



HAL
open science

La perception du mot écrit chez l'apprenti lecteur et l'enfant dyslexique: Évaluation en fovéa et en parafovéa

Bernard Lété, Stéphanie Ducrot

► To cite this version:

Bernard Lété, Stéphanie Ducrot. La perception du mot écrit chez l'apprenti lecteur et l'enfant dyslexique: Évaluation en fovéa et en parafovéa. Elisabeth Demont; Marie-Noëlle Metz-Lutz. L'acquisition du langage et ses troubles, SOLAL, pp.125-172, 2007, 978-2353270026. hal-03551772

HAL Id: hal-03551772

<https://hal.science/hal-03551772>

Submitted on 2 Feb 2022

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

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

La perception du mot écrit chez l'apprenti lecteur et l'enfant dyslexique : Évaluation en fovéa et en parafovéa.

Bernard Lété

INRP & Université de Lyon 2
EMC/DDL (CNRS 5596)
5 avenue Pierre Mendès France
69676 - Bron cedex
France

Stéphanie Ducrot

CNRS & Université de Provence
Laboratoire Parole et Langage
29 avenue Robert Schuman
13621 - Aix-en-Provence cedex 1
France

Titre courant : perception du mot écrit en fovéa et parafovéa

Courriel : bernard.lete@univ-lyon2.fr

Introduction

Les adultes lettrés possèdent une forme très particulière d'expertise visuelle qui leur permet de traiter le langage écrit avec une efficacité remarquable. Un simple coup d'œil d'une centaine de millisecondes et le système visuel extrait l'information critique lui permettant d'identifier un mot écrit. Cependant, cette impression de facilité ne doit pas nous faire oublier les difficultés que nous avons surmontées pendant au moins deux années de l'école primaire pour acquérir les habiletés cognitives qui nous permettent aujourd'hui de traiter les mots sans effort. Il suffit d'écouter lire un enfant de CP en février-mars pour se rendre compte que cette activité lui demande d'énormes ressources cognitives et que le travail va être difficile avant qu'il atteigne un comportement de lecteur dit "expert" (voir pour une synthèse en français Écalle & Magnan, 2002 ; Sprenger-Charolles & Colé, 2003). Si une grande majorité des enfants scolarisés finissent par montrer une lecture fluide au bout de deux ans d'apprentissage, une part non négligeable d'entre eux montrent de réelles difficultés à acquérir cette expertise voire, dans les cas extrêmes, une impossibilité. Au niveau de l'école primaire, une note d'information de la *Direction de l'Évaluation et de la Prospective* (1996, n°22) avait établi, à partir des évaluations nationales de CE2, que 15% des enfants ne maîtrisaient pas les compétences de base en lecture, c'est à dire reconnaître des mots courants, déchiffrer des mots inconnus et comprendre un texte simple. Au niveau du collège, le rapport Ringard (2000) rapporte une étude de l'*Observatoire National de la Lecture* menée en classe de 6^{ème} à la rentrée 1997 qui avait fait apparaître également que 15% des enfants étaient en difficulté pour traiter l'écrit. Trois grands groupes d'élèves y étaient identifiés : a) 4% étaient considérés comme en grande difficulté de lecture car ils ne possédaient pas les compétences de base définies plus haut ; b) 8% étaient considérés comme en difficulté car ils

étaient handicapés par une extrême lenteur ; c) 3% étaient dans une situation moins préoccupante mais étaient tout de même considérés comme étant en difficulté car ils échouaient sur des compétences de haut niveau (inférentielles). Que ce soit en primaire ou au collège, les études s'accordent pour reconnaître que 4 à 5% des enfants sont en grave situation d'échec scolaire devant l'écrit, soit un demi-million d'enfants environ si on rapporte ce pourcentage aux effectifs 2003-2004 du premier degré (CP-CM2) et du second degré (6^{ème}-Terminale).

Environ 60 à 80% de ces enfants en grave situation d'échec scolaire peuvent être considérés comme dyslexiques (Shaywitz et al., 2001). Dans la littérature scientifique, on désigne sous ce terme les enfants qui présentent un échec massif et persistant en lecture (2 ans de retard au moins) en dépit de l'absence des facteurs pénalisants (univers familial, retard mental, troubles affectifs, troubles sensoriels)¹. C'est l'aspect linguistique qui est généralement mis en avant pour expliquer les aspects déficitaires du traitement de l'écrit chez l'enfant dyslexique. En particulier, l'hypothèse la plus largement répandue et la plus validée empiriquement concerne les traitements phonologiques (voir pour des synthèses, Habib, 2003 ; Ramus, 2003 ; Ramus et al., 2003 ; Sprenger-Charolles & Colé, 2003 ; Valdois, Colé, & David, 2004). Nul doute que la lecture soit une activité linguistique. La confrontation à l'écrit chez l'apprenti lecteur permet le développement de ses connaissances grapho-phonologiques qui sont obligatoires pour acquérir des mots nouveaux. L'exposition répétée avec l'écrit enrichit son réseau sémantique et lui permet de comprendre des énoncés de plus en plus complexes. Mais comment ces connaissances linguistiques sont-elles construites ? Nécessairement grâce aux traitements visuels sur les mots qui, en échantillonnant l'information physique, produisent les unités pertinentes au traitement de l'écrit qui vont être stockées en mémoire.

L'analyse visuelle des mots écrits est en effet un acte très spécifique qui diffère de celui que l'on fait sur notre environnement quotidien. Contrairement aux autres objets qui nous entourent, les lettres changent d'identité quand elles changent d'orientation (e.g., *b* devient *d* ; *p* devient *q* ; *n* devient *u*). Certaines ne diffèrent entre elles que par un trait visuel (e.g., *c-e* ; *c-o* ; *O-Q*). La reconnaissance des mots demande également la prise en compte de l'ordre des lettres qui le composent (e.g., *rien*, *rein* et *nier* contiennent les mêmes lettres mais forment trois mots distincts). Ces traitements de l'orientation, des traits visuels et de l'ordre des lettres se perfectionnent au fur et à mesure de l'apprentissage de la lecture. Acquérir des mots nouveaux par application des règles de correspondances graphèmes-phonèmes nécessite également que l'enfant échantillonne et groupe correctement l'information fixée : par exemple, pour lire à voix haute le mot *poulain*, l'enfant doit apprendre à grouper visuellement les graphèmes /p/ + /ou/ + /l/ + /ain/ et non pas /p/ + /ou/ + /la/ + /in/.

De façon synthétique, on considère généralement que, même chez des lecteurs experts, le traitement du mot écrit pendant la lecture nécessite trois types de traitement : a) un traitement rapide de l'identité des lettres, b) leur association correcte au mot fixé et c) un traitement rapide de leur position dans le mot (Grainger & Jacobs, 1996 ; Peressotti & Grainger, 1995, 1999). Quand la première fonction est déficitaire, on observe une incapacité à identifier les lettres comme dans l'agnosie visuelle et les paralexies visuelles (Lambon Ralph & Ellis, 1997 ; Marshall & Newcombe, 1973 ; Newcombe & Marshall, 1981) ; quand la seconde fonction est déficitaire, on observe des erreurs de migrations de lettres entre les mots (Shallice & Warrington, 1977 ; Warrington, Cipolotti, & McNeil, 1993) et, lorsque la dernière fonction est déficitaire, on observe des renversements de lettres (b/d) et/ou des permutations

de lettres dans des graphèmes (e.g., lion/loin, rien/rein ; Friedmann & Gvion, 2001 ; Saffran & Coslett, 1996 ; Shallice & Warrington, 1977).

Comment, une fois correctement échantillonnées et stockées, ces connaissances sont-elles à nouveau mobilisées par le système cognitif pour reconnaître le même mot ou des mots jamais encore rencontrés ? Assurément grâce au fait que le système cognitif, organisant et interprétant en temps réel les données issues des traitements visuels, facilite en retour ceux-ci en mobilisant les unités linguistiques pertinentes (c'est pourquoi nous sommes capables de lire ces mots où *certaines lettres sont permutées* ou encore ces mots où *certaines lettres sont remplacées*). Autrement dit, quand un individu lit un mot, ce n'est pas seulement le mot qui va à la rencontre de son lexique mental, c'est son lexique mental qui, également, va à la rencontre du mot écrit.

En plus de ce pilotage par les connaissances linguistiques, il apparaît que le traitement du mot écrit (comme de tout objet physique vers lequel nous dirigeons notre conscience) nécessite un contrôle attentionnel, en particulier visuo-spatial. On considérera que le traitement visuo-spatial désigne la capacité à organiser, au niveau cognitif, l'information visuelle de façon cohérente. Les habiletés visuo-spatiales importantes sont a) la discrimination figure-fond, c'est à dire la capacité à porter attention à un aspect particulier d'un stimulus visuel (la figure), en le séparant du reste du champ visuel (le fond) ; b) la perception de constance, c'est à dire la capacité à reconnaître que des objets ont des propriétés qui ne changent pas malgré le fait que la représentation perceptuelle change en fonction de l'endroit où on les voit ; c) la perception de la position d'un objet dans l'espace et sa relation spatiale avec d'autres objets ou stimuli visuels. C'est ce dernier aspect qui est

particulièrement important dans la lecture puisqu'on peut le relier aux capacités à identifier les lettres à la bonne position dans le mot écrit.

La lecture est donc avant tout une activité **perceptive** puisqu'il s'agit de mettre en correspondance des données visuelles avec des données cognitives. La tâche essentielle de l'apprenti lecteur va être d'**apprendre à percevoir les mots**. Il apparaît ainsi évident que l'efficacité du traitement du mot écrit dépend de la qualité des traitements perceptifs qui conduisent à l'élaboration de codes orthographiques et phonologiques puis à leur mobilisation face à des événements visuels spécifiques (les rencontres avec des mots connus ou nouveaux). Les aspects perceptifs du traitement du mot écrit concernent précisément ce chapitre. Nous étudierons chez l'apprenti lecteur et l'enfant dyslexique d'une part les traitements en fovéa, là où le lecteur doit amener le mot à traiter pour identifier correctement toutes les lettres à la bonne position et, d'autre part, les traitements en parafovéa qui servent essentiellement, pendant la lecture, à piloter le regard. L'efficacité de ces deux types de traitement est donc un aspect critique à une lecture automatique des mots. En liaison avec ces aspects visuo-attentionnels du traitement du mot écrit, nous évaluerons également les influences descendantes et facilitatrices des connaissances linguistiques (lexicales ou infralexicales) sur l'analyse visuelle des suites de lettres.

Un cadre de travail particulièrement novateur en psychologie cognitive consiste à adapter certains paradigmes expérimentaux utilisés chez l'adulte pour rechercher s'ils produisent les mêmes effets chez l'enfant au cours de ses apprentissages fondamentaux (lecture, écriture, calcul) où chez des individus montrant des déficits particuliers (cf. par exemple la batterie d'épreuves d'évaluation-diagnostic *ECCLA* utilisée chez l'adulte illettré, Zagar, Jourdain, & Lété, 1993, 1995). C'est ce principe que nous avons retenu dans nos recherches pour

évaluer les traitements en fovéa et en parafovéa chez des apprentis lecteurs et des enfants dyslexiques. Deux paradigmes d'étude du traitement du mot ont été utilisés : le paradigme de position variable de fixation et le paradigme de Reicher (1969) et Wheeler (1970).

I- La perception du mot écrit en fovéa et en parafovéa

1.1. Structure anatomo-fonctionnelle du système visuel

Pour comprendre ce qui se passe au niveau perceptif lorsqu'un lecteur fixe un mot, il faut développer certaines notions relatives à la structure anatomo-fonctionnelle du système visuel. Il y a à peu près 130 millions de récepteurs sur la rétine mais il y a seulement 1.2 million d'axones dans le nerf optique ; aussi, une grande quantité de pré-traitement s'effectue au niveau rétinien. C'est la fovéa qui produit le traitement le plus fin. D'un diamètre d'environ 1 mm, elle se situe exactement dans l'axe optique de l'œil. Bien qu'elle n'occupe que 0.01% du champ visuel (moins de 2° d'angle visuel), à peu près 10% des axones dans le nerf optique sont dévolus à la fovéa.

En terme d'acuité, une ligne de texte peut être divisée en trois zones : une zone en fovéa, une zone en parafovéa et une zone en périphérie. La zone en fovéa correspond à 2° d'angle du point de fixation ; la zone en parafovéa correspond à 10° autour du point de fixation (4° à droite et à gauche de la zone en fovéa) ; la zone en périphérie correspond à tout ce qui est au delà de la zone en parafovéa. L'acuité est maximale en fovéa et chute très vite en parafovéa et en périphérie. De 100% d'acuité à 0°, on arrive à 75% d'acuité à seulement 1°28' du point de fixation (soit à peu près à 4 lettres). A 6°30', l'acuité a perdu 75% de sa précision. Cette chute drastique de l'acuité visuelle est due à la structure anatomique de la rétine.

La fovéa est constituée de cônes (6% des cellules de la rétine) et leur densité diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celle-ci. La zone en périphérie est constituée uniquement de bâtonnets (94%). Dans cette zone, la perception d'une lettre est affectée par celles qui lui sont adjacentes par un phénomène de masquage latéral. Les cônes sont spécialisés dans le traitement des détails et des nuances de couleur alors que les bâtonnets sont spécialisés dans la détection des mouvements et permettent la discrimination de la luminosité ou des nuances de gris. Les bâtonnets sont particulièrement importants pour la vision de nuit car ils s'adaptent à la faible luminosité. Lorsqu'on lit un livre à 30 cm de distance, chaque lettre fixée est échantillonnée par une matrice de 30*30 cônes. A seulement 2 lettres à droite ou à gauche du point de fixation, la matrice n'est déjà plus que de 20*20 cônes et, si on ajoute 2 lettres de plus, de 15*15 cônes.

Avant de parvenir au corps genouillé latéral (CGL), les fibres des nerfs optiques subissent, chez l'homme, une décussation partielle au niveau du chiasma optique. Le CGL est constitué de deux types de cellules : des petites cellules associées au système parvocellulaire (P-système ; 90% des cellules) et de grandes cellules associées au système magnocellulaire (M-système ; 10% des cellules). Le P-système est sensible aux hautes fréquences spatiales et répond de manière tonique (ou continue) à toute stimulation avec une conduction lente des messages. Il est associé à la vision fovéale. Le M-système est sensible aux stimuli à basse fréquence spatiale et à faible contraste lumineux mais il n'est pas sensible aux couleurs. Il ne traite que la forme et le mouvement du stimulus. Il répond de manière phasique (ou brève) aux stimulations². Il est associé à la vision parafovéale et périphérique.

Les cellules rétiniennes se projettent ensuite au niveau du cortex occipital dans l'aire dite V1 selon une répartition particulière appelée *amplification fovéale*. Nous avons vu que la surface

fovéale sur la rétine correspondait à un très faible pourcentage du champ visuel. Elle est reliée en fait à près de la moitié de la surface corticale. Le champ visuel périphérique, beaucoup plus grand, n'est relié qu'à l'autre moitié. Ainsi, chaque récepteur rétinien de la fovéa est en liaison directe avec plusieurs centaines de neurones centraux alors qu'un champ récepteur périphérique ne dispose que de quelques-uns d'entre eux. Ceci explique la rapide dégradation de l'acuité visuelle dès qu'on s'écarte, même assez peu, des conditions de vision centrale. Les autres aires corticales visuelles (V2 à V5) sont dénommées aires associatives. C'est en raison de ces contraintes anatomo-fonctionnelles que, pendant la lecture, l'œil doit aligner le mot sur la fovéa car c'est à ce niveau que se trouve l'acuité nécessaire pour discriminer correctement toutes les lettres à la bonne position.

1.2. Déficiences liées à l'empan perceptif

Les aspects normaux et déficitaires du traitement du mot écrit sont généralement étudiés sous l'angle de la notion d'empan perceptif³. On admet généralement que les lecteurs occidentaux traitent le texte à partir d'une fenêtre attentionnelle relativement petite, limitée à la ligne de texte en train d'être lue et qui s'étend approximativement du début du mot fixé à 14-15 caractères sur la droite⁴. A l'intérieur de cette fenêtre, deux types de traitement sont effectués : a) un traitement fovéal de haute acuité qui permet l'identification du mot en train d'être fixé et b) un traitement parafovéal qui renseigne principalement sur la forme et la longueur des mots suivants, ce qui permet ainsi d'effectuer un pré-traitement et de guider l'œil et de déterminer le lieu de la prochaine fixation⁵. En fait, lorsqu'un mot est pré-traité en parafovéa droite, il existe un gain de traitement lorsqu'il est fixé ensuite en fovéa (Rayner, McConkie, & Ehrlich, 1978 ; Rayner, McConkie, & Zola, 1980). Il a été également montré que le traitement de l'information parafovéale jouait un rôle dans la détermination d'une position

d'atterrissage à l'intérieur d'un mot. Une perturbation du traitement parafovéal pourrait avoir pour conséquence une mauvaise programmation saccadique et/ou des représentations imprécises concernant les positions périphériques (conduisant le regard à atterrir à une mauvaise position).

Rayner, Murphy, Henderson et Pollatsek (1989) ont étudié les traitements dans cette fenêtre attentionnelle à l'aide de la technique de la fenêtre mobile. La technique permet de manipuler en temps réel l'affichage d'un texte sur écran d'ordinateur en fonction de la position de l'œil du lecteur (McConkie & Rayner, 1975). Une fenêtre dont la taille pouvait varier était définie autour du point de fixation du regard et cette fenêtre se déplaçait le long du texte à chaque saccade oculaire. Les mots du texte apparaissaient en clair à l'intérieur de la fenêtre mais l'information était modifiée à l'extérieur. Ils ont fait varier la taille de la fenêtre (7 à 31 caractères) et la nature de l'information environnante, le texte extérieur à la fenêtre étant remplacé soit par des "x", soit par des lettres se succédant dans un ordre aléatoire. Les données ont montré que la vitesse de lecture était supérieure à celle des témoins pour les fenêtres de petite taille mais nettement inférieure pour les fenêtres de grande taille. Ils en ont conclu que le déficit attentionnel empêchait la focalisation sélective de l'attention sur les lettres centrales. Lorsque la fenêtre était petite, l'information délivrée correspondait à l'information traitée fovéalement. Au contraire, pour les fenêtres de grande taille, une partie de l'information délivrée se situe dans la région parafovéale. Ils ont donc proposé une interprétation en terme de défaillance du filtre attentionnel. En effet, un filtre attentionnel permet au lecteur normal d'atténuer l'information en parafovéa, de façon à optimiser le traitement de l'information fovéale. L'absence d'un tel filtrage conduirait à une interférence des informations parafovéales sur le traitement du mot en fovéa.

Les dyslexiques présentent un empan perceptif un peu plus petit que les normo-lecteurs, non pas en raison d'un traitement de l'information parafovéale moins efficace (Rayner, Pollatsek & Bilsky, 1995), mais plutôt en raison de difficultés dans le traitement fovéal (comme dans le cas des enfants apprenti-lecteurs), ce qui aurait pour conséquence une diminution du bénéfice de traitement parafovéal (Henderson & Ferreira, 1990). Par rapport aux normo-lecteurs, les dyslexiques ont également des durées de fixations plus longues et des saccades plus courtes (Biscaldi, Gezeck, & Stuhr, 1998), suggérant également un empan réduit en parafovéa. Ce patron de performances est néanmoins équivalent à celui observé chez des lecteurs experts quand ils doivent traiter des mots difficiles en fovéa (Henderson & Ferreira, 1990 ; Rayner, 1986). Autrement dit, comme Rayner (1998) le fait remarquer, un empan perceptif réduit peut tout simplement signifier une difficulté cognitive de traitement sur le mot fixé et non pas une anomalie du traitement visuel.

1.3. Déficits liés à des aspects neuro-anatomiques

Depuis une dizaine d'années, les aspects neuro-anatomiques du système de perception visuelle ont pris de plus en plus d'importance dans l'explication des troubles d'acquisition de l'écrit. L'existence d'un déficit du traitement visuel chez l'enfant dyslexique a d'abord été étudié dans la perspective de la théorie de la persistance visuelle (Breitmeyer & Ganz, 1976 ; Coltheart, 1980 ; Slaghuis & Lovegrove, 1984) selon laquelle la trace visuelle d'une fixation persisterait sur la fixation subséquente ce qui rendrait difficile l'identification des mots. Plus récemment, cette hypothèse a été reliée à la distinction présentée en section 1.1. sur les deux systèmes de cellules visuelles présents dans le corps genouillé latéral : le M-(magno)-système (réponse phasique ou brève) lié à la vision parafovéale et pré périphérique et le P-(parvo)-système (réponse tonique ou continue) lié à la vision fovéale (Chase, 1996 ;

Stein & Walsh, 1997). Slaghuis, Twell et Kingston (1996) ont associé le P-système au traitement perceptif du stimulus (le "quoi") et le M-système au traitement spatial (le "où").

Stein et Walsh (1997) ont proposé qu'une vulnérabilité génétique d'un antigène du chromosome 6 rendrait difficile le développement normal des cellules du M-système et pourrait être la cause de la dyslexie développementale. Stein (2003) considère que le M-système joue un rôle dans l'attention visuelle, notamment dans la vitesse avec laquelle un lecteur peut engager et désengager son attention sur un mot, comme Brannan et Williams (1987) l'avait observé chez des mauvais lecteurs. Stein (ibid.) considère également que le M-système stabilise les mouvements oculaires. En cas de déficience, l'image des lettres sur la rétine ne serait pas stationnaire et aurait tendance à se déplacer. Stein et Fowler (1982) ont montré qu'une grande proportion d'enfants en difficulté de lecture avait une dominance oculaire instable provoquant une perception inconstante des lettres. Ces enfants tendent également à avoir un défaut de vergence⁶ de l'œil (Stein, Riddell, & Fowler, 1988). En conséquence, ils échouent à localiser correctement les lettres ou les groupes de lettres et font de nombreuses erreurs dans la position des lettres (Cornelissen, Hansen, Hutton, Evangelinou, & Stein, 1997). L'ensemble de ces déficits visuels auraient des conséquences sur les traitements linguistiques en empêchant l'élaboration correcte des représentations orthographiques et phonologiques.

Une autre explication des troubles du traitement du mot écrit en parafovéa concerne les inhibitions mutuelles des deux systèmes P et M qui permettent à chaque cellule de traiter un aspect particulier du stimulus (hautes fréquences pour le P-système et basses fréquences pour le M-système ; cf. Everatt et al., 1999, pour une discussion). L'inhibition du M-système serait insuffisante sur le P-système et, bien que provoquant une meilleure perception en

parafovéa et en périphérie, causerait une difficulté à traiter le mot en fovéa puisque des informations non pertinentes y seraient également traitées. Cela pourrait être l'origine de la plainte des enfants dyslexiques que les mots semblent se troubler quand ils lisent. Un meilleur traitement en parafovéa chez des dyslexiques a bien été trouvé par Geiger et Lettvin (1986, 1987) et Geiger, Lettvin, et Zegarra-Moran (1992) (voir Geiger & Lettvin, 1999, pour une synthèse). Ils ont établi une mesure appelée champ de résolution visuelle⁷ pour laquelle ils présentent simultanément au tachistoscope deux lettres différentes, l'une en fovéa sur le point de fixation du sujet, l'autre en parafovéa et périphérie gauche ou droite à différente excentricité (de 2.5° à 12.5° d'angle visuel). La tâche du sujet est de reporter les deux lettres. Les performances obtenues pour chaque excentricité représentent le champ de résolution visuelle tel qu'illustré sur la Figure 1 pour des adultes normo-lecteurs et dyslexiques sévères. Les normo-lecteurs réussissent mieux pour des excentricités proches du point de fixation et leurs performances diminuent symétriquement à gauche et à droite du point de fixation jusqu'à être nulles à 12.5° d'excentricité. Par contre, le champ de résolution visuelle des dyslexiques est asymétrique. A gauche du point de fixation, leurs performances sont similaires à celles des normo-lecteurs alors qu'à droite, leurs performances sont significativement supérieures à 7.5° (+24%), 10° (+64%) et 12.5° (+32%) d'angle visuel. En terme de distance angulaire, les dyslexiques semblent percevoir les lettres à +2.5° de distance angulaire par rapport aux normo-lecteurs. Des résultats comparables ont récemment été trouvés par Lorusso et al. (2004) chez des enfants dyslexiques.

Figure 1 environ ici

Geiger et Lettvin (Geiger et Lettvin, 1989, 1999, 2000 ; Geiger, Lettvin, & Fahle, 1994) n'interprètent pas ces résultats par un défaut d'inhibition du M-système. Ils font en effet logiquement remarquer que, si tel était le cas, les dyslexiques auraient dû montrer une efficacité accrue de part et d'autre de la fovéa et non pas seulement à droite du point de fixation. Ils optent pour une explication en terme d'habitude de lecture (l'asymétrie est obtenue dans le sens de la lecture) plutôt que pour une explication physiologique (bien que, comme Everatt et al., 1999, le notent ironiquement, un lecteur anglais déficitaire à qui on apprendrait à lire en hébreu devrait devenir un bon lecteur dans cette langue). En entraînant des enfants dyslexiques à lire avec une technique de fenêtre mobile, Geiger et Lettvin (1999) produisent une diminution de l'asymétrie du champ de résolution visuelle chez ces lecteurs.

Rayner et al. (1989) ont décrit un dyslexique dont les caractéristiques de traitement perceptif sont proches de celles des sujets de Geiger et Lettvin (voir Rayner, 1998, pour une discussion). Le sujet pouvait identifier des mots et des lettres en parafovéa mieux que des normo-lecteurs et, lorsqu'il lisait en fenêtre mobile, il lisait mieux avec une petite fenêtre (de 7 caractères) qu'avec une grande fenêtre (de 31 caractères). En fait, il lisait mieux avec une petite fenêtre et lorsqu'il y avait des "x" à la place des lettres en dehors de la fenêtre. Si les lettres étaient visibles en dehors de la fenêtre, il avait des problèmes pour lire. Rayner et al. (1989) et Rayner (1998) ont interprété ces résultats par un déficit d'un filtre attentionnel qui permettrait au normo-lecteur d'atténuer l'information en parafovéa, de façon à optimiser le traitement de l'information fovéale. En effet, pour la fenêtre de petite taille, l'information délivrée correspond à l'information traitée en fovéa alors que, pour la fenêtre de grande taille,

une partie de l'information délivrée se situe en parafovée. L'absence d'un tel filtrage conduirait à une interférence des informations traitées en parafovée sur celles traitées en fovée. L'asymétrie du champ de résolution visuelle observée par Geiger et Lettvin peut également être interprétée en ces termes.

Aujourd'hui, les controverses sont encore nombreuses pour considérer ou non que les dyslexiques traitent mieux l'information en parafovée que les normo-lecteurs. Certains chercheurs expriment des réserves quant à l'existence d'un déficit du M-système (Ramus, 2003 ; Skottun, 1997, 2000a ; Snowling, 2001). Skottun (2000b) considère qu'un tel déficit ne peut exister car le M-système ne peut pas lire. Cependant le débat n'est pas clos puisque des recherches récentes ont démontré que le M-système participait au traitement perceptif des textes (Chase, Ashourzadeh, Kelly, Monfette, & Kinsey, 2003) et contribuait à la réussite en lecture (Sperling, Lu, Manis, & Seidenberg, 2003).

II- L'évaluation de la perception du mot écrit en fovée

2.1. L'effet de position optimale de fixation⁸

La reconnaissance d'un mot implique un mode de traitement visuel qui est spécifique à la lecture et qui repose sur la capacité à traiter simultanément et en parallèle toutes les lettres d'un mot à la bonne position. La tâche première de l'apprenti lecteur consiste donc à développer cette capacité par la mobilisation de traitements cognitifs de plus en plus rapides, automatiques et irrépressibles. La mise en place de cette capacité à reconnaître de façon irrépressible un mot écrit peut être analysée par l'intermédiaire de l'effet de position optimale de fixation ou OVP (pour *Optimal Viewing Position*⁹) (O'Regan, Lévy-Schoen, Pynte et Brugailière, 1984).

Il existe une position optimale de fixation de l'œil dans le mot qui permet de reconnaître le plus de lettres en une seule fixation et, par conséquent, d'identifier le mot de manière plus performante et plus rapide. La reconnaissance est maximale lorsque la première fixation est effectuée au centre gauche du mot et diminue progressivement lorsqu'elle s'approche des extrémités du mot. O'Regan et coll. (1984), O'Regan et Lévy-Schoen (1987) ont utilisé la technique d'enregistrement des mouvements oculaires associée au paradigme de position variable de fixation dans lequel on impose à un sujet de fixer une lettre particulière dans un mot. Ils ont montré que les durées de fixation dans le mot (ainsi que la probabilité de ne faire qu'une seule fixation) variaient selon la position imposée de fixation. La courbe obtenue (Figure 2) est en forme de *J*.

Figure 2 environ ici

Les temps de lecture sont beaucoup plus courts lorsque les yeux se positionnent d'emblée en position optimale, c'est-à-dire lorsque la position imposée correspond à la 2^{ème} ou 3^{ème} lettre pour un mot de 5 lettres. La pénalité par lettre déviante de cette position est de l'ordre de 20 ms. Cette position est donc optimale pour la reconnaissance puisqu'elle diminue la probabilité de relecture et raccourcit les temps d'identification. Toujours à l'aide du recueil de mouvements oculaires, O'Regan (1990), O'Regan et Jacobs (1992), ont observé que la courbe OVP était présente pour des mots de différentes longueurs (allant de 4 lettres à 11 lettres) et de différentes fréquences (basse, moyenne et haute).

Cet effet peut également être obtenu grâce à un paradigme expérimental simple qui permet de contrôler la position du regard dans le mot (Nazir et al., 1991). Dans cette tâche, pour laquelle on ne dispose pas d'un appareillage de recueil de mouvements oculaires, on

présente très rapidement des mots en faisant varier la position de la lettre qui apparaît au centre de l'écran, là où le sujet doit fixer. Le sujet doit reporter verbalement le mot ou le groupe de lettres qu'il a perçu. La courbe obtenue (cf. Figure 3), représentant le pourcentage de mots correctement identifiés est, dans ce cas, en forme de *J* inversé avec des performances plus élevées quand on présente le centre-gauche du mot en position imposée. Il existe de plus une asymétrie gauche-droite dans les performances : la pénalité est plus importante quand on donne la fin du mot à fixer (le sujet n'a pas de lettres à traiter à la droite du point de fixation) que lorsqu'on donne le début du mot à fixer (le sujet a toutes les lettres du mot à la droite de son point de fixation). Chez un patient alexique, c'est une asymétrie en sens inverse qui est observée avec une pénalité plus importante quand le début du mot est présenté. Nous reviendrons sur ces aspects déficitaires à la section 2.3.

Figure 3 environ ici

Le paradigme OVP permet donc d'étudier assez finement le mécanisme fondamental de la perception du mot en fovéa à savoir l'identification de chacune de ses lettres à la bonne position. Dès lors, il était intéressant d'utiliser un tel effet pour étudier les stratégies d'inspection des mots au cours de l'acquisition de la lecture et, d'abord, pour corroborer l'existence ou non d'une position optimale de reconnaissance d'un mot chez un enfant en situation d'acquisition de l'écrit. Le croisement de la position initiale de fixation -on rend difficile l'analyse visuelle- avec la fréquence lexicale -on rend difficile l'accès à la représentation mentale du mot- revient précisément à analyser la perception du mot écrit c'est à dire les interactions entre les traitements visuels et les traitements linguistiques. C'est Nazir et collaborateurs qui ont été les premiers à avoir utilisé ce paradigme pour étudier les

aspects développementaux des traitements visuo-attentionnels. Plusieurs questions demeuraient cependant ouvertes parmi lesquelles le degré d'exposition à l'écrit à partir duquel un OVP pouvait apparaître et les étapes de la mise en place de ce mécanisme de lecture experte.

2.2. L'émergence de l'OVP chez l'apprenti lecteur

Aghababian et Nazir (2000) ont testé des enfants du CP au CM2 en utilisant une tâche d'identification perceptive avec un paradigme de position variable de fixation. Le matériel était composé de listes de mots de 4 à 6 lettres, extraits de l'échelle de Dubois et Buyse (1952), permettant de manipuler la fréquence/familiarité des mots. Cette échelle a été réalisée à partir de 3787 mots d'usage courant, testés auprès d'enfants et d'adolescents. Les mots sont classés en 43 niveaux de difficulté orthographique indiquant les niveaux d'acquisition pour chaque âge. Une première liste a été constituée uniquement pour les enfants de fin de CP. Elle comportait 45 mots des niveaux 1 à 7. La deuxième liste, destinée aux enfants du CE1 jusqu'au CM2, contenait 105 mots des niveaux 8 à 12 ainsi que les 45 mots de la première liste. Les mots apparaissaient sur un écran d'ordinateur pendant une durée de présentation adaptée à chaque enfant. La position du regard était manipulée selon cinq zones prédéfinies. Les résultats (cf. Figure 4) ont montré qu'il existe une courbe OVP dès la fin du CP, celle-ci se mettant "correctement" en place en CE1 avec une nette asymétrie gauche-droite. Il existe également un effet de familiarité à partir du CE1 (ce facteur n'étant pas manipulé au CP).

Figure 4 environ ici

Il existait deux questions ouvertes par le travail d'Aghababian et Nazir (2000). Le premier concernait l'impact de la construction du lexique de l'enfant sur la mise en place de la courbe OVP. L'effet de fréquence/familiarité manipulé ici avec les normes orthographiques *Dubois-Buyse* ne permet de rendre compte ni de l'utilisation de la voie lexicale ni d'appréhender le stock de vocabulaire de l'enfant du fait des normes utilisées. En effet, avant 2001, il n'existait pas en langue française de normes lexicales contemporaines pour les recherches en psycholinguistique. Chez l'adulte, après *Brulex* (Content, Mousty, & Radeau, 1990) qui utilisait les fréquences du *Trésor de la Langue Française* issues pour la plupart de textes du 19^{ème} siècle, on compte désormais la base *Lexique* (New, Pallier, Ferrand, & Matos, 2001) qui est devenue la référence en langue française pour les recherches chez l'adulte. En ce qui concerne les études chez l'enfant, les chercheurs en étaient réduits à utiliser les vocabulaires de base (Catach, Jejcic, Groupe HESO, 1984 ; Gougenheim, Michéa, Rivenc, & Sauvageot, 1964 ; Ters, Mayer, & Reichenbach, 1969) où les échelles d'orthographe du type Dubois-Buyse. Le problème de ces outils pédagogiques est qu'ils servent à déterminer les termes fondamentaux d'une langue qui doivent être appris selon une progression définie mais ils ne permettent pas d'appréhender le répertoire lexical de l'enfant et la façon dont se développe l'acquisition du vocabulaire aux différents âges. Depuis la mise à disposition de *Novlex* (Lambert & Chesnet, 2001) et *Manulex*¹⁰ (Lété, Sprenger-Charolles, & Colé, 2004), il existe désormais des tables de fréquence de mots relatives à l'écrit adressé à l'enfant. Ces normes permettent également d'étudier le développement du lexique chez l'enfant (Lété, 2003, 2004) en terme d'exposition à l'écrit. *Manulex* fournit les fréquences d'occurrences de 23.900

lemmes et 48.900 formes orthographiques extraits d'un corpus de 54 manuels scolaires de lecture à trois niveaux d'âge : le CP (6 ans) où se construit le lexique de l'enfant sur la base de la médiation phonologique, le CE1 (7 ans) où se construit le lexique orthographique par automatisation progressive de la reconnaissance du mot écrit et le cycle 3 (8-11 ans) où se consolide et s'enrichit le stock lexical par exposition répétée à l'écrit.

Une mise en correspondance des mots utilisés par Aghababian et Nazir (2000) avec les fréquences de *Manulex* fait apparaître que toutes les listes utilisées sont de catégorie fréquente (on considère généralement un mot comme très fréquent s'il a une occurrence supérieure à 250 par million, fréquent entre 150 et 250 par million et rare en dessous de 50 par million) : la liste 1 comporte des mots de 474 à 732 occurrences par million et la liste 2 de 314 à 380. Par conséquent, l'échelle de *Dubois-Buyse* met en avant des niveaux de difficultés orthographiques et non pas des effets de fréquence lexicale. Or il apparaît que la fiabilité des normes de fréquence utilisées dans les recherches sur l'acquisition de l'écrit conditionnent grandement les résultats et les interprétations de certains effets expérimentaux (cf. le débat sur l'âge d'acquisition par Bonin, ce volume).

La deuxième question qui restait en suspens après le travail d'Aghababian et Nazir (2000) concernait la période à partir de laquelle l'OVP émerge puisque la courbe était déjà présente à la période du test. Afin d'appréhender les facteurs liés à l'exposition à l'écrit et à l'accroissement du lexique dans la mise en place de l'OVP, il faut pouvoir comparer une période où l'enfant débute son apprentissage et où il ne maîtrise que quelques correspondances graphèmes-phonèmes avec une période où il entre véritablement dans la lecture. Afin de répondre à ces questions, nous avons effectué une étude longitudinale sur 17 enfants de CP (Ducrot, Lété, & Sana, 2004a et 2004b) que nous avons testé fin décembre

(6;7 ans d'âge réel et d'âge lexique à *'Alouette*, Lefavrais, 1965), fin avril (6;11 ans d'âge réel et 7;3 d'âge lexique) et à leur entrée au CE1 mi-septembre (7;4 ans d'âge réel et 7;6 d'âge lexique). Si cette compétence à positionner le regard au centre gauche du mot -appréhendée par l'OVP- est liée à la confrontation avec l'écrit et à l'accroissement du lexique -appréhendés par l'effet de fréquence lexicale-, on devrait observer un OVP qui se met en place seulement après qu'un stock de vocabulaire ait atteint un certain seuil critique. Selon cette hypothèse, les capacités visuo-attentionnelles de l'apprenti lecteur seraient contraintes par les capacités implicites de l'enfant à extraire les régularités statistiques de sa langue lui permettant d'être plus efficient pour regrouper les lettres des mots dans des unités perceptives de plus en plus larges (bigrammes, trigrammes, graphèmes, mot). Ainsi, on constatera un faible effet d'OVP en début d'année qui devrait évoluer au cours de l'apprentissage de la lecture pour devenir stable. La question d'importance est de savoir si l'émergence de l'OVP, avec ses deux traits spécifiques, i.e. de meilleures performances pour une présentation au centre-gauche du mot et une asymétrie gauche-droite, va interagir avec la fréquence des mots (le nombre de fois où l'enfant a été confronté avec la suite de lettres). Une diminution de l'effet de fréquence pour une présentation au centre gauche (P2-P3) par rapport à une présentation au début ou à la fin (P1 vs. P5) (i.e. un mot rare serait mieux identifié à cette position optimale) signifierait que l'analyse visuelle des lettres du mot bénéficie de l'influence des connaissances lexicales. Selon l'hypothèse alternative, l'OVP n'est pas dépendant de l'exposition à l'écrit car il est la conséquence d'un mode de traitement visuel contraint par la structure anatomo-fonctionnelle du système visuel. On devrait alors obtenir un effet d'OVP dès le début de l'année scolaire puisqu'il devrait se mettre en place très tôt ou même pré-exister à l'apprentissage de la lecture.

Les mots ont été extraits du lexique CP de la base *Manulex*. Il y avait 60 mots rares (fréquence moyenne de 16/M) et 60 mots fréquents (fréquence moyenne de 406/M) de 5 ou 6 lettres dans une égale proportion. La position imposée de fixation variait de la première lettre (P1) à la cinquième lettre (P5). Les durées de présentation étaient fixées individuellement à l'aide d'une mesure de seuil perceptif, la valeur retenue correspondait à une réussite de plus de 75% sur des mots de 4 lettres. La durée moyenne a été de 250 ms lors du test CP-décembre, 200 ms lors du test CP-avril et 150 ms pour le test CE1-septembre. Lors de la passation, en cas d'échec de la reconnaissance du mot, on invitait l'enfant à rapporter les lettres qu'il avait vues et à indiquer leurs positions respectives.

Figure 5 environ ici

Les performances pour les 3 sessions apparaissent sur la Figure 5. Quand on prend en compte le pourcentage d'identification correcte des mots, on observe que les performances globales progressent passant de 8% d'identification correcte au test CP-décembre à 39% au test CP-avril et 53% au test CE1-septembre.

Concernant les aspects lexicaux, les résultats ont montré un effet de la fréquence dès le premier test en décembre. Ainsi, dès les premiers mois d'apprentissage, les performances de reconnaissance des mots sont meilleures pour les mots fréquents que pour les mots rares. Ceci va à l'encontre de la conception dominante de l'apprentissage de la lecture où l'utilisation de la voie directe de reconnaissance des mots (révélée par l'effet de fréquence) n'est censée se mettre en place que relativement tardivement dans l'apprentissage, lorsque l'enfant "abandonne" l'utilisation des règles de correspondance graphèmes-phonèmes pour passer à un stade d'analyse orthographique. Nos résultats font au contraire apparaître qu'un

mot est très rapidement stocké en mémoire lexicale et que son accès est dépendant de sa fréquence d'exposition.

Concernant maintenant les aspects visuo-attentionnels, les résultats montrent que l'OVP apparaît après le milieu de l'année de CP : les enfants ont de meilleures performances lorsqu'on leur impose P2 et surtout P3 que lorsque c'est le début ou la fin du mot qui est présenté. Les données ont aussi mis en évidence le fait que la courbe OVP était influencée par le développement du système lexical du lecteur : si la courbe OVP sur les mots fréquents rejoint celle d'un lecteur expert, celle sur les mots rares présente une position optimale mais peu d'asymétrie gauche/droite. En début de CE1, les performances augmentent encore et la courbe OVP en *J-inversé* est comparable à celle obtenue pour des lecteurs adultes, que les mots soient fréquents ou rares, avec $(P2=P3) > P1 > P4 > P5$. Ainsi, l'OVP émerge avec l'acquisition de l'écrit et la courbe n'apparaît sur les unités mots que lorsque le stock lexical est suffisamment important pour faire disparaître les effets plancher.

Si nous considérons maintenant non plus seulement les unités lexicales correctement identifiées mais également les unités lettres¹¹, il apparaît que la courbe OVP typique est présente dès décembre. Les enfants reconnaissent plus de lettres en P2-P3 et il existe une asymétrie gauche-droite. Ce phénomène rend compte qu'à ce stade d'apprentissage de la lecture, l'enfant possède des unités orthographiques de traitement de la taille d'au moins une lettre. Il reste à définir si ces unités représentent des unités graphémiques et/ou des unités syllabiques.

Le dernier résultat important concerne l'interaction entre la position imposée et la fréquence lexicale. Quand on cherche à évaluer s'il existe une asymétrie gauche-droite différente selon la fréquence des mots, il apparaît qu'en avril, l'asymétrie observée pour les mots fréquents

n'est pas avérée pour les mots rares. Autrement dit, à cette période, la fréquence élevée d'exposition à un mot permet de compenser la perte d'acuité pour des lettres incorrectement situées dans l'empan perceptif mais seulement si toutes les lettres se trouvent à la droite du point de fixation. En début de CE1, par contre, que le mot ait été vu souvent ou non, la courbe OVP est la même et l'effet de fréquence ne varie pas en fonction de la position imposée. Le même patron de résultats est observé quelle que soit la période de test quand on prend en compte les unités lettres.

En conclusion, il apparaît que la courbe OVP est une mesure sensible des traitements visuels des mots qui permet d'apprécier l'efficacité des capacités visuo-attentionnelles de l'apprenti lecteur. Cependant, le stock de vocabulaire apparaît comme un élément critique à sa mise en évidence. Enfin, dans ce paradigme, et au moins en ce qui concerne le début de la deuxième année d'apprentissage, il n'existe pas d'effet facilitateur des connaissances lexicales sur la perception des mots (ou des lettres) puisque la difficulté d'accès au lexique est indépendante de la position imposée de fixation.

2.3. Traitements en fovéa et dyslexie

Pour étudier les aspects déficitaires du traitement du mot écrit en fovéa, nous avons réalisé une étude pour comparer les courbes OVP obtenues chez des enfants dyslexiques (Ducrot, Lété, Sprenger-Charolles, Pynte, & Billard, 2003) et des enfants en retard d'acquisition de la lecture (Lété & Ducrot, 2004a ; Ducrot & Lété, sous presse). Le matériel expérimental était le même que celui présenté à la section précédente.

Les enfants dyslexiques étaient suivis en hôpital de jour dans un Centre Référent pour les troubles du langage (Unité de Rééducation Neuropsychologique du CHU Bicêtre¹²). L'hôpital

de jour permet aux enfants de suivre une scolarisation normale avec des enseignements dispensés par des maîtres spécialisés. Durant l'année scolaire, les enfants sont suivis par des psychologues, neuropsychologues et orthophonistes. Leur retard en lecture au test de *l'Alouette* était supérieur à 2 ans. Les enfants ont également été retenus sur la base des réussites aux épreuves de la batterie EVALEC (Sprenger-Charolles, Colé, Béchenec, & Kipffer-Piquard, sous presse). EVALEC est une batterie d'épreuves permettant de situer les performances en identification des mots écrits de dyslexiques par rapport à celles de normo-lecteurs. Les mesures comportementales normées concernent la rapidité (temps de réaction) et l'exactitude des réponses. Les données ont été recueillies auprès d'une centaine d'enfants par niveau du CP au CM1. La batterie comprend 4 épreuves centrées sur les procédures d'identification des mots écrits (une en lecture silencieuse et trois en lecture à haute voix) et des épreuves d'analyse phonémique et syllabique, de mémoire à court terme phonologique et de dénomination rapide. Dans les épreuves de lecture à haute voix, les effets de régularité, de longueur et de complexité graphémique (mots réguliers incluant des graphèmes d'une lettre vs. ceux incluant un digraphe, tel que "ch", ou un graphème contextuel, tel que "g") ont été manipulés.

Au total, 55 enfants ont été testés : 20 CP normo-lecteurs (âge réel et âge lexique de 6;8 ans), 20 CM1 en retard de lecture (âge réel de 9;11 ans et âge lexique de 8;1 ans soit 1;11 an de retard) et 15 enfants dyslexiques (âge réel de 9;3 ans et âge lexique de 6;8 ans soit 2;6 ans de retard). Tous les dyslexiques sauf deux avaient un déficit phonologique sévère à EVALEC, leur performance en lecture de pseudo-mots se situant à plus de 1.65 écart-type en dessous des lecteurs de même âge.

Figure 6 environ ici

Conformément aux résultats de la section précédente, les données de ces deux études (cf. Figure 6) confirment un effet d'OVP dès le CP, après seulement quelques mois d'apprentissage de la lecture. On observe que les enfants de cette cohorte sont particulièrement performants à la tâche bien qu'ils aient été testés en mars de l'année scolaire. La courbe OVP obtenue est typique et correspond à celle d'un lecteur expert : on a une position optimale en P2-P3 et une asymétrie gauche-droite entre P1 et P5. L'effet de fréquence est présent et son effet ne varie pas en fonction des positions imposées de fixation. La courbe OVP obtenue pour les lecteurs en retard (CM1), de même âge réel que les enfants dyslexiques, est également conforme à celle d'un lecteur expert. La différence essentielle réside dans la hauteur de la courbe révélant que les connaissances lexicales sont plus pauvres dans ce groupe. L'effet de fréquence est également présent et il est de même amplitude quelle que soit la position imposée, autrement dit, comme chez l'adulte et l'apprenti lecteur, les connaissances lexicales ne produisent pas d'effet facilitateur sur la perception des lettres.

Les enfants dyslexiques ont été testés en début et en fin d'année scolaire. En début d'année, les dyslexiques présentent un léger OVP pour les mots présentés en position optimale (il existe un effet significatif de la position imposée de fixation) mais il n'existe pas d'asymétrie gauche-droite. Leurs performances sont néanmoins meilleures que celles des enfants de CP de la section précédente testés en décembre pour lesquels le report des mots ne variait pas en fonction de la position imposée de fixation. De plus, conformément à ce qui a été montré précédemment dans tous nos groupes, il existe un effet de fréquence significatif mais qui ne

varie pas en fonction de la condition imposée de fixation. Les résultats en fin d'année scolaire font apparaître que les enfants dyslexiques ont bénéficié de leur séjour dans une unité spécialisée. Même si leurs performances restent en deçà de 60% pour les mots fréquents, elles passent globalement de 25% d'identifications correctes de mots à plus de 38%. Il apparaît enfin que la courbe OVP émerge en fin d'année scolaire et que, en dépit de faibles performances, elle est conforme à la courbe standard.

Afin d'étudier plus finement les aspects développementaux et déficitaires des traitements du mot écrit en fovéa chez ces trois groupes d'enfants, nous avons effectué deux analyses complémentaires du type de celles présentées dans Aghababian et Nazir (2000) chez des apprentis lecteurs et Montant et al. (1998) chez un patient alexique (cf. cependant note 9 pour les différences de traitement des mots et note 11 pour les aspects terminologiques). Ces deux analyses concernent, d'une part, l'efficacité des traitements liés au début et à la fin des mots et, d'autre part, l'efficacité des traitements des lettres de chaque côté de la fovéa ou héli-fovéa¹³. Les deux analyses reposent sur la proportion de lettres correctement identifiées à la bonne position.

La Figure 7 présente, pour chaque lettre des mots tests (L1 à L5), les proportions de reports corrects quelles que soient les positions imposées de fixation. Conformément aux données de Montant et al. (1998) chez des adultes, on remarque que, quel que soit le niveau d'efficacité de traitement de l'écrit, les enfants reportent correctement les premières lettres des mots présentés, les performances sont mêmes très proches les unes des autres pour la première lettre. Les écarts entre groupes se creusent à mesure que l'on s'éloigne du début du mot. Autrement dit, ce qui caractérise ici les groupes c'est leur capacité à être moins pénalisés pour reporter les lettres finales. L'effet "fin de mot" est un effet très présent dans les

recherches sur la perception des lettres et est attribué généralement à des facteurs visuels de bas niveau (Bouma, 1970, 1971) ou à des effets de la structure morphologique des mots (le début d'un mot correspond généralement à sa racine). Néanmoins, on pourrait s'attendre à ce que la détérioration de la performance soit équivalente pour tous les groupes, la différence essentielle résidant dans la hauteur de la courbe. Il n'en est rien et les données montrent bien que les enfants dyslexiques ont énormément de difficultés à reporter la fin des mots. Ce résultat est comparable au patron de performance du patient alexique étudié par Montant et al. (1998) qui montrait une détérioration importante pour la perception des lettres situées en fin de mot. Relevons cependant que, contrairement à ce patient, nos enfants dyslexiques ne montrent pas une courbe OVP déplacée vers la droite (cf. Figure 2) qui signalait, selon les auteurs, deux types de déficiences : un déficit pour traiter les lettres dans le champ visuel droit et un déficit à traiter la fin des mots.

Figure 7 environ ici

Afin justement d'analyser précisément les performances des enfants dans chaque hémifovéa (fovéa gauche vs. fovéa droite), nous avons transposé, pour chaque sujet et pour chaque catégorie de mots (mots fréquents, mots rares et totalité des mots) la matrice de performances de l'OVP en alignant les données à gauche ou à droite du point de fixation en fonction de la lettre fixée (cf. Figure 8). De cette façon, nous pouvons calculer les performances pour chaque lettre de décalage et mesurer les performances dans chaque hémifovéa. Les données ont été moyennées sur l'ensemble des conditions de présentation.

Figure 8 environ ici

Figure 9 environ ici

La Figure 9 montre les données obtenues pour chaque groupe. Le patron de résultats fait clairement apparaître chez les enfants dyslexiques une incapacité à extraire et à reporter une information lorsque celle-ci tombe aussitôt à droite du point de fixation. Les apprentis lecteurs sont capables de reporter les lettres quel que soit le côté de la fovéa considéré, leurs performances variant de 70% à 90% de report correct. On observe en fovéa gauche de meilleurs reports pour la lettre située à l'extrémité du mot du fait que la lettre subit moins de masquage latéral. Les performances pour les lettres situées autour du point de fixation sont quasiment symétriques en fovéa gauche ou droite. Enfin, les courbes se superposent pour les mots fréquents et rares si on fait abstraction de la réussite globale (hauteur de la courbe). Ceci confirme, encore une fois, le peu d'impact des connaissances lexicales sur la perception des lettres obtenu dans ce paradigme. Les performances des enfants en retard de lecture sont quasiment en miroir par rapport à celles des apprentis lecteurs si on fait également abstraction de l'influence du stock de vocabulaire. Il existe cependant une difficulté plus marquée à traiter les lettres en fovéa droite quand il s'agit de mots rares. Les performances des enfants dyslexiques se différencient clairement en fonction de chaque héli-fovéa considérée. En fovéa gauche, leurs performances sont presque identiques à celles des enfants en retard de lecture quelle que soit la catégorie de mots. En fovéa droite, par contre, le déficit est manifeste et, dès la deuxième lettre à droite du point de fixation, les performances chutent considérablement.

Les données présentées dans cette section pour les enfants dyslexiques vont dans le sens de celles du patient alexique de Montant et al. (1998) : ils montrent un déficit à traiter la fin des mots et un déficit à traiter les lettres aussitôt à droite du point de fixation (indépendamment de la condition imposée et, donc, du début ou de la fin des mots).

Pourtant, malgré ces deux aspects déficitaires communs, nous n'avons pas retrouvé chez ces enfants le décalage droit de la courbe OVP observé chez le patient alexique de Montant et al.¹⁴. Les auteurs (voir également Nazir et al., 2004) ont associé ces déficits à un dysfonctionnement dans l'appariement de l'information visuelle extraite du mot avec les connaissances lexicales. Durant l'étape pré-lexicale, l'efficacité du codage de la position des lettres serait fonction de leur position relative dans le mot. Au fur et à mesure du développement de l'expertise en lecture, les lettres près de la fovéa (début et milieu du mot), du fait qu'elles bénéficient toujours d'une plus forte acuité, seraient systématiquement plus facilement traitées que celles situées en fin de mot. Les lecteurs combleraient cette perte d'information par leurs connaissances lexicales et morpho-syntaxiques. Ils conserveraient cependant les traces de ces disparités en mémoire lexicale, la fin des mots subissant des traces moins saillantes.

En résumé, le paradigme OVP permet d'analyser assez finement les mécanismes de traitement des lettres en fovéa. On a montré que les apprentis lecteurs montraient très rapidement une courbe typique avec de meilleures performances pour une présentation au centre-gauche du mot et une pénalité plus importante pour une présentation en fin de mot indiquant la nécessité d'avoir une information à traiter à droite du point de fixation dans le sens de la lecture. Les analyses chez les enfants dyslexiques ont montré un aspect émergent de la courbe OVP après une année passée en unité spécialisée. Cependant, l'asymétrie

gauche-droite n'est pas avérée. Des analyses complémentaires ont confirmé une déficience importante à traiter la fin des mots qui va de pair avec une déficience à traiter les lettres aussitôt à droite du point de fixation. Les effets de fréquence, présents quels que soient le niveau et la période de test considérés, ne varient pas en fonction de la position imposée de fixation. Autrement dit, les mécanismes de traitement des lettres en fovéa ne subissent pas les influences des connaissances lexicales pour compenser la perte de visibilité des lettres.

III- L'évaluation de la perception du mot écrit en parafovéa

3.1. Le paradigme de Reicher-Wheeler

Il y a maintenant près de 35 ans que Reicher (1969) et Wheeler (1970) publièrent chacun un travail détaillant les influences descendantes des connaissances lexicales sur la perception des lettres dans les mots. La tâche de Reicher-Wheeler consiste à présenter un mot (e.g., POIRE) très rapidement (de l'ordre de 50 ms) aussitôt suivi d'un masque (cf. Ferrand, 2001, pour une présentation détaillée). Un choix forcé entre deux lettres est alors proposé en spécifiant sa position dans la suite, chacune d'elle pouvant former un mot (ici P-F). Du fait que les deux propositions peuvent former un mot, le sujet ne peut reporter la lettre présentée uniquement sur la base de ses connaissances lexicales. Il doit avoir perçu correctement la lettre à la bonne position. Reicher (1969) observa de meilleurs reports de lettres (+8%) dans la condition "mot" que dans la condition "nonmot" (e.g., PCTRG), avantage qui est devenu "*l'effet de supériorité du mot*" (ESM ci-après). Reicher découvrit également que le report d'une lettre était meilleur (+8%) quand elle était présentée dans un mot plutôt qu'en isolation. Reicher a alors expliqué ces effets dans le cadre interprétatif des mécanismes perceptifs (et non pas visuels) et a considéré que nos connaissances lexicales influencent les processus de

perception des lettres. Plusieurs travaux allaient également mettre en évidence un effet de supériorité avec des pseudomots (e.g., MAVÉ), d'où l'effet de supériorité des pseudomots (ESP ci-après ; Baron & Thurston, 1973 ; McClelland & Johnston, 1977 ; Rumelhart & McClelland, 1982 ; Spoehr & Smith, 1975). Johnston et McClelland (1974) ont montré que l'effet de supériorité des mots sur les nonmots pouvait être éliminé si la position de la lettre cible était spécifiée à l'avance et si la consigne demandait explicitement aux sujets de fixer cette position. Ainsi, une lettre est mieux perçue dans un mot lorsque nous faisons attention à ce mot dans sa totalité mais cette même lettre n'est pas mieux perçue si nous prêtons attention à elle seule dans le mot. L'effet de supériorité des mots aurait donc une composante perceptive et attentionnelle.

McClelland et Rumelhart (1981) puis Rumelhart et McClelland (1982) ont proposé un modèle d'activation-interactive (IAM ci-après pour *Interactive Activation Model*) pour simuler les influences descendantes des connaissances lexicales sur la perception des lettres dans un mot. IAM possède une architecture connexionniste avec trois niveaux d'unités locales de traitement : le niveau des unités des traits des lettres, le niveau des unités lettres et le niveau des unités lexicales. Entre les niveaux, une unité subit des influences excitatrices des autres unités si elle partage avec elles une certaine quantité d'information (mêmes traits, mêmes lettres) et des influences inhibitrices en cas de dissemblances. A l'intérieur des niveaux, une unité ne reçoit que des influences inhibitrices des autres unités. Au niveau des unités mots, toutes les unités sont connectées entre elles par des connexions inhibitrices de telle sorte que lorsqu'une unité est activée, elle envoie de l'inhibition aux autres unités de ce niveau. Par exemple, lorsque dans IAM, la lettre F est activée, les unités lexicales partageant cette lettre à la même position sont fortement activées (FOIN, FAON, FAIM) et celles ne possédant pas

cette lettre sont fortement inhibées. Les unités lexicales partageant cette lettre vont néanmoins recevoir de l'activation ou plus exactement moins d'inhibition (CERF, AFIN, CLEF). L'activation va par ailleurs se propager des unités lexicales activées vers les unités des lettres. Dans notre exemple, la lettre F va recevoir les activations conjointes de toutes les unités lexicales activées par la lettre F à la bonne position mais également des autres unités où la lettre F est présente. Toutes les lettres des mots commençant par F vont être activées en retour et seront donc plus prégnantes, ce qui explique l'effet de supériorité du mot.

Comme le note Ferrand (2001), bien qu'abandonné par ses auteurs au profit de modèles d'apprentissage à unités distribuées (e.g., Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996 ; Seidenberg & McClelland, 1989), de nombreux chercheurs ont continué et continuent encore à se référer à ce modèle et à le développer avec le même succès (e.g., Jacobs & Grainger, 1992 ; Grainger & Jacobs, 1994, 1996).

Chase and Tallal (1990) ont utilisé le paradigme Reicher-Wheeler et le cadre interprétatif de IAM pour comparer les performances d'enfants dyslexiques à celles d'adultes et d'enfants appariés en âge lexique et en âge chronologique. Le pourcentage d'identification correcte des lettres était analysé (ci-après %BR). Les enfants normo-lecteurs de ces deux derniers groupes montrent un ESM et un ESP (quoique inférieur à celui observé dans le groupe des adultes). Les enfants dyslexiques ne montrent aucun de ces effets et semblent traiter les nonmots comme les mots. Une simulation avec IAM a suggéré que les connaissances linguistiques des normo-lecteurs (représentées au niveau des lettres et au niveau des mots) étaient structurées comme chez l'adulte de façon distribuée et interactive alors que celles des enfants dyslexiques possédaient moins d'activation du niveau des lettres vers le niveau des mots. Les simulations ont également suggéré que le bénéfice de la rétropropagation de

l'activation du niveau des mots vers le niveau des lettres augmentait avec le niveau d'expertise en lecture mais pourrait être absent chez l'enfant dyslexique.

Grainger et al. (2003) ont également utilisé le paradigme Reicher-Wheeler (toujours en présentant les cibles en fovéa) et comparé les performances d'enfants dyslexiques phonologiques à celles d'enfants appariés en âge lexique et en âge chronologique. Le %BR était analysé. L'ESM était calculé par rapport aux pseudomots et l'ESP par rapport aux nonmots. Seul un ESP a été observé dans les trois groupes d'enfants alors qu'un groupe d'adultes testés sur le même matériel a montré à la fois un ESM et un ESP. Grainger et al. (ibid.) ont considéré que la présence d'un ESP en l'absence d'un ESM ne pouvait être expliqué par un mécanisme de rétropropagation de l'activation des unités mots vers les unités lettres parce que les mots produisent toujours plus de feedback que les pseudomots dans ce type de modèle. Aussi, en présence d'un ESP, un ESM aurait dû être trouvé. Du fait que les enfants étaient diagnostiqués comme dyslexiques phonologiques, les auteurs ont proposé que l'ESP n'était pas sous-tendu par les régularités phonologiques des mots mais par les régularités orthographiques. Retenons simplement pour notre part que, du fait que les enfants dyslexiques ont des représentations lexicales plus pauvres que celles des normo-lecteurs, les influences descendantes devraient être également diminuées, ce qui rend plus difficile la mise en évidence d'un ESM calculé par rapport aux pseudomots.

3.2. Traitements en parafovéa et dyslexie

Le paradigme de Reicher-Wheeler est donc très intéressant pour évaluer, dans des populations de lecteurs de différentes expertises en lecture, les influences descendantes des connaissances linguistiques sur la perception des lettres. Couplé avec un paradigme en champ visuel divisé, il peut être utilisé pour évaluer ces influences en interaction avec les

traitements en fovéa et en parafovéa. C'est ce que nous avons tenté de faire (Lété et Ducrot, 2004b ; soumis).

Les mots, pseudomots et nonmots étaient présentés dans trois zones visuelles : a) sur le point de fixation en fovéa, b) en parafovéa gauche et c) droite à partir de 3° du point de fixation. Les participants étaient soumis à la tâche de Reicher-Wheeler avec une procédure à choix forcé. Contrairement à la plupart des recherches utilisant ce paradigme, en plus du %BR, les temps de réaction (TR) étaient également recueillis et analysés. Deux effets étaient recherchés dans les 3 zones : un effet de supériorité du mot sur les nonmots (ESM) et un effet de supériorité des pseudomots sur les nonmots (ESP). Dans les deux cas, la condition de base correspondait aux performances sur les nonmots pour lesquelles on retranchait respectivement les performances obtenues sur les mots ou les pseudomots. Les deux effets étaient destinés à évaluer le bénéfice des influences descendantes des connaissances linguistiques sur la perception des lettres dans les mots : l'ESM, les influences des représentations lexicales et l'ESP les influences des représentations infralexicales. Les enfants dyslexiques (N=14 ; 10;0 ans d'âge réel et 6;8 d'âge lexique à *l'Alouette* soit 3;3 ans de retard) étaient issus du même service de réhabilitation neurologique du Kremlin-Bicêtre (cf. section 2.3). Leurs performances ont été comparées à celles d'un groupe contrôle de 14 enfants de CP de même âge lexique (CONT-AL ; 6;6 ans d'âge réel et 6;8 d'âge lexique à *l'Alouette*). Un groupe de 20 adultes a également été soumis à la tâche.

Le matériel se composait de 45 paires d'items de 5 lettres soit 90 items au total. Il y avait 15 paires de mots, 15 de pseudomots et 15 de nonmots. Les mots (26 noms, 3 verbes et 1 adjectif) ont été extraits du lexique CP de la base *Manulex* (fréquence moyenne de 136 par million). Les paires ont été constituées de façon à ce que de la première à la cinquième lettre,

chacune puisse être changée pour former un autre mot (e.g., bague-vague; bille-bulle; litre-livre; corde-corne; radio-radis). Il y avait 3 paires de mots pour chaque position. Les paires de mots ont déterminé les paires de lettres critiques pour constituer les pseudomots et les nonmots (e.g., pour les pseudomots, b-v, i-u, t-v, d-n, o-s). Les pseudomots ont été constitués en reproduisant les suites orthographiques légales de la langue et les nonmots ont été générés en ajoutant aléatoirement 4 consonnes aux lettres critiques. Chaque sujet voyait chaque paire à la même localisation visuelle (e.g., la paire bague-vague était présentée en fovéa, de même que bonge-vonge, et bxgrt-vxgrt ; avec b-v comme choix forcé).

La figure 10 montre l'ESM et l'ESP obtenus dans les trois groupes dans chaque zone visuelle testée. Les effets représentés sont calculés à partir des TR : un effet négatif signale un bénéfice lié aux informations lexicales (ESM) et aux informations infralexicales (ESP) ; un effet positif signale un coût associé à ces mêmes informations. En cas de bénéfice/coût différent selon la localisation visuelle des cibles, une asymétrie de performance est identifiée signalant que les traitements perceptifs opèrent différemment selon que les cibles sont traitées en fovéa ou en parafovéa.

Figure 10 environ ici

Chez l'adulte, les données font apparaître un ESM et un ESP significatifs dans les trois zones visuelles. Les participants utilisent les informations lexicales et infra-lexicales pour compenser la difficulté de traitement visuel des mots et pseudomots. Le bénéfice sur le temps de réponse est équivalent dans les trois zones visuelles et il n'y a pas d'asymétrie de performance. L'analyse des %BR révèle le même patron de résultat.

Le groupe d'enfants dyslexiques montre quant à lui un résultat pour le moins surprenant. En parafovéa droite, ils bénéficient des informations lexicales et infralexicales pour répondre au choix proposé. Les lettres correctes sont significativement identifiées en moyenne 350 ms plus rapidement et leurs performances sont équivalentes à celles des adultes¹⁵. En fovéa, on observe un fort effet **d'infériorité** du mot (EIM) de 275 ms qui est significatif à l'analyse statistique. Les enfants dyslexiques sont pénalisés (leurs réponses sont retardées) quand ils doivent identifier une lettre issue d'un mot par rapport à une lettre issue d'un nonmot alors que ces mêmes mots produisent un fort ESM en parafovéa droite. En parafovéa gauche, il existe également un fort EIM mais qui n'apparaît pas significatif à l'analyse statistique. L'effet d'infériorité du pseudomot en fovéa et en parafovéa gauche n'est pas non plus avéré. Pour les deux effets, l'asymétrie de performance est significative : il y a donc un bénéfice/coût différent des informations lexicales et infra-lexicales dans les trois zones visuelles. Sur les %BR, les variations des performances sont très faibles (de 1 à 2% de bénéfice) et n'atteignent jamais le seuil de significativité.

On pourrait expliquer ce patron de résultat par un problème de fixation en zone centrale selon lequel les enfants dyslexiques auraient tendance à se positionner systématiquement à droite du point de fixation amenant leur zone parafovéale droite en zone fovéale. Si cela peut expliquer l'ESM (qui serait un ESM en fovéa comme chez l'adulte), cela n'explique pas l'inversion de l'ESM dans la zone de présentation fovéale. De plus, logiquement, on devrait observer un taux de %BR plus élevé à droite du point de fixation qu'à gauche où les performances devraient être au niveau du seuil de chance. Ce n'est pas le cas puisqu'on observe au contraire que les performances sont supérieures en parafovéa gauche (64% de BR contre 59% en parafovéa droite et en fovéa).

Les enfants du groupe CONT-AL montrent un ESM dans les trois zones visuelles mais l'effet de 130 ms de moyenne n'est pas significatif. Pour l'ESP, l'effet est très faible et n'atteint pas non plus le seuil de significativité. L'analyse des %BR révèle un ESM significatif en parafovéa gauche (+15%) et un ESP significatif en fovéa (+9%). Néanmoins, il apparaît que la tâche est plus difficile pour les enfants de ce groupe que pour les enfants dyslexiques qui répondent plus rapidement. Il n'y a pas de différence entre les deux groupes en ce qui concerne l'exactitude des réponses.

Nos résultats montrent donc que les enfants dyslexiques bénéficient, comme les adultes, des influences lexicales et infra-lexicales en parafovéa droite dans la rapidité avec laquelle ils donnent une réponse correcte aux lettres proposées alors que leurs pairs, en âge lexique, ne sont pas plus rapides. Les mêmes mots présentés cette fois-ci en fovéa produisent les mêmes influences chez les adultes (un ESM et un ESP) alors que, chez les enfants dyslexiques, on observe un effet inhibiteur. Les adultes montrent également un ESM et un ESP sur leur taux de reports corrects à la différence des enfants dyslexiques et des apprentis lecteurs. Insistons sur le fait que ce patron de résultats est obtenu sur les TR des réponses correctes qui traduisent l'efficacité des processus d'activation-inhibition. Chez l'enfant dyslexique, le choix correct d'une lettre est ralenti si cette lettre fait partie d'un mot alors que le même mot produit une influence facilitatrice lorsqu'il est présenté en parafovéa. En tout état de cause, les dyslexiques semblent avoir un lexique tout à fait correct mais c'est l'accès à ce lexique qui semble poser problème. C'est la conclusion de Hildebrandt, Caplan, Sokol, et Torreano (1995) qui avaient également trouvé un même EIM mais par rapport à la condition lettre présentée en isolation (l'effet était calculé sur les %BR).

L'EIM peut être expliqué en regard du modèle IAM (McClelland & Rumelhart, 1981; Rumelhart & McClelland, 1982). Dans le modèle, l'activation des mots rétroagit au niveau de certaines lettres qui font partie de la suite de caractères présentée. La réponse est donnée à ce niveau grâce à cette rétropropagation, la perception de la lettre pertinente se trouvant rehaussée. L'EIM peut être expliqué par le fait que, plutôt que d'avoir une rétropropagation de l'activation, c'est de l'inhibition qui prend place produisant un ralentissement des réponses (rappelons que l'inhibition n'existe qu'à l'intérieur d'un même niveau dans IAM). Quand un nonmot est présenté, une telle inhibition n'existe pas parce qu'il ne peut y avoir une activation du niveau des lettres vers le niveau des mots. Aussi, la lettre d'un nonmot ne peut être récupérée qu'à partir d'une activation du niveau des traits des lettres vers le niveau des lettres.

L'EIM peut être également expliqué en terme de compétition des unités lexicales à l'intérieur du niveau des mots comme dans MROM (*Multiple-Read-Out-Model*) de Grainger et Jacobs (1994, 1996). MROM reprend l'architecture de IAM à la différence près que la réponse, dans une tâche Reicher-Wheeler, peut être également donnée à partir du niveau des unités lexicales grâce à des effets de voisinage orthographique (cf. Ferrand, 2001, pour une description). Depuis les années 1990, tous les modèles prennent dorénavant en compte un mécanisme de compétition des unités lexicales dans le processus de reconnaissance des mots. Les compétiteurs ont en commun une grande partie des unités orthographiques (toutes les lettres moins une chez Coltheart, Davelaar, Jonasson, & Besner, 1977 ; e.g. *foin*, *loin*, *soin*) d'où le terme de voisins orthographiques. Des études ont montré que plus un mot possédait de compétiteurs, plus son identification était facilitée (Andrews, 1989, 1992; Pynte, 2000; Sears, Hino & Lupker, 1995) alors que d'autres études ont montré que si le mot avait

des voisins plus fréquents que lui, son identification était ralentie (Grainger, 1990; Grainger, O'Regan, Jacobs & Segui, 1989; Grainger & Segui, 1990). Les résultats ne permettent pas de trancher entre ces deux modélisations du locus de l'EIM : soit au niveau des unités lettres dans IAM qui reçoivent une activité inhibitrice et non pas activatrice des unités mots ; soit au niveau des unités des mots par un processus inhibiteur des compétiteurs dans MROM (à la présentation de *vague* et des choix b-v, le compétiteur *bague* exerce un effet inhibiteur sur *vague* ralentissant l'identification de la lettre *v*).

En résumé, si on observe un patron de performance différent en parafovée droite et en fovée chez l'enfant dyslexique, ce n'est pas parce qu'ils traitent mieux l'information en parafovée mais parce que leur traitement est déficitaire en fovée. Cette interprétation rejoint celle de Rayner (1998) présentée à la section 1.2. et relativise les conceptions de Geiger et col. présentées dans la section 1.3. De plus, comme noté par Becker, Elliott, et Lachman (sous presse), si l'activation du M-système inhibe l'activation du P-système, la logique voudrait que cela survienne dans des circonstances où les deux réseaux visuels sont concurremment engagés dans un traitement particulier (comme en lecture naturelle) avec l'implication que les activités de chaque réseau soient fonctionnellement connectées et partagent des mécanismes communs de co-activation. Or, l'EIM est obtenu ici **en l'absence** d'information en parafovée.

Conclusion

L'activité de lecture consiste à extraire de l'information visuelle à partir d'un texte écrit afin de le comprendre. L'acuité visuelle diffère en fonction des zones de la rétine sur lesquelles sont projetés les mots : le traitement visuel de haute acuité, nécessaire pour l'identification des mots, est limité à une petite partie de la rétine, la fovée et la parafovée adjacente. Cela

explique pourquoi, pour dépasser ces limitations, nous déplaçons constamment nos yeux en lecture de façon à placer la fovéa sur la partie du texte à lire. Une des premières tâches de l'apprenti lecteur est donc de développer des capacités visuo-attentionnelles fines lui permettant de se positionner correctement sur les mots pour extraire l'information en fovéa et programmer une saccade pour se positionner sur le mot suivant. L'efficacité et la rapidité des procédures de reconnaissance des mots écrits vont dépendre de la qualité de ces traitements.

L'objectif des études présentées dans ce chapitre était d'évaluer, chez des apprentis lecteurs et des enfants dyslexiques, l'efficacité de ces traitements visuo-attentionnels lors de la lecture (en vision fovéale et parafovéale) et d'étudier leurs interactions avec des traitements linguistiques de plus haut niveau. Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi.

(1) Très tôt, les apprentis lecteurs sont capables d'extraire l'information visuelle d'un mot au cours d'une seule fixation en fovéa, d'une façon similaire à celle des adultes experts. On observe l'émergence d'une courbe OVP à la fin de la première année d'apprentissage de la lecture. En revanche, leurs performances en parafovéa évaluées par la tâche de Reicher-Wheeler sont déficitaires. Ces résultats sont sans doute à relier à un empan perceptif réduit.

(2) Chez les apprentis lecteurs et les enfants dyslexiques, comme chez les lecteurs experts, la reconnaissance visuelle des mots est influencée par des facteurs lexicaux. Nous avons observé en particulier une influence de la fréquence lexicale des items après seulement trois mois d'exposition à l'écrit. Beaucoup de modèles développementaux de l'apprentissage de la lecture écartent cette possibilité et notre étude est l'une des premières à mettre en évidence une influence si précoce de ce facteur, grâce notamment à l'utilisation de normes de fréquences lexicales issues d'analyses de corpus d'écrits adressés à l'enfant.

(3) Les enfants dyslexiques présentent une courbe OVP qualitativement différente (i.e. pratiquement symétrique) de celles des apprentis lecteurs ou des normo-lecteurs. Ils ont plus de difficulté à traiter la fin des mots et ils échouent massivement à traiter les lettres des mots situées aussitôt à droite du point de fixation. Quand on mesure l'influence des connaissances de haut niveau (lexicales ou infralexicales) sur la perception des lettres (tâche de Reicher-Wheeler en champ visuel divisé), on observe que les enfants dyslexiques tirent bénéfice des influences descendantes de ces connaissances uniquement lorsque l'information à traiter est présentée en parafovéa. Par contre, ils sont pénalisés par celles-ci quand ils doivent traiter les mêmes informations en fovéa. Ceci nous amène à considérer que l'aspect déficitaire du traitement du mot écrit chez l'enfant dyslexique est fortement relié à des aspects d'organisation et de mobilisation des connaissances linguistiques en mémoire lorsque le mot doit être traité en fovéa.

Initiée par les travaux de Montant et al. (1998) et Aghababian et Nazir (2000), l'utilisation du paradigme OVP se révèle particulièrement fructueuse pour étudier les aspects développementaux du traitement du mot écrit et ses aspects déficitaires. Le paradigme Reicher-Wheeler s'est révélé quant à lui particulièrement sensible à la mise en évidence d'un déficit d'activation-inhibition lors de la mobilisation des connaissances linguistiques lorsqu'un mot se trouve en fovéa. D'autres évaluations de ce type peuvent être développées en reprenant les paradigmes issus de la recherche fondamentale dans le domaine du traitement du mot écrit (l'effet Stroop par exemple).

Pour conclure, ce travail présente un double intérêt. Intérêt théorique d'abord car il permet de mieux comprendre le fonctionnement et la maturation des traitements visuo-attentionnels chez l'enfant avec et sans trouble des apprentissages. Il permet ainsi de compléter les

modèles actuels d'acquisition de la lecture qui, pour la plupart n'accordent qu'un rôle très marginal aux processus attentionnels. Intérêt clinique également car il permet, d'une part, de mieux comprendre quelles sont les difficultés visuo-attentionnelles de certains enfants (e.g. dyllexiques, dyspraxiques, THADA) et, d'autre part, d'établir un protocole d'évaluation rigoureux pour orienter au mieux leur prise en charge en proposant des stratégies de remédiation cognitive tenant compte des processus attentionnels spécifiquement atteints.

Références

- Aghababian, V., & Nazir, T. (2000). Developing normal reading skills: Aspects of visual processes underlying word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology, 76*, 123-150.
- Andrews, S. (1989). Frequency and neighborhood effects on lexical access: Activation or search? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15*, 802-814.
- Andrews, S. (1992). Frequency and neighborhood effects on lexical access: Lexical similarity or orthographic redundancy? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 18*, 234-254.
- Baron, J., & Thurston, I. (1973). An analysis of the word-superiority effect. *Cognitive Psychology, 4*, 207-228.
- Becker, C., Elliott, M., & Lachmann, T. (in press). Evidence for impaired visuo-perceptual organization in developmental dyslexia and its relation to temporal processes. *Cognitive Neuropsychology*.
- Biscaldi, M., Gezeck, S., & Stuhr, V. (1998). Poor saccadic control correlates with dyslexia. *Neuropsychologia, 36*, 1189-1202.
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature, 226*, 177-178.
- Bouma, H. (1971). Visual recognition of isolated lower-case letters. *Vision Research, 13*, 767-782.
- Brannan, J., & Williams, M.C. (1987). Allocation of visual attention in good and poor readers. *Perception and Psychophysiology, 41*, 23-28.
- Breitmeyer, B.G., & Ganz, L. (1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression and information processing. *Psychological Review, 83*, 1-36.

- Catach, N., Jejcic, F., & HESO group. (1984). Les listes orthographiques de base du français (LOB). Les mots les plus fréquents et leurs formes fléchies les plus fréquentes. Paris: Nathan.
- Chase, C.H. (1996). A visual deficit model of developmental dyslexia. In C.H. Chase, G.D. Rosen, & G.F. Sherman (Eds.), *Developmental dyslexia: Neural, cognitive, and genetic mechanisms* (pp.127 –156). Timonium, MD: York Press.
- Chase, C.H., Ashourzadeh, A., Kelly, C., Monfette, S., & Kinsey, K. (2003). Can the magnocellular pathway read? Evidence from studies of color. *Vision Research*, 43, 1211-1222.
- Chase, C.H., & Tallal, P. (1990). A developmental, interactive activation model of the word superiority effect. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 448-487.
- Coltheart, M. (1980). Iconic memory and visible persistence. *Perception and Psychophysics*, 27, 183-228.
- Coltheart, M., Davelaar, E., Jonasson, J.T., & Besner, D. (1977). Access to the internal lexicon. In S. Dornic (Ed.), *Attention and Performance* (Vol. 6, pp. 535-555). New York: Academic Press.
- Content, A., Mousty, P., & Radeau, M. (1990). Brulex: Une base de données lexicales informatisée pour le français écrit et parlé. *L'année Psychologique*, 90, 551-566.
- Cornelissen, P.L., Hansen, P.C., Hutton, J.L., Evangelinou, V., & Stein, J.F. (1997). Magnocellular visual function and children's single word reading. *Vision Research*, 38, 471-482.
- Deutsch, A., & Rayner, K. (1999). Initial fixation location effects in reading Hebrew words. *Language and Cognitive Processes*, 14, 393-421.
- Dubois, F., & Buyse, R. (1952). *Echelle Dubois-Buyse*. Bulletin de la société Alfred Binet, n°405.
- Ducrot, S., & Lété, B. (sous presse). Le développement des capacités visuo-attentionnelles au cours de l'acquisition de la lecture. In Y. Coello, S. Casalis, & C. Moroni (Eds.), *Fonctionnement et dysfonctionnement perceptif et moteur*. Lille: Presses du Septentrion.

- Ducrot, S., Lété, B., & Sana, S. (2004a). Developmental changes in the optimal viewing position effect. *Conference on Architectures and Mechanisms for Language Processing (AMLaP 2004)*, Aix-en-Provence, France, 16-18 September.
- Ducrot, S., Lété, B., & Sana, S. (2004b). L'émergence de l'effet de position optimale de fixation chez l'apprenti-lecteur. *Colloque "Acquisition du Langage. Vers une approche pluridisciplinaire."*, Strasbourg, 8-10 décembre.
- Ducrot, S., Lété, B., Sprenger-Charolles, L., Pynte, J., & Billard, C. (2003). The optimal viewing position effect in beginning and dyslexic readers. *Current Psychology Letters: Behaviour, Brain, & Cognition*, 10, <http://cpl.revues.org/document99.html>.
- Écalle, J., & Magnan, A. (2002). *L'apprentissage de la lecture. Fonctionnement et développement cognitifs*. Paris: Armand-Colin.
- Everatt, J. (Ed.) (1999). *Reading and dyslexia: Visual and attentional processes*. London: Routledge.
- Everatt, J., McCorquidale, B., Smith, J., Culverwell, F., Wilks, A., Evans, D., Kay, M., & Baker, D. (1999). Association between reading ability and visual processes. In J. Everatt (Ed.), *Reading and dyslexia: Visual and attentional processes* (pp. 1-39). London: Routledge.
- Facoetti, A., Lorusso, M.L., Paganoni, P., Umiltà, C., Mascetti, G.G. (2003). The role of visuospatial attention in developmental dyslexia: Evidence from a rehabilitation study. *Cognitive Brain Research*, 15, 154-164.
- Farid, M., & Grainger, J. (1996). How initial fixation position influences visual word recognition: A comparison of French and Arabic. *Brain and Language*, 53, 681-690.
- Ferrand, L. (2001). *Cognition et lecture. Processus de base de la reconnaissance de mots écrits chez l'adulte*. Bruxelles: DeBoeck Université.
- Friedmann, N., & Gvion, A. (2001). Letter position dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, 18, 673-696.
- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (1986). Enhancing the perception of form in peripheral vision. *Perception*, 15, 119-130.

- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (1987). Peripheral vision in persons with dyslexia. *New England Journal of Medicine*, 316, 1238-1243.
- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (1989). Dyslexia and reading as examples of alternative visual strategies. In C. Von Euler, I. Lundberg, & G. Lennerstrand (Eds.), *Brain and reading* (pp. 331-343). London: Macmillan Press Ltd.
- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (1999). How dyslexics see and learn to read well. In J. Everatt (Ed.), *Reading and dyslexia: Visual and attentional processes* (pp. 64-90). London: Routledge.
- Geiger, G., & Lettvin, J.Y. (2000). Developmental dyslexia: A different perceptual strategy and how to learn a new strategy for reading. *Child Development and Disabilities*, 26, 73-89.
- Geiger, G., Lettvin, J.Y., & Fahle, M. (1994). Dyslexic children learn new visual strategy for reading: A controlled experiment. *Vision Research*, 34, 1223-1233.
- Geiger, G., Lettvin, J.Y., & Zegarra-Moran, O. (1992). Task-determined strategies of visual process. *Cognitive Brain Research*, 1, 39-52.
- Gougenheim, G., Michéa, R., Rivenc, P., & Sauvageot, A. (1964). *L'élaboration du français fondamental (1° degré)*. Paris: Didier.
- Grainger, J. (1990). Word frequency and neighborhood frequency effects in lexical decision and naming. *Journal of Memory and Language*, 29, 228-244.
- Grainger, J., Bouttevin, S., Truc, C., Bastien, M., & Ziegler, J.C. (2003). Word superiority, pseudoword superiority, and learning to read: A comparison of dyslexic and normal readers. *Brain and Language*, 87, 432-440.
- Grainger, J., & Jacobs, A.M. (1994). A dual read-out model of word context effects in letter perception: Further investigations of the word superiority effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 1158-1176.
- Grainger, J., & Jacobs, A.M. (1996). Orthographic processing in visual word recognition: A multiple read-out model. *Psychological Review*, 103, 518– 565.

- Grainger, J., O'Regan, K., Jacobs, A.M., & Segui, J. (1989). On the role of competing word units in visual word recognition: The orthographic neighborhood effect. *Perception and Psychophysics*, *45*, 189-195.
- Grainger, J., & Segui, J. (1990). Neighborhood frequency effects in visual word recognition: A comparison of lexical decision and masked identification latencies. *Perception and Psychophysics*, *47*, 191-198.
- Habib, M. (2003). *La dyslexie à livre ouvert*. Marseille: Resodys.
- Henderson, J.M., & Ferreira, F. (1990). Effects of foveal processing difficulty on the perceptual span in reading: Implications for attention and eye movement control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *16*, 417-429.
- Hildebrandt, N., Caplan, D., Sokol, S., & Torreano, L. (1995). Lexical factors in the word-superiority effect. *Journal of Memory and Language*, *23*, 23-33.
- Jacobs, A.M., & Grainger, J. (1992). Testing a semistochastic variant of the interactive activation model in different word recognition experiments. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 1174-1188.
- Johnston, J.C., & McClelland, J.L. (1974). Perception of letters in words: Seek not and ye shall find. *Science*, *184*, 1192-1194.
- Lefavrais, P. (1965). *Test de l'Alouette*. Paris: ECPA.
- Lambon Ralph, M.A., & Ellis, A.W. (1997). Patterns of paralexia, revisited: Report of a case of visual dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, *14*, 953-974.
- Lambert, E., & Chesnet, D. (2001). NOVLEX: Une base de données lexicales pour les élèves de primaire. *L'Année Psychologique*, *101*, 277-288.
- Lété, B. (2003). Building the mental lexicon by exposure to print: A corpus-based analysis of French reading books. In P. Bonin (Ed.), *Mental lexicon. Some words to talk about words* (pp. 187-214). Hauppauge, NY: Nova Science Publisher.
- Lété, B. (2004). Manulex: Le lexique des manuels scolaires de lecture. Implications pour l'estimation du vocabulaire des enfants de 6 à 11 ans. In E. Calaque, & J. David (Eds.),

Didactique du lexique: Contextes, démarches, supports (pp. 241-257). Bruxelles: De Boeck.

Lété, B., & Ducrot, S. (soumis). A foveal word inferiority effect in dyslexics.

Lété, B., & Ducrot, S. (2004a). Les traitements visuo-attentionnels au cours de l'apprentissage de la lecture: Comparaison entre lecteurs débutants, lecteurs en retard et dyslexiques. *Journées d'étude Espace visuel, mouvement et langage: du déficit au handicap*, 16-17 janvier, Lille.

Lété, B., & Ducrot, S. (2004b). Asymétrie hémisphérique de performance dans les traitements visuo-attentionnels chez des dyslexiques phonologiques. *Colloque "Acquisition du Langage. Vers une approche pluridisciplinaire."*, Strasbourg, 8-10 décembre.

Lété, B., Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2004). Manulex: A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36, 156-166.

Lorusso, M.L., Facoetti, A., Pesenti, S., Cattaneo, C., Molteni, M., & Geiger, G. (2004). Wider recognition in peripheral vision common to different subtypes of dyslexia. *Vision Research*, 44, 2413-2424.

Marshall, J.C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, 2, 175-199.

McClelland, J.L., & Johnston, J.C. (1977). The role of familiar units in perception of words and nonwords. *Perception and Psychophysics*, 22, 249-261.

McClelland, J.L., & Rumelhart, D.E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.

McConkie, G.W., & Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception & Psychophysics*, 17, 578-586.

Montant, M., Nazir, T.A., & Poncet, M. (1998). Pure alexia and the viewing position effect in printed words. *Journal of Cognitive Neuropsychology*, 15, 93-140.

- Nazir, T.A. (1998). Les mouvements oculaires et la lecture. In M. Boucart, M.A. Henaff, & C. Belin (Eds.), *Vision: aspects perceptifs et cognitif* (pp.311-322). Marseille: Solal.
- Nazir, T., & Aghababian, A. (2004). Diagnostic des stratégies « déviantes » de lecture. In S. Valdois, P. Colé, & D. David (Eds.), *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales. De la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique*. Marseille: Solal.
- Nazir, T., Ben-Boutayab, N., Decoppet, N., Deutsch, A., & Frost, R. (2004). Reading habits, perceptual learning, and the recognition of printed words. *Brain and Language*, 88, 294-311.
- Nazir, T.A., O'Regan, J.K., & Jacobs, A.M. (1991). On words and their letters. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 29, 171-174.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., & Matos, R. (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur Internet: LEXIQUE. *L'Année Psychologique*, 101, 447-462.
- Newcombe, F., & Marshall, J.C. (1981). On psycholinguistic classifications of the acquired dyslexias. *Bulletin of the Orton Society*, 31, 29-46.
- O'Regan, J.K. (1990). Eye movements and reading. In E. Kowler (Ed.), *Eye movements and their role in visual and cognitive processes* (pp. 395-453). Amsterdam: Elsevier.
- O'Regan, J.K., & Jacobs, A.M. (1992). Optimal viewing position effect in word recognition: A challenge to current theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 18, 185-197.
- O'Regan, J.K., & Lévy-Schoen, A. (1987). Eye movement strategy and tactics in word recognition and reading. In M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance XII: The psychology of reading* (pp. 363-383). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- O'Regan, J.K., Lévy-Schoen, A., Pynte, J., & Brugailière, B. (1984). Convenient fixation location within isolated words of different length and structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 250-257.
- Peressotti, F., & Grainger, J. (1995). Letter-position coding in random consonant arrays. *Perception and Psychophysics*, 57, 875-890.

- Peressotti, F., & Grainger, J. (1999). The role of letter identity and letter position in orthographic priming. *Perception and Psychophysics*, *61*, 691-706.
- Plaut, D.C., McClelland, J.L., Seidenberg, M.S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, *103*, 56-115.
- Pynte, J. (2000). Words likely to activate many lexical candidates are granted an advantage: Evidence from within-word eye movements. In A. Kennedy, R. Radach, D. Heller, & J. Pynte (Eds.), *Reading as a perceptual process* (pp. 47-64). Oxford: Elsevier.
- Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: Specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current opinion in neurobiology*, *13*, 212-218.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, *126*, 841-865.
- Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology*, *41*, 211-236.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: Twenty years of research. *Psychological Bulletin*, *124*, 372-422.
- Rayner, K., McConkie, G.W., & Ehrlich, S.F. (1978). Eye movements and integrating information across fixations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *4*, 529-544.
- Rayner, K., McConkie, G.W., & Zola, D. (1980). Integrating information across eye movement. *Cognitive Psychology*, *12*, 206-226.
- Rayner, K., Murphy, L., Henderson, J., & Pollatsek, A. (1989). Selective attentional dyslexia. *Cognitive Neuropsychology*, *6*, 357-378.
- Rayner, K., Pollatsek, A., & Bilsky, A. (1995). Can a temporal processing deficit account for dyslexia? *Psychonomic Bulletin and Review*, *2*, 785-794.
- Reicher, G.M. (1969). Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 275-280.

- Ringard, J.C. (2000). *A propos de l'enfant "dysphasique" et de l'enfant "dyslexique"*. Rapport à Madame la Ministre Déléguée à l'enseignement scolaire. Ministère de l'Éducation Nationale, <http://www.education.gouv.fr/rapport/ringard/som.htm>.
- Roman, G., & Pavard, B. (1987). A comparative study: How we read in Arabic and French. In J.K. O'Regan, & A. Lévy-Schoen (Eds.), *Eye movements: From physiology to cognition* (pp. 459-466). Amsterdam: North-Holland.
- Rumelhart, D.E., & McClelland, J.L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 2. The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Saffran, E.M., & Coslett, H.B. (1996). Attentional dyslexia in Alzheimer disease: A case study. *Cognitive Neuropsychology*, 13, 205-228.
- Sears, C.R., Hino, Y., & Lupker, S.J. (1995). Neighborhood size and neighborhood frequency effects in word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 876-900.
- Seidenberg, M.S., & McClelland, J.L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 447-452.
- Shallice, T., & Warrington, E.K. (1977). The possible role of selective attention in acquired dyslexia. *Neuropsychologia*, 15, 31-41.
- Shaywitz, B.A., Shaywitz, S.E., Pugh, K.R., Fulbright, R.K., Mencl, W.E., Constable, R.T., Skudlarski, P., Fletcher, J.M., Lyon, G.R., & Gore, J.C. (2001). The neurobiology of dyslexia. *Clinical Neuroscience Research*, 1, 291-299.
- Skottun, B.C. (1997). The magnocellular deficit theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 20, 397-398.
- Skottun, B.C. (2000a). The magnocellular deficit theory of dyslexia: The evidence from contrast sensitivity. *Vision Research*, 40, 111-127.
- Skottun, B.C. (2000b). On the conflicting support for the magnocellular-deficit theory of dyslexia. *Trends in Neurosciences*, 4, 211-212.

- Slaghuis, W., & Lovegrove, W. (1984). Flicker masking of spatial frequency dependent visual persistence and specific reading disability. *Perception*, 13, 527-534.
- Slaghuis, W., Twell, A., & Kingston, K. (1996). Visual and language processing deficits are concurrent in dyslexia and continue into adulthood. *Cortex*, 32, 413-438.
- Snowling, M.J. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7, 37-46.
- Sperling, A.J., Lu, Z., Manis, F.R., & Seidenberg, M.S. (2003). Selective magnocellular deficits in dyslexia: A “phantom contour” study. *Neuropsychologia*, 41, 1422-1429.
- Spoehr, K., & Smith, E. (1975). The role of orthographic and phonotactic rules in perceiving letter patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 1, 21-34.
- Sprenger-Charolles, L., & Colé P. (2003). *Lecture et Dyslexie : Approches cognitives*. Paris: Dunod.
- Sprenger-Charolles, L., Colé, P., Béchenec, D., & Kipffer-Piquard, A. (in press). French normative data on reading and related skills: From 7 to 10 year-olds. *European Review of Applied Psychology*.
- Stein J.F. (2003). Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*, 41, 1785-1793.
- Stein, J.F., & Fowler, M.S. (1982). Diagnosis of dyslexia by means of a new indicator of eye dominance. *British Journal of Ophthalmology*, 66, 332–336.
- Stein, J.F., Riddell, P., & Fowler, M.S. (1988). Disordered vergence eye movement control in dyslexic children. *British Journal of Ophthalmology*, 72, 162–166.
- Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read; the magnocellular theory of dyslexia. *Trends in neurosciences*, 20, 147-152.
- Ters, F., Mayer, G., & Reichenbach, D. (1969). *L'échelle Dubois-Buyse d'orthographe usuelle française*. Neuchâtel: Messeiller.
- Valdois, S., Colé, P., & David, D. (Eds.) (2004). *Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales. De la théorie à la pratique orthophonique et pédagogique*. Marseille: Solal.

- Warrington, E.K., Cipolotti, L., & McNeil, J. (1993). Attentional dyslexia: A single case study. *Neuropsychologia*, 31, 871-885.
- Wheeler, D.D. (1970). Processes in word recognition. *Cognitive Psychology*, 1, 59-85.
- Zagar, D., Jourdain, C., & Lété, B. (1993). ECCLA.: *Évaluation-diagnostic des Capacités Cognitives du Lecteur Adulte*. Paris: Centre National de Documentation Pédagogique.
- Zagar, D., Jourdain, C., & Lété, B. (1995). Le diagnostic cognitif des capacités de lecture: Le logiciel ECCLA (Évaluation diagnostic des Capacités Cognitives du Lecteur Adulte). *Revue Française de Pédagogie*, 113, 19-29.

Remerciements

Nous tenons à remercier Catherine Billard qui nous a permis de procéder aux évaluations auprès des enfants de son service du *Kremlin-Bicêtre* de même que Hervé Chanut, Sylvie Daudain, Florence Pinton et Monique Touzin qui ont grandement facilité le bon déroulement des passations. Nous remercions également les enseignants spécialisés pour leur patience et leur disponibilité et, naturellement, les enfants qui ont bien voulu se porter volontaires pour nous aider dans nos recherches malgré des sollicitations déjà nombreuses. Nous remercions également les enseignants et les enfants des groupes scolaires *Claudius Berthelier* et *Marcel Pagnol* de Lyon où ont été testés les normo-lecteurs avec l'accord de leurs parents ; leurs Directeurs Mme Tique et M. Janin, ainsi que M. Bastien, Inspecteur d'Académie, qui nous a autorisé à expérimenter dans ces écoles.

Ce travail a été soutenu en partie par la région PACA, le Conseil Général des Bouches du Rhône et le CNRS (*Le développement des capacités perceptives et visuo-attentionnelles au cours de l'acquisition de la lecture (normale et pathologique) – 2002/2004*, Responsable : Stéphanie Ducrot).

Figures

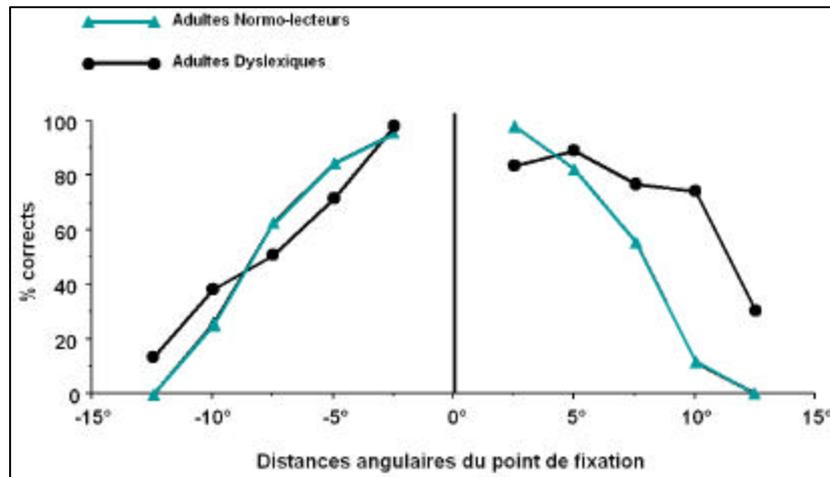


Figure 1. Données de Geiger et al. (1992). Champ de résolution visuelle observé chez des adultes normo-lecteurs et dyslexiques sévères dans une tâche de report de paires de lettres présentées l'une en fovéa, l'autre à différentes excentricités à gauche ou à droite. (D'après Figure 4 p.42.)

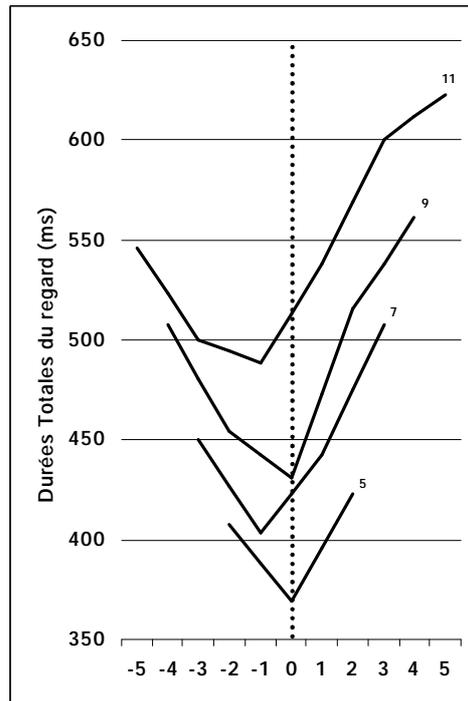


Figure 2. Données de O'Regan et al. (1984, exp.2). Durées totales du regard relativement au centre des mots tests en fonction de la position imposée de fixation (les positions impaires étaient imposées). Les sujets devaient comparer le mot test avec un autre mot qui était présenté dès que le sujet avait quitté le mot test. (D'après Figure 16.1. in O'Regan & Lévy-Schoen, 1987, p. 365.)

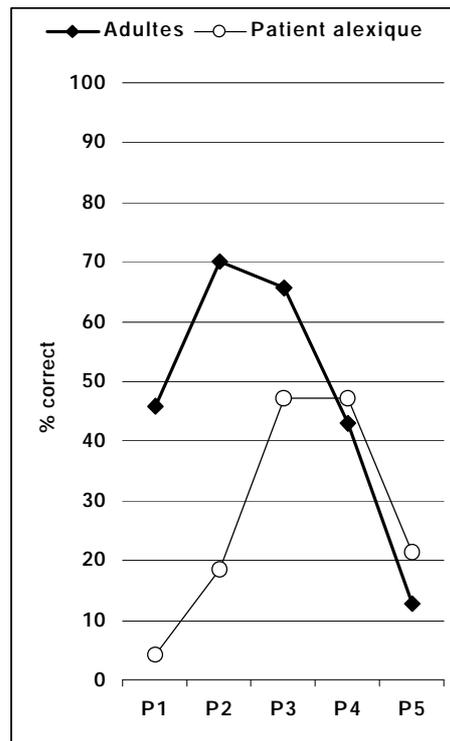


Figure 3. Données de Montant et al. (1998). Proportions d'identifications correctes de mots de 7 lettres obtenues dans un paradigme OVP dans une tâche d'identification perceptive chez des adultes et un patient alexique. (D'après Figure 2 p. 96 et Figure 6 p. 105.)

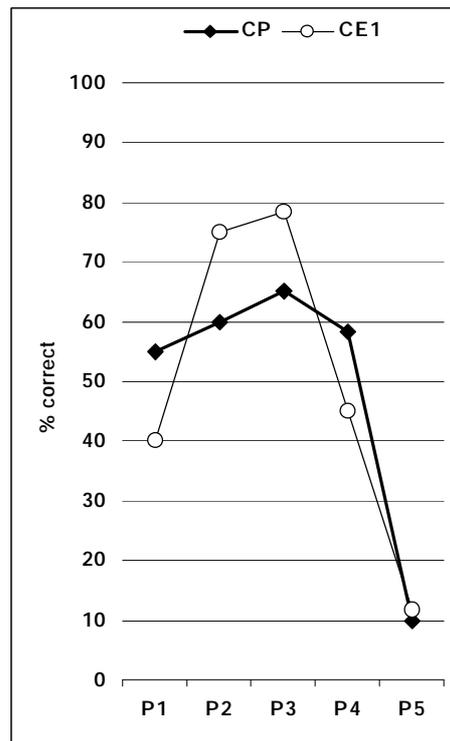


Figure 4. Données d'Aghababian et Nazir (2000). Proportions d'identifications correctes de mots de 7 lettres obtenues dans un paradigme OVP dans une tâche d'identification perceptive chez des enfants de CP (6;6 ans) et CE1 (7;6 ans). (D'après Figure 3 p. 132.)

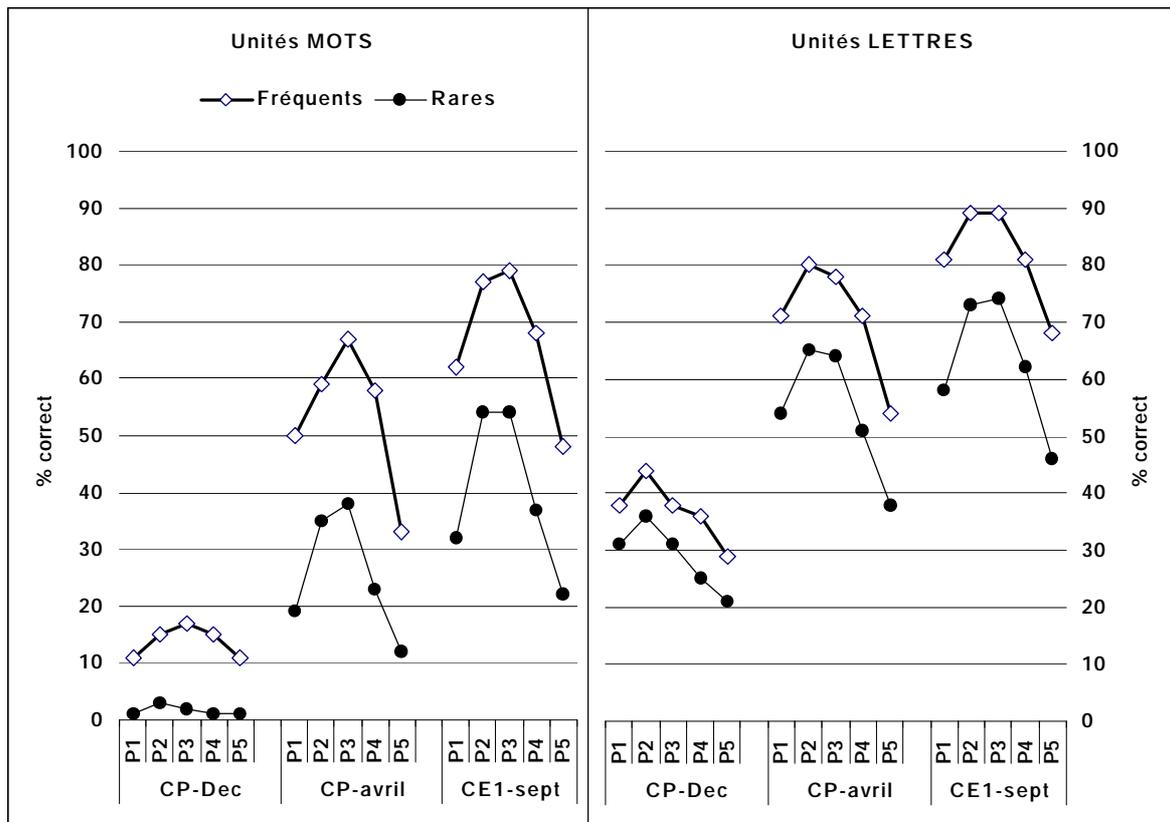


Figure 5. Suivi longitudinal des proportions d'identifications correctes de mots et de lettres (identifications correctes des lettres à la bonne position) dans un paradigme OVP dans une tâche d'identification perceptive (Ducrot, Lété, Sana, 2004a, 2004b).

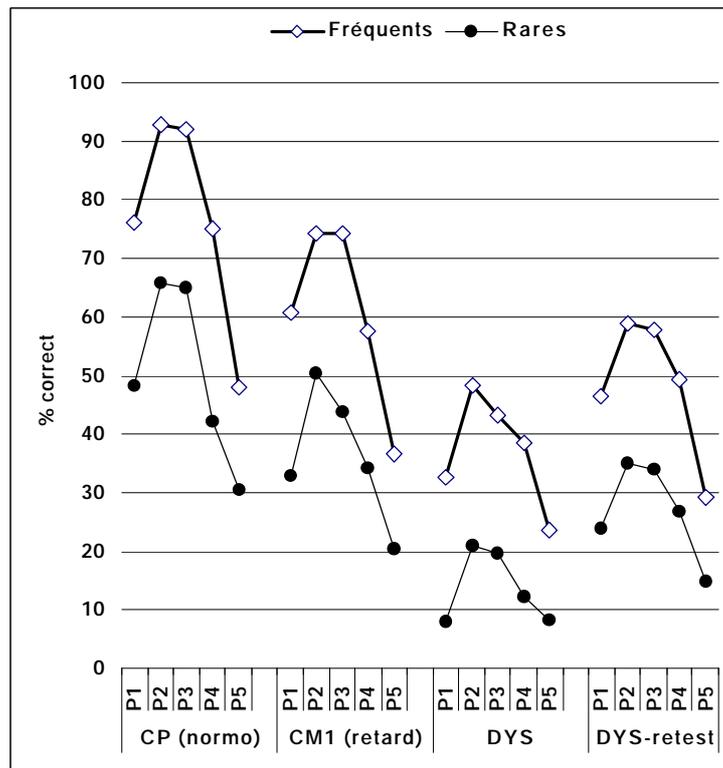


Figure 6. Comparaison des courbes OVP obtenues pour 3 niveaux d'efficace du traitement de l'écrit : apprentis lecteurs (CP mars), lecteurs en retard (CM1) et enfants dyslexiques intégrés dans une unité de rééducation neuropsychologique et testés en début et fin d'année scolaire (Ducrot, Lété, et al., 2003 ; Lété & Ducrot, 2004a).

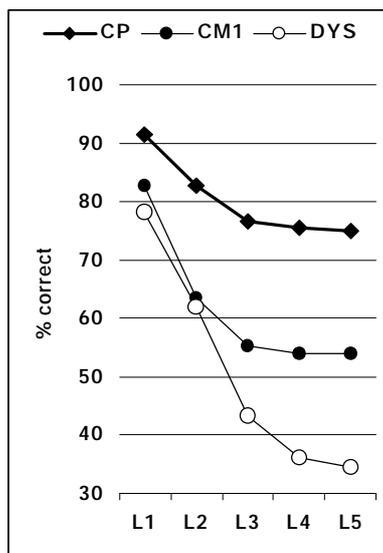


Figure 7. Proportions de reports corrects de chaque lettre des mots tests moyennées sur les positions imposées de fixation (Données non publiées de Ducrot, Lété, et al., 2003 ; Lété & Ducrot, 2004a).

	L1	L2	L3	L4	L5
P1	45	83	79	67	54
P2	40	67	63	40	29
P3	33	50	54	33	17
P4	21	25	42	42	21
P5	29	29	38	29	33

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
					45	83	79	67	54
				40	67	63	71	29	
			33	50	54	33	17		
		21	25	42	42	21			
	29	29	38	29	33				

OVP	L1	L2	L3	L4	L5
	45	67	54	42	33

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
	29	25	32	40	48	50	56	48	54

Figure 8. Exemple de transposition d'une matrice de performance d'un sujet pour étudier le report de chaque lettre des mots tests (L1 à L5) dans chaque héli-fovée. Chaque ligne représente l'ensemble des mots (fréquents par exemple) vus par le sujet en P1, P2, etc. La ligne "OVP" correspond donc à la courbe OVP du sujet pour les mots fréquents. La nouvelle matrice obtenue est centrée sur la position imposée de fixation (P1 à P5). Les moyennes permettent d'analyser les performances pour chaque lettre d'écart indépendamment du début et de la fin des mots.

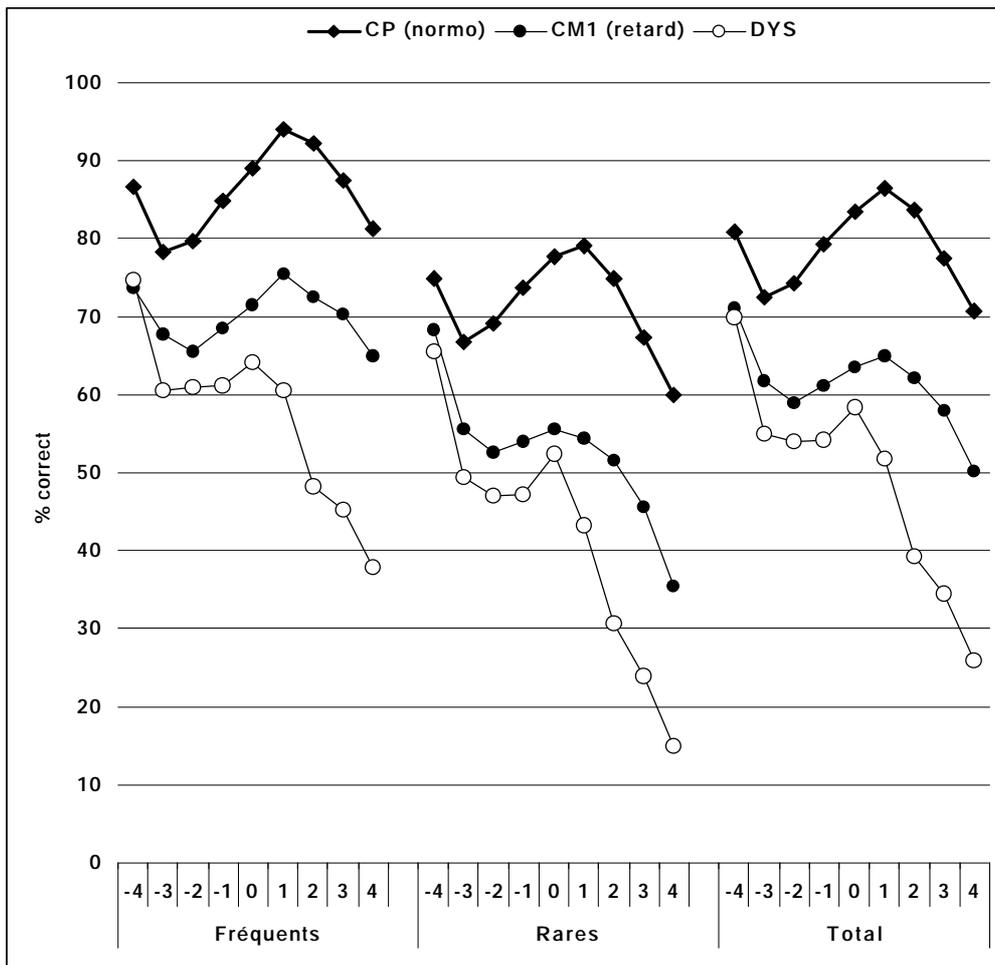


Figure 9. Proportions de reports corrects de chaque lettre des mots tests pour chaque héli-fovée. Les courbes sont centrées sur la position imposée de fixation. (Données non publiées de Ducrot, Lété, et al., 2003 ; Lété & Ducrot, 2004a).

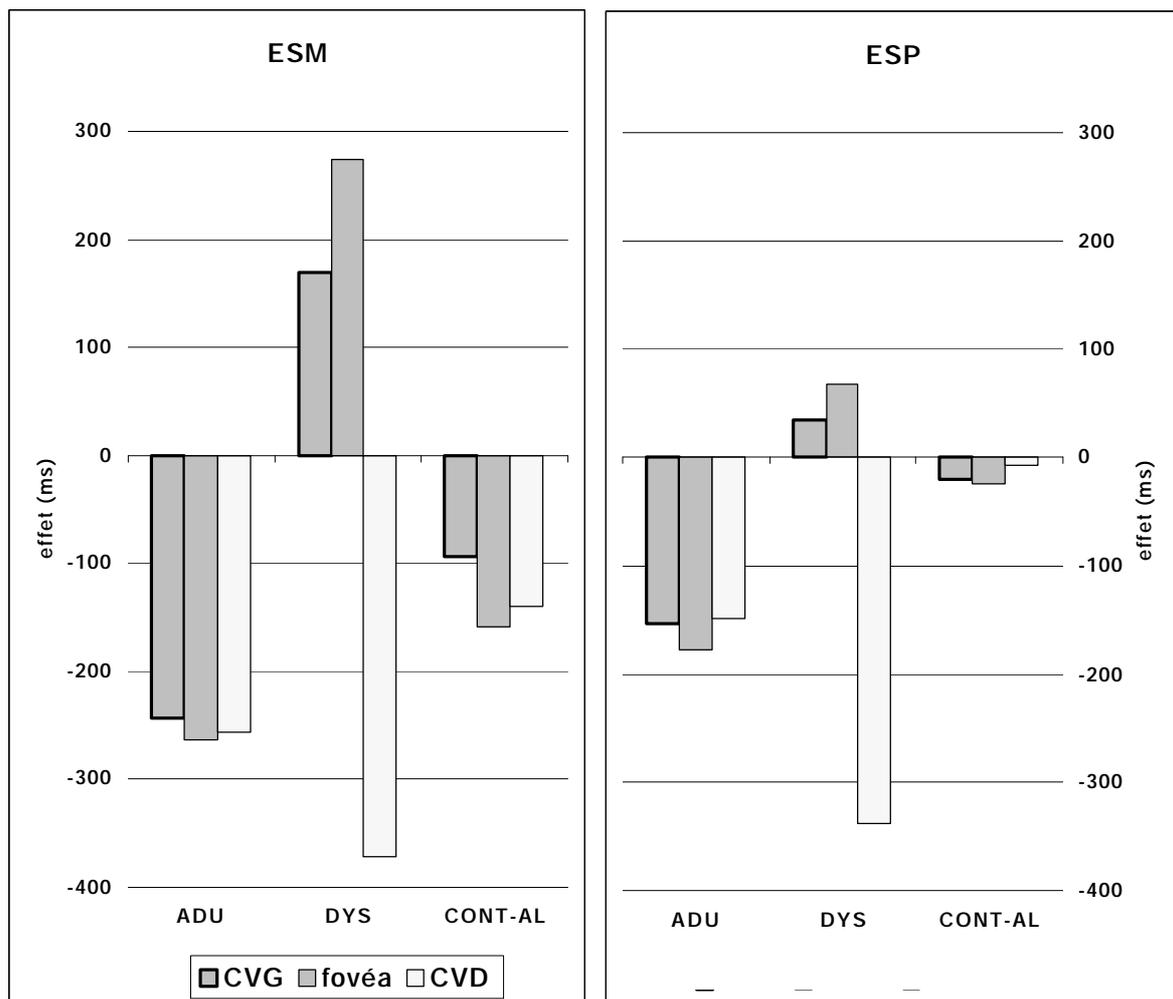


Figure 10. Effet de supériorité du mot et effet de supériorité des pseudomots dans la tâche de Reicher-Wheeler en fovéa et en parafovéa gauche et droite pour les trois groupes testés (Lété & Ducrot, 2004b; Lété & Ducrot, soumis).

Notes

¹ Dans la CIM10 (Classification statistique Internationale des Maladies et des problèmes de santé connexes, 10^{ème} révision), la dyslexie est classée en F81 dans le chapitre "Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires" et en F81.0 dans le sous-chapitre "Trouble spécifique de la lecture" avec la définition suivante : "La caractéristique essentielle est une altération spécifique et significative de l'acquisition de la lecture, non imputable à un âge mental bas, à des troubles de l'acuité visuelle ou à une scolarisation inadéquate. Les capacités de compréhension de la lecture, la reconnaissance des mots, la lecture orale et les performances dans les tâches nécessitant la lecture, peuvent toutes être atteintes. Le trouble spécifique de la lecture s'accompagne fréquemment de difficultés en orthographe, persistant souvent à l'adolescence, même quand l'enfant a pu faire quelques progrès en lecture. Les enfants présentant un trouble spécifique de la lecture ont souvent des antécédents de troubles de la parole ou du langage. Le trouble s'accompagne souvent de troubles émotionnels et de perturbations du comportement pendant l'âge scolaire."

² Le P-système est appelé *P-sustained-system* dans la littérature scientifique en langue anglaise et le M-système, *M-transient-system*.

³ Une synthèse des aspects déficitaires des traitements visuo-attentionnels pendant la lecture dépasse le but du présent chapitre. Le lecteur trouvera une synthèse ad-hoc dans Everatt (1999) et Everatt et al. (1999) et sur d'autres aspects dans Ducrot et Lété (sous presse), Nazir (1998) ; Nazir & Aghababian, 2004 ; Facoetti et al., 2003 ; Valdois et al., 2004). Nous nous limiterons ici aux aspects liés essentiellement à l'extraction de l'information en fovéa et parafovéa pendant la lecture.

⁴ Voir Rayner (1998) pour une synthèse des recherches sur le comportement oculomoteur pendant la lecture.

⁵ Dans le cas des langues lues de droite à gauche, comme l'hébreu et l'arabe, cette fenêtre s'inverse et devient asymétrique sur la gauche (Deutsch & Rayner, 1999 ; Farid & Grainger, 1996 ; Roman & Pavard, 1987). Une interprétation de cette asymétrie peut donc se faire en termes de facteurs attentionnels gouvernés par les habitudes de lecture.

⁶ Le terme de vergence recouvre les termes convergence et divergence. Comme notre vision est binoculaire et que le système visuel exploite ce fait pour améliorer la perception de la profondeur et des distances, des mouvements coordonnés de vergence sont nécessaires pour amener en fovéa le stimulus à discriminer et obtenir une perception binoculaire.

⁷ FRF pour *form-resolving field*, dans leur terminologie.

⁸ L'effet de position optimale fait l'objet d'un chapitre dans le présent volume par Valérie Aghababian. C'est pourquoi nous présenterons succinctement l'état de l'art dans ce domaine.

⁹ Du fait de son utilisation fréquente dans la littérature scientifique, nous utiliserons ici l'acronyme "OVP" dérivé du syntagme anglais *Optimal Viewing Position*. Le paradigme OVP fera référence à la manipulation expérimentale des positions imposées de fixation dans les mots tests. L'"effet d'OVP" ou la "courbe OVP" désigneront les 2 composantes de l'OVP à savoir de meilleures performances pour une position imposée au centre gauche du mot et une asymétrie gauche-droite, c'est à dire une pénalité plus importante pour une position imposée en fin de mot qu'en début.

¹⁰ Pour *Lexique des Manuels*. Téléchargeable à <http://unpc.univ-lyon2.fr/~lete/manulex/INDEX.htm>

¹¹ Les données comptabilisent le report correct de lettres à la bonne position. Par exemple, si à "poison" l'enfant répondait avoir vu "poisson" l'identification du mot correspondait à un échec et n'était pas comptabilisé dans les unités MOTS. Cependant, les 4 premières lettres étant correctement reportées à la bonne position, elles étaient comptabilisées comme correctes. Cette façon de traiter les données sur les lettres est différente de celle de Montant et al. (1998) où une lettre était considérée comme correctement identifiée quelle que soit sa position (à la réponse "fourmi" pour la présentation "étourdi", les lettres O-U-R-I étaient considérées comme correctement reportées).

¹² Responsable : Catherine Billard.

¹³ Un mot de 5 à 6 lettres, même présenté à la première ou à la dernière lettre en position imposée, tombe en région fovéale et ne subit donc pas une chute importante d'acuité visuelle. Il est donc impropre à notre avis de parler de champ visuel droit ou de champ visuel gauche mais plutôt de fovéa droite et de fovéa gauche. Nous réserverons l'emploi des premiers termes lorsqu'il existe une manipulation des stimuli au delà de la zone fovéale telle que celle présentée dans la section suivante.

¹⁴ A ce stade d'analyse, il est difficile de trouver une explication à ce fait, le mode de calcul des performances sur les lettres (cf. note 9) ne pouvant expliquer à lui seul cette différence.

¹⁵ L'ampleur de l'effet est plus important mais difficilement comparable car les effectifs des deux groupes ne sont pas équivalents. La différence dans les durées de présentation des cibles a pu également jouer.