

Estelle Parquet  
session 2015  
Alternance



## Licence professionnelle des métiers de l'optique



Les troubles visuels de l'enfant et  
la dyslexie



# Remerciements

Je voudrais adresser mes remerciements tout d'abord à M<sup>me</sup> Combemale, orthophoniste et M<sup>me</sup> Huguenet, orthoptiste ; de m'avoir accordé de leur temps pour me recevoir en cabinet et m'expliquer leurs méthodes de travail, le principe des bilans, ainsi que pour leur intérêt porté à mon mémoire.

Je voudrais également remercier Anne Bonnefond, neuropsychologue et maître de conférence à l'INSERM et à la faculté de Strasbourg, que j'ai pu contacter par téléphone, pour ses explications sur la neurovision ainsi que pour l'aide apportée par mail en réponse à mes interrogations concernant ce domaine complexe pour une novice en matière de neurologie.

Le contact par mail et téléphone avec M<sup>me</sup> Berry Sarah, orthoptiste ; pour son soutien concernant les tests du bilan neurovisuel ainsi que sur son retour d'expérience avec des patients porteurs des deux pathologies de mon mémoire.

Mes derniers remerciements irons au deux professeurs présents pour l'aide au lien logique des parties du mémoire, ainsi qu'à la personne étant à mes cotés pour son soutien dans cet exercice.

# Table des matières

Introduction	1
I. Les atteintes oculaires de l'enfant	2
1. L'évolution de la vue du nourrisson à l'enfant [1][2]	2
2. Le diagnostic [1][2]	2
3. Les troubles rares (entre 1/10000 et 1/20000 naissances) [2][3]	3
4. Les dyschromatopsies	4
5. Le nystagmus [4]	5
6. Les troubles de la réfraction [2]	5
7. L'amblyopie fonctionnelle [1][2]	6
8. Le strabisme [2][3]	6
9. Les conséquences sur l'apprentissage	6
II. La dyslexie et les autres troubles « dys »	7
1. Définition des troubles « dys » (troubles de l'apprentissage) [5][6][7][8]	7
2. Les idées reçues [7][9]	7
3. Trois groupes de symptômes [10]	8
4. Une part de génétique [5][7]	8
5. Quelques signes [7][8][11]	9
6. Le diagnostic et professionnels concernés [5][8]	10
7. La prise en charge [5][8]	10
III. La neurovision	12
1. Un peu d'anatomie [11][12][13]	12
2. L'attention [13][15]	12
3. Le contrôle des conflits [14][15]	13
4. Empan visuel ou visuo-attention (EVA) [17][18]	13
5. La visuo-motricité et le lien avec la visuo-spaciale [15][16]	13
6. Les potentiels évoqués (PEV) [19][20]	14
7. Deux tests : série de lettres et Flanker [17][18][19][20]	14
8. La théorie du déficit magnocellulaire [19][20]	15
9. La théorie du déficit de l'EVA (S.Valdois, 2008) [17][18]	16
IV. La prise en charge et le rôle de l'opticien	17
1. Les outils	17
2. Les signes menant à un bilan neurovisuel	17
3. Le déroulement d'un bilan neurovisuel chez un orthoptiste	18
4. La prise en charge	21
5. Le rôle de l'opticien	22
Conclusion	24

# Introduction

En France, 5 à 7 % des enfants sont atteints d'un trouble de l'apprentissage. Les amétropies (défaut de réfraction) sont à elles seules représentative de 20 % des problèmes oculaires des enfants. Étant dyslexique je m'intéresse tout particulièrement à la problématique d'un lien éventuel entre les troubles visuels et les problèmes d'apprentissage. Les troubles oculaires peuvent-ils causer un retard de l'éveil ou du développement psychomoteur de l'enfant, mais également un retard dans l'apprentissage de la lecture et l'écriture ? Ou il y a-t-il d'autres causes, problèmes neurologiques, environnementaux par exemple ? Est-ce que plus de prévention dans le domaine de l'optique et de conseils permet d'atténuer l'apparition des troubles de l'apprentissage, d'enrayer les difficultés.

Pour ce faire, je traite les troubles oculaires présent chez l'enfant, dans un second temps j'explique la dyslexie et autre troubles « dys ». Ensuite je développe la neurovision, enfin je parle de la prise en charge des troubles neurovisuels chez les professionnels de santé et du rôle potentiel d'un opticien spécialisé.

Remarquez que ce mémoire est rédigé avec la police d'écriture Andika New Basic avec laquelle les lettres ont une base plus prononcée et un dessin asymétrique facilitant la reconnaissance des caractères pour les dyslexiques.

## I. Les atteintes oculaires de l'enfant

---

Le problème majeur des atteintes oculaires de l'enfant est qu'elles sont le plus souvent prise en charge trop tardivement par manque de savoir des parents de l'importance des bilans même si l'enfant ne sait pas lire ou bien même parler. Mais aussi par le manque d'informations de la part des professionnels de santé entourant les jeunes parents à la maternité, chez le pédiatre ou médecin généraliste.

### 1. L'évolution de la vue du nourrisson à l'enfant [1][2]

C'est au 7<sup>ème</sup> mois de grossesse que la vision du fœtus se développe, à partir de ce moment là il est capable de percevoir les variations de lumière au sein du ventre de sa mère. Dès la naissance le nouveau né est capable de percevoir à une distance de 15cm, puis au cours du 1er mois il apprendra à suivre du regard, voir un peu plus net et des contrastes importants. Jusqu'au troisième mois il y a d'importants changements. D'un champ visuel restreint et fixe en face de lui sans couleurs ni reliefs, l'enfant passera à une vision des couleurs primaires très vives avec une 2D et la reconnaissance d'éléments connus. De plus c'est à ce stade qu'apparaît un strabisme alternant (déviation des yeux de façon intermittente), si le phénomène continu au delà des 6 mois ils faudra alors consulter. De trois à six mois bébé est capable de capter les expressions de visage et de les imiter, essaie d'attraper les choses se situant devant lui, la vision et préhension des objets dans le relief sont presque finalisées, l'acuité visuelle est à 1/10ème. À 8 mois, il distingue le connu et l'inconnu qui est synonyme d'angoisses. C'est pour les 1 ans de l'enfant que la vision sera stabilisée au niveau des acquis. L'évolution jusqu'aux 5 ans sera dite de la performance visuelle dans les détails afin d'atteindre les 10/10ème d'acuité. Il faudra cependant attendre les 10 ans de l'enfant pour obtenir la mise en place anatomique et fonctionnelle définitive de la vision.

### 2. Le diagnostic [1][2]

En règle générale le pédiatre ou un médecin généraliste procède à un premier examen oculaire pendant les 24 heures suivant la naissance de l'enfant à la maternité.

Celui-ci consiste à vérifier l'intégrité et la transparence de la cornée, cristallin et humeur aqueuse, également le réflexe photo-moteur des pupilles (assure le bon fonctionnement des voies optiques). Puis le professionnel de santé effectue une désinfection oculaire par l'instillation d'un collyre afin de prévenir les infections (Staphylococcus Aureus, Chlamydia Trachomatis, infection génitale de la maman). Un questionnaire sur les antécédents de la famille afin de connaître tous les risques (prématurité, trisomie 21, anomalies de réfraction des parents) sera effectué.

Le second contrôle est réalisé aux alentours du premier mois du nourrisson, il y sera effectué les mêmes étapes que lors du premier examen avec en complément une évaluation de la capacité de poursuite et du bon fonctionnement du cillement (20/min contre 10 à 12/min pour un adulte).

Par la suite les parents devront être vigilants à l'évolution de la vision de l'enfant. Il faut repérer les signes d'alerte d'un trouble oculaire qui sont avant les 6 mois le manque d'intérêt pour les stimulus et l'absence de réflexe de fixation. Arrivé à l'âge de la marche l'enfant se cogne, tombe et est sensible à la lumière, plisse les yeux. Pendant le premier stade de scolarité les retards sur l'acquisition de la parole, ainsi qu'une fatigabilité pour toutes les tâches nécessitant une attention visuelle. Il sera donc important pour suspicion de problèmes de référer au médecin généraliste, pédiatre ou ophtalmologiste.

### 3. Les troubles rares (entre 1/10000 et 1/20000 naissances) [2][3]

**Le rétinoblastome**, est d'origine génétique, est une affection mono ou binoculaire. Il s'agit d'une tumeur maligne présente dès la naissance mais qui est diagnostiquée autour de l'âge de 1 an. Les signes de cette maladie sont une leucocorie (reflet blanc rosé dans la pupille), une déviation de l'œil et une exophtalmie (œil proéminent). Le traitement à appliquer sera en fonction de la taille, la localisation, l'âge du patient, l'hérédité et du caractère mono ou binoculaire. La chirurgie réalisée surtout dans des cas monoculaires est une énucléation. La cryothérapie, la chimiothérapie en intraveineuse ou intraoculaire, et la radiothérapie plus délicate seront les traitements en cas d'atteinte binoculaire .

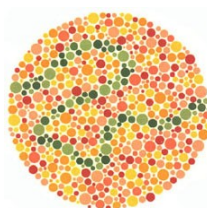


**Le glaucome congénital**, est aussi une pathologie génétique, une affection bilatérale (presque 100%) mais pas forcément symétrique. Il est causé par une malformation de l'angle irido-cornéen qui entraîne une PIO Pression IntraOculaire élevée. Les signes observables sont un larmoiement clair, une sensibilité à la lumière, une mégalo-cornée pouvant aller jusqu'à la buphtalmie (aspect de gros yeux). Les traitements sont uniquement chirurgicaux. La goniotomie est l'ouverture de l'angle, quand une membrane embryonnaire recouvre celui-ci. La trabéculotomie est un trou dans le trabéculum. La trabéculectomie est le retrait du trabéculum (filtre en amont du canal de schlem). Le but étant de favoriser l'évacuation de l'humeur aqueuse.

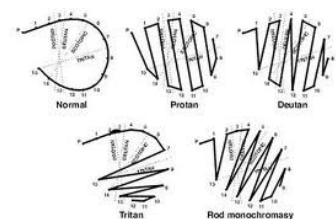
**La cataracte congénitale**, apparaît de façon isolée ou associée à d'autres pathologies. C'est une opacification du cristallin, lentille bi-convexe qui produit 1/3 de la puissance réfractive et qui permet de voir net à toute distance grâce au processus d'accommodation. Les signes sont une sensibilité accrue à la lumière, une pupille au reflet laiteux et la déviation de l'œil affecté (stades avancés). Le traitement sera chirurgical et le même que pour adultes, à la différence d'une anesthésie générale en plus. L'opération consiste au retrait du cristallin afin d'y placer un implant, mais l'œil étant plus petit il est parfois nécessaire de couper un morceau de l'iris .

#### 4. Les dyschromatopsies

L'atteinte des photorécepteurs (cônes contenant la rhodopsine) est la forme congénitale, avec une prévalence de 8% chez les hommes (contre 1% chez les femmes). Ce défaut entraîne une achromatopsie qui sera une vision en nuance de gris, une deutéranopie une suppression du vert, une protanopie du rouge et une tritanopie du bleu. Une deuxième forme, acquise est une atteinte des systèmes de réception optique. Une atteinte du jaune et du bleu sera une inflammation de la choroïde ou de la rétine. Une atteinte du rouge et du vert signifie un problème du nerf optique. Ce n'est uniquement dans cette forme qu'un traitement peut être envisagé en supprimant la cause de perturbation. Le dépistage se fait avec le test d'Ishihara (image 2) ou de Farnsworth qui est une classification de couleurs en dégradées (bilan image 3).



2



3

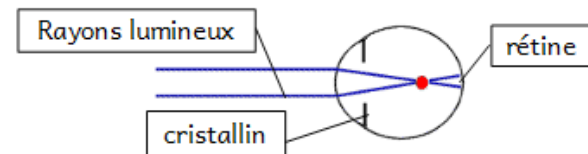
## 5. Le nystagmus [4]

Le nystagmus se décrit par le tremblement des yeux en vertical, horizontal ou en versions. Cela peut être un phénomène physiologique (réaction normale) lors d'un défilement d'images permanent (train), rotation vive dans le même sens (manège) ou pénétration d'eau froide dans l'oreille. Mais aussi une pathologie d'origine congénitale ou acquise avec une atteinte d'origine vestibulaire (partie neuronale de l'oreille interne) ou la présence de vrai vertige. L'opération consistant à stabiliser l'œil dans sa position de blocage n'est pas conseillée car nécessite plusieurs chirurgies.

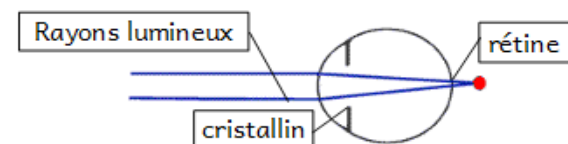
## 6. Les troubles de la réfraction [2]

Les troubles de la réfraction, plus communément appelés amétropies, sont non ou mal détectés et entraînent des gênes plus ou moins importantes sur la vision. Il y a quatre types de troubles mais seuls 3 touchent l'enfant.

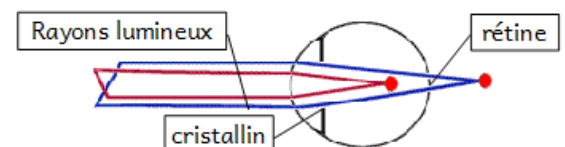
**La myopie**, rend la vision de loin floue. Les myopies les plus répandues sont axiales, œil plus long que la norme, ce phénomène se dégrade avec le temps. Elle peut également être de puissance (cristallin trop bombé augmentant alors la puissance de l'œil). Elle entraîne une **défocalisation** (cf point rouge du schéma) de l'image de la rétine.



**L'hypermétropie**, est une déficience de la vision de loin et de près difficile à détecter. Car les enfants possèdent une grande force d'accommodation (bombage du cristallin pour augmenter la puissance de l'œil et pallier la **défocalisation**). Cette force mise en jeu entraîne une convergence accrue (lien accommodation/convergence) et provoque parfois un strabisme.



**L'astigmatisme**, entraîne une vision floue, déformée à toutes les distances. C'est une déviation des rayons lumineux qui donne alors deux points de **défocalisation** donc deux images. Un astigmatisme est le reflet d'une cornée anormalement asphérique et dont la puissance n'est pas compensée par le cristallin.





## 7. L'amblyopie fonctionnelle [1][2]

C'est une gêne relative à un défaut d'utilisation du globe oculaire. Une première sera passive en donnant une image floue (amétropie) et l'autre sera active et donnera une vision double par mauvaise réception des images (strabisme, anisométrie). Un examen des comportements oculaire de l'enfant (test du masquage, regard préférentiel) permettra de suspecter une défaillance dès les 3-4 premiers mois de l'enfant. La solution sera des lunettes et le port d'un cache/filtre et rééducation visuo-motrice chez l'orthoptiste. Une autre forme existe dite organique, elle est liée à d'autres lésions oculaires comme cataracte congénitale ou autres atteintes rétiniennes.



5

## 8. Le strabisme [2][3]

Le mot viens du grec loucher mais ne désigne pas uniquement un défaut de parallélisme des axes visuels vers l'intérieur, strabisme convergent. Il existe un défaut des axes vers l'extérieur, strabisme divergent et un vertical. Les enfants ont plus souvent le type convergent avant les 6 mois le temps que les fonctions se mettent en place et aux alentours des 5 ans en lien avec l'accommodation. Les risques sont à terme une amblyopie il faut donc appliquer les solutions des lunettes et prismes au plus tôt. La chirurgie à plus un but esthétique et n'est donc que peu réalisée.

## 9. Les conséquences sur l'apprentissage

Les troubles oculaires de l'enfant non détectés ou mal pris en charge peuvent être synonymes de difficultés d'apprentissage car il ne se fait pas indépendamment de l'attention, de la mémoire, du langage et de la vision mais ces notions interagissent entre elles. En revanche le fait qu'on puisse éliminer ces défauts oculaires de manière chirurgicale ou grâce au port de lunettes (et autres solutions) ne rend pas la gêne acquise. En détaillant par la suite le fonctionnement de la dyslexie nous verrons que les troubles oculaires sont une contrainte de plus mais n'en sont pas en la cause.

## II. La dyslexie et les autres troubles « dys »

---

La dyslexie dont on parle le plus couramment est la dyslexie développementale, c'est elle qui apparaît au cours de l'apprentissage et qui va nous intéresser dans ce mémoire. Mais il existe la dyslexie acquise qui est liée à une lésion cérébrale chez des personnes lisant très bien auparavant.

### 1. Définition des troubles « dys » (troubles de l'apprentissage) [5][6][7][8]

Les troubles « dys » sont décomposés en 4 domaines : la dysphasie, la dyscalculie, la dyspraxie, la dyslexie. Néanmoins les trois premiers domaines cités découlent souvent d'une base de dyslexie développementale.

La dysphasie concerne le langage oral sous diverses formes comme des paroles mal construites ou indistinctes, un trouble de la syntaxe. Elle est souvent en lien avec des troubles auditifs. La dyscalculie est une mauvaise perception du sens du nombre qui entraîne un retard aux habiletés arithmétiques. La dyspraxie est basée sur une difficulté à coordonner des gestes, les automatismes ne sont pas là, ce qui à pour conséquence une difficulté majeure pour l'écriture (entraînant alors une dysgraphie).

Enfin la plus connue, la dyslexie développementale désigne un retard, une difficulté de lecture, une incapacité à saisir rapidement un mot dans sa globalité à cause d'une mauvaise association entre les graphèmes (signes écrits) et phonèmes (signes sonores). Les inversions de lettres telles que le « d » et le « b » le « q » et le « p » ou encore des sons entendus et leurs écritures comme le « t » et le « d » le « p » et le « b » le « f » et le « v » etc.

### 2. Les idées reçues [7][9]

La dyslexie et les autres troubles « dys » ont longtemps été la conséquence d'un défaut éducatif, un défaut d'intelligence, ou encore d'un blocage psychologique. Or les enfants atteints ne sont ni paresseux, ni « débiles », ni psychologiquement plus fragiles que les autres ; ils sont juste atteints d'un trouble neurodéveloppemental indépendamment de facteurs externes (oculaire, hyperactivité ...).

Depuis 1991, l'Organisation Mondiale de la Santé reconnaît la dyslexie comme trouble du développement des acquisitions scolaires. Cela facilite la reconnaissance de la maladie, permet d'accentuer les études sur le domaine, facilite la prise en charge des élèves dans les classes et avec l'équipe d'aide.

### 3. Trois groupes de symptômes [10]

Il y a les symptômes :

- Visuels avec la confusion des lettres, difficulté de reconnaissance globale de mots familiers, la sensation de « brouillage » ou de superposition des lettres.
- Auditifs avec la confusion des sons proches qui sera retranscrite à l'écrit.
- Séquentiels, pendant la lecture, l'écriture et l'oral, qui sont des inversions diverses telles que lettres/syllabes. Un trouble de la mémoire sérielle (autrement appelée mémoire à court terme) qui fonctionne par reconstitution acoustique de stimulus visuels.

Tout ces symptômes provoquent une impossibilité d'acquérir la conversion phonèmes/graphèmes et au delà l'impossibilité à former un lexique visuel.

### 4. Une part de génétique [5][7]

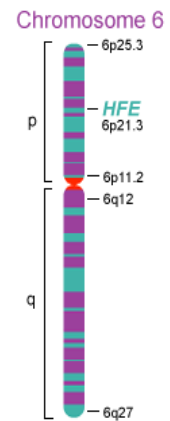
Il semblerait selon plusieurs équipes de scientifiques qu'il y a un ensemble de gènes impliqués dans le mécanisme de migration neuronale lors du développement de l'embryon.

L'emplacement cellulaire dans le coté gauche du cerveau (lobe temporal et pré-frontal) lors de cette migration serait atypique en comparaison avec une évolution classique. Ce phénomène a pour incidence une latéralisation cérébrale, le lobe droit étant moins complexe dans sa structure serait utilisé pour le langage alors que classiquement c'est le gauche (mis en évidence par électroencéphalogramme).

De plus, il a été analysé que le cerveau d'un dyslexique possède plus de matière grise et une augmentation du corps calleux (partie reliant les deux hémisphères), augmentation proportionnelle avec l'impact de la dyslexie.

La prévalence de garçons touchés, 3 garçons pour 1 fille, serait en lien avec l'hormone de la testostérone qui est moins performante pour réduire la taille du corps calleux en comparaison aux œstrogènes lors de l'évolution du fœtus.

De multiples études concernant la génétique sont actuellement en cours et permettrons d'en savoir plus sur le fonctionnement de ces troubles.



6

## 5. Quelques signes [7][8][11]

Avant l'entrée à l'école, étant donné que la lecture et l'écriture ne sont pas acquises, il sera impossible de poser un diagnostic (vu par la suite). Parmi les soucis possibles il y a : un langage tardif, une lenteur dans toutes les tâches quotidiennes (l'habillement par exemple), une difficulté à apprendre de nouveaux mots et à la construction de phrases.

À l'école maternelle, les soucis observables vont être : un mauvais repérage dans le temps et l'espace (passé, présent, futur, énoncé des jours et des mois dans l'ordre chronologique), une latéralisation mal établie à 5-6 ans, une lenteur excessive ou un manque d'attrait devant les tâches scolaires, un graphisme difficile et maladroit (écriture en miroir, négligée...), une mémoire instantanée insuffisante.

À l'école primaire, qui est souvent le stade des diagnostics, les problèmes évocateurs sont : aucune acquisition des automatismes de la lecture après six mois d'apprentissage, des confusions de sons, des inversions ou des omissions de syllabes, une lecture hachée, hésitante, des difficultés d'orthographe, écriture phonétique, mots coupés ou soudés, des erreurs systématiques de copie, l'incapacité à finir dans les temps les tâches proposées, difficulté à découper un nouveau mots ou de lire, épeler de long mots.

Il faut savoir qu'il n'est jamais trop tard pour aider les dyslexiques, d'ailleurs certaines dyslexies sont détectées tardivement. À l'âge adulte il y aura donc des difficultés à lire, même à haute voix, des problèmes d'orthographe, prise de notes, apprentissage difficile d'une langue étrangère, difficulté à résumer une histoire.

## 6. Le diagnostic et professionnels concernés [5][8]

Le diagnostic ne peut être posé tôt car il faut constater un retard de 18 à 24 mois de la capacité de lecture pour reconnaître le critère de persistance, c'est pourquoi c'est souvent en classe de CE1 ou CE2 que le diagnostic sera véritablement établi. Pour cela il faudra réaliser un bilan neuropsychologique qui est l'évaluation de l'ensemble des fonctions cognitives.

Il est en premier lieu réalisé par la famille qui a la possibilité d'observer les signes cités précédemment.

Les enseignants, dès l'entrée à l'école, ont un rôle informatif sur les difficultés que peuvent rencontrer les enfants et donc conseiller les parents vers d'autres professionnels en complément.

Le médecin généraliste sera de conseil et prescripteur pour les autres professionnels de santé qui peuvent suivre un enfant dyslexique.

L'orthophoniste est le professionnel le plus connu dans le diagnostic et la prise en charge des enfants atteints de dyslexie et autres troubles « dys ». Son travail consiste à effectuer un bilan concernant les aptitudes du langage écrit et oral par le biais : de tests de lecture et d'attention visuelle tel que « l'alouette », des tests de mémoire instantané, des capacités d'organisation, d'efficacité visuelle et de compréhension orale. Un compte rendu est par la suite envoyé au médecin généraliste et au médecin conseil de la MDPH Maison Départementale des Personnes Handicapées afin d'obtenir la reconnaissance de la dyslexie.



La flèche en bleu indique un des mot piège, il est écrit écueil alors qu'à coté il y a un écureuil dessiné.

7

## 7. La prise en charge [5][8]

La prise en charge peut débiter avec la rééducation dès l'apparition des troubles. Donc les parents, les professeurs (pour les aménagements), ATSEM Agent territorial spécialisé des écoles maternelles et le médecin prescripteur sont des personnes clefs pour que celle-ci débute.

L'orthophoniste est l'acteur majeur dans la prise en charge des dyslexiques. Il va proposer des séances de 30min, 2 à 3 fois par semaine selon la sévérité du trouble. Ainsi, une multitude de solutions en lien avec l'âge du patient seront abordées pour faciliter les activités et l'enseignement via des outils ludiques tel que des jeux, activités manuelles, réapprentissage des bases de lecture par exemple. Par la suite il indiquera aux professeurs le type d'aménagements nécessaires à l'évolution de l'enfant en salle de classe.

L'orthoptiste rééduquera un déficit de l'attention visuelle signalé par l'orthophoniste (très fréquent chez les dyslexiques). De plus il intervient en cas de suspicion de troubles d'une mauvaise position des yeux nécessitant un cache et/ou un entraînement oculaire.

Le psychomotricien peut être un des acteurs lors de la prise en charge des dyslexiques surtout pour ceux ayant un autre trouble « dys » associé comme la dyspraxie.

Le psychologue aide l'enfant dans l'acceptation du trouble afin d'éviter l'exclusion à l'école et dans ses activités annexes.

Enfin l'ophtalmologiste écartera également toutes gênes provoquées par les troubles oculaires pour pallier l'aggravation de la dyslexie.

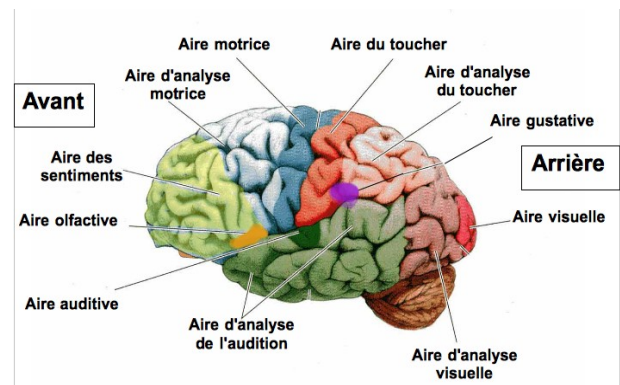
Attention, il n'y a pas de rééducation miracle, les troubles de l'apprentissage sont durables mais une prise en charge la plus complète permettra d'aider l'enfant à compenser et améliorer les fonctions déficientes. Le lien entre troubles oculaires et troubles « dys » a été écarté cependant les études tendent à prouver une atteinte visuelle des dyslexiques en plus du trouble phonologique bien connu. Elle ferait appel à la neurologie et aux liens génétiques de la maladie.

### III. La neurovision

La neurovision est le domaine clinique de tous les troubles de la vision en lien avec le cerveau et les analyses de celui-ci. Elle comprend les troubles visuo-spaciaux, visuo-perceptifs, visuo-constructifs, visuo-moteurs et visuo-attentionnels. Toutes ces spécificités internes ont fait l'objet de diverses études depuis plus de 10 ans. Ces troubles sont invisibles pour le porteur car il n'a aucun élément de comparaison, et pour l'entourage familial et même médical, car trop spécialisés. Ils sont invisibles car une atteinte cérébrale de l'aire visuelle ne se traduit pas nécessairement par une cécité, l'acuité visuelle est alors préservée.

#### 1. Un peu d'anatomie [11][12][13]

Les régions antérieures, postérieures ou corticales du cerveau sont les aires sur lesquelles on retrouve les lésions, et c'est à cet endroit que l'on retrouve les lobes occipitaux étant responsables des commandes visuelles (orientation spatiale, mouvement...) et les lobes frontaux responsables de la détection visuelle (forme, type..). Peut également être mis en cause le défaut de formation des aires cérébrales (partie génétique de la dyslexie).



8

#### 2. L'attention [13][15]

Les problèmes majeurs de celle-ci sont les déficiences de vigilance, l'hyperactivité ou l'impulsivité mais sont écartées pour le diagnostic d'une dyslexie. L'attention visuelle permet de traiter une information en particulier par le biais de mécanismes traitant la sélection d'informations dans le champ visuel. Elle existe sous deux types. L'une dite volontaire et sera alors lente et l'autre dite involontaire ou réflexe qui sera rapide.

### 3. Le contrôle des conflits [14][15]

Le contrôle des conflits entre en compte dans toutes les analyses visuelles (auditives et bien d'autres). C'est la sélection des informations pertinentes pour la tâche à effectuer et l'inhibition des informations sur les tâches hors propos. Le SAS système attentionnel superviseur contrôle l'activation des schémas, réponse neuronale au problème posé, il est impliqué dans la composante de mémoire de travail qui est le stockage, contrôle et traitement des informations. Il est situé dans le lobe frontal car la partie préfrontale gère l'aire motrice, d'analyse, de pensée et langage.

### 4. Empan visuel ou visuo-attention (EVA) [17][18]

C'est la capacité de mémorisation immédiate, quantité d'informations qui peuvent être stockées par le cerveau dans un laps de temps très court. Il peut être verbal avec des séries de chiffres, lettres à répéter ou visuel avec les mêmes séries à regarder et mémoriser pour ensuite les redonner à l'écrit ou à l'oral. La lecture globale nécessite d'avoir une grande fenêtre en comparatif à la lecture séquentielle qui elle permet de diminuer cette taille mais qui implique un traitement cognitif plus important. La limite de ce stockage est appelée empan d'appréhension.

### 5. La visuo-motricité et le lien avec la visuo-spaciale [15][16]

La visuo-motricité est l'aptitude de planification du mouvement des yeux qui permet d'explorer la scène visuelle afin d'y sélectionner une information précise. Elle implique un mouvement de tous les muscles du corps en activité physique mais peut se contenter majoritairement des muscles oculomoteurs lors d'activités manuelles de fine précision. C'est pendant ces activités que peuvent être soulevées des anomalies d'attitudes, des mouvements saccadés, des mouvements de tête trop importants. Ces anomalies influent sur la perception de l'espace, des distances et le placement des choses entourant l'enfant. Une bonne motricité oculaire et même au sens général va permettre à l'enfant d'appréhender les dimensions dans l'espace au fur et à mesure.



## 6. Les potentiels évoqués (PEV) [19][20]

Un potentiel évoqué reflète l'activité neuronale avec précision temporelle à quelques millisecondes. C'est la réponse du système nerveux à une stimulation externe, sensorielle comme par exemple les images, le son et interne, cognitive pour l'attention par exemple.

Les potentiels évoqués visuels sont ceux qui vont nous intéresser plus particulièrement. Ils sont l'étude du bon fonctionnement de voies optiques et de la conduction du signal jusqu'au cortex visuel. Il s'agit donc de d'une capacité d'action de neurones en neurones par le biais des axones. C'est le reflet de l'activité neuronale avec précision temporelle à quelques millisecondes près.

## 7. Deux tests : série de lettres et Flanker [17][18][19][20]

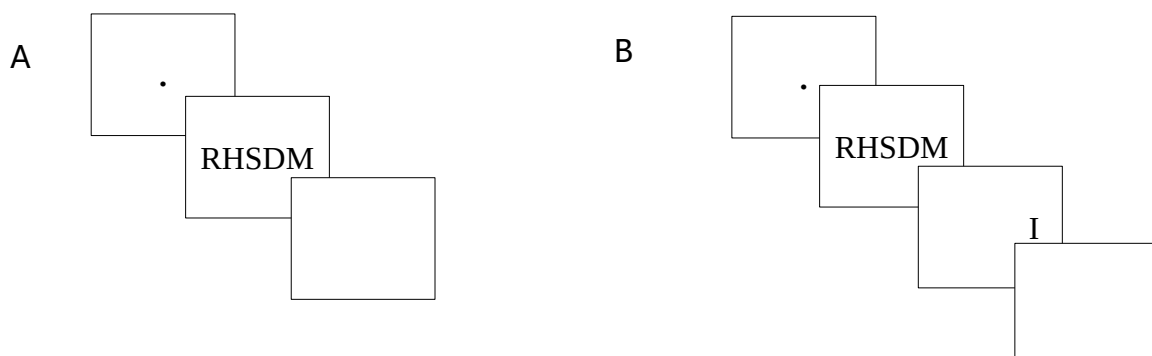
**Les séries de lettres**, sert à mesurer la notion d'EVA. La présence des séries de lettres (qui sont des consonnes en général RHSDM) est de 200 ms et est centrée sur un point de fixation.

Le but : - en report global (A) est de donner à l'oral les 5 lettres présentées une fois la séquence disparue.

-en report partiel (B) est de donner la lettre pointée par une barre verticale, une fois celle-ci disparue, qui apparaît une fois la série de lettre disparue.

L'intérêt de la seconde méthode permet de s'assurer que la première étape ne met pas en jeu uniquement la mémoire à court terme phonologique. Cependant les études s'appuyant sur ce test ont montré que la mémoire verbale à court terme n'est que peu utilisée lors de ces discriminations.

Schémas représentatif :



**Le test de Flanker**, sert à mesurer l'attention visuelle (capacité de discrimination). Lors de ce test les participants doivent donner une réponse rapide : droite ou gauche, position d'une flèche centrale parmi des flèches d'accompagnement à ignorer. Les séries peuvent être congrues, série de flèches dans le même sens, ex : < < < < < ou incongrues, flèches annexes en sens inverse, ex : < < > < <. Les résultats sont meilleurs en général sur les éléments incongrus car le traitement d'information de distraction est le plus souvent appliqué dans la vie courante.

La différence de performance entre les tâches incongrues et congrues est appelée l'ingérence d'effet de Flanker.

Son utilisation peut être aussi faite en verticale et latéralisée afin d'étudier chaque champs visuels indépendamment.

## 8. La théorie du déficit magnocellulaire [19][20]

Il y a entre la rétine et le cortex un ensemble de fonctions et de voies permettant d'acheminer l'information. Le Noyau géniculé latéral (ou corps genouillé latéral) est l'endroit où l'étude du flux nerveux envoyé par la rétine serait le plus important. Cet élément cérébral est composé de la couche ventrale de magnocellules (grosse cellules plus myélinisées) et de la couche dorsale de pavocellules (plus petites cellules). Les magnocellules sont en charge du traitement des stimulus visuels bref à changements rapide et distincts avec les contrastes (plus sensibles aux faibles contrastes), et composent alors le système magnocellulaire. Les pavocellules gèrent elles le traitements des stimulus statiques et composent le système pavocellulaire.

Attention le système magnocellulaire (et également pavocellulaire) ne sont en aucun cas responsables de l'acuité visuelle mesurée lors des examens classiques pratiqués chez un ophtalmologiste.

Lovegrove et pleins d'autre (Galaburda & Livingstone 1993 ; Galaburda, Menard & Rosen 1994 ; Lovegrove, Bowling, Badcock & Blackwood 1980 ; Lovegrove, Garzia & Nicholson 1990 ; Lovegrove Martin & Slaghuis 1986) ont suggérés que les dyslexiques ont des anomalies au niveau du système magnocellulaire car ils éprouvaient plus de difficultés pour la détection de stimulus présentés rapidement en comparatif à des

normo-lecteurs. La théorie du déficit magnocellulaire est appuyée par les études post mortem de cerveaux de dyslexiques (Livingstone, Rosen, Drislane & Galaburda 1991). En effet il a été constaté une diminution de la voie magnocellulaire (neurones 20% plus petits) ce qui causerait le déficit d'analyse. Les potentiels évoqués visuels ont été utilisés pour rendre compte du dysfonctionnement du système magnocellulaire (Schulte-Körne, Bartling, Deimel & Remschmidt 2004), et ont confirmé celui-ci.

La lecture faisant appel au déchiffrement de stimulus brefs et rapides afin de les associer elle est directement en lien avec le système magnocellulaire alors déficient chez les dyslexiques. Le fait d'avoir une difficulté première de reconnaissance va éloigner l'enfant de la lecture et donc diminuer de plus en plus sa capacité d'analyse des signaux.

## 9. La théorie du déficit de l'EVA (S.Valdois, 2008) [17][18]

L'étude menée par S.Valdois et d'autres (Prado et al., 2007 ; Lassus-Sangosse et al. 2008) utilise le test des séries de lettres (expliqué plus haut). Elle a montré que les réponses entre les deux tests sont corrélées mais que les enfants dyslexiques ont présenté de plus faibles performances en report global. Cette conclusion appuie une étude (Lassus-Sangosse et al., 2008) dans laquelle le test est réalisé en présentant les lettres une à une, et dont les résultats n'étaient pas différents entre dyslexiques et témoins. En revanche le report partiel a montré des résultats similaires, donc une conservation de la capacité de traitements d'éléments isolés en lien avec une autre étude (Shovman et Ahissar, 2006). Le trouble est donc bien présent sur un ensemble d'éléments d'une même séquence (Hawelka et Wimmer, 2005) pouvant donc être décrit par l'empan visuo-attentionnel de par sa définition.

Le lien de l'empan visuel avec la dyslexie se fait sur la capacité de visualiser un mot dans sa globalité afin de le retranscrire à l'oral. Il intervient également sur l'acquisition du lexique orthographique.

Il faut donc trouver des solutions d'adaptations à ces problèmes neurologiques pour aider au mieux les enfants porteurs de troubles neurovisuels et « dys ».

## IV. La prise en charge et le rôle de l'opticien

---

La prise en charge d'un trouble neurovisuel est complexe car aucune trame n'est bien définie et connue par un corps de métier spécifique. Cette discipline touche à la fois le cerveau et la vision. C'est pourquoi on peut retrouver des neurologues, des ophtalmologistes, des orthophonistes et des orthoptistes ; mais en aucun cas les opticiens. Pourtant les opticiens sont les professionnels les plus en relation avec le grand public au quotidien et pourraient avoir un rôle.

### 1. Les outils

Les professionnels que j'ai pu rencontrer, ont déploré le manque de trame officielle utilisant des outils spécifiques définis. Ce qui est souvent effectué lorsqu'un enfant présente des signes d'un trouble de l'apprentissage est un bilan orthophonique. C'est donc l'orthophoniste qui va explorer toutes les pistes de façon succinctes par le biais de tests connus au sein du corps de métier ou par les formations, stages ou colloques inter-professionnels (au bon vouloir de chacun de se perfectionner et d'apprendre d'autres méthodes). Si l'orthophoniste remarque lors de ces tests un trouble neurovisuel, il conseille les parents de voir un orthoptiste afin d'effectuer un bilan et si besoin une rééducation ou travail. Les orthoptistes n'ayant pas de trame précise et des outils clairement définis, s'appuient sur des tests que l'on peut retrouver chez un orthophoniste mais également des pratiques apprises par un opticien spécialisé (opticien ayant un niveau supérieur au BTS).

### 2. Les signes menant à un bilan neurovisuel

Les signes classiques menant à un bilan vont être des céphalés (maux de tête), des douleurs oculaires, des diplopies non fixes (vision double) ; mais ces signes sont connus que si l'enfant est capable de les exprimer ou que si l'entourage s'en rend compte et ce n'est pas simple.

Il y a également des signes évocateurs observables qui peuvent justifier un bilan et une prise en charge.

Les signes d'ordre général sont : Une fatigabilité générale, une lenteur, des difficultés d'attention et une fatigue visuelle.

En mathématiques, la difficulté à poser les opérations, une perte dans un quadrillage ou un tableau à double entrée sont d'autres signes.

En copie on peut retrouver : de nombreuses fautes, de fréquents aller-retours entre le modèle et la feuille et un graphisme de mauvaise qualité (attention à faire une différence quand l'enfant est en apprentissage de celle-ci).

Enfin pour la lecture il sera observé des inventions de la fin des mots, des sauts de lignes, une lecture hachée, une difficulté à suivre sans le doigt, le suivi de la ligne avec la tête et le tronc et non avec les yeux et l'inversion des lettres ou syllabes (à faire vérifier par un orthophoniste pour écarter le trouble phonologique de ces inversions).

### 3. Le déroulement d'un bilan neurovisuel chez un orthoptiste

J'ai pris en exemple ce que pouvait faire Mme Huguenet qui a mis en place des tests elle-même par manque de support officiel et praticable avec des enfants.

Dans un premier temps est fait comme une histoire de cas du patient afin de connaître le contexte des troubles, les professionnels déjà rencontrés, et les informations déjà connues (tels que bilan orthophonique, ophtalmologique...).

Par la suite est effectué, des tests connus des opticiens spécialisés :

- Un examen sensoriel avec :
  - la mesure des acuités visuelles.
  - la recherche de troubles du relief avec le test de Titmus et Wirt, lunettes à filtres polarisés mises sur le patient et il doit dire où sont les ailes de la mouche ou alors où sont les points (haut, bas, gauche, droite, quand l'orientation est acquise ou les montrer).
- Une étude de l'équilibre oculomoteur et motilité :
  - recherche de l'œil directeur, en plaçant deux stylos alignés, yeux ouverts et ensuite fermer un œil puis l'autre, l'œil voyant simple sera le directeur.

- la bonne fonction de la capacité de la convergence avec le test du PPC punctum proximum de convergence, Stylo lumineux rapproché au plus près du nez jusqu'à une vision double et retour à une vision simple.
- l'évaluation de la fonction des muscles oculomoteurs avec le H test, déplacement d'un stylo lumineux en H devant le patient et observation du comportement. L'enfant peut des fois suivre le test avec la tête et non les yeux en cas de défaillances.
- L'intégrité du champs visuel, par le biais de poursuites oculaire.
- La recherche de tropies ou phories (décalage des lignes de regard, détectées par l'ophtalmologiste si il y a eu un bilan) avec le masquage, masquage/démasquage et masquage subjectif, sont les différents types de masquages d'un œil ou d'un œil puis l'autre.
- La capacité à produire des mouvements oculo-céphaliques, c'est à dire de vérifier si la fixation est gardée lorsque l'on demande de bouger la tête.

Maintenant nous abordons la partie plus spécifique à un orthoptiste. Les tests sont effectués dans l'espace et sur papier afin de vérifier les capacités différentes de l'enfant. Il y a donc :

- L'étude des motricités conjuguées :
  - poursuite oculaire conforme, avec test de chemins enchevêtrés, si l'enfant suit avec le doigt ce n'est pas bon et s'il dévie du bon chemin au **croisement** ce n'est pas bon non plus.



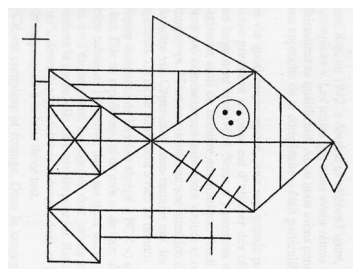
- La vision en saccades, colonnes de mots disposées face à face, l'enfant fait des va et vient en disant la première puis la dernière lettre de chaque colonne.

Ex : 

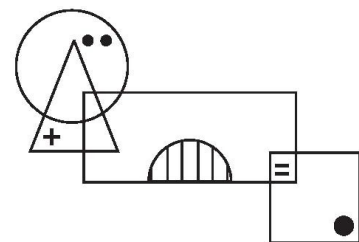
TRAIN	VOITURE
MUR	MAISONS
REFLEX	PHOTO

- Test de vergences, faire fixer alternativement un optotype de loin puis de près.
- Le synoptophore, permet de vérifier les trois degrés de la vision binoculaire.

- L'étude de la stratégie visuelle avec le test des cloches de ZAZZO (connu également chez l'orthophoniste). Feuille A4 sur laquelle est dessinée des cloches mais également des éléments distracteurs, le but est de voir si l'enfant établit une logique visuelle lors de la recherche des cloches.
- Coordination oculo-manuelle avec une épreuve de pointage dans l'espace et sur feuille.
- Analyse et perception visuo-spaciale :
- épreuve de topologie, reproduction de figures. La plus connue est la figure de REY complexe 9a (il y a aussi un modèle simple 9b beaucoup plus utilisé par l'orthoptiste rencontrée). L'évaluation se fait en deux temps le premier recopie du dessin avec le modèle et après recopie du dessin sans le modèle.



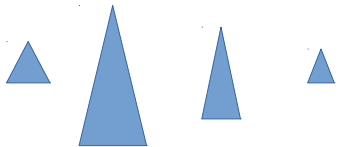
9a



9b

Sont utilisées également pour les plus petits des figures à reproduire entre des points avec le modèle au dessus.

- retranscription de l'orientation, test de E de SNELLEN.
- perception de la 2D, avec classement de figure de forme croissante.

Ex :  il faut les remettre dans l'ordre

- repérer des figures enchevêtrées, Ex :



- Test de perception synchrétique, deux colonnes représentant chacune une moitié de lettre ou forme, ce sera alors la capacité à retrouver les deux bons éléments.



Ex :

- Épreuve de comparaison de lettres, le test est composé de deux colonnes de suite de lettres qui sont à comparer. On peut remarquer sur cette épreuve des saccades et des mouvements répétés entre les colonnes, des sauts d'une ou plusieurs lignes. Ce sont ces signes observés qui montrent la présence d'un trouble.
- L'habileté perceptive sera effectuée avec un test de lecture, en général c'est le test de « M<sup>r</sup> petit ». Un test de fenêtre de copie « la baleine paresseuse » sera utilisé aussi pour voir les capacités de l'empan visuel, sera noté le nombre d'allers et retours entre le modèle et la feuille (saccades) et le nombre de lettres. L'empan est le nombre de lettres/nombres de saccades sur les 3 minutes. Les normes sont CE1= 2,86 CE2= 4,10 CM1= 5,31 CM2= 7,15.

L'ensemble de ce bilan permet de connaître les capacités neurovisuelles de l'enfant en détail et de connaître les voies de rééducation spécifiques à lui apporter. J'ai pu remarquer que les tests utilisés dans le bilan ci-dessus étaient également utilisés par deux autres orthoptistes avec lesquelles j'ai pu avoir contact.

#### 4. La prise en charge

La prise en charge des troubles neurovisuels découle du bilan effectué et se fera chez l'orthoptiste quand les troubles ne sont pas associés à des problèmes graphiques type dysgraphie et dyspraxie. Un accompagnement sera proposé chez un psychomotricien en cas de troubles sévères et chez l'orthophoniste pour des troubles mineurs de l'écriture.

La complémentarité d'une équipe pluridisciplinaire en lien est important pour une rééducation la plus bénéfique possible. Elle est parfois dure à mettre en place, et



c'est pourquoi les parents devront insister et s'armer de patience. Il ne faut pas hésiter à rapporter les paroles de chaque professionnels aux autres professionnels entourant l'enfant afin que les soins et aides soient connexes.

## 5. Le rôle de l'opticien

L'opticien est un professionnel de la santé, il est d'un point de vue légal considéré comme un acteur du domaine paramédical. Des jurisprudences ont montrées qu'il est interdit à l'opticien d'utiliser un tonomètre afin de mesurer la pression intra-oculaire, d'instiller des gouttes (sérum physiologique, collyre, etc), de poser une lentille directement sur l'œil d'une personne, de faire pratiquer un l'entraînement visuo-moteur ; car ce sont des actes considérés à caractère trop médical et spécialisés. Hors certaines de ces compétences sont partie intégrante du cursus scolaire d'un opticien spécialisé (Bac+3, l'opticien classique est à Bac+2). La législation changera-t-elle ? Est ce que réaliser des tests et d'aiguiller les personnes dans la prise en charge constitue un diagnostic ?

L'opticien est une des premières personnes rencontrés lorsqu'un enfant a des problèmes de vision. Étant au contact de la population de façon simple et accessible peut-il être légalement un acteur dans la prise en charge de troubles neurovisuels ?

Les premiers tests d'un bilan neurovisuel mobilisent du matériel qu'il est possible d'avoir en magasin et ceux-ci font appel à des connaissances maîtrisées par l'opticien spécialisé. Le contact direct avec la population, contrairement à un ophtalmologiste ou un orthoptiste (profession encore peu connue), donne à l'opticien une place de choix pour créer un lien et donc mettre en confiance les personnes à la fois clients et patients. Cette relation de proximité et de confiance permet à la discussion de se faire naturellement. De plus afin d'adapter au mieux un équipement l'opticien doit poser des questions précises dans de nombreux domaines permettant de cerner les attentes, besoins et autres problèmes annexes. Ces informations sont des éléments clefs à la réussite d'un équipement et dans certains cas renseignent des difficultés qu'un enfant rencontre pour des taches scolaires ou autres lorsqu'il se rend en magasin pour des lunettes. C'est pour les adultes l'occasion d'aborder l'espérance

que les lunettes corrigent les soucis d'apprentissage, ils peuvent demander conseil lorsque la raison de leur venue en magasin ne concerne pas directement l'enfant ; c'est également l'occasion pour l'opticien de renseigner spontanément sur l'existence de visites ophtalmologistes avant les deux ans. Il aidera alors les parents dans la démarche de consultations par le biais de son réseau pluridisciplinaire comprenant ophtalmologiste, orthoptiste, orthophoniste.

De plus, l'opticien spécialisé peut réaliser les premiers tests du bilan neurovisuel étant un PPC, les masquages, le H test, la vision stéréoscopique, le champs visuel... Ces éléments permettent de vérifier sommairement les fonctions neurologique de la vision et donc de révéler une piste de prise en charge. L'opticien n'étant pas médecin il ne peut pas prononcer de diagnostic mais orientera vers les professionnels de santé en lien avec les suspicions.

# Conclusion

La dyslexie a longtemps été attribuée à des facteurs extérieurs, puis précisément à un trouble phonologique. Je me suis posé la question sur un impact des troubles oculaire lors d'une dyslexie, et nous avons pu voir qu'étant donné leur caractère supprimable par des solutions diverses et variées ils ne peuvent pas être la cause du trouble de l'apprentissage.

Au cour de mes recherches j'ai découvert la neurovision. J'ai pu constater que les études portées sur les troubles d'ordre phonologique et lésions cérébrales en lien ont servi de support aux hypothèses de troubles visuels d'ordre neuronal. Aujourd'hui, les spécialistes de la dyslexie et des troubles neuronaux, s'accordent à dire que les troubles neurovisuels tout comme les troubles phonologiques sont à l'origine de la dyslexie.

Pour moi le statut de professionnel de la santé de l'opticien et sa proximité avec la population lui confère un rôle légitime dans la prévention des troubles neurovisuels mais pas de la prise en charge. La réalisation des tests en magasin et l'accompagnement personnalisé des personnes qui sollicitent le conseil seront les éléments constitutif de cette prévention. L'opticien peut alors se réaliser comme un interlocuteur spécialiste du médical et non pas comme un simple vendeur de lunette.

# Bibliographie et sitographie

[1] Dépistage précoce des troubles de la fonction visuelle chez l'enfant pour prévenir l'amblyopie, V Modalités de repérage des troubles visuels dans la population générale des enfants de moins de 6 ans, Recommandations pour la pratique clinique

[www.sfpediatrie.com](http://www.sfpediatrie.com)

[2] Dépistage des troubles visuels chez l'enfant (PDF)

[www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr)

[3] Opération de la cataracte chez l'enfant, Opération du glaucome congénital, Traitement du strabisme, Public, Fiches infos patient, Ophtalmo-pédiatrie, 01/2013,

[www.sfo.asso.fr](http://www.sfo.asso.fr)

[4] Le nystagmus, symptômes et signes, l'oreille, 10/2012

[www.orl-hopital-lariboisiere.com](http://www.orl-hopital-lariboisiere.com)

[5] Troubles des apprentissages : les troubles "dys", Dossier réalisé en collaboration avec le Dr C.Huron, laboratoire de Neuroimagerie cognitive U992 Inserm-CEA, avec le Dr J.Ziegler, laboratoire de Psychologie Cognitive, UMR7290 CNRS et avec le Pr M.Habib, neurologue à l'hôpital La Timone à Marseille, centre de référence des troubles de l'apprentissage Résodys - Octobre 2014,

[www.inserm.fr](http://www.inserm.fr)

[6] Une seule anomalie à l'origine des trois manifestations principales de la dyslexie, Altered low-gamma sampling in auditory cortex accounts for the three main facets of dyslexia. K.Lehongre, A.L.Giraud, Inserm, F.Ramus, N.Villiermet, CNRS, D.Schwartz, Inserm, Neuron, 21/12/2011,

[www.inserm.fr](http://www.inserm.fr)

[7] Le « cerveau extra-ordinaire », la dyslexie en question (PDF), Docteur M.Habib neurologue,

[www.dysmoitout.org](http://www.dysmoitout.org)

[8] Les élèves présentant de troubles spécifiques des apprentissages, Mieux les connaître pour mieux les scolariser (PDF), Inspection académique de l'Ain, Académie de Lyon, Éducation nationale, 09/2009

[www2.ac-lyon.fr](http://www2.ac-lyon.fr)

[9] Dyslexie ? (PDF), livret d'information, direction départementale de l'éducation nationale de savoie,

[www.ac-grenoble.fr](http://www.ac-grenoble.fr)

[10] Constellation des dys et ses rapports avec l'efficacité intellectuelle (PDF), Docteur M.Habib neurologue

[www.pluradys.org](http://www.pluradys.org)

[11] Les symptômes de la dyslexie, Maladies, Index des maladies de A à Z, 2012,

[www.passeportsante.net](http://www.passeportsante.net)

[12] La véritable dyslexie : un problème neurologique, déficience neurologique et lecture, Gabriel Racle 1986, revue scientifique

[www.persee.fr](http://www.persee.fr)

[13] Human health and pathology (thèse), Guilhem Lbos, Université de Lyon, centre de recherche en neuroscience, 2009,

[www.tel.archives-ouvertes.fr](http://www.tel.archives-ouvertes.fr)

[14] Conflict control processing in adults with developmental dyslexia: An event related potentials study, G.Mahé, N.Doignon-Camus, A.Dufour, A.Bonnefond, INSERM, CNRS, 2014

Mme Bonnefond en personne

[15] Saisie visuelle, 1) L'aspect optomoteur, b) le traitement visuo-spaciale, c) l'enpan visuo-attentionnel, d) le traitement visioattentionnel,

[www.troubleneurovisuel.com](http://www.troubleneurovisuel.com)

[16] Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale ; J.P Walch, S.Valdois, C.Marendaz 1996, Persée, Revue scientifique

[www.persee.fr](http://www.persee.fr)

[17] Dyslexies développementales : Théorie de l'empan visuo-attentionnel (DOC), LPNC, ressources, S.Valdois, 2008,  
[webcom.upmf-grenoble.fr](http://webcom.upmf-grenoble.fr)

[18] Acquisition du langage écrit et empan visuo-attentionnel:une étude longitudinale, approche cognitive de l'apprentissage de la langue écrite, M.L.Bosse, S.Valdois, B.Dompnier  
<https://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00817793/document>

[19] Perception, Décision et Attention Visuelles ; ce que les potentiels évoqués nous apprennent sur le fonctionnement du système visuel, R.VanRullen,S.J.Thorpe  
[www.cerco.ups-tlse.fr](http://www.cerco.ups-tlse.fr)

[20] Analyse, Théorie visuelle,  
[www.ipubli.inserm.fr](http://www.ipubli.inserm.fr)

# Origine des images

Couverture : [www.julbo-eyewear.com](http://www.julbo-eyewear.com) pour la grande et  
[www.perso.numericable.fr/anglaisedyslexie](http://www.perso.numericable.fr/anglaisedyslexie) pour la petite

1 [www.hellerbrittani.wikispaces.com/Chromosome6](http://www.hellerbrittani.wikispaces.com/Chromosome6)

2 Orthophoniste Mme Combemale

3 [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com), Rétinoblastome

4 [www.marcoptic.com](http://www.marcoptic.com), Daltonisme, Le test d'Ishihara

5 [www.acces.ens-lyon.fr](http://www.acces.ens-lyon.fr), ressources, neurosciences, vision, comprendre, cas anomalies vision, cas7

6 a b c [www.ophtasurf.free.fr](http://www.ophtasurf.free.fr) : troubles vision

7 [www.jim.fr](http://www.jim.fr), accès a article sous code

8 [www.svtarcachon.free.f](http://www.svtarcachon.free.f), Cour de svt niveau 4<sup>ème</sup>, partie C les relations au sein de l'organisme, chapitre 1 Relation entre organes par le système nerveux, A le fonctionnement nerveux

9 a b Copie d'une figure complexe et attention exécutive à l'âge préscolaire, A.Danis, C.Lefèvre, E.Devouche, J.Serres, N. Prudhomme, C.Bourdais, M.G.Pêcheux, Enfance 2008 vol 60, presses universitaire de France, sur [www.cairn.info](http://www.cairn.info)