 3964 A afin de conserver les données pour traitement différé.

Procédure

L'expérience se déroule de façon identique pour chaque sujet. Les sujets ont à lire deux textes en situation "tête-fixe" et trois textes en situation "tête-libre". L'ordre de présentation des textes est alterné de façon à éliminer l'effet d'habituation (annexe I). L'expérimentation se termine par la lecture à voix haute du texte complexe en situation "tête-libre".

Procédure lors de l'enregistrement de la lecture des textes en situation "tête-libre"

L'expérimentateur fait asseoir le sujet sur la chaise. Il procède à la calibration des mouvements de la tête. Lorsque les calibrations des mouvements de tête sont terminées, il ajuste les lunettes, installe le lutrin à 30 cm du sujet et procède aux calibrations des mouvements oculaires (la tête du sujet étant fixe), afin d'ajuster les appareils et de déterminer l'amplitude du déplacement oculaire total (20 degrés d'angle visuel). Finalement, il explique au sujet la tâche à effectuer en lui lisant la consigne suivante:

" Le but de l'expérience est d'étudier les mouvements de tes yeux. On te demande donc de lire silencieusement le texte qui t'est présenté . Porte bien attention au texte, il faut que tu comprennes bien le texte, on peut te poser des questions à la suite de la lecture. Lorsque tu auras terminé ta lecture, on te demande de nous dire que tu as terminé. As-tu des questions?"

L'expérimentateur place alors le texte simple sur le lutrin, le second expérimentateur démarre l'enregistrement. La calibration est reprise à la fin de la lecture de ce texte. Le résumé de la consigne est lu. Le sujet fait alors la lecture du texte complexe.

Procédure de l'enregistrement de la lecture des textes en situation "tête-fixe"

L'expérimentateur fait asseoir le sujet sur la chaise. Le sujet met les lunettes servant à l'enregistrement des mouvements oculaires. L'expérimentateur demande au sujet d'appuyer sa nuque sur le coussinet servant à cette fin. Il fixe

alors les deux autres coussinets de part et d'autre de la tête du sujet afin d'obtenir une bonne stabilisation de celle-ci. Il procède ensuite à la calibration des mouvements oculaires. Finalement, lecture est faite de la consigne au sujet et on procède à l'enregistrement des mouvements oculaires au cours de la lecture du texte simple. Suite à cet enregistrement, l'expérimentateur procède à une nouvelle calibration des signaux provenant des lunettes, relit la consigne et procède à l'enregistrement de la lecture du texte complexe.

Après la quatrième lecture, l'expérimentateur demande au sujet de faire la lecture du texte complexe à voix haute. Il enregistre cette lecture en utilisant la procédure d'enregistrement de la lecture des textes en situation "tête-libre". Il enregistre également la voix du sujet au cours de la lecture à l'aide du micro relié au magnétophone à bobine à modulation de fréquence. L'expérimentateur fait la lecture de la consigne suivante:

"Cette fois, on te demande de lire le prochain texte à voix haute.
Tu lis le texte à ton rythme et on va enregistrer ta lecture sur le magnétophone. As-tu des questions?"

Chapitre III
Analyse des résultats

La présentation de l'analyse des résultats de cette recherche se subdivise en trois parties. La première est consacrée à la description de la méthode d'analyse des données recueillies lors de l'expérimentation. La seconde partie expose les résultats produits par les deux groupes de sujets. Finalement, la troisième et dernière partie de ce chapitre consiste en l'interprétation et la discussion de ces résultats.

Méthode d'analyse pour les mouvements oculaires et céphaliques

Les signaux recueillis par les lunettes, le potentiomètre et le solénoïde sur la bande magnétique d'enregistrement sont d'abord transmis par câbles coaxiaux à un oscilloscope à mémoire (Tektronix modèle 5116). L'écran de l'oscilloscope permet à l'expérimentateur de visualiser les signaux qui sont ensuite transmis aux convertisseurs analogiques numériques de l'ordinateur où ils sont échantillonnés tous les 10 ms et mémorisés sur disque magnétique.

Une fois mémorisées, les données sont traitées et analysées à l'aide du programme Van de M. Rob Douglas et d'un logiciel d'émulation du terminal (Tektronix 1040). La communication avec le Minc 23 est effectuée en langage ordinateur FORTRAN à l'aide d'un IBM PC utilisé comme terminal graphique.

Pour procéder à l'analyse il est nécessaire d'afficher sur un écran cathodique (Hewlett Packard 1310 A) à travers le convertisseur numérique-analogique du Minc les signaux préalablement enregistrés. Chaque balayage affiché est composé de 256 points et chaque point correspond à un échantillon prélevé toutes les 10 ms.

Bien que chacun des textes soit constitué de 15 lignes, l'analyse des comportements oculaires et céphaliques au cours de la lecture ne porte que sur les neuf lignes centrales des textes. Ceci afin d'éviter les irrégularités éventuelles liées au démarrage et à l'arrêt de la lecture.

La première étape de l'analyse consiste en la calibration des mesures de façon à obtenir des données comparables d'une situation de lecture à une autre, d'un sujet à l'autre. Pour ce faire, les curseurs qui apparaissent sur le tracé recueilli à l'aide du potentiomètre lors de la calibration du mouvement de la tête à un angle de plus ou moins vingt degrés sont placés au début et à la fin du mouvement. Le logiciel Van établit une table de correspondance à partir de ce tracé afin de linéariser par la suite le tracé obtenu par le solénoïde au cours du même déplacement. Lorsque cette opération est complétée, les curseurs sont placés respectivement au début et à la fin des mouvements oculaires de calibration d'amplitude déterminée (plus ou moins dix degrés) effectués au début de chaque lecture. Le programme Van fournit la valeur du facteur de multiplication devant être inscrit dans une macro-commande pour que les tracés des mouvements oculaires correspondent exactement à cette amplitude.

La figure 4 (appendice D) représente le tracé des mouvements oculaires effectués au cours de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe" par un lecteur du groupe de contrôle. Le déplacement des curseurs par potentiomètre sur les balayages visualisés sur l'écran (Hewlett Packard modèle 1310 A) permet l'analyse de chacune des saccades. Les paramètres mesurés de façon semi-automatique à l'aide du logiciel sont: l'amplitude, la durée et la vitesse maximale atteinte par chacune des saccades. Le moment précis auquel débute chacune des saccades est également obtenu par analyse semi-automatique. La mesure de la durée de chaque ligne de lecture est obtenue en déplaçant les curseurs au début de la ligne de lecture c'est-à-dire immédiatement après la saccade de correction du retour de la ligne qui précède et immédiatement avant la saccade de retour de ligne de la ligne analysée. L'analyse du retour à la ligne est effectuée de plusieurs façons. La première consiste à placer l'un des curseurs au début du retour à la ligne tandis que le second est placé à la fin du retour à la ligne, soit à la fin des saccades de correction. Cette mesure permet d'obtenir les valeurs des diverses caractéristiques du retour total à la ligne. La seconde façon d'analyser le retour à la ligne consiste à prélever des mesures sur chacun de ses segments. Le retour à la ligne se présente souvent sous forme d'une grande saccade (saccade principale) suivie d'un ou plusieurs mouvements d'ajustement (saccades de correction). La figure 7 de l'appendice D illustre le retour total à la ligne ainsi que les segments qui le composent.

La figure 7 (Appendice D) représente les tracés des mouvements oculaires, de tête et du regard au cours de la lecture du texte simple en situation de

lecture "tête-libre" par un lecteur du groupe de contrôle. Il est à noter que le tracé du mouvement du regard est le résultat de l'addition des tracés des mouvements oculaires et de tête par le programme Van. La technique d'analyse est semblable à celle expliquée en situation "tête-fixe" à la différence que les données sont recueillies sur le tracé des mouvements du regard. L'imprimante Epson (Modèle FX-80) permet de transcrire sur papier le tracé de chacun des balayages ainsi que les résultats obtenus au cours de ces analyses.

Dans un premier temps, le calcul des statistiques descriptives (moyenne, médiane) de chacune des variables dépendantes (amplitude, vitesse, durée des saccades etc.) est effectué pour chacune des conditions de lecture (texte simple et complexe, "tête-fixe" et libre) et ce pour chacun des sujets. Le logiciel Statview d'Abacus concepts (1987) sur ordinateur Macintosh (Apple) est utilisé à cette fin. Les résultats ainsi produits sont ensuite intégrés dans un tableau à partir duquel nous procédons à l'analyse de variance à mesure répétée de chacune des variables dépendantes à l'aide du programme Super Anova d'Abacus concepts (1989) sur ordinateur Macintosh (Apple).

Le tableau 8 représente le temps moyen de lecture en seconde par ligne pour les différents sujets dans les diverses conditions expérimentales. Le groupe 1 est formé des lecteurs du groupe de contrôle tandis que les sujets dyslexiques forment le groupe 2. Les deux groupes de lecteurs ont à lire deux textes dont le niveau de difficulté est variable soit un texte simple et un texte complexe et ce dans deux situations de lecture ("tête-fixe", "tête-libre").

Tableau 8
Temps moyen de lecture en s par ligne

Groupe	Texte simple		Texte complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe
1	2,84	2,38	2,67	2,63
1	4,29	3,45	5,39	4,42
1	2,83	2,82	4,15	4,68
1	3,01	2,34	3,38	3,33
1	2,32	2,43	2,46	2,33
1	1,58	1,26	2,87	2,62
1	2,69	3,36	3,62	5,33
1	2,95	2,78	4,08	3,54
2	2,39	2,41	2,81	3,28
2	5,06	4,53	7,49	6,79
2	7,22	8,62	11,32	11,36
2	2,93	3,08	3,63	4,50
2	3,46	5,20	5,81	6,52
2	4,69	4,73	8,07	5,25
2	3,46	4,14	5,87	5,13
2	3,53	2,80	4,28	3,35

Tableau 9

Analyse de la variance à mesure répétée du temps moyen de lecture en s par ligne

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	61,780	5,893	0,029 *
Erreur	14	1,484		
Texte	1	26,755	43,451	0,001 **
Texte X Groupe	1	2,657	4,315	0,057
Erreur	14	0,616		
Tête	1	0,048	0,085	0,775
Tête X Groupe	1	0,019	0,033	0,858
Erreur	14	0,570		
Texte X Tête	1	0,240	1,194	0,293
Texte X Tête X Groupe	1	0,956	4,750	0,047 *
Erreur	14	0,210		

* $P < 0,05$ ** $P < 0,01$ Le temps de lecture par ligne

Le tableau 9 présente l'analyse du temps de lecture par ligne. Il indique que les lecteurs dyslexiques lisent plus lentement (moy. =5,12 s) que les sujets du groupe de contrôle (moy.=3,15 s) ($F_{1,14} = 5,893$; $P < 0,05$). Les sujets du groupe de contrôle et dyslexiques prennent un temps significativement plus long

(moy.=4,78 s) pour lire le texte complexe comparativement au texte simple (moy.=3,487 s) ($F_{1,14}= 43,451$ $P<0,01$).

L'interaction des variables texte et tête produit un effet différent chez les sujets du groupe de contrôle et dyslexiques ($F_{1,14}=4,750$; $P<0,05$). Si le fait de fixer la tête des sujets du groupe de contrôle au cours de la lecture d'un texte simple réduit le temps moyen de lecture par ligne (le temps moyen de lecture de ces sujets passe de 3,18 s par ligne en situation "tête-libre" à 2,97 s par ligne en situation "tête-fixe"), ceci n'a que peu d'effet sur le temps moyen de lecture par ligne d'un texte complexe lu par ces mêmes sujets. Celui-ci est de 3,94 s par ligne pour un texte complexe lu en situation "tête-libre" et passe à 3,99 s en situation "tête-fixe". Par contre, le fait de fixer la tête des sujets dyslexiques au cours de la lecture augmente le temps moyen de lecture par ligne du texte simple et réduit le temps moyen de lecture par ligne du texte complexe. Ainsi, pour les sujets dyslexiques, le temps moyen de lecture par ligne de lecture du texte simple passe de 4,48 s en situation "tête-libre" à 4,81 s en situation "tête-fixe" tandis que le temps moyen de lecture par ligne du texte complexe passe de 6,5 s en situation "tête-libre" à 6,21 s ligne en situation "tête-fixe".

L'analyse de la durée médiane précédant les saccades de progression et de régression (Tableau 10) révèle que les sujets fixent plus longuement le texte avant d'effectuer une saccade de progression (moy.=223,97 ms) qu'avant d'exécuter une saccade de régression (moy.=191,41 ms) ($F_{1,28}=9,258$; $P<0,01$). Les sujets dyslexiques ne fixent pas plus longuement le texte que les sujets du groupe de contrôle ($F_{1,28}=0,007$; $P>0,05$). La variation de la

difficulté du texte n'influence pas la durée des fixations ($F_{1,28}=3,048$; $P>0,05$). Le fait de fixer ou non la tête des sujets au cours de la lecture n'influence pas de manière significative la durée des fixations ($F_{1,28}=0,2$; $P>0,05$).

Tableau 10
Comparaison de la durée médiane (en ms) des fixations
avant les saccades de progression et de régression

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P	
Groupe	1	24,693	0,007	0,935	
Progression /Régression	1	33924,915	9,258	0,005	**
Groupe X Prog. /Rég.	1	849,029	0,232	0,634	
Erreur	28	3664,230			
Texte	1	16190,374	3,048	0,092	
Texte X Groupe	1	71,073	0,134	0,717	
Texte X Pro. /Rég.	1	482,517	0,908	0,349	
Texte X Groupe X Prog. /Rég.	1	1480,088	20,786	0,106	
Erreur	28	531,209			
Tête	1	112,200	0,200	0,658	
Tête X Groupe	1	5,553	0,010	0,922	
Tête X Pro. /Ré.	1	311,750	0,556	0,462	
Tête X Groupe X Prog. /Rég.	1	200,150	0,357	0,555	
Erreur	28	561,093			
Texte X Tête	1	16,046	0,052	0,821	
Texte X Tête X Groupe	1	171,634	0,561	0,460	
Texte X Tête X Pro./Ré.	1	296,461	0,969	0,333	
Texte X Tête X Gr. X Pro./Ré.	1	350,264	1,145	0,294	
Erreur	28	305,942			

* $P<0,05$

** $P<0,01$

Le tableau (11) de la comparaison du nombre de saccades de progression et de régression indique que les sujets dyslexiques font significativement plus de saccades (progression et régression) au cours de la lecture d'un texte (moy.= 79,55) que les sujets du groupe de contrôle (moy.=49,72) ($F_{1,28}=11,3$; $P<0,05$). Les lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle effectuent un plus grand nombre de saccades au cours de la lecture du texte complexe (moy.=72,91) qu'au cours de la lecture du texte simple (moy.=56,36) ($F_{1,28}=65,20$; $P<0,01$). Les saccades de progression (moy.=97,53) sont plus nombreuses que les saccades de régression (moy.=31,73) ($F_{1,28}=54,98$; $P<0,01$).

L'augmentation de la difficulté du texte fait davantage s'accroître le nombre de saccades de progression ($F_{1,28}=13,450$; $p<0,01$) effectuées par les sujets. Le nombre moyen de celles-ci passe de 85,5 lors de la lecture du texte simple à 109,56 au cours de la lecture du texte complexe tandis que la variation du nombre des saccades de régression est beaucoup moins élevée, celui-ci passe de 27,22 lors de la lecture du texte simple à 36,25 lors de la lecture du texte complexe.

Le tableau 11 révèle également qu'il y a un effet interactif des variables: texte, tête et groupe ($F_{1,28}=4,75$; $p<0,05$). Ainsi, le fait de fixer la tête des sujets dyslexiques au cours de la lecture du texte simple augmente le nombre des saccades produites. Le nombre de celles-ci passe de 65,88 saccades au cours de la lecture en situation "tête-libre" à 73,25 saccades en situation "tête-fixe". La fixation de la tête des sujets du groupe de contrôle au cours de la lecture d'un texte simple produit l'effet contraire de l'effet produit chez les sujets dyslexiques. Ainsi, le fait de fixer la tête des sujets du groupe de contrôle au cours de la lecture du

Tableau 11

Comparaison du nombre des saccades de progression et des saccades de régression effectuées au cours de la lecture par les sujets dyslexiques et du groupe de contrôle

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P	
Groupe	1	28470,945	11,30	0,002	*
Progression /Régression	1	138535,320	54,984	0,001	**
Groupe X Prog. /Rég.	1	1589,070	0,631	0,434	
Erreur	28	2519,559			
Texte	1	8761,570	65,198	0,001	**
Texte X Groupe	1	374,695	2,788	0,106	
Texte X Pro. /Rég.	1	1807,508	13,450	0,001	**
Texte X Groupe X Prog. /Rég.	1	409,695	3,049	0,092	
Erreur	28	134,385			
Tête	1	11,883	0,028	0,868	
Tête X Groupe	1	250,320	0,591	0,449	
Tête X Pro. /Ré.	1	39,383	0,093	0,763	
Tête X Groupe X Prog. /Rég.	1	39,383	0,093	0,763	
Erreur	28	423,617			
Texte X Tête	1	23,633	0,362	0,552	
Texte X Tête X Groupe	1	309,383	4,744	0,038	*
Texte X Tête X Pro./Ré.	1	17,258	0,265	0,611	
Texte X Tête X Gr. X Pro./Ré.	1	122,070	1,872	0,182	
Erreur	28	65,211			

* P<0,05

** P<0,01

texte complexe vient réduire le nombre des saccades produites au cours de la lecture de ce texte. Le nombre des saccades passe de 45,38 saccades en situation "tête-libre" à 40,94 saccades en situation "tête-fixe". Il est important de remarquer que le fait de fixer la tête des sujets au cours de la lecture du texte complexe n'a aucun effet sur le nombre des saccades produites au cours de la lecture de ce texte. Chez les sujets dyslexiques ce nombre est de 89,82 en situation "tête-libre" et de 89,25 en situation "tête-fixe". Chez les sujets du groupe de contrôle il est de 56,25 en situation "tête-libre" et de 56,31 en situation "tête-fixe".

Le tableau 12 montre que l'amplitude médiane des saccades de progression est significativement plus grande au cours de la lecture d'un texte simple (moy.=1,98 d) comparativement à celles effectuées lors de la lecture d'un texte complexe (moy.=1,06 d). ($F_{1,14}=24,444$; $P<0,01$). Ce tableau ne révèle aucun effet de groupe ($F_{1,14}=3,102$; $P>0,05$) et aucun effet lié à la contention de la tête ($F_{1,14}=0,743$; $P > 0,05$).

L'analyse de variance à mesure répétée de l'amplitude des saccades de régression (Tableau 13) nous révèle que les saccades de régression sont plus grandes au cours de la lecture du texte simple (moy.=0,87 d) qu'au cours de la lecture du texte complexe (moy.=0,73 d) ($F_{1,14}=6,620$; $P<0,01$). L'amplitude des saccades de régression est comparable d'un groupe de sujets à l'autre ($F_{1,14}=3,285$; $P>0,05$). Il n'y a pas de différence significative entre l'amplitude des saccades de régression selon que les sujets effectuent la lecture des textes en ayant la tête fixe ou libre ($F_{1,14}= 0,008$; $P>0,05$).

Tableau 12

Analyse de la variance à mesure répétée de l'amplitude médiane (en seconde)
des saccades de progression

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	3,002	3,102	0,100
Erreur	14	0,983		
Texte	1	2,124	24,444	0,001 **
Texte X Groupe	1	0,000	0,001	0,980
Erreur	14	0,087		
Tête	1	0,090	0,743	0,403
Tête X Groupe	1	0,397	3,279	0,092
Erreur	14	0,121		
Texte X Tête	1	0,040	0,838	0,375
Texte X Tête X Groupe	1	0,093	1,950	0,184
Erreur	14	0,048		

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Le Tableau (14) de la comparaison de la vitesse maximale médiane des saccades de progression et de régression indique que la vitesse maximale médiane en d/s des saccades oculaires des sujets dyslexiques est significativement moins rapide (moy.=53,85 d/s) que celle des saccades oculaires

produites par les lecteurs du groupe de contrôle (moy.=65,77 d/s) ($F_{1,28}=5,08$; $P<0,05$). L'observation du tableau 20 nous révèle également que la vitesse médiane des saccades de progression est significativement plus rapide

Tableau 13

Analyse de la variance à mesure répétée de l'amplitude médiane (en degré)
des saccades de régression

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	0,545	3,285	0,091
Erreur	14	0,166		
Texte	1	0,320	6,620	0,022 *
Texte X Groupe	1	0,002	0,050	0,826
Erreur	14	0,048		
Tête	1	0,001	0,008	0,930
Tête X Groupe	1	0,004	0,030	0,866
Erreur	14	0,145		
Texte X Tête	1	0,006	0,124	0,730
Texte X Tête X Groupe	1	0,032	0,673	0,426
Erreur	14	0,054		

* $P<0,05$ ** $P<0,01$

(moy.=82,36 d/s) que la vitesse médiane des saccades de régression (moy.=37,27 d/s) ($F_{1,28}=72,68$; $P<0,01$). De plus, elle est significativement plus rapide lors de la lecture du texte simple (moy.=65,52 d/s) qu'au cours de la lecture du texte complexe (moy.=54,10 d/s) ($F_{1,28}=39,785$; $p<0,01$).

Le tableau 14 indique également que la complexité du texte a un effet différent sur la vitesse des saccades de progression et la vitesse des saccades de régression ($F_{1,28}=72,68$; $P<0,01$). Ainsi, la vitesse maximale médiane des saccades de progression est significativement plus rapide lors de la lecture du texte simple (moy.=91,07 d/s) comparativement à celle des saccades de progression produite au cours de la lecture du texte complexe (moy.=73,65 d/s) tandis que la vitesse médiane des saccades de régression produites au cours de la lecture du texte simple (moy.=39,97 d/s) est comparable à la vitesse médiane des saccades de régression produites au cours de la lecture du texte complexe (moy.=34,56).

Enfin, l'analyse de variance à mesure répétée de la vitesse maximale médiane des saccades de progression et des saccades de régression révèle qu'il y a un effet interactif significatif entre les variables: texte, tête et groupe ($F_{1,28}=5,21$; $P<0,05$). Ainsi la vitesse maximale médiane des saccades oculaires produites par les lecteurs du groupe de contrôle lors de la lecture d'un texte simple en situation "tête-fixe" est plus rapide (moy.= 76,88 d/s) que celle des saccades produites par ces mêmes sujets pour le même texte en situation "tête-libre" (moy.= 66,75 d/s). Tandis que la vitesse maximale médiane des saccades oculaires produites par les lecteurs dyslexiques au cours de la lecture d'un texte simple en situation "tête-fixe"

Tableau 14
 Comparaison de la vitesse maximale médiane (en ms)
 des saccades de progression et de régression

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P	
Groupe	1	4549,388	5,082	0,032	*
Progression /Régression	1	65063,968	72,677	0,001	**
Groupe X Prog. /Rég.	1	805,509	0,900	0,351	
Erreur	28	895,253			
Texte	1	4172,183	39,785	0,001	**
Texte X Groupe	1	14,486	0,138	0,721	
Texte X Pro. /Rég.	1	1152,600	10,991	0,003	**
Texte X Groupe X Prog. /Rég.	1	7,287	0,069	0,794	
Erreur	28	104,868			
Tête	1	149,688	0,624	0,436	
Tête X Groupe	1	90,350	0,376	0,545	
Tête X Pro. /Ré.	1	153,344	0,639	0,431	
Tête X Groupe X Prog. /Rég.	1	2996,888	1,237	0,275	
Erreur	28	240,029			
Texte X Tête	1	98,807	0,785	0,383	
Texte X Tête X Groupe	1	655,673	5,207	0,030	*
Texte X Tête X Pro./Ré.	1	4,553	0,036	0,851	
Texte X Tête X Gr. X Pro./Ré...	1	16,459	0,131	0,720	
Erreur	28	125,92			

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

(moy.= 58,08 d/s) est similaire à la vitesse des saccades oculaires produites par ces mêmes sujets lors de la lecture du même texte en situation "tête-libre" (moy.=

60,37 d/s). La vitesse maximale médiane des saccades oculaires produite par les lecteurs du groupe de contrôle lors de la lecture du texte complexe en situation "tête-fixe" (moy.=58,51 d/s) et "tête-libre" (moy.=60,95 d/s) est comparable. De même, la vitesse maximale médiane des saccades oculaires des sujets dyslexiques lors de la lecture d'un texte complexe en situation "tête-fixe" (moy.= 50,10 d/s) ne diffère pas de celles des saccades produites par ces mêmes sujets au cours de la lecture du texte complexe en situation "tête-libre" (moy.= 46,86 d/s).

Analyse des retours à la ligne

Tableau 15
Analyse de variance à mesure répétée de l'amplitude totale (en degré)
des saccades oculaires au cours du retour total à la ligne

Source de Variation	D L	Carré moyen	F	P
Groupe	1	10,160	1,057	0,321
Erreur	14	9,614		
Texte	1	4,548	2,095	0,170
Texte X Groupe	1	0,001	2,333E-4	0,988
Erreur	14	2,170		
Tête	1	24,478	4,979	0,043 *
Tête X Groupe	1	0,158	0,032	0,860
Erreur	14	4,916		
Texte X Tête	1	1,995	0,795	0,388
Texte X Tête X Groupe	1	2,198	0,876	0,365
Erreur	14	2,510		

* P<0,05

** P<0,01

Le tableau (15) indique que l'amplitude des saccades oculaires lors du retour à la ligne total est significativement plus grande lorsque les sujets lisent le texte en situation "tête-fixe" (moy.=16,987 d) qu'en situation "tête-libre" (moy.=15,750 d) ($F_{1,14}=4,979$; $P<0,05$).

Tableau 16

Analyse de la variance à mesure répétée de l'amplitude totale moyenne (en degré) des mouvements du regard et oculaires lors des retours à la ligne des textes simples et complexes lus en situation "tête-libre"

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	20,965	1,339	0,267
Erreur	14	15,656		
Texte	1	0,215	0,117	0,737
Texte X Groupe	1	2,980	1,621	0,223
Erreur	14	1,838		
AR-AO	1	12,540	5,419	0,035 *
AR-AO X Groupe	1	3,200	1,383	0,259
Erreur	14	2,314		
Texte X AR-AO	1	1,401	8,360	0,010 **
Texte X AR-AO X Groupe	1	0,071	0,423	0,526
Erreur	14	0,168		

* $P<0,05$ ** $P<0,01$

AR = Amplitude du regard (tête + œil)

AO = Amplitude de l'œil

Le tableau (16) indique que le mouvement du regard est significativement plus grand lors du retour total à la ligne (moy.=16,64 d) que lorsque le mouvement effectué par l'œil seul (moy.=15,84 d) ($F_{1,14}=5,419$; $P<0,05$). Ce tableau révèle également la présence d'un effet interactif entre les variables texte et regard ($F_{1,14}=8,36$; $P<0,01$). Ainsi, le mouvement du regard lors du retour à la ligne effectué lors de la lecture du texte complexe (moy.=16,84 d) est plus long que celui effectué au cours de la lecture du texte simple (moy.=16,43 d) tandis que la saccade oculaire du retour à la ligne est plus courte lors de la lecture du texte complexe (moy.=15,66 d) qu'au cours de la lecture du texte simple (moy.=15,84 d). Cette analyse permet également de remarquer que l'augmentation de la difficulté du texte fait s'accroître la participation céphalique au mouvement du retour à la ligne. Alors que l'amplitude du mouvement de tête est de 0,59 d lors du retour à la ligne du texte simple, elle est de 1,18 d lors du retour à la ligne du texte complexe.

Le tableau (17) de l'analyse du nombre de saccades de correction effectuées lors du retour à la ligne indique qu'il existe un effet interactif significatif entre le niveau de difficulté du texte et la situation de lecture sur le nombre de saccades de corrections effectuées lors du retour à la ligne ($F_{1,14}=4,893$; $P <0,05$). Ainsi, le fait de fixer la tête des sujets au cours de la lecture d'un texte simple fait s'accroître le nombre des saccades de correction effectuées par les sujets. Ce nombre est en effet de 8,32 pour le texte simple lu en situation "tête-libre" tandis qu'il est de 9,06 pour le même texte lu en situation "tête-fixe". Le phénomène contraire se produit en ce qui concerne la lecture du texte complexe. Ainsi, les sujets font en moyenne 9,31 saccades de correction lors des retours de ligne d'un

texte complexe lu en "tête-fixe" et 8,24 saccades lors de la lecture de ce texte en situation "tête-libre".

Tableau 17
Analyse de la variance à mesure répétée du nombre total des saccades
de correction effectuées lors des retours à la ligne

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	12,250	0,222	0,645
Erreur	14	55,179		
Texte	1	0,062	0,023	0,883
Texte X Groupe	1	0,062	0,023	0,883
Erreur	14	2,777		
Tête	1	1,563	0,256	0,620
Tête X Groupe	1	0,062	0,010	0,921
Erreur	14	6,098		
Texte X Tête	1	9,000	4,893	0,044 *
Texte X Tête X Groupe	1	2,25	1,22	0,287
Erreur	14	1,839		

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Le tableau (18) de l'analyse de l'amplitude des mouvements oculaires principaux et des mouvements du regard lors des retours à la ligne des textes simples et complexes indique que les saccades oculaires (moy.=14,11 d) sont

significativement plus courtes que les mouvements du regard (moy.=14,69 d) ($F_{1,14}=22,92$; $P<0,01$). Cette analyse de variance révèle également un effet interactif des variables texte et composante du regard ($F_{1,14}=4,461$; $P<0,05$). Ainsi l'amplitude du regard est plus grande lors de la lecture du texte complexe (moy.=14,95 d) qu'au cours de la lecture du texte simple (moy.=14,43 d).

Tableau 18

Analyse de la variance à mesure répétée de l'amplitude des composantes du regard du retour principal à la ligne des textes simples et complexes au cours de la lecture en "tête-libre"

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P	
Groupe	1	0,714	0,040	0,845	
Erreur	14	18,035			
Texte	1	1,843	0,678	0,424	
Texte X Groupe	1	5,130	1,887	0,191	
Erreur	14	2,719			
AR-AO	1	5,313	22,922	0,001	**
AR-AO X Groupe	1	0,439	1,894	0,190	
Erreur	14	0,232			
Texte X AR-AO	1	0,540	4,461	0,053	*
Texte X AR-AO X Groupe	1	0,001	0,009	0,927	
Erreur	14	0,121			

* $P<0,05$ ** $P<0,01$

AR = Amplitude du regard (tête + œil)

AO = Amplitude de l'œil

Tableau 19

Analyse de la variance à mesure répétée de la vitesse des saccades oculaires principales et des mouvements du regard lors des retours à la ligne

Source de Variation	DL	Carré moyen	F	P
Groupe	1	2469,717	0,186	0,673
Erreur	14	13303,511		
Texte	1	475,949	0,205	0,658
Texte X Groupe	1	38831,146	1,648	0,220
Erreur	14	2324,090		
VR-VO	1	1501,272	21,979	0,001 **
VR-VO X Groupe	1	130,673	1,913	0,188
Erreur	14	68,306		
Texte X VR-VO	1	45,478	0,477	0,501
Texte X VR-VO X Groupe	1	26,690	0,280	0,605
Erreur	14	95,253		

* P<0,05

** P<0,01

VR = Vitesse du regard (tête + œil)

VO = Vitesse de l'œil

De même, la saccade oculaire effectuée au cours du retour principal à la ligne est plus grande lors de la lecture du texte complexe (moy.=14,19 d) qu'au cours de la lecture du texte simple (moy.=14,03 d). Le mouvement de tête qui accompagne le

mouvement du regard est plus grand lors de la lecture du texte complexe (moy.= 0,76 d) qu'au cours de la lecture du texte simple (moy.=0,40 d).

Le Tableau 19 présente l'analyse de variance à mesure répétée de la vitesse maximale, des saccades oculaires et des mouvements du regard, atteinte lors du retour principal à la ligne. Il révèle que la vitesse du regard est significativement plus rapide (moy.=439,922 d/s) que la vitesse des saccades oculaires (moy.=430,24 d/s) ($F_{1,14}=21,979$; $P<0,01$).

Interprétation et discussion des résultats

La première partie de l'interprétation des résultats de cette recherche consiste à déterminer dans quelle mesure les résultats, recueillis à l'aide des sujets de notre échantillon de recherche, correspondent aux résultats généralement présentés par les sujets dyslexiques. La seconde partie de l'analyse porte sur l'effet de l'augmentation de la difficulté du texte sur les caractéristiques des mouvements oculaires des sujets dyslexiques et du groupe de contrôle. Notre attention se porte ensuite sur la contribution du mouvement céphalique au retour à la ligne et sur l'apport de la mobilité céphalique au cours de la lecture.

Comparaison des données recueillies sur le tracé des mouvements oculaires des lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle au cours de la lecture

Les résultats des recherches étudiant les caractéristiques des mouvements oculaires des sujets dyslexiques rapportent que ceux-ci présentent

des temps de lecture plus long, des saccades très courtes, des durées de fixation plus longue et un plus grand nombre de régressions (Saltz, 1975; Griffin, Walton et Ives 1974; Heiman et Ross, 1974; Rubino et Minden, 1973: voir Rayner 1978).

Les résultats de la présente recherche nous révèlent que lorsqu'on les compare aux lecteurs du groupe de contrôle, les lecteurs dyslexiques présentent un temps moyen de lecture par ligne de texte plus long et ce pour les deux textes. Ils exécutent un plus grand nombre de saccades de progression et de régression. La durée des fixations qui précèdent les saccades de progression est plus longue que celle qui précède les saccades de régression mais ceci est valable pour les deux groupes de sujets. Ces résultats sont donc comparables aux résultats de la plupart des études antérieures (O'Regan et Levy-Schoen , 1978).

Les analyses séparées de l'amplitude médiane des saccades de progression ou de régression n'indiquent aucune différence entre l'amplitude des saccades de progression ou de régression produites par les lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle. Cependant, en regroupant l'ensemble des résultats (comme dans le tableau 16) la comparaison de la vitesse des saccades de progression et de régression indique que les lecteurs dyslexiques effectuent des saccades de progression et de régression plus lentes que les saccades produites par les lecteurs du groupe de contrôle. Nous expliquons la différence entre les résultats séparés et regroupés par le nombre restreint des sujets de nos échantillons de recherche.

Finalement, les résultats indiquent que la durée des fixations réalisées par les sujets dyslexiques est comparable à celle des sujets du groupe de contrôle. Ceci diffère des résultats présentés par différents auteurs (Saltz, 1975; Griffin, Walton et Ives 1974; Heiman et Ross, 1974; Rubino et Minden, 1973; voir Rayner 1978). Ces auteurs rapportent que les sujets dyslexiques présentent des durées de fixation plus longues. De son côté, Lesèvre (1968) rapporte que les sujets dyslexiques présentent des durées de fixation anormalement courtes. Il semble que cette contradiction puisse s'expliquer par l'âge des sujets de la présente étude. Ainsi, Lesèvre (1968) note que la durée moyenne des fixations augmente et se stabilise à l'âge de dix ans. Lévy-Schoen (1980) rapporte dans son étude sur la flexibilité des saccades et des fixations au cours de la lecture que le temps médian des durées de fixation est de 250 ms et que celui-ci est relativement peu variable. Dans notre étude le temps médian pour tous les sujets est de 223,97 ms ce qui est comparable étant donné la précision des mesures de nos appareils (échantillonnage à 10 ms).

Influence de la difficulté du texte sur les caractéristiques des mouvements oculaires

L'analyse des données recueillies sur le tracé des mouvements oculaires des sujets dyslexiques et du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte simple et complexe révèle que l'augmentation de la difficulté du texte augmente le temps médian de lecture des sujets par ligne de texte, le nombre de saccades de progression et de régression sur le texte. L'amplitude et la vitesse des saccades de progression et de régression produites par les lecteurs diminuent. L'augmentation de la difficulté du texte réduit davantage l'amplitude et

la vitesse des saccades de progression. Le tableau de la comparaison de la durée des fixations qui précèdent les saccades de progression et de régression ne révèle pas de différence entre la durée des fixations qui précèdent les saccades de progression et de régression selon la difficulté du texte.

Ces résultats corroborent les résultats d'O'Regan et Levy-Schoen (1978). Selon ces auteurs, l'augmentation de la difficulté du texte dans la langue maternelle entraîne un accroissement significatif des mouvements oculaires par ligne sans amener un changement des durées moyennes des fixations.

Globalement, les résultats de cette recherche ne démontrent aucune différence significative entre les dyslexiques et lecteurs du groupe de contrôle quant à la façon de s'adapter à la difficulté du texte. Ceci est sans doute le reflet du choix de notre échantillon de recherche. Le groupe des sujets dyslexiques visuo-spatiaux est formé d'étudiants universitaires adultes qui ont compensés leurs difficultés de lecture. Ainsi, les sujets dyslexiques adultes s'adaptent à la difficulté du texte de la même façon que les sujets du groupe de contrôle. L'augmentation de la difficulté d'un texte diminue la capacité des lecteurs à traiter de larges unités d'information. Ceux-ci s'adaptent en traitant de plus petites unités d'information, en faisant des saccades de progression plus courtes, et en exécutant un plus grand nombre de vérifications.

Participation du mouvement céphalique au retour à la ligne

Dans le but de connaître dans quelle mesure le mouvement céphalique participe au déplacement du regard lors de l'exploration spatiale d'un

texte nous avons procédé à l'analyse des retours à la ligne. En effet , la participation du mouvement de tête au cours des saccades de progression et de régression est relativement négligeable étant donné la faible amplitude de ces saccades.

Le retour à la ligne s'effectue habituellement à l'aide d'une saccade unique ou par l'exécution d'une grande saccade (saccade principale) suivie d'un petit mouvement de correction. Le retour total à la ligne correspond à l'ensemble des mouvements exécutés par l'œil de la fin d'une ligne de lecture jusqu'au début de la ligne de lecture suivante.

L'analyse effectuée à partir des mesures recueillies sur le tracé du mouvement de l'œil lors du retour total à la ligne met en évidence que le mouvement oculaire du retour total à la ligne est plus long lorsque la tête des sujets est fixe que lorsque celle-ci est libre. Nous pouvons donc conclure que le mouvement de tête participe à l'organisation du déplacement du regard lorsque la tête des sujets est libre.

Pirrozzolo (1977) note que les sujets dyslexiques visuo-spatiaux exécutent un nombre anormalement élevé de saccades de correction et Netchine et al (1983) mentionnent que la multiplication des réajustements oculaires lors des retours à la ligne différencie les enfants des adultes et les dyslexiques des lecteurs du groupe de contrôle. Netchine et al (1983) mentionnent également que l'augmentation de la difficulté du texte fait s'accroître la participation céphalique

des lecteurs adultes au mouvement de retour à la ligne et que ceci entraîne une élévation du nombre d'ajustements oculaires lors des retours à la ligne.

L'analyse du nombre total des saccades de correction lors des retours à la ligne indique que le fait de fixer la tête des sujets au cours de la lecture d'un texte simple fait augmenter le nombre des saccades de correction tandis que ce nombre diminue si l'on fixe la tête des sujets lors de la lecture d'un texte complexe.

Nous avons procédé à l'analyse des tracés des mouvements oculaires et des mouvements du regard en situation "tête-libre" afin de vérifier dans quelle mesure ce résultat était attribuable à une plus grande participation céphalique au mouvement du regard lors de la lecture du texte complexe.

L'analyse des tracés des mouvements oculaires et du mouvement du regard au cours du retour total et principal à la ligne du texte simple et complexe lus en situation "tête-libre" nous donne ces résultats. Le mouvement du regard effectué lors du retour total et principal à la ligne du texte complexe est plus long que celui du texte simple. L'augmentation de la difficulté du texte fait donc s'accroître la participation céphalique au mouvement du retour à la ligne ce qui confirme les résultats de Netchine et al (1983). Par ailleurs, nous avons aussi pu vérifier une augmentation de la participation céphalique au cours de la lecture du texte à voix haute chez tous les sujets. (Ces résultats n'ont pas été analysés en détail dans ce mémoire).

La saccade oculaire du retour total à la ligne est plus longue lors de la lecture du texte simple qu'au cours de la lecture du texte complexe. Cependant, contrairement à la saccade oculaire effectuée sur le retour total à la ligne, la saccade oculaire effectuée sur le retour principal à la ligne est plus courte au cours de la lecture du texte simple qu'au cours de la lecture du texte complexe. Ce fait illustre que l'augmentation du mouvement de la tête au cours de la lecture du texte complexe participe davantage à la seconde partie du mouvement du retour à la ligne qu'au cours de l'exécution du retour à la ligne principale. C'est bien l'augmentation de la participation céphalique qui fait s'accroître le nombre de saccades de correction du retour à la ligne lors de la lecture du texte complexe.

L'analyse de la vitesse maximale atteinte par les saccades oculaires et les mouvements du regard lors du retour principal à la ligne révèle que la vitesse du regard est significativement plus rapide que la vitesse de l'œil. Ce résultat trouve son explication dans le fait que l'amplitude du regard est plus grande que l'amplitude de la saccade oculaire.

Les résultats, obtenus à l'aide de l'analyse des tracés des mouvements oculaires et des mouvements du regard au cours du retour à la ligne, n'indiquent aucune différence entre le groupe de sujets dyslexiques et les lecteurs du groupe de contrôle en ce qui concerne les modalités de l'organisation du regard. Les sujets dyslexiques de notre échantillon de recherche n'effectuent pas plus de mouvements de correction lors des retours à la ligne que les sujets du groupe de contrôle. Ils n'utilisent pas plus le mouvement céphalique lors des retours à la ligne que les lecteurs du groupe de contrôle. L'augmentation de la

difficulté du texte fait s'accroître la participation au mouvement de retour à la ligne à la fois pour les lecteurs dyslexiques et les lecteurs du groupe contrôle. Ces résultats viennent infirmer les résultats de Pirrozolo (1977).

Participation du mouvement céphalique au cours de la lecture

La situation de lecture n'entraîne aucune différence entre les modalités de l'organisation du regard des lecteurs dyslexiques et des lecteurs du groupe de contrôle lors du retour à la ligne. Nous nous sommes demandés si le fait de lire un texte simple ou complexe en situation "tête-fixe" ou libre produirait un effet différent sur les diverses caractéristiques des mouvements oculaires de ces lecteurs.

Les résultats de la présente recherche nous indiquent que le fait de fixer la tête des sujets du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte simple réduit le temps moyen de lecture par ligne. Par contre, le fait de fixer la tête de ces mêmes sujets au cours de la lecture du texte complexe n'influe pas sur le temps de lecture. En ce qui concerne les sujets dyslexiques la situation de lecture "tête-fixe" augmente le temps de lecture du texte simple tandis qu'elle diminue le temps de lecture du texte complexe.

Nous notons également que la situation de lecture "tête-fixe" a pour effet d'augmenter le nombre de saccades produites par les sujets dyslexiques lorsque ceux-ci font la lecture du texte simple tandis qu'elle réduit le nombre de saccades produites pour le même texte chez les sujets du groupe de contrôle. La

situation de lecture n'apporte aucune variation du nombre de saccades produites lors de la lecture du texte complexe et ce chez les deux groupes de sujets.

Finalement, la vitesse maximale médiane des saccades oculaires produites par les sujets du groupe de contrôle lors de la lecture d'un texte simple en situation "tête-fixe" est plus rapide qu'au cours de la lecture du même texte en situation "tête-libre". Tandis que la vitesse maximale médiane des saccades oculaires produites par les lecteurs du groupe de contrôle lors de la lecture d'un texte complexe est comparable dans les deux conditions. De même, la vitesse maximale médiane des saccades oculaires produites par les lecteurs dyslexiques au cours de la lecture d'un texte simple en situation "tête-fixe" est similaire à la vitesse des saccades produites par ces mêmes lecteurs lors de la lecture de ce texte en situation "tête-libre". Enfin, la vitesse maximale médiane des saccades oculaires des sujets dyslexiques lors de la lecture du texte complexe ne varie pas d'une situation de lecture à une autre.

Les résultats de cette recherche nous révèlent donc que la situation de lecture "tête-fixe" a un effet différent chez les lecteurs dyslexiques et les lecteurs du groupe de contrôle. Cette différence se révèle principalement au cours de la lecture du texte simple. De plus, l'analyse de la contribution du mouvement céphalique au retour à la ligne n'indique aucune différence entre l'organisation du regard des lecteurs dyslexiques et les lecteurs du groupe de contrôle. Ce dernier résultat va à l'encontre d'une de nos hypothèses. Nous attribuons la différence des résultats produits par les deux groupes de sujets lors de la lecture d'un texte simple en situation "tête-fixe" à la difficulté de lecture qu'éprouvent les sujets

dyslexiques et aux processus cognitifs qui sous-tendent le décodage des symboles graphiques plutôt qu'à des troubles d'organisation spatiale ou à une organisation du regard différente chez les sujets dyslexiques.

Kinsbourne (1990), tente d'identifier les sous-types de dyslexie décrits dans la littérature chez des sujets adultes. À l'aide de tests neuropsychologiques proposant des tâches verbales, motrices, visuo-spatiales, ils évaluent des sujets atteints de dyslexie sévère, moyenne, et des sujets du groupe de contrôle. Kinsbourne (1990) ne parvient pas à identifier les sous-types de dyslexiques. Les sujets dyslexiques sévèrement atteints ont des résultats les plus faibles à la fois dans les tâches verbales et non-verbales tandis que les dyslexiques moyennement atteints obtiennent des résultats qui se situent entre les résultats des sujets dyslexiques sévères et ceux des sujets du groupe de contrôle. Il conclut que le profil des déficits neuropsychologiques des sujets dyslexiques n'est pas le résultat d'une altération cognitive sélective ce qui va à l'encontre de l'existence de sous-types de dyslexie. Il mentionne cependant que l'incapacité de trouver des sous-types de dyslexie chez les sujets dyslexiques adultes est peut être attribuable au fait que certains troubles neuropsychologiques se résorbent avant l'âge adulte.

Miles (1986), sélectionnent des sujets dyslexiques adultes de niveau collégial ou universitaire et les compare à des sujets d'un groupe de contrôle de même âge et de même niveau de scolarité afin de vérifier dans quelle mesure les difficultés d'orientation spatiale persistent chez ceux-ci. Le sujet est assis face à un écran cathodique devant lequel sont installées deux palettes. Il doit pointer à l'aide de la palette désignée par une consigne une partie du corps d'une figure

humaine (Henry) présenté à l'écran. Par exemple il peut soit entendre ou lire sur l'écran:

"À l'aide de la palette située à ta droite (gauche) pointe l'oreille (jambe, main) droite (gauche) de Henry" (Miles, 1986, pp. 154 trad. Libre).

Les temps de réaction et l'exactitude des essais sont enregistrés par ordinateur. Les résultats démontrent que les sujets dyslexiques ne font pas plus d'erreurs que les sujets du groupe de contrôle. Miles note cependant une différence significative dans les temps de réaction des sujets. Dans les deux conditions expérimentales les sujets dyslexiques ont un temps de réaction significativement plus long.

Miles (1986) vérifie également la difficulté des sujets à identifier correctement les lettres b et d, l'orientation droite-gauche et au-dessus en-dessous en présentant sur un écran cathodique divers stimuli.

Par exemple: b d
 Le b est à la droite du d

La présentation de ces stimuli est effectuée à l'écran cathodique à l'aide d'un programme informatique qui enregistre le succès ou l'échec ainsi que le temps de réaction des sujets.

Les résultats de Miles (1986) vont dans le sens que les sujets dyslexiques ont des temps de réaction plus longs que les sujets du groupe de contrôle dans toutes les conditions. Les deux groupes de sujets ont des temps de

réaction plus long à l'identification de l'orientation gauche-droite qu'au-dessus et en-dessous. Les sujets dyslexiques prennent plus de temps que les sujets du groupe de contrôle pour identifier l'orientation gauche-droite mais ne diffèrent pas des sujets du groupe de contrôle en ce qui concerne la reconnaissance de l'orientation au-dessus et en-dessous. De même les sujets du groupe de contrôle et dyslexiques prennent plus de temps à identifier les lettres b et d que toute autre paire de lettres. Les sujets dyslexiques prennent significativement plus de temps que les sujets du groupe de contrôle pour effectuer cette tâche.

Nous croyons que la difficulté à identifier de façon certaine des dyslexiques visuo-spatiaux adultes est attribuable au manque de précision des tests utilisés lors de notre sélection des sujets. Les tests de Piaget (1964) et de Head (1964) ne sont pas chronométrés, donc peu discriminatifs dans l'évaluation des difficultés d'orientation éprouvées par les sujets dyslexiques adultes. Cependant, nos sujets dyslexiques présentent un temps de lecture plus long que les sujets du groupe de contrôle et leurs résultats aux tests des lignes enchevêtrés montrent qu'ils prennent également plus de temps, ce qui peut être rapproché des résultats de Miles.

À la lumière des résultats de cette recherche il serait intéressant de reprendre le schème expérimental proposé dans le cadre de cette recherche et de procéder à une étude longitudinale. Le but de cette étude étant d'étudier les modalités du déplacement du regard chez des sujets dyslexiques de type visuo-spatial et audio-linguistique ayant une atteinte sévère et moyenne. Nous suggérons d'utiliser les tests mis au point par Miles (1986) pour évaluer les

difficultés d'orientation spatiale des sujets. Cette étude permettrait également de mettre en relief l'évolution des troubles neuropsychologiques et des processus cognitifs impliqués dans la lecture.

Conclusion

Le but de la présente recherche est d'étudier les modalités du déplacement du regard de sujets dyslexiques visuo-spatiaux adultes au cours de la lecture. Nous voulons vérifier si celles-ci diffèrent de celles utilisées par les sujets normaux.

Notre première hypothèse était que les sujets dyslexiques diffèrent des sujets du groupe de contrôle selon qu'ils effectuent la lecture d'un texte simple ou complexe.

Les résultats de cette recherche confirment que les sujets dyslexiques présentent un temps de lecture par ligne plus long que les lecteurs du groupe de contrôle et effectuent un plus grand nombre de saccades de progression et de régression que les lecteurs du groupe de contrôle. Les saccades des lecteurs dyslexiques sont également plus courtes et plus lentes que celles produites par les lecteurs du groupe de contrôle.

L'augmentation de la difficulté du texte s'accompagne d'un nombre de saccades plus élevé et réduit l'amplitude et la vitesse de ces saccades chez les deux groupes de lecteurs. Elle augmente également la participation céphalique aux mouvements de retour à la ligne chez ces deux groupes de sujets. L'analyse des composantes du regard sur les différentes séquences du retour à la ligne permet d'établir que le mouvement céphalique du retour à la ligne participe davantage aux mouvements de correction qui terminent le retour à la ligne qu'à la

saccade principale qui initie ce mouvement. Par ailleurs, la difficulté du texte (simple ou complexe) n'a pas permis comme facteur simple de mieux discriminer les deux groupes de lecteurs. Les modalités de l'organisation du regard lors du retour à la ligne ne diffèrent pas de ceux des sujets du groupe de contrôle.

Notre seconde hypothèse était que les sujets dyslexiques diffèrent des sujets du groupe de contrôle selon la situation de lecture ("tête-fixe" ou "tête-libre").

Nous notons une différence entre les résultats des sujets dyslexiques et ceux produits par les lecteurs du groupe de contrôle au cours de la lecture selon la situation de lecture. Ainsi, le fait de fixer la tête des sujets dyslexiques au cours de la lecture d'un texte simple augmente le temps moyen de lecture par ligne et le nombre de saccades produites par ces sujets, tandis que le temps moyen et le nombre de saccades des sujets du groupe de contrôle est réduit. Finalement, cette condition de lecture ne produit aucun effet significatif de la vitesse maximale médiane des saccades oculaires des sujets dyslexiques tandis qu'elle augmente la vitesse maximale des saccades produites par les lecteurs du groupe de contrôle. La situation de lecture n'entraîne aucune modification des différentes variables au cours de la lecture du texte complexe et ce, à la fois pour les lecteurs du groupe de contrôle et du groupe de sujets dyslexiques.

Les résultats de cette recherche nous révèlent donc que la situation de lecture a un effet différent chez les lecteurs dyslexiques et les lecteurs du groupe de contrôle lorsque ceux-ci effectuent la lecture d'un texte simple. Cependant, les modalités de l'organisation du regard des lecteurs dyslexiques lors du retour à la ligne sont semblables aux modalités des lecteurs du groupe de contrôle et ce, quel

que soit le type de texte. Ce dernier résultat va à l'encontre de l'hypothèse de base de cette recherche. Nous attribuons la différence des résultats produits par les sujets dyslexiques et les sujets du groupe de contrôle, lors de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe", à la difficulté de lecture qu'éprouvent les sujets dyslexiques et aux processus cognitifs qui sous-tendent le décodage des symboles graphiques plutôt qu'à une organisation du regard différente chez ces sujets.

Appendice A

Anamnèse

ANAMNÈSE

No:

Âge:

Sexe:

Niveau de scolarité:

1. Avez-vous ou avez-vous déjà eu des difficultés de lecture?
2. Au cours de votre enfance avez-vous changé souvent d'école?
3. Vous est-il arrivé d'être absent de l'école pour une longue période?
4. Avez- vous des problèmes de vision?
Si oui, quelle est la nature de ces problèmes?
5. Êtes-vous gaucher?
Si oui, y a-t-il d'autres gauchers dans votre famille?
6. À votre connaissance, avez-vous eu un retard d'apprentissage de langage?
7. Avez-vous ou avez-vous déjà eu de la difficulté à nommer des couleurs, à retracer le nom de certains objets?
8. Avez-vous déjà eu de la difficulté à différencier la lettre b de la lettre d, la lettre p de la lettre q?
9. Prenez-vous des médicaments?
Si oui, lesquels?
10. Êtes-vous ou un membre de votre famille est-il atteint de troubles neurologiques (épilepsie, paralysie cérébrale, etc.)?
11. Avez-vous de la difficulté à différencier la droite de la gauche?

Appendice B

Exemple des textes

Fig. 1. Texte simple tel que présenté lors de l'expérimentation.

Luc est allé à l'école toute l'année et il a fini son livre de lecture. Il a écouté son professeur. Il a été poli. Luc est un élève modèle. Son oncle Raoul est fier de son neveu. Il l'invite à venir à la ferme. Le matin, à la ferme, Luc se promène dans la campagne. Il respire la bonne odeur des sapins. Il écoute le chant des pinsons. Luc trouve que c'est une journée agréable pour aller à la pêche à la truite ou pour se promener sur la grève. Plus tard, il ira à la pêche sur le lac. Sa cousine Martine regarde le dindon qui se pavane . Le lapin se régale de carottes, quel festin! La chèvre broute le trèfle du pré. Le poussin picore dans le jardin. La fermière a jeté l'avoine pour les poulettes qui picorent avec appétit. De la voiture où elle est juchée, mère poule regarde l'oie qui arrive. Elle l'éloignera car elle a peur pour ses poulettes. Le cultivateur laboure son champ avec son tracteur. Justin, son cousin, fait la toilette de Minou. Le toutou noir regarde et il aboie. Pourquoi aboie-t-il? Il a peur . Justin va-t-il le laver dans le

Fig. 2. Texte complexe tel que présenté lors de l'expérimentation.

Nous parcourions, le pays baussenc où de tout temps se sont succédé les poètes occitans. En quête d'un mas, tombât-il en ruine, qui convînt à nos ressources pécuniaires, nous nous étions assuré l'aide d'un autochtone fringant, excellent, selon les ouï-dire et autres on-dit, aux affaires extravagantes, tels le drainage des résurgences dans les zones aquifères et l'asepsie des entreprises séricicoles. Nous croyions en l'effet convaincant de son esbroufe et de son bagou pour le cas où nous louerions un gîte et conclurions un bail emphytéotique. Le quidam nous mena, de cimes en thalwegs, jusque dans un vallonnement, au diable vauvert, où naguère il avait chassé à vau-vent, et où croissaient yeuses, myrtes et cytises, et des cistes agrippés au roc schisteux, et même un marronnier d'Inde aux thyrses violacés ou amarante. Un bâtiment décrépi s'élevait sur un terre-plein jonché de tuileaux rose pâle et de faitières ébréchées. Une vieille catarrheuse, sans appas mais non sans acné, portant besicles, sarrau dégrafé et socques cloutés, entrebâilla l'huis

Appendice C

Ordre de présentation des textes

Ordre de Présentation des textes

4 sujets	Situation A	Situation B	Situation C	Situation D	Situation E
4 sujets	Situation C	Situation D	Situation A	Situation B	Situation E

Situation A= texte simple "tête-fixe"

Situation B= texte complexe "tête-fixe"

Situation C= texte simple "tête-libre"

Situation D= texte complexe "tête-libre"

Situation E= Lecture à voix haute du texte complexe en situation "tête-libre"

La fig 3. présente l'ordre de présentation des textes et des situations de lecture au cours de l'expérimentation pour les huit sujets dyslexiques et du groupe de contrôle.

Appendice D

Tracés des mouvements oculaires et céphaliques
des lecteurs dyslexiques et du groupe de contrôle



Fig. 4. Tracés des mouvements oculaires d'un lecteur du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe".

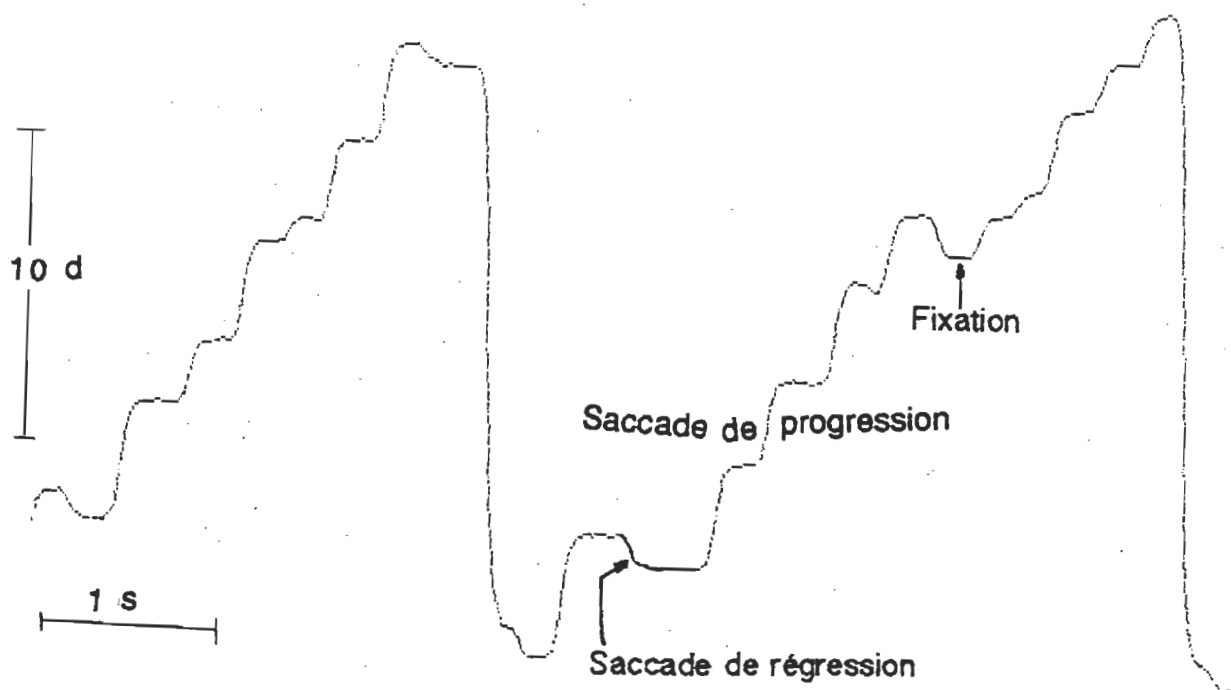


Fig. 5. Tracés des mouvements oculaires d'un lecteur dyslexique au cours de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe".



Fig. 4. Tracés des mouvements oculaires d'un lecteur du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe".

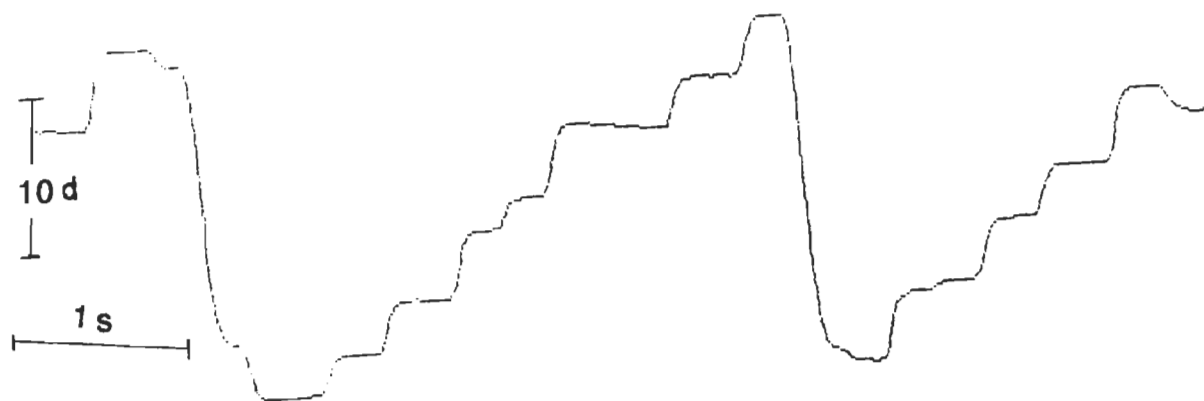


Fig. 6. Tracés des mouvements oculaires d'un lecteur du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte complexe en situation "tête-fixe".



Fig. 4. Tracés des mouvements oculaires d'un lecteur du groupe de contrôle au cours de la lecture du texte simple en situation "tête-fixe".

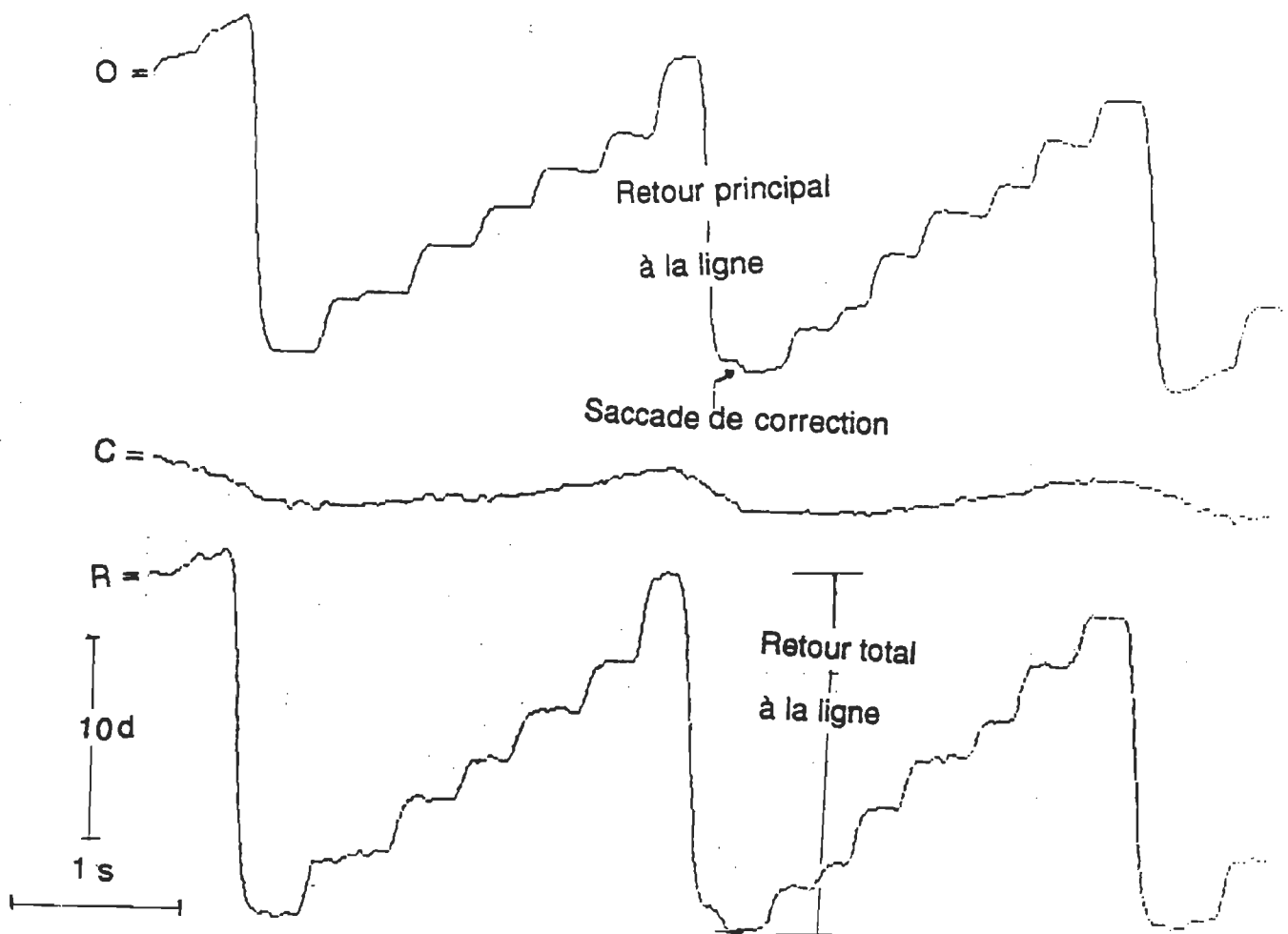


Fig. 7. Tracés des mouvements oculaires, céphaliques et du regard d'un lecteur normal au cours de la lecture d'un texte simple en situation "tête-libre".

O = Tracé des mouvements oculaires

R = Tracé du déplacement du regard (Œil + Tête)

C = Tracé des mouvements céphaliques

Appendice E

Tableaux des données brutes

Tableau 20
Durée médiane (en ms) des fixations avant les saccades
de progression et de régression

Gr	Progression				Régression			
	Texte simple		Texte complexe		Texte simple		Texte complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	216,67	216,67	226,67	236,67	190,00	156,67	210,00	226,67
O	190,00	213,34	200,00	206,67	193,34	190,00	176,67	200,00
N	183,40	206,70	183,40	203,40	233,34	216,67	196,67	206,67
T	226,70	216,70	203,34	186,70	196,67	210,00	223,33	200,00
R	236,67	225,00	246,70	223,34	170,00	186,67	206,67	183,34
Ô	191,70	193,34	226,67	230,00	160,00	113,34	196,67	203,34
L	233,34	243,34	246,70	223,67	206,67	180,00	155,00	213,34
E	236,70	225,00	246,67	223,34	218,34	206,67	196,67	170,00
D	180,00	161,70	176,70	186,70	166,66	150,00	156,67	151,67
Y	263,34	283,34	283,34	283,34	271,66	270,00	255,00	233,34
S	270,00	230,00	363,34	250,00	180,00	175,00	240,00	173,34
L	223,34	190,00	216,70	253,40	176,67	188,33	175,00	186,67
E	170,00	200,00	190,00	210,00	166,67	153,33	140,00	153,34
X	223,34	190	216,70	253,40	220,00	266,67	230,00	243,34
I	183,34	186,67	200,00	210,00	153,34	170,00	170,00	210,00
Q	208,34	230,67	226,67	249,17	173,33	163,33	140,00	153,34

Tableau 21
 Nombre des saccades de progression et de régression
 effectuées au cours de la lecture

Gr	Progression				Régression			
	Texte simple		Texte complexe		Texte simple		Texte complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	68	60	80	86	14	8	15	6
O	66	56	69	56	51	37	66	50
N	55	43	72	70	11	13	26	31
T	76	87	82	120	17	18	23	19
R	61	63	76	76	2	5	2	3
O	75	65	66	73	8	3	17	13
L	101	81	115	102	6	14	20	30
E	91	81	130	129	24	21	41	37
D	75	64	86	91	20	25	27	31
Y	134	102	179	144	28	26	52	42
S	148	201	195	259	21	50	22	52
L	81	143	121	139	37	26	26	29
E	77	80	81	102	50	98	71	98
X	80	79	130	112	44	39	73	43
I	88	93	157	108	50	65	72	71
Q	95	67	119	81	26	14	26	26

Tableau 22
 Amplitude médiane (en degré)
 des saccades de progression

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	1,63	1,57	1,86	1,56
O	2,32	2,78	2,20	2,67
N	2,14	2,76	1,55	1,33
T	1,56	2,01	1,56	1,62
R	2,96	3,28	2,12	3,11
O	1,27	1,95	1,13	1,11
L	2,23	2,31	2,07	1,94
E	2,00	2,32	1,73	1,73
D	1,30	1,00	1,05	1,00
Y	2,37	2,28	2,10	1,89
S	0,66	0,62	0,68	0,54
L	2,00	2,10	1,87	1,38
E	2,26	1,26	1,87	1,26
X	1,98	1,52	1,14	1,37
I	2,21	2,29	1,31	1,60
Q	1,75	2,59	1,37	1,90

Tableau 23
Amplitude médiane (en degré)
des saccades de régression

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	0,74	0,71	0,84	0,92
O	1,01	0,83	0,89	0,85
N	0,71	1,03	0,46	0,57
T	0,62	0,54	0,50	0,54
R	0,76	1,37	0,63	0,50
O	0,88	1,21	0,61	1,17
L	1,27	1,28	0,73	0,98
E	1,62	0,85	2,23	0,65
D	0,79	0,69	0,65	0,74
Y	0,74	0,97	0,44	0,64
S	0,59	0,61	0,44	0,29
L	0,86	0,77	0,95	0,55
E	0,84	0,58	0,77	0,58
X	0,94	0,71	0,57	0,46
I	0,88	0,91	0,63	1,60
Q	0,62	0,88	0,57	0,43

Tableau 24
 Vitesse maximale médiane (en ms)
 des saccades de progression et de régression

Gr	Progression				Régression			
	Texte simple		Texte complexe		Texte simple		Texte complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	100,5	101,40	89,40	81,60	35,70	34,35	37,80	34,95
O	87,90	108,00	75,00	77,10	45,30	41,70	40,50	38,40
N	63,90	86,40	48,00	52,50	30,90	45,60	26,40	28,20
T	86,25	91,05	86,25	71,25	37,20	31,95	27,15	28,20
R	101,25	120,60	103,20	119,40	69,00	40,50	99,15	25,80
Ô	102,60	130,20	80,10	64,60	22,32	68,10	36,90	24,00
L	65,85	87,10	73,35	68,40	44,40	55,20	25,20	50,10
E	123,00	138,15	94,05	128,10	52,00	49,80	32,70	43,50
D	99,90	102,60	92,10	84,90	37,35	32,10	27,60	32,40
Y	58,80	76,50	48,20	56,40	34,37	48,00	26,25	33,00
S	34,86	30,00	35,40	24,60	28,50	21,60	28,80	17,10
L	98,40	90,75	86,10	65,70	37,20	34,50	39,00	36,00
E	111,96	59,70	79,50	80,43	40,35	29,55	35,40	29,55
X	88,50	71,10	49,20	59,10	41,25	35,10	25,95	21,00
I	98,70	102,60	57,45	75,30	43,05	40,50	27,75	75,30
Q	82,80	112,80	63,30	86,70	29,85	41,85	27,60	24,15

Tableau 25
 Amplitude totale (en degré)
 des saccades au cours du retour total à la ligne

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	17,36	17,08	16,82	15,85
O	15,74	14,98	15,78	17,78
N	13,52	17,16	14,93	15,29
T	18,30	17,43	17,98	17,48
R	14,18	17,08	13,57	16,78
Ô	11,75	14,09	12,02	10,71
L	18,30	16,71	15,95	16,14
E	16,24	19,82	13,98	20,24
D	18,85	18,26	18,11	18,08
Y	16,29	17,87	13,85	17,99
S	15,72	16,75	15,92	17,63
L	16,55	17,49	15,54	16,67
E	16,24	25,51	16,36	16,14
X	15,94	15,23	17,55	14,25
I	11,22	16,99	14,21	16,76
Q	17,24	16,43	17,99	16,91

Tableau 26
 Amplitude totale moyenne (en degré)des mouvements du regard et oculaires lors des
 retours à la ligne des textes simples et complexes lus en situation "tête-libre"

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Regard	Œil	Regard	Œil
C	18,37	17,36	19,23	16,82
O	15,79	15,74	15,77	15,78
N	13,58	13,52	15,83	14,93
T	18,10	18,30	18,23	17,98
R	14,34	14,18	14,69	13,57
Ô	11,93	11,75	12,51	12,02
L	18,30	18,30	15,95	15,95
E	16,65	16,64	14,15	13,98
D	18,99	18,85	18,52	18,11
Y	17,14	16,29	17,32	13,85
S	21,14	15,72	22,94	15,92
L	16,59	16,55	16,84	15,54
E	16,22	16,24	16,75	16,36
X	16,49	15,94	17,87	17,55
I	11,74	11,22	14,57	14,21
Q	17,5	17,24	18,28	17,99

Tableau 27
 Nombre total des saccades de correction
 effectuées lors des retours à la ligne

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Libre	Fixe	Libre	Fixe
C	9	9	7	8
O	17	16	18	17
N	9	10	9	8
T	5	5	7	4
R	6	7	7	4
O	4	2	7	2
L	10	13	10	16
E	7	6	4	5
D	10	11	12	8
Y	12	9	13	9
S	13	14	15	17
L	5	8	7	8
E	8	6	9	9
X	9	8	10	3
I	8	13	9	11
Q	6	8	5	3

Tableau 28
 Amplitude des composantes du regard du retour principal à la ligne des textes simple et complexe
 au cours de la lecture en situation "tête-libre"

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Regard	Œil	Regard	Œil
C	17,76	16,96	18,28	16,48
O	15,17	15,11	14,57	14,50
N	12,07	11,94	14,50	13,59
T	14,15	14,14	14,64	14,46
R	12,83	12,63	13,73	12,50
Ô	11,52	11,36	11,49	11,06
L	16,59	16,59	14,77	14,77
E	16,04	15,65	13,87	13,67
D	18,33	17,13	18,11	17,76
Y	12,14	12,17	15,87	14,82
S	15,3	14,67	14,19	13,87
L	11,42	9,60	14,18	12,53
E	14,01	13,87	15,99	15,75
X	15,70	15,59	18,29	18,07
I	11,55	11,10	11,07	9,34
Q	16,23	16,02	15,63	13,85

Tableau 29
 Vitesse des saccades oculaires principales et des mouvements du regard
 effectués lors des retours à la ligne

Gr	Texte Simple		Texte Complexe	
	Regard	Œil	Regard	Œil
C	502,14	496,98	560,82	530,43
O	473,31	468,69	436,68	436,62
N	364,98	360,24	404,61	396,60
T	497,46	494,58	506,07	502,77
R	423,93	419,31	445,92	422,67
Ō	345,78	342,24	331,62	327,15
L	507,12	507,12	448,38	448,38
E	471,09	465,84	395,37	386,40
D	463,20	450,03	500,52	496,20
Y	368,70	368,07	407,04	389,13
S	507,24	496,38	447,48	443,73
L	360,45	316,17	384,69	383,07
E	432,12	422,04	460,08	445,70
X	403,17	400,23	508,80	521,70
I	374,04	364,17	355,41	328,68
Q	486,90	481,53	502,38	454,68

Références

RÉFÉRENCES

- BAHILL, T., STARK, L. (1979). Les mouvements saccadés de l'oeil. Pour la science, 17, 96-118.
- BLACK, J.L., COLLINS, D.W.K., DE ROACH, J.N., ZUBRICK, S.R. (1984a). Dyslexia: Saccadic eye movements. Perceptual and Motor Skills, 58, 903-910
- BLACK, J.L., COLLINS, D.W.K., DE ROACH, J.N., ZUBRICK, S.R. (1984b). A detailed study of sequential saccadic movements for normal and poor-Reading Children. Perceptual and Motor Skills, 59, 423-434.
- BLACK, J.L., COLLINS, D.W.K., DE ROACH, J.N., ZUBRICK, S.R. (1984c). Smooth pursuit eye movements in normal and dyslexic children. Perceptual and Motor Skills, 59, 91-100.
- BENTON, A. L., HAMSHER, K.S., VARNEY, N. R., SPREEN, O., (1983) Contributions to Neuropsychological Assesment a Clinical Manual Oxford University Presss, Inc.
- BORDER, E. (1973). Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three typical reading-spelling patterns. Developmental Medicine and Child Neurology, 15, 663-687.
- BULLINGER, A. (1980). Posture et oculomotricité. Congrès international de psychologie de l'enfant. Paris 1er, 8 juillet 1979, Enfance, 18-20.
- BULLINGER, A. (1983). Space, the organism and objects, Their cognitive elaboration in the Infant, Spatially oriented behavior. New-York: Alan Hein and Marc Jeannerod ed., Springer-Verlag, 215-222.
- CARPENTER, P.A. JUST, M.A. (1983). What your eyes do while your mind is reading. Eye movements in reading perceptual and language processes, New-York: K. Rayner, Academic Press, 275-307.
- CRITCHLEY, M. (1974). La dyslexie vraie et les difficultés de la lecture de l'enfant. Toulouse: Privat ed.

- CROMMELINCH, M. ROUCOUX, A. (1980). Le réflexe de fixation et la coordination des mouvements de l'oeil et de la tête. Acta neurologique belgeque, 80, 144-154.
- DEBRAY-RITZEN, P., MALEKIAN, B. (1970). La dyslexie de l'enfant. Belgique: Coll. E3, Casterman.
- DITCHBURN, R.W. (1973). Eye-movements and visual perception. London: Oxford University Press.
- DRUON, M. Dictée Piège, Les Nouvelles Littéraires 21 sept. 1967.
- ESTIENNE, F. (1977). Dyslexie. Trouble du langage diagnostic et rééducation. Bruxelles: Pierre Mardaga ed., 397-401.
- FLETCHER, J.M., SATZ, P. (1980). Developmental changes in the Neuropsychological correlates of reading achievements: A six-year longitudinal followup. Journal of Clinical Neuropsychology, 2, (1), 23-37.
- FOREST, M., OUIMET, M. (1971). Jouons ensemble mon premier livre de lecture méthodée: Forest Ouimet, Montréal: Granger et Frères.
- GABUSEK, V., SALEL, D. (1984). Études des mouvements oculaires volontaires et réflexes chez l'enfant dyslexique. Neuropsychiatrie de l'enfance, 32, (7-8), 353-366.
- GALABURDA, A.M. (1985). La dyslexie et le développement du cerveau. La Recherche, 167, 762-769.
- GAUDREAU, J. (1961) L'examen clinique des dyslexies d'évolution Thèse de doctorat inédite, Université de Montréal.
- HARLAND, R.D. (1982). Developmental Dyslexia. Health Visitor, 55, 224-225.
- HAWLEY, T.T., STERN, J.A., CHEN, S.C. (1974). Computer analysis of eye movements during reading. Reading World, 13, 307-317.

- HOWARD, I. P., TEMPLETON, W. B. (1966). Human Spatial Orientation. New-York: John Wiley and sons.
- JEANNEROD, M. (1974). Les deux mécanismes de la vision. La Recherche, 5, no 41, 23-32.
- KINSBOURNE, M. (1990). Cognitive Deficits concomitant with the Adult Dyslexia. Perspective on Dyslexia Volume 2 Cognition Langage and Treatment New-York: Johns Wiley & Sons, 89-102.
- LABERGE, D., SAMUELS, S. J. (1974). Towards a theory of automatic information processing in reading. Cognitive Psychology, 6, 293-323.
- LEISMAN, G. (1978). Aetiological factors in dyslexia: III. Ocular-motor actors in visual perceptual response efficiency. Perceptual and Motor Skills, 47, 675-678.
- LEISMAN, G., SCHWARTZ, J. (1978). Aetiological factors in dyslexia: I. Saccadic eye movement control. Perceptual and Motor Skills, 47, 403-407.
- LEISMAN, G., ASHKENAZI, M., SPRUNG, L., SCHWARTZ, J. (1978). Aetiological factors in dyslexia: II. Ocular-motor programming. Perceptual and Motor Skills, 47, 667-672.
- LESEVRE, N. (1968). L'organisation du regard chez l'enfant d'âge scolaire, lecteurs normaux et dyslexiques. Revue de neuro-psychiatrie infantile, 16, 323-349.
- LEVY-SCHOEN, A. (1980). La flexibilité des saccades et des fixations au cours de la lecture. L'année psychologique, 121-136.
- LEZAK, M. D. (1976) Neuropsychological Assessment, New York, Oxford University press pp.299-301.
- MATTIS, S., FRENCH, J., RAPIN, E. (1975). Dyslexia in children and young adults: Three independant neuropsychological syndromes. Developmental Medecine and Child Neurology, 17, 150-163.

- MILES, T. R., (1986). On the Persistence of Dyslexic Difficulties into Adulthood. Dyslexia its Neuropsychology and Treatment New-York, Johns Wiley & Son George Th, Pavlidis, Denis Fischer, 149-165.
- MORASSO, P., BIZZI, E., DICHGANS, J. (1973). Adjustment of saccade characteristics during head movements. Experimental Brain Research, 16, 492-500.
- NETCHINE, S., SALOMON, M., GUIHOU, M.C. (1981). Composantes oculaires et céphaliques de l'organisation des déplacements du regard chez les jeunes lecteurs. Psychologie Française, 26, 111-124.
- NETCHINE, S., GUIHOU, M.C., GREENBAUM, C., ENGLANDER, G. (1983). Retour à la ligne, âge des lecteurs et accessibilité au texte. Le travail humain, 46, no1, 139-153.
- NODINE, C.F., LANG, N.J. (1971). Development of visual scanning strategies for differentiating words. Developmental Psychology, 5, (2), 221-232.
- NODINE, C.F., LANG STEUERLE, N. (1973). Development of perceptual and cognitive strategies for differentiating graphemes. Journal of experimental psychology, 97, (2), 158-166.
- O'REGAN, K., LEVY-SCHOEN, A. (1978). Revues Critiques. Les mouvements des yeux au cours de la lecture. L'année psychologique, 78, 459-492.
- PAVLIDIS, G.T. (1981). Do eye movements hold the key to dyslexia? Neuropsychologia, 19, 57-64.
- PAVLIDIS, G.T. (1983). The "dyslexia syndrome" and its objectives. Diagnosis by erratic eye movements. Eye movements in reading: perceptual and language processes, New-York Academic Press, 441-466.
- PEGET, G. (1986). L'enfant dyslexique victime d'agression émotionnelle en milieu scolaire et au foyer. Apprentissage et socialisation. En piste, 8, (2), 93-102.

- PIRROZOLO, F.J. (1977). Visual-spatial and oculomotor deficits in developmental Dyslexia: evidence for two Neurobehavioral syndromes of reading disability. Thèse de doctorat, Université de Rochester, University Microfilms International.
- PIRROZOLO, F.J. (1983). Eye movements and reading disability in K. Rayner (ed): Eye movements in reading, perceptual and language processes. New-York: Academic Press inc., 499-509.
- PIRROZOLO, F.J., RAYNER, K. (1980). Handedness, hemispheric specialization, and saccadic eye movement latencies. Neuropsychologia, 18, 225-229.
- RAYNER, K. (1977). Visual attention in reading: Eye movements reflect cognitive process. Memory and Cognition, 4, 443-448.
- RAYNER, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. Psychological Bulletin, 85, no 3, 618-660.
- RAYNER, K. (1983). The perceptual span and eye movement control during reading. Eye movement in reading, perceptual and language process, K. Rayner, New-York Academic Press.
- RAYNER, K. Mc CONKIE, G.W. (1976). What guides a reader's eye movements? Vision Research, 16, 829-837.
- RIGAL, R. (1985). Motricité humaine fondements et applications pédagogiques, Presse de l'Université du Québec, Vigot, tome 1.
- ROLL, R. (1976). Rôle des mouvements de la tête dans la coordination visuo-motrice chez l'enfant. Cahiers de psychologie, 19, 207.
- ROURKE, B.P. (1975). Brain-Behavior relationships in children with learning disabilities. The American Psychologist, 30, 911-920.
- ROURKE, B.P. (1976). Reading retardation in children: Developmental lag or Deficit? The neuropsychology of learning disorders: theoretical approaches. University Park Press, R. Knights and D.J. Balkers Eds, 125-137.

- SALEL, D. GABERSEK, V. (1976). Les mouvements associés dans l'apprentissage de la lecture. Journal de psychologie. 72. 29A.
- SPRAGINS, A.B., LESTER, A., LEFTON, A. (1976). Eye movements while reading and searching spatially transformed text: A developmental examination. Memory and Cognition, 4, (1), 36-42.
- STANLEY, G., SMITH, G.A., HOWELL, E.A. (1983). Eye-movements and sequential tracking in dyslexic and control children. British Journal of Psychology, 74. 181-187.
- STATVIEW (1986). Brain Power. Calabas (Ed.) California.
- VELLUTINO, F.R. (1979). Dyslexia Theory and Research. Cambridge, Massachussets and London, England, M.I.T. Press.
- VOLLE, M.A. (1987) Contribution à l'étude des coordinations oculo-céphaliques chez l'homme et l'animal. Thèse de doctorat inédite, Université Mc Gill, Montréal.
- VURPILLOT, E. (1972). Le monde visuel du jeune enfant. Paris: Presses Universitaires de France.
- ZAZZO, R., GALIFRET-GRANJON, N. (1964). Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant, fascicule 1. Delachaux et Niestlé.

Remerciements

L'auteure désire exprimer sa reconnaissance à son directeur de thèse, monsieur Michel Volle, Ph. D., professeur au département de psychologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières, pour la contribution de ses connaissances et de son assistance éclairée.