

Corrélation entre fonctionnement oculomoteur, processus visuo-cognitif et apprentissage

Djemaia BENSOLTANA
Laboratoire LBPO, USTHB

INTRODUCTION

Au niveau de notre laboratoire un grand intérêt a été porté au processus de lecture des textes en arabe par notre équipe. L'étude fondée sur des bases expérimentales rationnelles techniques et scientifiques; s'inscrit dans le cadre d'un grand projet en vue: *de développer l'apprentissage et d'améliorer la performance de la stratégie oculaire.*

Nous avons mis en évidence les modalités du balayage oculaire au cours de la lecture chez les enfants scolarisés en arabe en phase primaire déterminant la liaison de la plasticité du système oculomoteur saccadique lié au processus de la lecture et l'importance des habilités de lecture pendant l'apprentissage. Les différences d'habilités apparaissent très tôt (Morais, 1994)¹. Les jeunes enfants avant la scolarité n'ont pas un bon contrôle sensori-moteur; car ils ne sont pas motivés, ne peuvent diriger leur attentions sur une tâche précise d'une façon continue ce qui met l'accent de l'apprentissage sur la vision.

Lors de la lecture, notre regard réalise une exploration rapide et efficace tout au long du texte, au fur et à mesure que la lecture progresse. Ceci consiste en un enchaînement de fixations sur chaque ligne, le passage d'une ligne à une autre ne perturbe pas les processus d'interprétation des symboles graphiques et de la compréhension de leur sens, c'est là; une très haute performance proprioceptive-motrice, puisqu'elle se compose d'une appréhension sensorielle doublée d'une proprioception immédiate, suivie d'ajustements moteurs instantanés (Levy-Schoen, 1969)²; «le tout pour former la saccade». Le système oculomoteur impliqué en sa grande partie dans l'apprentissage et la perception de l'information (écriture, lecture), permet d'obtenir des données scientifiques confirmant les hypothèses et surtout par le biais d'enregistrement technique electrooculographique.

Notre objectif est d'illustrer ce rôle de l'enregistrement des mouvements oculaires; par **évaluation des paramètres des tailles oculaires saccadiques** {*appropriées aux réponses oculomotrices*} obtenues dans différentes situations expérimentales pendant la lecture en arabe (droite gauche).

L'étude consiste à mettre en évidence :

► par une étude longitudinale en fonction d'âge et niveau scolaire la **liaison proportionnelle de la progression** en apprentissage entre les deux facteurs: «éducation des composantes oculaires (vision) et entraînement (stimulus)» en phase primaire.

► Le rôle de la santé oculaire en difficulté perceptive sensorielle visuelle.

- Dans le cas du trouble affectant la perception cognitive visuelle tel la dyslexie (variable discrète).

- Dans les cas d'atteinte affectant la motricité oculaire tel l'amblyopie «strabisme (variable apparente)».

Les résultats répondent avec une haute significativité: «les trois paramètres oculaires diminuent progressivement en fonction du niveau scolaire et âge». Le passage d'une classe à une autre se caractérise par un important progrès dans les classes inférieures et modéré dans les classes qui suivent. En langue latine; (Bataillard, et Col; 1984)³ et (Lesèvre, 1976)⁴ ont confirmé de même que le facteur «durée de lecture» subit un raccourcissement synchroniquement en fonction du niveau scolaire. Il est donc évident que le facteur «entraînement en fonction d'âge n'est pas à négliger ». En outre les modèles de lecture sont

étroitement liés aux phases que l'on relève au cours de l'apprentissage; Les enfants atteignent différentes phases à des âges différentes (Laving, 1997)⁵. Murray et Kowler (1988)⁶ ont affirmé qu'il y a un semblable point en comportement du bon lecteur et en contrôle d'âge. De même que l'éducation de la mobilité oculaire s'est manifestée par la régression graduelle en fonction d'âge. L'apprentissage chez les enfants provoque une sélection des muscles oculomoteurs ainsi qu'une augmentation d'intensité de leur mobilisation dans une direction bien déterminée. La perceptivité se déterminera en fonction de la santé oculaire et la coordination neurophysiologique des composantes fonctionnelles.

1- MATÉRIEL ET MÉTHODE

Pendant la lecture le mouvement horizontal des yeux se fait par saccades «sections rythmiques alignées». Des analyses se sont succédé à définir les normes du processus de lecture et soulignent la difficulté des enregistrements mécaniques des mouvements oculaires sur la lisibilité.

Le perfectionnement des techniques a pris un saut important par la mise au point de la technique photoélectrique basé sur le "repérage électrique"; qui permet de connaître très précisément le décours temporel et spatial du regard du lecteur, tout en conservant des conditions expérimentales très proches des situations naturelles (Baccino,1997)⁷. La technique photoélectrique (fig.1) est composée de trois photodiodes «La cellule infra rouge centrale transmet la lumière et deux photodiodes de part et d'autre captent la lumière réfléchi»; une variation d'éclairement peut être recueillie et transmise pour amplification. Comme l'iris et la sclérotique présentent un pouvoir réfléchissant différent; il suffit de projeter sur la bordure de l'iris un faisceau lumineux constant et suivre le comportement de l'œil :

l'intensité lumineuse réfléchi sera directement proportionnelle à l'angle de rotation de l'œil.

1.1Déroulement expérimental

L'expérience se déroule dans une cabine insonorisée ; le sujet est assis sur une chaise tournante réglable, la tête est positionnée à l'aide d'une mentonnière et de cales de référence pour les fronts et les tempes. L'enfant est placé à 40 cm du texte pour avoir une vision fovéale loin de tout phénomène d'accommodation (fig.2). Les planches des textes apparaissent sur un support à glissière inclinée à 10° environ afin de respecter la position moyenne des yeux pendant la lecture. Les textes ont été élaborés sous forme d'histoires attractives retenant l'attention. Il est demandé aux enfants de commencer la lecture en silence à un signal donné sans bouger la tête, et quand ils terminent, ils ferment les yeux.

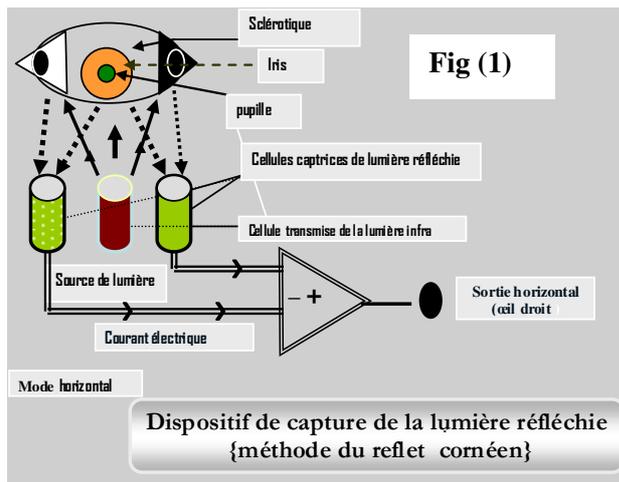


Fig (2) Sujet installé réalisant l'enregistrement de la lecture de texte.

Trois tâches réalisées seront traitées permettant de déceler les modalités du balayage oculaire chez les enfants dans différentes situations affectant la perception:

- Influence de l'apprentissage sur les mouvements oculaires saccadiques

L'expérience s'est déroulée dans une école fondamentale sélectionnant des enfants scolarisés portant comme référence: critère de normalité. L'enregistrement a été réalisée chez un nombre de 84 sujets répartis en 6 groupes de niveau scolaire évolutif de la (première à la sixième) année scolaire et d'âges respectifs de (sept à douze ans, ne présentant aucune atteinte neurologique ou ophtalmologique décelable ; le même texte est lu par tous les sujets.

- Influence de la dyslexie sur les mouvements oculaires saccadiques

Notre équipe a effectué l'enregistrement d'un échantillon atteint de dyslexie qui se compose de dix sujets d'âges scolaires variant entre [12 et 15] ans fréquentant la sixième année de l'école fondamentale et sélectionnés, après une quête des élèves présentant des difficultés en scolarité. L'effectif; après les examens et tests diagnostiques a été soumis à l'expérience de l'enregistrement des mouvements oculaires pendant la lecture. La comparaison se fait entre la moyenne de dix sujets normaux témoins de l'étude précédente à la moyenne des dix sujets dyslexiques.

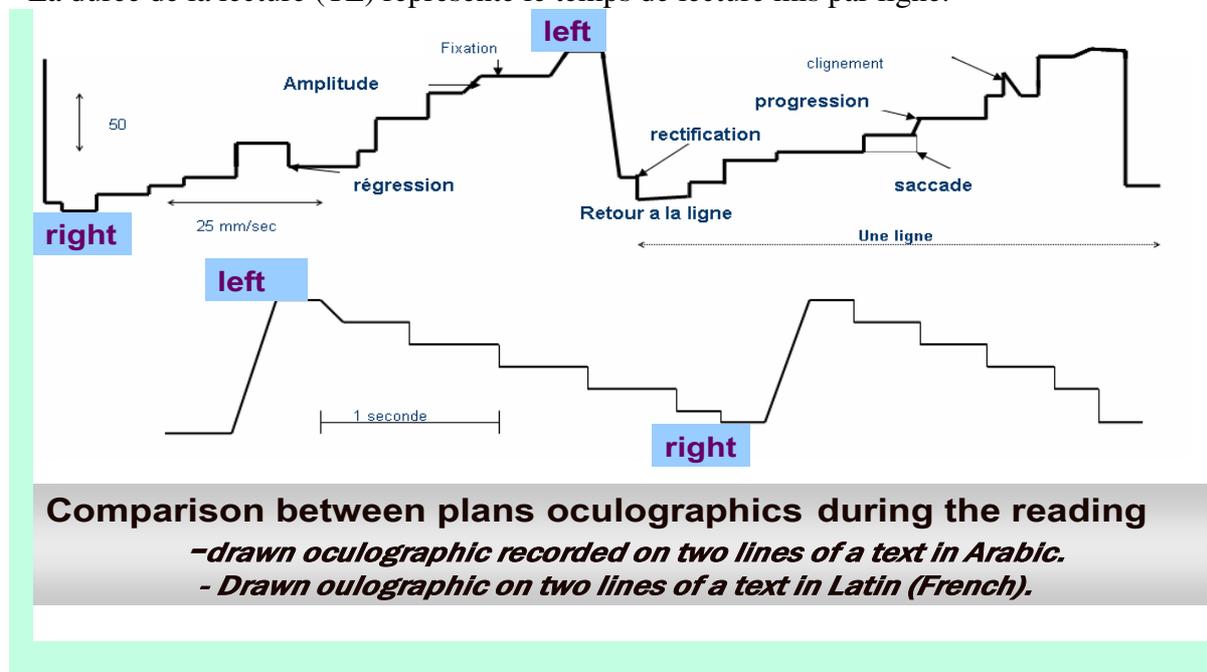
- l'effet de l'amblyopie strabique sur la vitesse de lecture

L'étude est porté sur 40 enfants scolarisés variant entre l'âge de [6 à 14] ans atteints du strabisme subissant la rééducation; «sujets ayant été sélectionnés» à partir de la consultation orthoptique au centre hospitalo-universitaire et en plus d'un examen approfondi de l'état du sujet on procède à lui faire deux lectures comparatives de textes lisibles en langue arabe selon le niveau scolaire entre l'oeil sain et atteint

1.2 Enregistrement graphique

L'aspect qualitatif des mouvements oculaires de la lecture est bien connu il s'agit d'un balayage du texte de droite à gauche par des saccades successives démontré en tracés (oculogrammes). Les mouvements horizontaux du regard s'inscrivent comme des marches d'escaliers. Le déroulement de papier est de 25 mm/ seconde. Les paramètres oculaires évaluant les tailles saccadiques considérés en cet axe d'étude :

- La durée d'une fixation (DF) est définie comme étant l'intervalle mesurée en milliseconde (ms) entre la fin de la saccade précédente et le début de la saccade suivante et durant laquelle se réalise la collecte de l'information d'un mot.
- Le nombre de fixation (NF) présente les nombres des fixations (progressions ou régressions).
- La durée de la lecture (TL) représente le temps de lecture mis par ligne.



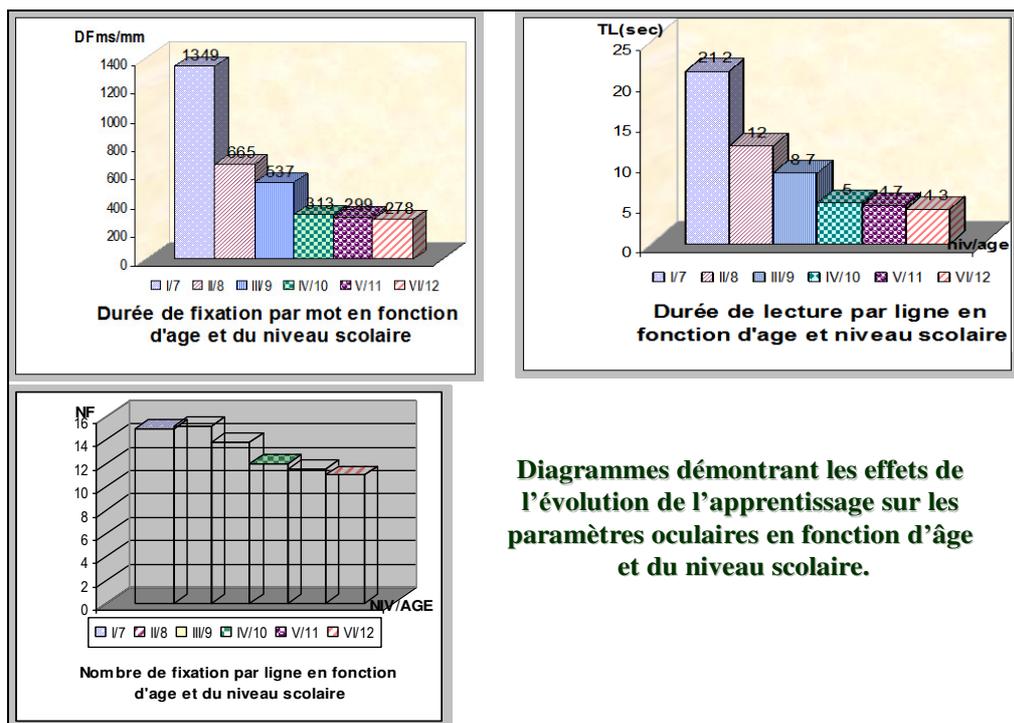
II- RÉSULTATS

▪ Effet de l'apprentissage: L'étude longitudinale révèle une augmentation de vitesse de lecture chez les enfants en fonction d'âge scolaire démontrant ainsi l'évolution du circuit relationnel entre les trois paramètres oculaires, la maturation, perception cognitive et l'amélioration de l'apprentissage. Ceci se caractérise sur le tab.(1) en comparaisons de moyennes obtenues et dans les trois figures qui suivent :

Facteur variable	NIVEAU/(classe	I / (7)	II / (8)	III / (9)	IV/ (10)	V / (11)	VI / (12)
	/AGE (ans)						
Paramètre oculaire	DF ms/ mm)	1349	665	537	313	299	278
	TL (sec)	21.2	12	8.7	5	4.7	4.3
	NF	15	15.2	13.8	12.	11.5	11.5

Tableau 1 : représentant les moyennes des paramètres oculaires obtenus de chaque groupe de l'effectif; résultants de l'évolution des mouvements saccadiques progressant en fonction de l'âge et du niveau scolaire l'apprentissage.

*L'étude longitudinale montre un raccourcissement en durée de fixation et en durée de lecture en "déphasage révélateur du progrès de classe en classe" et plus ou moins pour le nombre de fixations chez les enfants en fonction d'âge scolaire démontrant ainsi la {relation réversible entre la maturation des composantes oculaires et l'amélioration de l'apprentissage} (voir diagrammes).



*commentaire : La grande variabilité de dispersion des résultats et le déphasage entre les valeurs obtenus lors des mesures des durées de lecture détermine les lecteurs en 3 catégories :

Tableau 2: répartissant les enfants en divers niveaux de performance en lecture par groupe. Ces données intra-spécifiques par groupe illustrent bien le rôle de la perception visuelle en lecture

Groupe/âge/ niveau scolaire	DIVERS TYPES DE LECTEURS			Valeurs extremes	TL
	Lecteurs rapides	Lecteurs moyens	Lecteurs lents: \geq	Min/max	Moy
G 1 / 7 / I	10 - 19.46	22.93 ~ 24.33	≥ 26	10.5 / 30.27	21.78
G2 / 8 / II	6.93 - 11.60	13.70 ~ 14.63	≥ 9.61	6.93 / 22.73	12.05
G3 / 9 / III	3.37- 8.40	9.33 ~ 11.67	≥ 17	3.37 / 17	8.71
G4 / 10 / IV	2.93- 4.87	5.37 ~ 5.93	≥ 6.87	2.93 / 7.79	5.03
G5 / 11 / V	3.33- 04.67	4.80 ~ 5.56	≥ 6.07	3.33 / 6.49	4.71
G6 / 12 / VI	2.67- 03.80	4.47 ~ 4.87	≥ 5.33	2.67 / 4.33	4.31

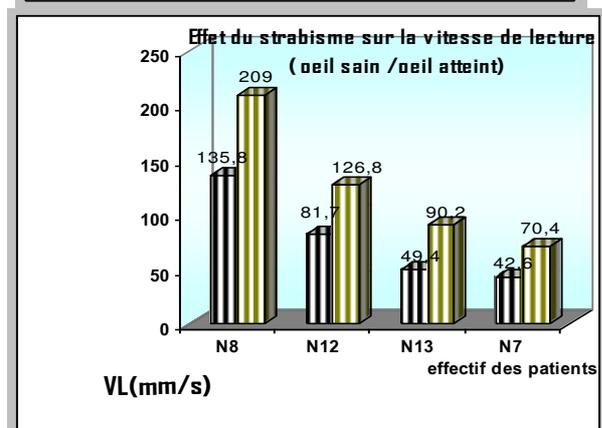
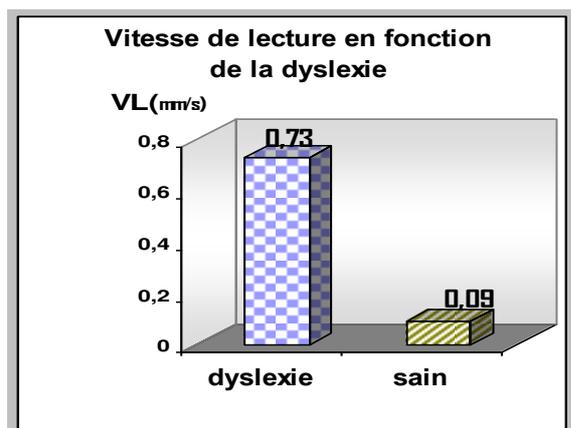
Le diagramme montre par succession des histogrammes un progrès de classe en classe supérieure justifiant le rôle de l'entraînement en lecture et de l'augmentation progressif de l'élasticité fonctionnel du système sensori-moteur visuel en fonction du niveau scolaire comme il démontre la particularité spécifique revenant à chaque lecteur les distribuant en trois types de lecteurs «rapides -moyens - lents". Durant le développement du système visuel les différentes composantes vont se mettre progressivement en place à des degrés divers.

▪ L'effet de la dyslexie sur la perception visuelle : suite au tableau de comparaison entre les valeurs qui sont très augmentés chez les atteints: Le paramètre durée de lecture reflète l'importance d'une altération de performance en lecture (figure) quand le sujet est dyslexique (diminution de vitesse de lecture d'un grand écart). Ainsi que le nombre considérable de fixations qui est du au grand nombre de régressions (retour au mots). on suggère que la

dyslexie trouble l'apprentissage en affectant en priori la perception visuelle et démontre par là l'utilité de la requête pour remédier cette énigme pathologie très discrète.

▪ L'effet du strabisme sur la perception visuelle :

L'atteinte oculaire en strabisme répond par un grand déphasage en vitesse de lecture de l'œil atteint par rapport à l'œil sain. Le strabisme se prenait pour une pathologie qui ne touche que l'esthétique mais les recherches ont prouvés que c'est plus critique qu'on le pense et notre méthode valide son effet sur la motricité oculaire en comparant les deux vitesses de lecture de l'œil sain et atteint et les résultats sont donnés dans le tableau suivant: la vitesse de lecture reste stigmatisée de l'existence d'une amblyopie, de même qu'en situation binoculaire la lecture est faite par le meilleur œil (figure).



CONCLUSION

La grande variabilité des données détermine les grandes différences dans l'élasticité des muscles oculomoteurs qui sont synchroniques à l'évolution de l'âge et de l'apprentissage. «**L'acte de lire étant la base de tout lancement en apprentissage**». On peut suggérer que c'est "entre le moment où se développe chez l'enfant un comportement de lecteur et le moment où il sera capable d'atteindre la flexibilité" que se situe la période d'apprentissage (Russel, 1990)⁸. Si un enfant ne peut bouger efficacement ses yeux, cela va possiblement interférer avec le développement de sa lecture. Les statistiques montrent qu'un échec dans l'apprentissage de la lecture chez les enfants est difficilement rattrapable et diminue les chances de réussite dans les années qui suivent. Comme les 80% de tout l'apprentissage durant les douze premières années se fait avec la vision (Association des opticiens, 2001)⁹ les développements inadéquats des habiletés visuelles y compris: l'accommodation, les mouvements de saccades et de poursuites, la coordination entre les yeux et le traitement de

l'information visuelle; sont les causes les plus communes pour les difficultés visuelles et d'apprentissage scolaire. Nous nous décidons « **Qu'il est vraiment temps qu'une discussion s'amorce entre les gens impliqués dans le processus visuel et ceux du domaine de l'éducation** » Et que la santé des yeux et l'entraînement sont étroitement liés en collecte et perception d'information. La technique de l'enregistrement est une technique de haute performance et précision pour détecter les contraintes et ambiguïtés du lexique de toute langue interférant en apprentissage tel quelle soit, pour tester les capacités et les préférences des lecteurs (Bensoltana D.,2004)¹⁰. Nous suggérons que Les tailles oculaires saccadiques sont évaluateurs du processus de lecture et ainsi révélateurs des degrés du rendement scolaire.

Bibliographie

1. Jean MORAIS (1994), Les conditions de l'apprentissage de la lecture, ([File://A:\L'apprentissage de la lecture et la langue des signes – Gwënola Paranthoën](#)), 6-18.
2. Arianne LEVY-SCHOEN (1969) - L'étude des mouvements oculaires, rev. des techniques et des connaissances. Collection science du comportement, ouvrage publiée avec le concours du centre national de la recherche scientifique, éd., Dunod, paris,261.
3. N. LESEVRE (1976), « Les mouvements oculaires d'exploration ».Etude électro-oculographique comparée d'enfants normaux et d'enfants dyslexiques, Paris,1964, thèse partiellement publiée en électro-oculographie et lecture,bulletin d'Audiophonologie , Association. Fanco-Comtoise d'Audiophonol., Besançon, 39-109.
4. Frédéric LAVING (1997), Les interactions entre le contexte sémantique et les facteurs visuels.La vision des enfants. {[File://A:\la vision des enfants](#)}.
5. MURRAY ET KOWLER (1988), Quaterly Journal of experimental psychology. A Human experimental of psychol., England , 40,4,693-718. English coden : QJEAD.
6. Terry BACCINO (1997), Lecture du mot au texte « Sciences. Cognitions- la compréhension du texte ». L'année psychol., Psychologie cognitive et ergonomique:{[unice.fr/LPEQ /du texteaudoc.](#)}.
7. Association des optométristes de Québec (2001) - Les mouvements oculaires pendant la lecture. Kinésiologie web, Améliorer l'apprentissage : site :Perso.Wanadoo.Fr/kinesio_web / apprendre.html-7 t.
8. Djemaia BENSOLTANA (2004) - mécanismes intervenant dans l'élaboration du plan moteur des mouvements oculaires saccadiques lors de la lecture de l'arabe par l'enfant algérien scolarisé, LBPO, Lab.: Neurosc. comport. et cognitives, p 153, FSB, USTHB, Alger,Algérie.