



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

Directeur Professeur Jacques LUAUTE

L'intérêt de l'utilisation de la police de caractères Luciole pour des personnes devenues malvoyantes, dans le cadre de la DMLA

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPTISTE

Par

Alanah POULAIN – Eloïse PERRIER

Autorisation de reproduction

LYON, le 14/06/2022

Professeur Ph. DENIS
Responsable de l'Enseignement
Mme E. LAGEDAMONT
Directrice des Etudes

N° 2022-05

Président
Pr Frédéric FLEURY

Vice-président CFVU
M. CHEVALIER Philippe

Vice-président CA
M. REVEL Didier

Vice-président CS
M. VALLEE Fabrice

Directeur Général des Services
M. ROLLAND Pierre

Secteur Santé

U.F.R. de Médecine Lyon Est
Directeur
Pr. RODE Gilles

U.F.R d'Odontologie
Directeur
Pr. SEUX Dominique

U.F.R de Médecine Lyon-Sud
Charles Mérieux
Directrice
Pr BURILLON Carole

Institut des Sciences Pharmaceutiques
et Biologiques
Directrice
Pr VINCIGUERRA Christine

Département de Formation et
Centre de Recherche en Biologie
Humaine
Directeur
Pr SCHOTT Anne-Marie

Institut des Sciences et Techniques de
Réadaptation
Directeur
Pr Jacques LUAUTE

Comité de Coordination des
Etudes Médicales (CCEM)
Pr COCHAT Pierre

Secteur Sciences et Technologies

U.F.R. Des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (S.T.A.P.S.)

Directeur

M. VANPOULLE Yannick

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur

M. LEBOISNE Nicolas

Institut National Supérieur du Professorat et de l'éducation (INSPé)

Directeur

M. CHAREYRON Pierre

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

M. ANDRIOLETTI Bruno

POLYTECH LYON

Directeur

Pr PERRIN Emmanuel

IUT LYON 1

Directeur

M. VITON Christophe

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique de Lyon (ESCPE)

Directeur

M. PIGNAULT Gérard

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

Mme DANIEL Isabelle

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements aux personnes qui nous ont aidées dans la réalisation de ce mémoire, et à celles qui nous ont accompagnées pendant nos trois années d'études.

Nous remercions Monsieur le Professeur Philippe DENIS, chef du service d'ophtalmologie de l'Hôpital de la Croix Rousse, et responsable de la formation de l'école d'Orthoptie de Lyon.

Nous adressons nos sincères remerciements à Madame Estelle LAGEDAMONT, responsable des études pour cette dernière année au sein de l'école d'Orthoptie, responsable des stages et des mémoires également, pour son enthousiasme et son implication dans notre formation.

A Madame Claudine CHAMBARD, responsable des études pour nos deux premières années.

A Madame Karen PONTON, responsable des mémoires, pour son implication et sa bonne humeur en stage.

A Monsieur Brice GOUTAGNY, pour ses cours, et sa disponibilité durant ses trois années.

A Madame Valérie PERROT-PONCET et Madame Mélanie STALDER, pour leurs quelques cours cette année.

Nous remercions tout particulièrement, Monsieur Nicolas CHAVE, notre maître de mémoire, qui nous a permis de le réaliser en nous partageant son temps, ses connaissances en études cliniques, et sa confiance.

Nous remercions également le CTRDV, et tout particulièrement Mme Hind DRISSI et Monsieur Jonathan FABREGUETTE, qui ont participé à la création de la police de caractères Luciole, pour avoir cru en notre sujet d'étude, et pour nous avoir donné les moyens de réaliser ce mémoire.

Nous remercions tous les orthoptistes qui ont porté de l'intérêt à notre projet.

Nous tenons aussi à remercier nos camarades de promotion présents ces trois années, nos amis et nos familles.

Table des matières :

<u>Abréviations utilisées</u>	6
<i>I. Introduction</i>	7
<i>II. Cadre théorique</i>	8
A. De l'anatomie à la fonction de l'œil	8
1. Œil sain	8
2. Rétine saine	9
3. Vision et lecture	11
B. Lien entre typographie et lecture	12
1. Critères de lisibilité des caractères	12
2. La police la plus communément utilisée	14
3. Les polices spécialisées	15
4. Création de la police Luciole, ses caractéristiques et son utilisation	16
C. Vision et DMLA	17
1. DMLA	17
a. Prévalence et symptômes	17
b. Les formes avancées	18
c. Traitements	21
2. La déficience visuelle	22
a. Prévalence et définition selon l'Organisation Mondiale de la Santé	22
b. Les différents stades de la déficience visuelle	23
3. Impact de la déficience visuelle dans la DMLA	23
a. Atteinte de la vision fine	24
b. Coordination visuomotrice	25
c. Altération de la perception de l'environnement	25
d. Aspect social	26
e. L'acceptation du handicap	27
f. La prise en charge basse vision	27
g. Adaptation au scotome central : le phénomène de complétion	28
4. Aspect cognitif de la DMLA	29
5. Lien avec la Neurovision	30
a. Définition	30
b. Méthode de lecture	31
c. Atteinte neurovisuelle	32
d. Lien entre la neurovision et la basse vision	32
<i>III. Problématique : La police de caractères Luciole a-t-elle un impact sur le confort de lecture des patients atteints de DMLA ?</i>	34
<i>IV. Méthodologie et protocole</i>	35
A. Dispositif de recherche et hypothèses	35

B.	Population, critères.....	35
C.	Présentation des instruments de recherche.....	36
D.	Passations	38
1.	La vitesse de lecture	38
2.	La préférence de typographie	38
3.	L'acuité visuelle de près.....	39
V.	<i>Présentation des résultats</i>	39
A.	Etude de l'acuité visuelle de près	39
1.	Etude de l'AV dans notre population.....	39
2.	Etude de l'AV des yeux atteints de DMLA.....	41
3.	Etude de l'AV des yeux pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3.....	41
4.	Etude de l'AV des yeux pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3	42
B.	Etude de la vitesse de lecture	42
1.	Etude de la fluence dans notre population.....	42
2.	Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA.....	42
3.	Etude de la fluence chez les sujets pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3.....	43
4.	Etude de la fluence chez les sujets pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3.....	43
5.	Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA bilatérale.....	44
6.	Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA unilatérale	44
C.	Etude de la préférence de typographie	45
1.	Etude de la préférence dans notre population.....	45
2.	Etude de la préférence des yeux atteints de DMLA.....	46
3.	Etude de la préférence des yeux pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3.....	47
4.	Etude de la préférence des yeux pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3	47
VI.	<i>Discussion</i>	48
VII.	<i>Conclusion</i>	50
	<u><i>Bibliographie</i></u> :	51
	<u><i>Annexes</i></u> :	54

Abréviations utilisées

- ✓ **AV** : Acuité visuelle
- ✓ **Pa** : Parinaud
- ✓ **P3** : Parinaud 3
- ✓ **NO** : Nerf optique
- ✓ **GO** : globe oculaire
- ✓ **DMLA** : Dégénérescence maculaire liée à l'âge
- ✓ **MLA** : Maculopathie liée à l'âge
- ✓ **IVT** : Injection intra vitréenne
- ✓ **OCT** : Tomographie à cohérence optique
- ✓ **HAS** : Haute autorité de santé
- ✓ **CTRDV** : Centre Technique Régional pour la Déficience Visuelle
- ✓ **BDEA** : Banque de Données de l'Édition Adaptée
- ✓ **INJA** : l'Institut National des Jeunes Aveugles
- ✓ **VEGF** : Vascular Endothelial Growth Factor
- ✓ **MMS** : Mental Minimal Score
- ✓ **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ✓ **PRL** : Preferred Retinal Location : fixation préférentielle
- ✓ **MCLM** : mots correctement lus par minute
- ✓ **AVP** : acuité visuelle de près
- ✓ **H0** : hypothèse nulle
- ✓ **H1** : hypothèse alternative
- ✓ **CO** : Correction optique

I. Introduction

Luciole est une police de caractères récente, conçue pour améliorer le confort visuel des jeunes déficients visuels, et ainsi leur permettre une meilleure accessibilité aux documents scolaires. En effet, face au handicap visuel, les jeunes se retrouvent limités dans la vie de la classe, pour participer, et dans certaines activités comme le langage écrit, ou la lecture.

Ses fondateurs ont donc eu la volonté de créer un moyen pour améliorer le confort de lecture des personnes déficientes visuelles, et que celui-ci soit facile d'accès. Luciole est donc libre d'accès et gratuite, elle a été pensée pour améliorer la lisibilité des textes aussi bien sur papier que sur écran. Elle peut aussi être adaptée à d'autres langues que le français ainsi qu'aux symboles mathématiques.

Cette police a été évaluée sur des jeunes de 6 à 35 ans malvoyants, toutes pathologies confondues.

La DMLA est la première cause de déficience visuelle chez les personnes de plus de 50 ans en France, et reste une cause principale au niveau mondial. C'est une pathologie dégénérative qui touche essentiellement le centre de la rétine, la macula. Cela provoque, entre autres, un scotome en vision centrale qui se révèle très handicapant notamment pour la lecture.

Nous nous sommes alors demandé si la police de caractère Luciole permettait d'augmenter la lisibilité des textes aussi bien pour des personnes jeunes, apprenant ou améliorant leur lecture, que des personnes âgées, qui ont lu toute leur vie et dont la vision s'est dégradée. Nous avons décidé d'appliquer cette question seulement aux patients atteints de DMLA, dans la mesure où ce sont les personnes déficientes visuelles que nous voyons le plus dans nos lieux de stages. Ainsi nous chercherons à savoir si la police Luciole permet un gain d'acuité visuelle et un meilleur confort lors de la lecture, par rapport à une police de caractères plus conventionnelle.

Notre problématique est alors la suivante : « La police de caractères Luciole a-t-elle un impact sur le confort de lecture des patients atteints de DMLA ? »

Nous commencerons par décrire l'anatomie de l'œil et de la rétine, ainsi que les liens entre la typographie et la lecture. Ensuite nous détaillerons la pathologie de la DMLA, ses impacts sur la vision, et son retentissement sur les personnes atteintes. Nous expliquerons dans notre partie pratique, notre méthodologie de recherche et protocole, et enfin les résultats obtenus.

II. Cadre théorique

A. De l'anatomie à la fonction de l'œil

1. Œil sain

L'œil est l'organe permettant de capter les informations lumineuses autour de nous, pour ensuite les intégrer et créer une image de notre environnement. C'est l'organe essentiel au sens de la vue. Il est composé de trois tuniques : La tunique externe, constituée de la cornée, du limbe et de la sclérotique, la tunique moyenne composée de l'iris, des corps ciliaires et de la choroïde, et la tunique interne représentée par la rétine qui est tapissée de photorécepteurs, permettant de recevoir les informations lumineuses [Figure 1].

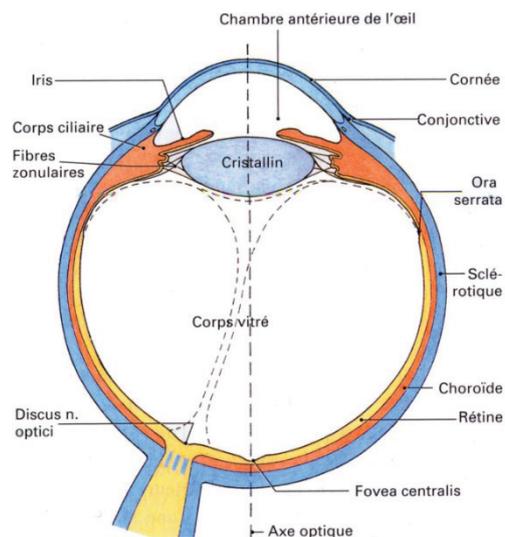


Figure 1 : Coupe transversale d'un œil droit

Pour que la rétine puisse capter les rayons lumineux, l'œil est composé de milieux transparents. Ils pénètrent dans l'œil par le hublot transparent qu'est la cornée, sur la face antérieure de l'œil. Ils traversent ensuite l'humeur aqueuse dans la chambre antérieure, le cristallin, puis le corps vitré, pour enfin traverser les neurones de la rétine et atteindre les photorécepteurs, qui vont convertir l'information lumineuse en influx nerveux. Tout obstacle, ou non transparence de ces milieux, induira une mauvaise perception visuelle [Figure 2].

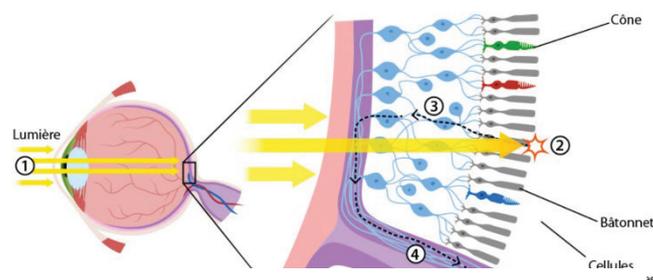


Figure 2 : Trajet lumineux dans le globe oculaire

2. Rétine saine

La rétine est une membrane fine et transparente qui tapisse la surface interne du globe oculaire. Elle s'étend du nerf optique, jusqu'à l'ora serrata, qui est en continuité avec les épithéliums des corps ciliaires.

La rétine est un tissu neurosensoriel composé de photorécepteurs, qui réagissent à la lumière et la convertissent en message nerveux : c'est la phototransduction.

C'est un élément du système nerveux central, une émanation du cerveau, qui est constituée de deux types de tissus : le tissu neurosensoriel et l'épithélium pigmentaire.

L'influx nerveux est transmis au cortex visuel par le biais du nerf optique qui va transférer l'information par les voies visuelles centrales.

La rétine est une structure photosensible et pluristratifiée. Sa surface externe est en contact avec la membrane de Bruch de la choroïde et sa surface interne est en contact avec le corps vitré.

La rétine centrale se situe dans la continuité de l'axe optique. On y trouve la macula, la fovéa et la fovéola, qui sont chacune des dépressions les unes par rapport aux autres [Figure 3]. Pour simplifier la compréhension, nous parlerons essentiellement de la macula, la fovéa et la fovéola étant incluses dans cette zone.



Figure 3 : OCT maculaire (à gauche), photo d'un fond d'œil (à droite)

La rétine périphérique est alors de part et d'autre de la rétine centrale jusqu'à l'ora serrata. Situé en nasal de la macula, il y a le nerf optique, dont l'entrée dans le globe oculaire est aussi appelée papille optique. C'est ce qui représente la tâche aveugle que nous pouvons percevoir en vision monoculaire, et qui est due à une absence de photorécepteurs. En effet le nerf optique est composé des axones des cellules ganglionnaires présentes au sein de la rétine.

On retrouve deux types de photorécepteurs sur la rétine. Au niveau de la rétine centrale, les cônes permettent la vision des couleurs, et une discrimination visuelle très précise, qui permet d'induire la fixation oculaire ainsi que la poursuite visuelle. Ils s'activent en réponse à une forte stimulation lumineuse et assurent la vision photopique. Leur densité diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la macula, pour arriver sur la rétine périphérique.

Les bâtonnets sont donc présents au sein de la rétine périphérique. Ils permettent la vision des contrastes, en nuances de gris, et la vision des mouvements, ce qui induit les mouvements de saccades oculaires. Ils s'activent en réponse à un faible stimulus lumineux, et permettent la vision scotopique.

La structure de la rétine est inversée : la lumière traverse les différentes couches de la rétine avant d'atteindre les photorécepteurs. Ceci est vrai pour toutes les régions de la rétine, sauf la fovéa.

Du fait de la dépression qu'elle représente, la lumière atteint directement les photorécepteurs. Ce qui participe au fait que la macula soit le centre de référence de la vision nette.

La rétine étant une structure pluristratifiée, elle est composée de plusieurs types de cellules, qui sont des neurones, interneurones et cellules gliales. Du plus postérieur au plus antérieur, il y a les photorécepteurs, qui sont des neurorécepteurs sensoriels qui assurent la réception du signal « lumière » et le transforment en influx nerveux via la phototransduction. Il y a également les cellules bipolaires et les cellules ganglionnaires [Figure 4]. Ce sont les axones de ces dernières qui constituent le NO, et assurent la propagation de l'influx vers le cortex.

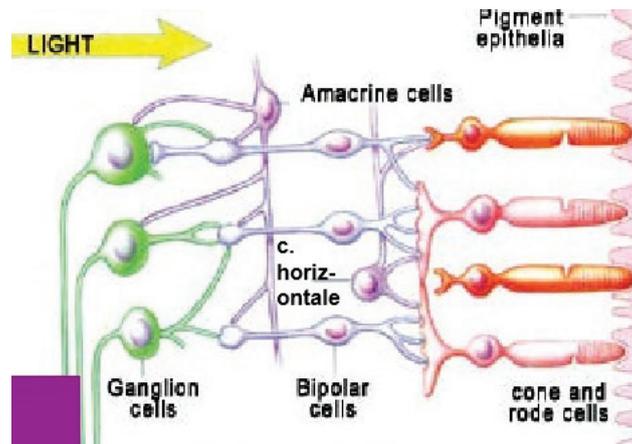


Figure 4 : Représentation des différentes cellules de la rétine

Nous pouvons séparer les différentes catégories de cellules en 10 couches. La couche n°1 étant la plus externe, et la n°10, la plus interne [Figure 5].

- ✓ La couche n°1 est l'épithélium pigmentaire de la rétine qui repose sur la membrane de Bruch de la choroïde.
- ✓ La couche n°2 est constituée des segments internes et externes des photorécepteurs.
- ✓ La couche n°3 est la membrane limitante externe qui représente la ligne de jonction entre les photorécepteurs et la couche n°4.
- ✓ La couche n°4 est composée des noyaux des photorécepteurs, c'est la couche granulaire externe ou nucléaire externe.
- ✓ La couche n°5 est la couche plexiforme ou synaptique externe, c'est une zone de contact synaptique entre les cellules photoréceptrices, les cellules bipolaires et les cellules horizontales.
- ✓ La couche n°6 est la couche nucléaire interne, qui regroupe les noyaux des cellules bipolaires, des cellules horizontales et amacriennes et des cellules de Müller.
- ✓ La couche n°7 est la couche plexiforme interne, qui cette fois-ci est une zone de contact synaptique entre les cellules bipolaires, les cellules ganglionnaires et les cellules amacriennes.
- ✓ La couche n°8 est celle des cellules ganglionnaires.
- ✓ La couche n°9 est composée des fibres nerveuses optiques.
- ✓ La couche n°10 est la membrane limitante interne qui sépare la rétine du corps vitré.

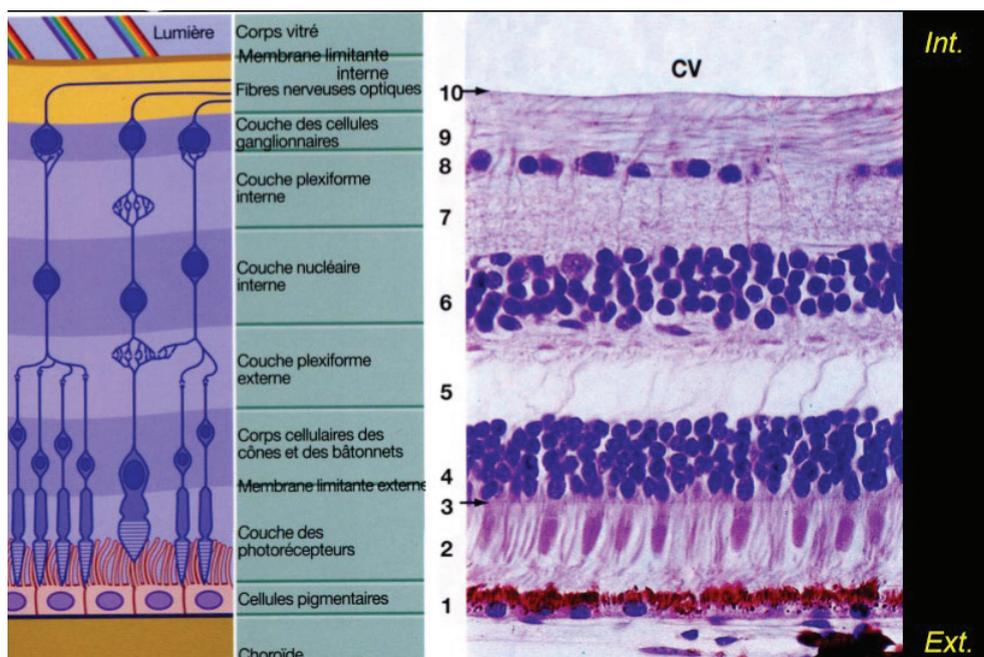


Figure 5 : Coupe transversale de la rétine

3. Vision et lecture

La rétine est le capteur du signal lumineux qu'est l'information visuelle, et sa haute spécification permet aux structures supérieures de traiter l'information. La rétine centrale permettant une vision détaillée de haute précision, nous la sollicitons pour toutes les tâches du quotidien, dont la lecture. Le pouvoir de discrimination est ainsi conféré par la rétine centrale, c'est le critère principal permettant d'avoir une bonne vision, qui est déterminée grâce à l'évaluation de l'acuité visuelle.

Il existe plusieurs types d'acuité visuelle, les principales sont les acuités visuelles angulaire et morphoscopique. L'acuité visuelle angulaire fait intervenir le pouvoir séparateur rétinien ou le minimum séparable, c'est-à-dire la plus petite distance entre deux points perçus par l'œil. En deçà de celle-ci, les deux points ne sont perçus qu'en un unique. Les optotypes permettant d'évaluer cette acuité visuelle angulaire sont l'anneau de Landolt, le E de Snellen ou le E de Raskin [Annexe 1] (1). L'acuité visuelle morphoscopique, quant à elle, utilise aussi ce principe, mais met aussi en jeu la reconnaissance des formes et donc fait participer les structures supérieures permettant l'intégration et le traitement des informations (1). Pour des adultes c'est cette dernière qui est évaluée, grâce à l'échelle de Monoyer, dont l'unité est décimale.

Une bonne lecture nécessite alors de bonnes capacités perceptives et sensorielles, mais aussi de bonnes capacités oculomotrices et intégratives. Ainsi une bonne acuité visuelle est primordiale, mais un déficit du champ visuel peut aussi avoir de lourdes conséquences. En effet la lecture résulte d'une alternance de mouvements de fixations et de saccades. La fixation étant initialisée par la rétine centrale, et les saccades par la rétine périphérique.

De plus, l'aptitude à la lecture correspond à la capacité à transformer des marques sur un papier en un texte clair et compréhensible. Pour cela, comme il est expliqué plus haut, nous avons besoin d'une bonne vision. Mais l'aspect cognitif est également primordial. Une des aires cérébrales activées lors de la lecture est l'aire de la forme visuelle des mots (2). Cette aire cérébrale se situe dans la région occipito-temporale gauche. Elle commence à s'activer dès l'apprentissage de la lecture, et son efficacité de réponse au stimulus augmente de façon proportionnelle à la présentation du stimulus. Plus nous lisons, plus elle s'active et répond rapidement. Elle nous permet, entre autres, d'être capable de reconnaître un mot quelle que soit sa taille, sa police d'écriture, sa lisibilité. Elle est responsable du phénomène de closure visuelle qui nous permet de reconnaître le mot même s'il est incomplet. La closure visuelle est très utilisée notamment par les personnes ayant une DMLA, car la plupart des objets qu'elles voient sont incomplets dans leur champ de vision. Cette aire nous alerte également pour l'agencement de lettres dans un mot, ainsi que pour les différences entre deux mots. Cela nous permet de différencier « TREFLE » et « REFLET » par exemple, où une seule lettre a une position différente, ou « DEUX » et « DOUX » dans lesquels une lettre est différente.

Ainsi, elle entre en jeu dans la reconnaissance d'optotypes, et permet de faire la différence entre tous les anneaux de Landolt par exemple.

Au début de l'apprentissage de la lecture nous utilisons une méthode sérielle, c'est-à-dire de déchiffrement des lettres ou de groupes de lettres, des graphèmes, pour les associer à des sons, des phonèmes, et donc leur donner un sens. C'est par exemple ce qui nous arrive lorsque nous lisons pour la première fois un texte en langue étrangère. Puis à force de répétition, nous mémorisons la forme des graphèmes, des ensembles de lettres ou de mots, ce qui nous permet de lire le mot en une seule fois, sans regarder en détails chaque graphème. Cela va de pair avec la connaissance du langage oral, sans lequel nous ne pouvons pas associer de graphèmes aux phonèmes et donc pas donner de sens à ce que nous lisons. L'aire de la forme visuelle et les aires du langage oral sont donc en lien lors de la lecture. Nous utilisons alors une méthode de lecture lexicale, qui permet une compréhension augmentée du texte lu, puisque cette voie permet de passer directement du graphème au sens du mot (2).

Notre compréhension des textes et facilité à lire sont accrues à l'âge adulte, à force d'entraînement répété à la lecture dans notre quotidien. Mais avec l'âge et la cognition diminuant, les stratégies d'encodages se modifient, l'étude de M. -A. Schelstraete, M. Hupet et D. Desmette (3) montre en effet qu'avec l'âge la vitesse de lecture est ralenti, et ce d'environ 20%.

B. Lien entre typographie et lecture

1. Critères de lisibilité des caractères

La capacité de lecture nécessite bien sûr de bonnes capacités visuelles ainsi qu'un bon fonctionnement de l'œil. Mais la lisibilité d'un texte ne dépend pas seulement de ces critères. De multiples études ont été réalisées pour essayer de déterminer les caractéristiques typographiques impactant sur la lisibilité. J. Nersveen (et al) décrit que la modification de ces critères peut influencer la lecture des personnes normo-voyantes et malvoyantes (4).

On retrouve notamment la présence ou l'absence d'empâtements (aussi appelés sérifs), la taille de point des caractères, la hauteur de x (x-Height), la largeur du trait. Mais aussi l'espacement entre les lettres et celui entre les lignes de texte, le contraste et la couleur (4). Pour ces derniers critères peu d'études ont été réalisées, c'est pour cela que nous ne les détaillerons pas ici.

Il est important de souligner que concernant la basse vision, certes des critères de lisibilité des caractères ont été définis, mais ils restent adaptables pour chaque personne.

L'empâtement est l'extrémité d'un trait qui termine une lettre, ce critère est caractéristique de certaines typographies. On peut scinder les différentes polices de caractères en deux groupes, avec ou sans empâtement [Figure 6 et 7]. Ce dernier permet, pour certaines polices et selon la mise en page, d'augmenter légèrement l'espace entre les lettres et donc de permettre une meilleure lisibilité. De plus, la présence de sérifs crée un rythme horizontal, permettant de guider l'œil lors de la lecture (5). Ces derniers sont alors utilisés de préférence pour les textes denses. Cependant le fait que l'empâtement facilite la lisibilité reste encore un débat. Actuellement les polices conçues pour les personnes malvoyantes permettant de faciliter la lecture restent sans sérif (6), la présence même des empâtements pouvant être assimilée à du bruit visuel, et donc interférer avec la reconnaissance des lettres (5). Mais aucune recherche prouvant une augmentation significative de la lisibilité des polices sans sérif pour des personnes déficientes visuelles n'a été recensée, en raison des variables existantes telles que la luminosité, le contraste, ou la structure de la police elle-même (6).



Figure 6 : la lettre A avec et sans empâtements

Polices sans empâtement	Polices avec empâtements
Arial	Times New Roman
Calibri	Courier
Verdana	Georgia

Figure 7 : exemples de polices avec et sans empâtements en taille 11

Dans l'étude de Morris, Aquilante, Yager et Bigelow (2002), où ils ont comparé la lecture de deux textes en police avec empattements mais à une distance de lecture différente, modifiant ainsi la taille de point, ils ont conclu que les sérifs pouvaient altérer la lecture pour les petites tailles de point (4). En effet il a été recensé que pour les polices de tailles inférieure à 12 points, les sérifs paraissent plus néfastes, alors que pour être bénéfiques il faudrait une police de tailles supérieure à 16 ou 18 points (4).

De plus dans l'étude de Campbell et al. (2005) les participants préféraient les polices sans empattements. Mais les résultats de cette recherche ne permettent pas d'affirmer que la présence de sérifs améliore la lisibilité des caractères, même s'il semble y avoir une préférence subjective (4).

Nous pouvons néanmoins souligner que même si de manière subjective les participants aux différentes études préfèrent les polices sans empattements, l'espacement interlettre n'en est pas moins important, notamment en ce qui concerne les personnes ayant une déficience visuelle, et plus particulièrement chez celles ayant une fixation excentrique. Un espacement interlettre adéquat peut ainsi réduire les confusions de lettres (4).

La taille du point d'une police de caractères, aussi appelé son corps, correspond à la taille de la police que nous pouvons utiliser au quotidien sur nos logiciels de traitement de texte, comme la taille 11 par exemple. La hauteur de x quant à elle, correspond à la taille de référence des lettres d'une police concernée pour une taille de point donnée (6). On les différencie car pour deux polices différentes de corps identiques, la taille des lettres peut varier, comme nous pouvons le remarquer dans la [Figure 6], entre la police Verdana et Calibri. C'est la hauteur de la lettre « x » qui est prise comme référence, car cette lettre ne présente pas d'élément ascendant ou descendant (contrairement au « p » ou au « d », par exemple). Ainsi, pour que deux typographies soient équivalentes et comparables, il ne faut pas qu'elles aient la même taille de point, mais bien la même hauteur de x.

Pour des personnes malvoyantes, la taille des lettres, et donc la hauteur de x, détermine la lisibilité d'un texte. L'étude de Arditi & Cho (2007) (7) prouve que pour un texte avec une police telle que Courier, où la hauteur de x est plus grande, la vitesse de lecture est nettement améliorée par rapport à un texte avec une police comme Times New Roman pour lequel la hauteur de x est plus petite (8).

2. La police la plus communément utilisée

D'après les ouvrages disponibles sur la Banque de Données de l'Édition Adaptée, à l'Institut National des Jeunes Aveugles (9), et ceux disponibles sur la mallette ressources du Centre Technique Régional pour la Déficience Visuelle (10), la typographie qui semble la plus largement utilisée pour les documents destinés aux personnes déficientes visuelles est l'Arial. Ce constat est appuyé par les professionnels travaillant sur le terrain (11). Cela peut s'expliquer par le fait que cette police soit ancienne (créée en 1982). Elle est aussi très répandue et connue car c'est la typographie qu'a utilisé Microsoft pour son système d'exploitation Windows, ainsi que pour Mac chez Apple (12).

Ainsi la police Arial comporte des caractères qui offrent une bonne lisibilité des lettres, en petite ou plus grande taille, et est sans empattements. Elle a donc été plus récemment préconisée pour les textes imprimés, notamment dans le cadre de l'accessibilité aux ressources de l'éducation nationale (13).

Nous nous sommes demandé si, concernant les textes officiels du gouvernement devant être accessibles au plus grand nombre, il existait une typographie réglementée. Et en effet, depuis le début de l'année 2020, l'état a développé sa police de caractères propre, la police Marianne© [Figure 8], dans le but, entre autres, de simplifier la compréhension du citoyen et sa perception de l'action publique. Cette typographie est donc réservée à l'usage exclusif des acteurs de la sphère étatique. Elle a été pensée avec sobriété afin d'améliorer la lisibilité et l'identification des supports de communication (14). La police Marianne© semble être un compromis entre l'effet signature du gouvernement, et l'accessibilité du contenu écrit au plus grand nombre. La typographie Arial est autorisée en substitution à la police Marianne© (14), ce qui renforce l'idée que la police Arial soit la plus communément utilisée.

RÉPUBLIQUE RÉPUBLIQUE

Figure 8 : police Marianne© (à gauche) et police Arial (à droite) en gras

3. Les polices spécialisées

Nous pouvons nous questionner sur l'importance d'avoir une police adaptée à une déficience donnée, sur le rôle que cela joue pour la compréhension, les apprentissages ou l'insertion sociale. Déjà plusieurs polices adaptées ont vu le jour, afin d'améliorer la lisibilité des textes pour un public cible. Par exemple pour les enfants dyslexiques, afin de les aider dans les apprentissages scolaires, la police Dyslexie© (15) a été créée. Cette police a prouvé son intérêt en démontrant qu'elle permet d'améliorer la compréhension des textes pour des enfants dyslexiques, augmentant ainsi leur aisance lors de la lecture (16).

La police EIDO (17) a été créée pour les personnes ayant une DMLA, présentant donc un scotome central. Elle a été pensée pour augmenter les différences entre les lettres afin que celles-ci soient mieux reconnaissables en vision périphérique. L'étude permettant de valider cette police a été faite sur des sujets normaux-voyant auxquels on a créé un scotome central. Les résultats montrent que la police EIDO permet d'améliorer la reconnaissance des lettres en vision périphérique, mais ne permet pas d'améliorer les performances de lecture (8).

La police Luciole est née en 2019 après deux années de collaboration entre le CTRDV et le studio typographies.fr. Cette police prend en compte la structure des lettres, l'encombrement des mots, les espacements interlettres et interlignes, pour apporter une lisibilité optimale aux élèves malvoyants, et qu'elle soit utilisable par les professionnels de l'édition adaptée (18).

La création, mais surtout l'utilisation de ces différentes polices prouve leur efficacité et leur nécessité pour continuer d'intégrer les personnes malvoyantes, et ainsi permettre la continuité de l'éducation et de l'information.

Un visuel de ces différentes polices spécialisées est accessible en [Annexe 2].

4. Création de la police Luciole, ses caractéristiques et son utilisation

La police de caractères Luciole a été pensée pour améliorer l'accessibilité aux documents scolaires pour les jeunes déficients visuels. En facilitant la lisibilité des documents scolaires, les apprentissages s'en retrouvent facilités, car une police adaptée permet de limiter la déconcentration et la fatigue.

En comparaison avec la police Arial, Luciole a des contreformes plutôt ouvertes, l'espace interlettres est plus important, les lettres ont été dessinées de façon à ne pas être confondues et la différence entre le mode « normal » et le mode « gras » est plus importante. Les accents et les points sont volontairement plus gros que la moyenne, pour être perçu correctement par les personnes malvoyantes [Figure 9]. Ces critères sont appelés critères de design (11).



Figure 9 : Comparaison des polices Arial et Luciole

L'intérêt de la police Luciole est d'être un outil aussi adapté qu'accessible pour que toute personne qui trouve une amélioration en lisant avec puisse l'utiliser. Pour cela le principal critère d'usage est alors sa gratuité (11). Luciole est donc libre d'accès et disponible sur le site <http://luciole-vision.com>.

Cette police ayant été pensée pour des jeunes déficients visuels, les tests pour sa validation ont été réalisés avec des participants âgés de 6 à 35 ans, n'ayant pas de troubles associés. Ils étaient scolarisés ou étudiants dans la région Rhône-Alpes. Durant l'étude les participants ont été classés par groupe en fonction de leur cycle scolaire, pour leur présenter des tests adaptés à leur niveau, et non pas en fonction de leur déficit visuel. Pour valider la police Luciole, elle a été comparée à cinq autres polices (dont Dyslexie© et EIDO), ne présentant pas d'empâtements et dont la taille de x a été étalonnée, pour évaluer les critères suivants : le classement des six typographies selon l'ordre de préférence pour lire, la fluence de lecture, la compréhension du texte, et le nombre d'erreurs lors de la lecture. Toutes ces épreuves ont été réalisées sur papier et sur écran, pour un groupe de participants normo-voyants et un groupe de participants malvoyants (8).

Les résultats de cette étude montrent que pour presque la moitié des participants malvoyants (47,3%) la police Luciole est préférée par rapport aux cinq autres lorsqu'elle est lue sur papier. Cette préférence est significative par rapport aux polices EIDO et Dyslexie. Concernant la fluence de lecture, il y a une amélioration significative avec la police Luciole, par rapport à EIDO seulement. Il est important de préciser que dans cette étude, le temps de lecture pour un texte donné a été chronométré et non

le nombre de mots lus en fonction du temps. Enfin pour la compréhension, les textes sont globalement bien compris, peu importe la typographie utilisée.

La comparaison avec le groupe de normo-voyants est difficile, car l'échantillon a été réduit à cause du COVID-19. Pour la comparaison avec les cinq autres polices, Luciole n'est pas la préférée, et la fluence en lecture est sensiblement la même pour chaque typographie. Globalement le nombre d'erreurs ne varie pas en fonction des polices de caractères que ce soit pour le groupe de participants malvoyants ou pour celui des normo-voyants (8).

Actuellement la police de caractères Luciole est utilisée par des éditeurs spécialisés dans les livres en gros caractères de références, certains ont transcrit la totalité de leur collection en Luciole face aux retours positifs des clients (11). Elle est naturellement aussi utilisée par beaucoup de centres de transcription. Ainsi que plus ponctuellement par des institutions comme la Ville de Paris ou le Ministère de L'Intérieur (11), d'ailleurs lors des confinements et des couvre-feux passés, cette police a été utilisée pour les attestations de déplacement. Son utilisation s'est donc élargie au-delà des élèves déficients visuels, pour plus de 900 000 personnes malvoyantes en France et à l'étranger (11). Cette police ayant aussi été développée pour les écrans, elle est compatible avec les livres numériques. Des sites internet comme celui du comité Louis Braille (19), celui du CERTAM (20) ou celui de l'association DMLA (21) l'utilisent déjà, ou encore des applications où la police Luciole est proposée sur l'interface, comme VoxiWeb (22) ou Dolphin EasyReader (23).

C. Vision et DMLA

1. DMLA

a. Prévalence et symptômes

La Dégénérescence Maculaire Liée A L'âge, ou DMLA, est une cause de malvoyance mondiale majeure chez les personnes de plus de 50 ans. En France, elle est la première cause de déficience visuelle chez les plus de 50ans, et concerne environ 20 millions de personnes en Europe (24). Son taux d'apparition augmente avec l'âge, en effet elle touche 10% des personnes entre 65 et 75 ans, et environ 25% des personnes de plus de 75 ans d'après l'INSERM (25). De plus, des facteurs de risques entrent en jeu, notamment le tabagisme, l'obésité, la consommation d'alcool mais aussi la génétique (25). C'est donc une pathologie multifactorielle.

Cette pathologie rétinienne se traduit par une atteinte maculaire acquise. Elle est bilatérale et asymétrique, en effet, on note pour le deuxième œil un facteur de risque d'apparition de la pathologie augmentant de 10% par an après la découverte de l'atteinte du premier œil (d'après la HAS) (26). Les patients atteints présentent alors une baisse de vision centrale progressive de loin comme de près. Ils peuvent être sujets à des métamorphopsies, qui sont surtout perçues lors de la lecture ou à la conduite. Les patients peuvent aussi être atteints de photophobie, et gênés pour lire ou voir des choses précises du fait d'une diminution de la sensibilité aux contrastes, s'ajoutant à la baisse d'acuité visuelle. A des stades très évolués ces patients peuvent présenter un scotome central. Néanmoins, ils n'expriment pas de douleurs, et l'œil garde un aspect blanc physiologique.

La perte de vision centrale est due à une atteinte de l'épithélium pigmentaire. Il regroupe les cellules pigmentaires qui assurent un support structural et métabolique aux photorécepteurs. Ici, les cônes sont touchés, et étant majoritairement regroupés au niveau de la macula, on observe

logiquement une baisse de la vision centrale. Les bâtonnets étant les seuls préservés, la sensation visuelle est altérée. C'est ce qui provoque une photophobie chez les personnes atteintes.

Selon le type de DMLA, on retrouve une atteinte rétinienne variable. Mais dans le premier stade de la pathologie, la DMLA précoce, les troubles sont les mêmes pour toutes les personnes concernées. Elle se caractérise par une baisse de vision modérée qui peut être bilatérale, et le plus souvent les patients n'ont pas beaucoup de symptômes. Sur le plan rétinien, on retrouve cette altération des cônes, qui va entraîner un dépôt de déchets métaboliques, que l'on appelle des drusen (ou druses), qui se trouvent principalement au niveau de la macula. Ils se caractérisent par des amas blancs/jaunes présents dans l'épithélium pigmentaire [Figure 10 et 11] ainsi que sur la partie interne de la membrane de Bruch.

On observe différents types de drusen (miliaires et séreux (26)) qui, au fur et à mesure de leur évolution, vont caractériser la gravité de l'atteinte. Cependant, ces derniers peuvent être présents sans pour autant justifier une DMLA.

On parlera de DMLA intermédiaire ou Maculopathie liée à l'âge lorsque les drusen séreux seront nombreux et accompagnés d'un début d'atrophie rétinienne. Cette atrophie sera visible à l'OCT avec une hyper-réflexivité de l'épithélium pigmentaire due à l'apoptose des cellules pigmentaires [Figure 11].

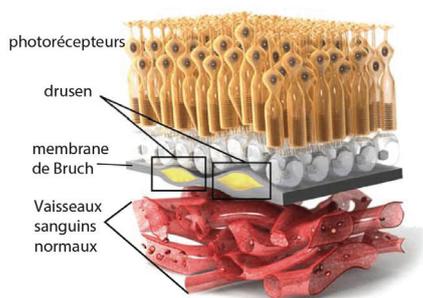


Figure 10 : Schéma représentant une coupe transversale d'une rétine porteuse de drusen dans le cadre d'une MLA.

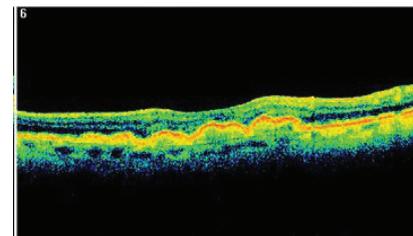


Figure 11 : Photographie à l'échelle colorimétrique d'un OCT d'une rétine porteuse de drusen.

b. Les formes avancées

Lorsque l'atteinte des photorécepteurs continue de se propager, on parle de DMLA avancée. Il existe deux types de DMLA avancées qui sont la DMLA atrophique et la DMLA exsudative.

La DMLA atrophique, connue aussi sous le nom de « DMLA sèche », représente environ 90% des cas d'après le Rapport SFO de 2018 (27). Dans le tableau clinique, on retrouve une diminution de l'acuité visuelle, de loin comme de près, lente et progressive. Cette baisse d'acuité correspond à une dégénérescence des cellules pigmentaires et des photorécepteurs, qui va entraîner le développement de plages d'atrophie présentes au niveau de l'épithélium pigmentaire et de la choroïde (28). Ces plages d'atrophie peuvent également toucher la couche choriocapillaire. Elles se développent sur la rétine et entraînent une baisse de vision très progressive lorsqu'elles atteignent la macula.

Lors des examens complémentaires de type OCT ou rétinographie, on peut voir un amincissement de l'épithélium pigmentaire ainsi que de la choriocapillaire [Figure 12]. Ces zones d'atrophie seront visibles au fond d'œil sous la forme de cercles blancs/jaunes dépigmentés caractéristiques. On peut parfois apercevoir les vaisseaux de la choriocapillaire par transparence (27). Au niveau de l'OCT, on note une hyper-réflexivité de l'épithélium pigmentaire, avec des drusen séreux et un possible début de décollement de l'épithélium pigmentaire dû à un drusen séreux qui grossit.

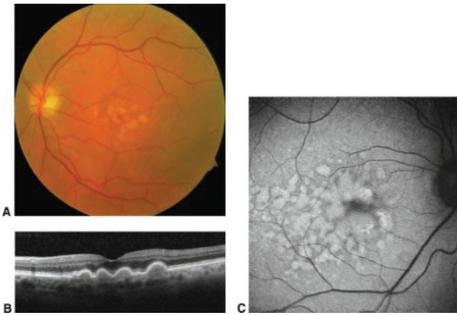


Figure 12 : **A.** Photographie en couleurs du fond d'œil d'un patient atteint de DMLA atrophique montrant des drusen séreux. **B.** OCT montrant des drusen séreux avec début d'atrophie chez le même patient. **C.** Image en auto-fluorescence d'un fond d'œil avec des drusen au niveau de la macula.

D'après le Rapport SFO 2018.

On peut également réaliser des clichés en auto-fluorescence, on trouve alors une zone atrophique hypo-auto-fluorescente plus ou moins centrale en fonction de l'avancée de la pathologie, et des drusen.

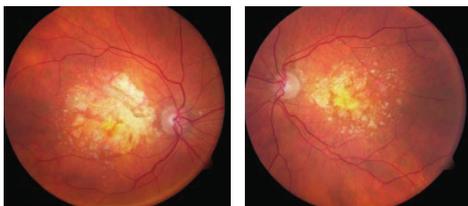


Figure 13 : photographies en couleurs des fonds d'œil d'un patient atteint de DMLA atrophique.

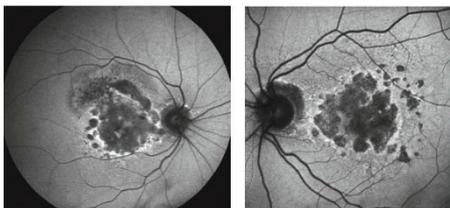


Figure 14 : clichés en auto-fluorescence du même patient.

D'après le Rapport SFO 218.



Figure 15 : Clichés d'OCT Spectralis comparant une rétine saine (en haut) et une rétine atteinte de DMLA atrophique (en bas), comportant des œdèmes et une hyper-réflexivité postérieure.

La DMLA exsudative ou néovasculaire, plus couramment connue sous le nom de « DMLA humide », représente environ 10% des cas (27). Elle est caractérisée par la présence de néovaisseaux choroïdiens qui se développent sous l'épithélium pigmentaire, plus particulièrement sous la zone maculaire. Ils vont alors entraîner une baisse d'acuité visuelle brutale.

En effet, tous les vaisseaux sanguins se forment à un moment précis lors de la vie embryonnaire, on appelle cette phase « l'angiogenèse ». Pendant cette étape cruciale dans le développement embryonnaire, le corps synthétise des facteurs de croissance vasculaires, et le plus actif dans cette vasculogenèse est le VEGF. Dans le cadre de la DMLA exsudative, comme dans plusieurs autres pathologies que nous n'évoquerons pas ici, le VEGF peut être synthétisé de nouveau et être responsable d'une « néoangiogenèse ». Sa présence va alors entraîner la formation de néovaisseaux choroïdiens perméables.

Il existe différents types de néovaisseaux :

- Les néovaisseaux sous épithéliaux, aussi appelés néovaisseaux occultes. Ils traversent la membrane de Bruch et se développent entre celle-ci et l'épithélium pigmentaire de la rétine.
- Les néovaisseaux pré-épithéliaux, aussi appelés néovaisseaux visibles, se développent en avant de l'épithélium pigmentaire (29). La plupart du temps, ce sont des néovaisseaux sous-épithéliaux qui ont traversé l'épithélium pigmentaire pour se propager dans la rétine.
- Les anastomoses chorio-rétiniennes (26), représentant une liaison entre le réseau capillaire rétinien et choroïdien.

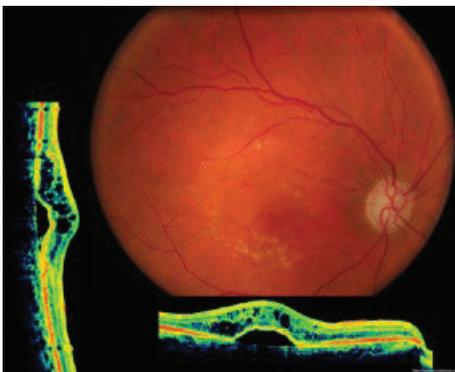


Figure 16 : Photographie en couleurs du fond d'œil droit d'un patient atteint d'une DMLA exsudative.

Clichés d'OCT colorimétriques mettant en évidence un Décollement de l'épithélium pigmentaire et des œdèmes maculaires avec un œdème maculaire cystoïde.

Un saignement de ces néovaisseaux entraîne la perte définitive des photorécepteurs, ce qui cause une baisse de vision sévère et rapide, ainsi que l'apparition d'un scotome central ou paracentral. Une prise en charge immédiate est donc nécessaire (30).

Dans les examens complémentaires, l'angiographie au vert d'indocyanine sera notamment utilisée afin de mettre en évidence les lésions polypoïdales, les anastomoses chorio-rétiniennes et néovaisseaux occultes, tandis que l'angiographie à la fluorescéine [Figure 17] permet de mettre en évidence les néovaisseaux visibles (27).

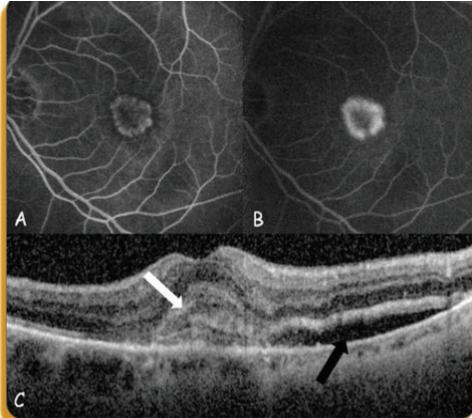


Figure 17 : **A et B** : Clichés d'angiographie à la fluorescéine mettant en évidence les néovaisseaux choroïdiens visibles dans une DMLA exsudative. Le cliché **A** a été pris en temps intermédiaire, et le cliché **B** correspond au temps tardif.

C : Coupe OCT qui montre des néovaisseaux choroïdiens responsables d'un œdème maculaire, avec un décollement séreux rétinien (flèche noire).

c. Traitements

Au stade précoce, il n'existe pas vraiment de traitement curatif de la pathologie. Néanmoins, l'étude AREDS-2 (age related eye disease study) a été réalisée en 2013 sur plusieurs patients pour voir l'effet de vitamines sur l'évolution de la DMLA. Les résultats ont montré que l'avancée de la pathologie était ralentie par un traitement vitaminique préventif associant la vitamine E, la vitamine C, le zinc, la lutéine et la zéaxantine (30).

En ce qui concerne la DMLA atrophique, il n'existe aucun traitement curatif. Cependant, il est conseillé d'effectuer une autosurveillance notamment en utilisant la Grille d'Amsler [Figure 16 et 17]. Cela permettra de suivre l'évolution de la pathologie si elle est déjà diagnostiquée, ou de la dépister. L'évolution de la DMLA n'en sera pas ralentie pour autant, et à terme le patient aura un scotome central dans son champ visuel, mais permettra une prise en charge rapide en cas d'évolution de la DMLA en forme exsudative.

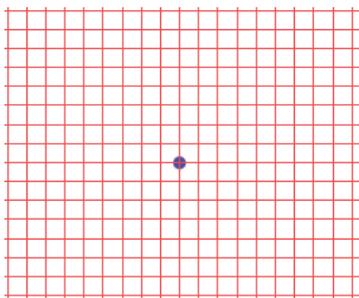


Figure 18 : Grille d'Amsler vue par un patient sain

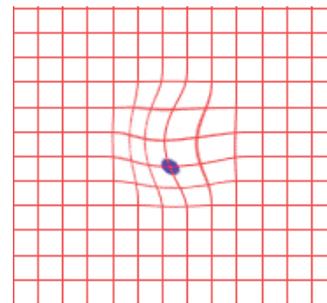


Figure 19 : Grille d'Amsler vue par un patient atteint de DMLA, avec la présence de métamorphopsies

La DMLA exsudative est la seule qui possède un traitement curatif. Afin de limiter la néoangiogenèse provoquée par la présence de VEGF, il est nécessaire de procéder à des injections intravitréennes (IVT) d'anticorps anti VEGF. Néanmoins, ce traitement n'est pas pérenne, et nécessite une répétition des injections de façon régulières.

Alors il existe plusieurs protocoles d'IVT. Tout d'abord, le patient peut avoir des injections à intervalle de temps régulier, une fois tous les deux mois par exemple, et ce sans se baser sur l'activité néovasculaire de sa rétine. L'ophtalmologue peut aussi suivre le protocole PRN (Pro Re Nata) et réaliser une IVT quand le patient ressent des signes fonctionnels précis. Si le patient n'est pas gêné, alors il n'a pas d'injections. Depuis quelques années, il existe un nouveau type de prise en charge avec des IVT, le Treat & Extend. Le but est de faire une IVT au patient avant une récurrence néovasculaire de la pathologie. Au début, il y aura donc un délai minimal de quatre semaines entre chaque injection, et si pendant ce délai il n'y a pas de rechute il sera allongé de deux semaines à chaque visite, jusqu'à un maximum de douze semaines. Si au contraire l'ophtalmologiste remarque une rechute de la DMLA, le délai entre deux injections sera raccourci (31). Ce protocole est de plus en plus utilisé car il permet au patient de conserver une bonne vision et ainsi d'éviter des phases de grosses récurrences et de maintenir la DMLA stable.

2. La déficience visuelle

a. Prévalence et définition selon l'Organisation Mondiale de la Santé

Selon l'OMS, 2,2 milliards de personnes ont une forme de déficience visuelle dans le monde. Dans ces deux milliards de personnes, environ un milliard est atteint de déficience visuelle suite à un manque d'accès aux soins, donc de causes évitables. La majorité de ces personnes ont plus de 50 ans (32).

Géographiquement parlant, la prévalence des déficiences visuelles touchant la vision de loin est quatre fois plus élevée dans les pays à faible revenu, que dans les pays à revenu élevé. En effet, l'absence d'accès aux soins dans ces régions est très marquée, ce qui permet à des pathologies reconnues comme bénignes dans les pays riches de se développer. En effet, on voit d'après le graphique [Figure 20] que la cause majeure de déficience visuelle dans les pays pauvres à émergents est la cataracte, qui représente 50% des déficiences. Dans les pays développés, on retrouve la DMLA qui représente elle aussi 50% des déficiences, contre 8% dans les pays peu développés (33).

Nous nous intéressons dans ce mémoire à la DMLA, qui est donc une cause majeure de déficience visuelle dans les pays développés.

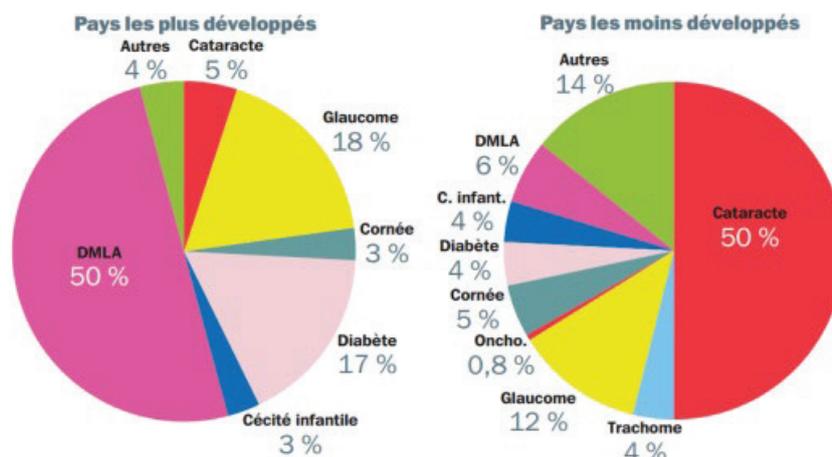


Figure 20 : graphique en secteurs représentant les différentes atteintes responsables de déficience visuelle dans les pays développés et peu développés

b. Les différents stades de la déficience visuelle

La classification internationale des maladies classe deux types de déficience visuelle prenant en compte l'acuité visuelle, selon si le trouble affecte la vision de loin ou la vision de près. Ces deux types d'atteintes ont donc chacune des normes avec des catégories précises (34).

L'OMS définit les différents stades de la déficience visuelle en vision de loin comme ci-dessous :

- ✓ **Catégorie 1 : Déficience visuelle légère** : si l'AV est supérieure à 6/60 ce qui correspond à 3/10
- ✓ **Catégorie 2 : Déficience visuelle Modérée** : si l'AV est comprise entre 6/18 et 6/60 ce qui correspond à une AV comprise entre 3/10 et 1/10
- ✓ **Catégorie 3 : Déficience visuelle Sévère** : si l'AV est comprise entre 6/60 et 3/60 ce qui correspond à une AV comprise entre 1/10 et 1/20
- ✓ **Catégorie 4 : Déficience visuelle profonde** : si l'AV est comprise entre 3/60 et 1/60, c'est-à-dire si elle est comprise entre 1/20 et « Compte les doigts »
- ✓ **Catégorie 5 : 1^{er} pallier de Cécité** : si l'AV est comprise entre « Compte les doigts » et des perceptions lumineuses positives
- ✓ **Catégorie 6 : 2^e pallier de Cécité** : absence de perception lumineuse.

(Les valeurs suivantes sont données initialement selon l'échelle de Snellen et nous donnons la correspondance en échelle décimale).

On parle de déficience visuelle en vision de près lorsque l'acuité visuelle est inférieure à 0.8MAR à 40cm, ce qui correspond à un Parinaud 10.

Remarque : Toutes ces mesures d'acuité visuelle concernent le meilleur œil avec le port de la correction optique. De plus, les catégories 2, 3 et 4 sont considérées comme une malvoyance alors que les catégories 5 et 6 sont considérées comme une cécité.

A ces différents stades de déficiences basés sur l'acuité visuelle peut se rajouter un autre élément clé dans la vision : le champ visuel. En effet, un champ visuel compris entre 20° et 40° centraux est un critère de déficience visuelle profonde, tandis qu'un champ visuel inférieur à 20° centraux est un critère de cécité (35).

Nous posons alors la définition de la basse vision : « Une personne ayant une basse vision est celle qui a une déficience de la fonction visuelle parfois même après traitement et/ou une correction courante de sa réfraction, et a une acuité visuelle de moins de 3/10 à la perception lumineuse, ou à un champ visuel de moins de 20° centraux, mais qui utilise ou pourrait être potentiellement capable d'utiliser, sa vision pour planifier et/ou exécuter une tâche. (35) »

3. Impact de la déficience visuelle dans la DMLA

Comme nous l'avons dit précédemment, la DMLA entraîne une diminution de l'acuité visuelle de loin comme de près, avec une photophobie, des métamorphopsies et à terme un scotome central dans le champ visuel. Nous allons donc voir dans quelle mesure cela peut être handicapant pour le patient, et comment cette pathologie s'inscrit dans les atteintes responsables de déficience visuelle. Il est

important de préciser que toutes ces difficultés seront vraiment ressenties par le patient lorsque la pathologie sera bilatéralisée. Lorsqu'un seul œil est atteint, le patient regarde avec l'œil sain lorsqu'il est en situation binoculaire.

a. Atteinte de la vision fine

Dans la DMLA, essentiellement exsudative, nous sommes face à une baisse de l'acuité visuelle brutale et relativement soudaine. En effet, la perte de vision peut être complète en quelques semaines en l'absence de traitement contre une dizaine d'années pour la DMLA atrophique. Le patient subit une perte de la vision nette soudaine, et un refus du reste visuel périphérique car il est focalisé sur ce qu'il ne voit plus. Il perd alors toute autonomie, et son comportement est comparable à celui d'une personne non voyante. L'objectif premier est donc une prise en charge rapide pour permettre une adaptation du patient à ses nouvelles capacités visuelles.

Cette baisse d'acuité visuelle entraîne une atteinte de la discrimination. La discrimination visuelle est la capacité à reconnaître des détails, des couleurs, des formes dans un ensemble. Elle fait partie de la vision fine (la vision qui nous permet de percevoir des détails, et qui nous permet de réaliser des tâches demandant une grande précision).

De plus, dans les cas les plus évolués, la perte de la discrimination et la baisse d'acuité visuelle sont accompagnées d'une perte de champ visuel central. Cette atteinte peut engendrer de nombreuses situations problématiques.

Tout d'abord, la lecture sera très impactée. Ne pouvant plus fixer avec sa rétine centrale, il ne reste au patient que la vision périphérique, qui est floue. Ainsi, déchiffrer les lettres et les mots sera très difficile. En effet, ayant perdu son point de fixation fovéolaire, le patient devra adopter une nouvelle stratégie de fixation, qui n'est pas innée, en ayant une fixation excentrique avec un point de la rétine périphérique. On appelle ce point la PRL ou fixation préférentielle. Cependant, ce nouveau point de fixation n'ayant pas les mêmes propriétés que la fovéa, une bonne discrimination ne sera pas totalement récupérable. Il pourra également être gêné à la lecture par les métamorphopsies, les lignes seront courbes, « feront des vagues », et le patient devra se concentrer sur des textes plus gros pour espérer lire quelques mots. Mais un facteur important est à prendre en compte : l'empan visuel, qui correspond au nombre de lettres perçues en une seule fixation, et qui s'affaiblit lorsque la fixation est périphérique. La réduction de l'empan visuel va entacher l'anticipation des mots, ainsi que la fluidité de la lecture et augmenter ainsi la fatigue visuelle. Donc le fait de mettre des lettres plus grosses ne sera pas forcément un avantage pour le patient car cela diminuera le nombre de lettres qu'il perçoit. Il faut alors trouver le juste milieu pour que le patient ne soit pas trop gêné par les métamorphopsies et qu'il réussisse à déchiffrer des mots.

A la lecture il aura donc énormément de mal à lire un mot court, qui sera totalement ou en majeure partie compris dans son scotome central. Par ailleurs, les mots longs seront plus facilement déchiffrés car le patient sera capable de deviner le mot grâce à la clôture visuelle. En outre, ces difficultés à la lecture seront majorées par la mauvaise perception des contrastes du patient, qui est liée à l'altération des cônes. En effet, il faudra que le texte soit bien éclairé pour diminuer cette gêne, et que le papier sur lequel il est imprimé ait une teinte et une matière particulières qui permettent d'augmenter le contraste et d'éviter les reflets responsables de photophobie. De plus, avec un champ visuel atteint, la fixation et les saccades seront perturbées, et ainsi plus nombreuses, même pour la lecture de phrase simple.

Lorsqu'un seul œil est atteint, nous retrouvons ces gênes en vision de près et une acuité visuelle faible, en monoculaire. L'autre œil étant moins atteint ou sain, il conservera une bonne AV. Cependant la vision binoculaire peut être perturbée par l'œil atteint par la DMLA, faisant chuter l'acuité visuelle binoculaire. Ce phénomène est notamment dû à la présence de métamorphopsies. Néanmoins, la vision binoculaire reste souvent efficace, et si l'œil pathologique présente un scotome central, il pourra être compensé en partie par l'œil adelphe. Cette situation peut engendrer un retard dans le diagnostic de la pathologie, dans le cas où le patient n'est pas suivi régulièrement par un ophtalmologiste.

En vision de loin, le patient aura du mal à déchiffrer des lettres, à lire les panneaux, à se repérer sur le quai d'une gare ou pour prendre le bus par exemple. De plus, il aura des difficultés pour s'orienter dans l'espace et se diriger, notamment dans des endroits inconnus. La DMLA provoque donc une diminution importante de l'autonomie de la personne atteinte.

b. Coordination visuomotrice

On retrouve également une atteinte de la coordination visuomotrice liée à la perte du champ visuel central. Elle correspond à l'exécution d'une tâche motrice sous contrôle préalable de la fonction visuelle. En effet, le champ visuel périphérique n'étant pas atteint, le patient est toujours capable de se déplacer seul, et de se repérer dans des endroits connus. Mais il est difficile de s'orienter précisément, et de mémoriser des indices visuels marquants lui permettant de se repérer. De plus, il n'est plus capable de conduire. On note une atteinte notamment de la coordination œil-main, qui permet d'orienter le geste au mieux par rapport à ce que l'œil voit. Or une personne ayant un scotome central voit cette coordination perturbée, la fixation ne pouvant plus avoir lieu de façon optimale, le lien entre l'œil et la main peut être rompu, il sera donc difficile pour le patient de réussir à viser et à prendre l'objet qu'il voit. C'est pourquoi ses gestes peuvent sembler disproportionnés par rapport à la distance de l'objet, ou à la latéralité (le patient vise trop à gauche pour un objet qui se trouve plus vers la droite).

Cette coordination œil-main étant atteinte, les patients ont des difficultés quant à l'écriture, qui est aussi liée à la vision fine. En effet, il est très compliqué d'écrire une chose que l'on ne voit pas. Nous avons tous besoin d'un contrôle visuel pour pouvoir écrire correctement et de façon lisible.

c. Altération de la perception de l'environnement

A toutes ces difficultés s'ajoutent des éléments qui sont directement liés à la disparition des cônes. En effet, n'étant plus fonctionnels, la vision nette sera altérée et les couleurs seront jaunies [Figure 21] (36).

Une étude de l'Institut de la vision a démontré que suite à cette atteinte, certaines longueurs d'onde sont plus toxiques que d'autres pour les personnes porteuses de la DMLA, notamment celles correspondant à la lumière bleu-violet. L'exposition à ces dernières engendre une consommation accrue de la lipofuscine, un photopigment présent dans les photorécepteurs, qui absorbent ces longueurs d'ondes. Ainsi pour les personnes atteintes de DMLA, l'épithélium pigmentaire étant défaillant, la lipofuscine ne peut être recyclée, ce qui provoque la perte des photorécepteurs que sont les cônes. Ainsi la vision des couleurs est altérée puisque ce sont les cônes qui la permettent, et la

sensibilité à la lumière est augmentée, puisque qu'il n'y a plus que les bâtonnets pour absorber la lumière (37).



Figure 21 : photographies mettant en évidence l'altération des couleurs chez une personne atteinte de DMLA

Cela entraîne alors le phénomène de photophobie, ne restant que les bâtonnets qui s'activent pour un faible stimulus lumineux. Ainsi, face à de fortes lumières, les bâtonnets sont saturés, et il n'y a pas de photorécepteurs pour gérer cette lumière, et la personne est éblouie.

Certaines personnes atteintes de DMLA peuvent avoir le sentiment de regarder le monde qui les entoure « à travers un filtre, dans une caméra ». Ainsi, cela entraîne une perception du monde plus synthétique avec des couleurs fades, jaunies, et ne ressemblant plus aux couleurs qu'ils connaissaient avant. L'image est donc déformée, altérée, entre le moment où l'information est captée, et celui où elle est traitée. Ainsi, il est nécessaire de simplifier au maximum cette image afin de diminuer les possibles altérations de cette dernière, et pour faciliter la perception du monde extérieur. Plus une image est complexe, avec des détails précis, et plus il sera difficile de la reconnaître à travers tous ces détails qui seront perçus comme des signaux secondaires, comme un bruit visuel qui altérera le déchiffrement visuel. Au niveau de la lecture, cette simplification du signal peut passer par une adaptation au niveau des textes, de la police, du support... Ainsi, une police telle que Luciole pourrait s'avérer être très bénéfique, et améliorer considérablement le confort visuel de la personne, ainsi que la rassurer quant à ses capacités visuelles restantes.

En effet, cela peut également engendrer un questionnement psychologique important, notamment l'impression de ne plus appartenir au monde qu'ils connaissaient avant leur perte de vision, mais d'être maintenant spectateur de la vie des autres. Le sentiment d'être devenu incapable de faire quoi que ce soit est de plus en plus présent, et le fait d'avoir de nouveau la capacité de lire avec un texte adapté peut redonner confiance au patient qui sera alors plus assuré.

La vie des patients déficients visuels est entièrement modifiée par ce handicap, et nécessite des stratégies pour s'adapter et continuer à vivre pleinement.

d. Aspect social

L'atteinte de la vision centrale a également une conséquence importante sur la vie sociale. En effet, les patients atteints de DMLA peuvent présenter des difficultés quant à la reconnaissance des

personnes qui les entourent de prime abord. Ce phénomène est lié au scotome qui empêche la prise d'information centrale de notre champ de vision. Cette atteinte peut être comparée à de la prosopagnosie, à la différence que celle-ci est une agnosie due à une lésion du lobe temporal.

En outre, l'ensemble de la vie sociale du patient est bouleversé. Il y a tout d'abord le sentiment d'être diminué par rapport à une personne qui n'est pas atteinte de DMLA, la peur d'être ralenti par rapport aux capacités des autres, qui peuvent le dissuader de réaliser des activités de groupes qui nécessitent une bonne vision, comme jouer aux cartes par exemple. Mais aussi l'incapacité à la conduite qui le prive d'autonomie et l'empêche de se déplacer librement. Il y a également un sentiment de honte, et d'être un poids pour les autres, qui peut être présent et qui empêche de demander de l'aide, notamment pour l'aspect administratif, pour lire le journal, ou tout simplement aller faire des courses. A terme pour certaines personnes, cela peut mener au refus de tout contact ou de toutes activités, par peur de se confronter aux autres, ou de l'échec. En effet, certains patients vont baisser les bras, sans même essayer de mettre en pratique différentes adaptations possibles et réalisables. Cela peut alors entraîner un phénomène de repli sur soi et de dépression.

e. L'acceptation du handicap

Ce processus difficile décrit ci-dessus est directement lié au travail d'acceptation du handicap que les patients vont devoir réaliser. Ils ont perdu leur champ de vision central, et la vision nette avec, et doivent maintenant apprendre à vivre avec ce handicap. En effet, ils sont victimes d'une déficience visuelle acquise, mais ne seront jamais aveugle. Ils perdent ainsi leur autonomie, sont en insécurité et ne se sentent plus capable de vivre seuls.

En effet, l'acceptation du handicap est un processus composé de différentes phases :

- ✓ La dénéigation : le patient ne peut/ne veut pas croire que sa vie est bouleversée
- ✓ La phase dépressive : le patient entre dans un état léthargique dans lequel il se persuade qu'il ne peut plus rien faire seul, que sa vie est « gâchée »
- ✓ Le travail de deuil : c'est une phase de réaction face à la pathologie et de reconstruction d'une image de soi opérante et fonctionnelle

Le travail de deuil est toujours plus compliqué pour une personne âgée qui a vécu « normalement » avant d'être porteuse d'un handicap visuel. Elle aura tendance à rester dans une phase dépressive légèrement atténuée, et il sera important qu'elle soit prise en charge psychologiquement et par des rééducateurs pour rapidement envisager la vie sous un jour nouveau avec la pathologie et pour apprendre de nouvelles stratégies à adopter pour préserver son autonomie. Cela permettra d'éviter les phénomènes de repli sur soi et « d'abandon face à la pathologie » comme évoqués précédemment.

f. La prise en charge basse vision

Pour aider les patients à utiliser leurs capacités visuelles restantes, il sera possible d'effectuer des séances de rééducation avec un orthoptiste spécialisé dans la basse vision. Le but ne sera pas de rendre aux patients leur vision d'avant mais bien d'apprendre à utiliser de façon optimale leur capacités visuelles restantes de sorte à gagner en autonomie, et à recommencer à faire ce qu'ils aimaient. Cette rééducation sera basée sur de nombreux exercices mettant en jeu des capacités de la

vie quotidienne, afin que le patient soit plus à l'aise dans ses différentes tâches et retrouve petit à petit son autonomie. Nous nous concentrerons ici sur la prise en charge de la lecture pour un patient présentant un scotome central.

Lors du bilan, on pourra évaluer la vitesse de lecture du patient. En effet, un des objectifs de la rééducation sera de l'améliorer, afin de gagner en efficacité et en confort. Pour ce faire, on pourra mettre en place une néofixation préférentielle qui l'aidera dans toutes les tâches « fines ». On la travaillera uniquement si cela apporte un bénéfice fonctionnel au patient. Pour améliorer la lecture, on travaillera beaucoup la motricité conjuguée, la lecture étant un enchaînement de fixations et de saccades. On pourra également réaliser un travail de discrimination, et ainsi faire des exercices complets et non infantilisants.

On peut également proposer des aides optiques adaptées au patient [Annexe 3] et travailler avec afin qu'il s'y habitue et pour qu'il apprenne à les utiliser. On travaillera également la lecture pure sur un texte de taille équivalente ou une fois supérieure à celui qu'il était capable de lire lors du bilan. Il sera intéressant de travailler sur des polices différentes, avec des modalités différentes (empâttements, gras...) qui pourront aider le patient dans sa lecture. Nous pourrions par exemple utiliser les polices EIDO ou Luciole (si notre étude est concluante) pour essayer d'améliorer le confort de lecture. Une adaptation au patient est nécessaire dans cette prise en charge, nous pouvons donc faire plusieurs essais afin de voir ce qui lui convient le mieux.

Le but ne sera pas d'atteindre la norme de vitesse de lecture, mais plutôt d'atteindre une vitesse de lecture qui convient au patient, afin de diminuer sa fatigabilité et augmenter son confort.

g. Adaptation au scotome central : le phénomène de complétion

La plupart du temps, une personne ayant une DMLA ne perçoit pas son scotome central comme une tache noire opaque. Elle parlera de vision floue, déformée, et orientera sa tête dans différentes directions de l'espace pour excentrer sa fixation afin de voir net, mais aura énormément de difficulté à donner les délimitations de ce scotome. En effet, un scotome est défini comme une zone non perçue dans le champ visuel, ce qui est différent d'une tache noire. Il existe un phénomène appelé phénomène de complétion qui permet de combler cette zone du champ visuel manquante (38).

D'ailleurs, ce phénomène est également présent chez les personnes dont le champ visuel est physiologique. En effet, nous possédons tous, aux alentours de 10° en temporal dans notre champ visuel, une tache aveugle, qui est liée à la présence du nerf optique dans chaque rétine. En monoculaire, nous ne la percevons pas car notre cerveau comble ce « manque » dans notre champ de vision grâce au phénomène de complétion. En binoculaire elle est comblée par le champ visuel de l'œil controlatéral. Néanmoins, si nous nous concentrons et essayons régulièrement de percevoir cette tache aveugle, nous ferons prendre conscience à notre cerveau qu'elle est là, et à terme le phénomène de complétion sera levé. Nous alors serons gêné par deux taches floues dans nos champs visuels temporaux.

C'est le même phénomène qui se met en place chez des personnes ayant une DMLA. Il a cependant été démontré qu'il faut que la DMLA soit bilatérale pour que cela se produise, sans quoi l'œil sain prend le dessus et ce scotome est faiblement perçu, le phénomène de complétion n'est donc pas réellement nécessaire dans ce cas. Nous sommes donc ici face à une plasticité cérébrale qui permet

au cortex cérébral de s'adapter. En effet la plasticité cérébrale est toujours présente à l'âge adulte, bien que moindre comparé aux premières années de vie (39). Elle va alors agir de sorte à ce que le traitement de l'information se fasse sans que ces zones de scotomes apparaissent comme des trous dans le champ de vision. Cette réorganisation corticale ne va pas rendre la fonction visuelle physiologique (les déficits sont ici définitifs), mais elle va permettre de compenser partiellement le scotome, de sorte à ce que la perception globale ne soit pas altérée (39).

4. Aspect cognitif de la DMLA

La cognition correspond à l'ensemble des processus mentaux qui nous permettent de traiter l'information perçue à partir de nos connaissances et de nos expériences préalables. Elle fait appel à plusieurs fonctions cognitives qui nous permettent d'intégrer les stimuli extérieurs. Les fonctions cognitives regroupent la perception, l'attention, la mémoire, le langage, la pensée, et enfin l'apprentissage (40).

Ainsi, des études ont été réalisées pour mettre en évidence un lien entre la DMLA et l'apparition de troubles cognitifs dans les années suivantes. Il existe deux hypothèses à ce sujet. La première est que ces deux atteintes sont dues à un vieillissement commun lié à l'âge du système neurologique, l'incidence des déficits visuels et cognitifs étant majorée au fur et à mesure que les personnes vieillissent. La deuxième hypothèse est que la DMLA entraîne l'apparition de troubles cognitifs, et ce pour diverses raisons que nous allons à présent détailler.

Premièrement, une personne atteinte de DMLA n'aura pas accès à toutes les informations visuelles qui l'entourent de par le déficit du champ visuel et la vision floue. Ainsi, la perception visuelle ne sera pas complète, et certains stimuli ne seront pas intégrés. Cette diminution de la perception cognitive a des répercussions. En effet, elle requiert plusieurs étapes dans le traitement des informations, notamment la sélection des stimuli, la reconnaissance et l'organisation de ces stimuli, et enfin l'interprétation. Avec une information visuelle manquante, la reconnaissance de ces stimuli peut être déficitaire. Ainsi, l'interprétation des informations pourra être ralentie. Une personne atteinte de DMLA pourra donc réagir avec une certaine latence par rapport aux phénomènes présents dans son environnement.

En outre, l'attention est primordiale pour toute tâche que nous réalisons. En effet, nous devons être concentrés sur ce que nous faisons pour ne pas échouer notre tâche ou se mettre dans une situation dangereuse. Or il est difficile de se concentrer sur un élément que l'on ne perçoit pas complètement. Le patient devra donc se concentrer davantage sur un élément précis de son champ de vision, et ainsi oublier les autres qui l'entourent, ce qui pourra conduire à une mise en danger du patient ou de son entourage, comme pour la conduite par exemple. Néanmoins, ce critère est débattu car une baisse d'attention générale est une caractéristique présente chez de nombreuses personnes âgées, avec ou sans DMLA (40).

De plus, nous avons évoqué plus haut, le possible isolement social que peuvent vivre des personnes ayant une DMLA. Or l'absence de stimulations sociales va entraîner une diminution de l'utilisation des réseaux neuronaux, et ainsi accentuer leur détérioration voire leur atrophie. L'isolement de ces personnes âgées diminue également la présence de situations cognitivement stimulantes comme une conversation, une partie de cartes...

La lecture étant altérée par l'absence de vision nette et la présence du scotome central, mais aussi par une atteinte cognitive, on pourra observer un cercle vicieux mêlant une diminution d'activation de l'aire de la forme visuelle, liée au fait que le patient lise moins, et son impact sur la compréhension de lecture. En lisant moins, le patient se sert moins de ses capacités cognitives. Ainsi, l'aire de la forme visuelle n'est plus assez stimulée pour répondre de manière efficace aux stimuli visuels, et la lecture, tout comme la compréhension du texte lu, ne sont plus fluides. Or, les aires visuelles et les aires du langage oral sont liées, notamment par la lecture. Sans elle, on peut évoquer des difficultés à communiquer avec les autres et donc un repli sur soi encore plus prononcé pour des personnes déficientes visuelles.

Des études ont été menées pour mettre en évidence un réel lien entre les troubles cognitifs et la DMLA. La plupart du temps, les études étaient basées sur l'évaluation du Minimal Mental Score (MMS) des patients. C'est un outil de dépistage des troubles cognitifs chez les personnes âgées. Plus le score de ce test est faible, plus les troubles cognitifs sont importants. Dans le rapport 16 de l'étude AREDS sur la DMLA et les fonctions supérieures, il est apparu que les personnes avec une acuité visuelle inférieure ou égale à 5/10 obtenaient un MMS globalement inférieur aux personnes présentant une acuité visuelle supérieure ou égale à 6/10 (41). En effet, la conclusion était que le score des patients diminuait avec l'augmentation de lésions maculaires. De plus, dans sa thèse, Virginie Naël (42) a réalisé une étude sur les 3 Cites, qui est un programme de recherche épidémiologique basée sur le vieillissement des patients qui sont alors suivis pendant plusieurs années (ici 12 ans). Le but était de montrer le lien entre la présence de troubles visuels au début de l'étude, et la présence de troubles cognitifs dans les 12 ans suivants. Les résultats ont montré un risque accru de développer des troubles cognitifs importants chez des personnes ayant une acuité visuelle de près inférieure à 3.3/10 comparé aux personnes dont l'acuité était supérieure à 6,7/10. L'étude n'était pas significative en vision de loin.

Cependant, un des biais de ces études est que certains de ces tests cognitifs utilisés comprennent des items visuels (42). Le débat est donc toujours ouvert en ce qui concerne le lien entre l'apparition de troubles cognitifs et la présence de troubles visuels. Néanmoins, les personnes atteintes de DMLA sont souvent porteuses de troubles cognitifs, que ce soit lié à l'âge ou à la pathologie.

5. Lien avec la Neurovision

a. Définition

La DMLA étant souvent associée à des troubles cognitifs, les personnes atteintes pourront présenter différents troubles, dont les retentissements peuvent être comparés à ceux des troubles neurovisuels acquis, bien que les lésions ne soient pas les mêmes.

En effet, les troubles neurovisuels sont provoqués par des atteintes cérébrales acquises ou congénitales qui touchent la plupart du temps les régions cérébrales postérieures (lobe occipital, régions occipito-pariétale ou occipito-temporale) et/ou peuvent être liés à des lésions sous thalamiques. Les fonctions visuelles et cognitives peuvent être touchées ensemble, ou séparément. La plupart du temps, ces troubles sont liés à des troubles neuropsychologiques, chez l'enfant comme chez l'adulte.

Lorsque nous regardons une image, un objet, les informations captées par notre rétine vont être envoyées aux aires cérébrales visuelles sous forme d'influx nerveux. Ces aires se situent dans la région occipitale du cerveau, et font donc partie des aires touchées par les lésions cérébrales dont

nous avons parlé. Ces aires sont reliées au cortex temporal par la voie occipito-temporale. Elle renseigne les informations des détails, des couleurs et permet notamment la reconnaissance de formes. La voie occipito-pariétale, quant à elle, relie les aires visuelles au cortex pariétal. Elle transmet les informations de positions et renseigne sur l'organisation spatiale et le traitement de l'espace.

Sur un plan fonctionnel, les troubles neurovisuels sont caractérisés par des atteintes des fonctions oculomotrices, du champ visuel, des capacités visuo-spatiales et visuo-attentionnelles, et enfin des agnosies visuelles.

Nous allons donc voir dans quelle mesure la neurovision et la basse vision peuvent être liées.

b. Méthode de lecture

Lorsque nous réalisons une prise en charge neurovisuelle, il est important de connaître les différents stades de l'apprentissage de la lecture. En effet, en fonction de l'âge, le stade d'apprentissage de lecture est différent.

D'après le modèle de Firth (1985), il existe trois stades majeurs d'apprentissage de la lecture (43). Le premier est le stade logographique. Il se met en place à partir de l'âge de 3 ans. C'est le début de la mise en jeu de l'aire de la forme visuelle. A ce stade, l'enfant est capable de reconnaître des mots tels que son prénom, celui de ses camarades de classe, mais également des logos de marques ou des sigles particuliers. Il se crée un lexique pictural, car il reconnaît davantage l'image du mot, grâce à des indices visuels comme le point sur le « i » par exemple, que les lettres qui le composent.

Le deuxième stade de lecture est le stade alphabétique, ou stade de lecture sérielle. Il est présent vers l'âge de 5 ans. Pendant cette phase d'apprentissage, l'enfant va réaliser de nombreuses correspondances graphèmes-phonèmes qui vont permettre la mise en place d'une conscience phonologique. L'enfant commence à reconnaître des sons, et à les associer à une lettre ou à un graphème. Par exemple, il reconnaît le son « A » et est capable de dire qu'il appartient à la lettre « a » qu'il sait reconnaître parmi d'autres autres lettres.

Enfin, le dernier stade de lecture est le stade orthographique. L'enfant est capable d'analyser et d'identifier le mot en séquence de graphèmes qui se suivent. L'enfant atteint ici un stade de lecture lexicale dans lequel il est capable d'allier la lecture des mots à leur sens, sans avoir à déchiffrer leur orthographe (43). Ce stade correspond à une lecture adulte que l'enfant met en place aux alentours du cours magistral.

Pour des personnes atteintes de DMLA, la lecture étant compliquée, elles doivent excentrer leur fixation pour essayer de lire, et donc lire avec un point rétinien périphérique. Ainsi, le patient « régresse » en ce qui concerne les stades de lecture. Le stade orthographique est un stade de lecture fluide directement associé à l'écriture. Or la lecture du patient n'étant plus fluide, l'écriture est difficile. Une personne atteinte de DMLA aura donc une lecture particulière, à mi-chemin entre le stade de lecture sérielle et le stade de lecture lexicale. Elle sait reconnaître les lettres et associer les sons, mais sa lecture ne sera pas basée sur une analyse séquentielle du mot. Elle correspond plutôt à un assemblage des différentes syllabes citées les unes après les autres, qui forment alors un mot. Le patient n'aura pas de problèmes avec des mots familiers, mais avec des mots courts (difficultés liées au scotome central), ou avec des mots longs nécessitant plusieurs fixations tels que « boulangerie ». On pourra également remarquer un phénomène de confusion en fin de mots s'ils ne font pas partie

du champ lexical du patient. En outre, la fixation excentrique va ajouter une complication car le patient devra déchiffrer des mots de plusieurs syllabes en réalisant beaucoup plus de prises de fixation, du fait d'une vision floue et d'un empan visuel réduit.

De plus, à cause de cette nécessité de déchiffrer les mots, les efforts fournis pour comprendre le texte sont décuplés, la fatigue et le découragement sont augmentés, alors ces personnes lisent de moins en moins. Comme nous l'avons dit précédemment, les capacités cognitives de la lecture ne sont plus aussi efficaces, et à terme on peut observer un arrêt de la lecture.

Il est intéressant de remarquer que ces difficultés de lecture ne sont pas liées aux mêmes causes que celles connues par un enfant en apprentissage de lecture, mais elles sont finalement comparables.

c. Atteinte neurovisuelle

Nous allons nous intéresser ici aux retentissements des troubles neurovisuels acquis sur la vie quotidienne d'un adulte. La principale étiologie responsable de ces troubles est l'accident vasculaire cérébral.

Tout d'abord, le patient peut perdre une partie de son champ de vision. Cette perte, si elle est centrale, peut être accompagnée d'une difficulté à la lecture et dans la reconnaissance des objets. Ainsi, une personne adulte ayant des troubles neurovisuels acquis perd son autonomie, notamment dans les tâches quotidiennes et dans la conduite, l'ensemble de sa vie est bouleversé. Elle peut également avoir des difficultés à se concentrer et à centrer son attention, ce qui est dérangent notamment sur le lieu de travail. Les troubles seront différents en fonction de la voie touchée : dorsale ou ventrale. En effet, si la voie dorsale est touchée, le patient présentera des difficultés dans l'organisation de l'espace, dans le repérage spatial. Si la voie ventrale est touchée, le patient présentera des troubles de la reconnaissance visuelle pouvant atteindre plus spécifiquement la reconnaissance des objets, des visages (prosopagnosie)... On note également la présence de troubles cognitifs touchant notamment la mémoire visuelle, et qui entraînent des difficultés à se servir d'informations déjà stockées.

On peut remarquer ici que de nombreux retentissements des atteintes précisées ci-dessus sont également retrouvées dans le cadre de la DMLA, la différence étant que la DMLA n'est pas due à une lésion cérébrale.

d. Lien entre la neurovision et la basse vision

Une personne porteuse d'une DMLA pourra, comme nous l'avons expliqué précédemment, bénéficier d'une rééducation basse vision afin d'apprendre à utiliser de façon optimale ses capacités visuelles restantes. Dans cette prise en charge, on pourra par exemple utiliser des textes appartenant normalement au registre de la rééducation neurovisuelle car nous avons vu que les difficultés rencontrées, et donc que les difficultés à rééduquer, pouvaient être comparables.

Nous pouvons par exemple utiliser la batterie de tests ECLAT 16+, qui est un ensemble de tests étalonnés pour des patients adultes sans études. Il est utilisé en neurovision lors du bilan. Nous pourrions donc l'utiliser en bilan, ou nous inspirer de ses tests pour réaliser des exercices semblables en rééducation. Nous pouvons notamment utiliser le barrage des « n » qui permet de travailler les stratégies visuo-spatiales ainsi que les saccades. En outre, nous pouvons aussi utiliser les tests de

barrages aléatoires, qui font aussi partie de cette batterie, et dont le but est de barrer toujours le même dessin. Cependant ces tests peuvent être infantilisant pour le patient, mais le principe peut être adapté pour un patient adulte en fonction de ses centres d'intérêts. Cela permet de travailler l'attention visuelle sélective, et pour une personne ayant une DMLA, cela permet de travailler la discrimination et les saccades car il faut reconnaître le bon item, et enfin la coordination œil-main car il faut le barrer. Nous pourrions aussi utiliser le texte « le pollueur » qui est le dernier élément de cette batterie, qui permet de mesurer la vitesse de lecture en une minute et qui est adapté à des personnes ayant une DMLA. Ainsi, il convient d'adapter chaque exercice de rééducation en fonction des difficultés et envies du patients. Ces tests peuvent nous inspirer, pour trouver des exercices adaptés.

III. Problématique : La police de caractères Luciole a-t-elle un impact sur le confort de lecture des patients atteints de DMLA ?

Le confort visuel peut être défini comme la capacité à regarder de manière prolongée un élément sur lequel se porte notre intérêt, sans qu'il n'y ait d'apparition de symptômes résultant d'une fatigue. Ces derniers peuvent être des picotements au niveau des yeux, des larmoiements, des céphalées, une déconcentration ou encore une diminution de l'attention. Le confort de lecture allie le confort visuel et la capacité à lire, assimiler, et comprendre de manière fluide un texte lu. Si notre lecture est saccadée, ou la perception des mots amputée par exemple, l'effort fourni afin de bien comprendre le texte sera tel que notre attention sera vite dissipée. Cela engendrera alors du découragement envers les textes longs.

Les patients atteints de DMLA rencontrent un inconfort à la lecture, dû principalement au scotome central et aux métamorphopsies qui provoquent déconcentration, découragement et désintéressement vis-à-vis de la lecture.

Suite à la découverte de la police Luciole, destinée aux jeunes déficients visuels, nous nous sommes demandé si cette police était aussi adaptée aux personnes étant devenues malvoyantes, principalement dans le cadre de la DMLA. Ainsi, nous avons voulu comparer le confort de lecture entre un texte écrit en police Luciole et un autre en police Arial, chez des personnes atteintes de cette pathologie.

Afin d'évaluer le confort de lecture, nous avons fait plusieurs tests qui avaient respectivement pour but de comparer l'acuité visuelle en vision de près sur chacune des polices, de mesurer la vitesse de lecture sous forme de fluence pour chacune des polices et d'exprimer une préférence entre ces deux polices.

L'étude de Tarita-Nistor et al. a démontré que la vitesse de lecture ne variait pas significativement, selon la police utilisée, pour des tailles de textes suffisantes. Mais avec des tailles de textes proches de la limite d'acuité visuelle de près, on a pu néanmoins observer une vitesse de lecture plus rapide avec la police Courier, par rapport à Arial, chez des personnes atteintes de DMLA (44). Ainsi Arditi et Cho (2007) partagent aussi ce constat dans le cadre d'une étude comparant la lisibilité des lettres et des textes pour des personnes normo-voyantes et malvoyantes (7). Néanmoins, nous avons choisi d'étudier la vitesse de lecture de nos sujets, car ce sont des conditions différentes de celles des études déjà réalisées, en testant une nouvelle police de caractères, ici Luciole, sur des sujets ayant une DMLA.

IV. Méthodologie et protocole

A. Dispositif de recherche et hypothèses

L'étude que nous avons réalisée est transversale. De par cette étude nous souhaitons répondre aux hypothèses suivantes : la police de caractères Luciole permet d'augmenter la lisibilité des textes pour des personnes âgées devenues malvoyantes, et confère ainsi un meilleur confort lors de la lecture, par rapport à une police de caractères plus conventionnelle, comme la police Arial dans notre étude.

Nous avons choisi de comparer la police Luciole avec Arial, car c'est la plus communément utilisée. Arial est aussi employée pour certains tests de Parinaud, utilisés pour évaluer l'acuité visuelle en vision de près.

Notre hypothèse nulle était alors la suivante : « La police de caractères Luciole ne permet pas d'améliorer le confort de lecture chez les personnes atteintes de DMLA, de par l'absence de différence significative entre les résultats des paramètres étudiés, pour les polices Luciole et Arial ». Afin d'infirmer cette dernière, notre hypothèse alternative était donc : « Il y a une différence significative entre les résultats des paramètres étudiés en faveur de la police Luciole, elle permet donc d'améliorer significativement le confort de lecture chez les personnes atteintes de DMLA.

Nous avons réalisé, avec l'aide du CTRDV, de Mme DRISSI et de Mr FABREGUETTES, des tests en polices de caractères Luciole et Arial permettant de mesurer les différents paramètres de notre étude, qui sont les suivants :

- L'évolution de l'AV de près selon la police utilisée
- L'évolution de la vitesse de lecture selon la police utilisée
- La préférence pour une des deux polices de caractères

B. Population, critères

La population étudiée était composée de personnes atteintes de DMLA sur au moins un œil. Nous avons eu 27 participants pour notre étude sur la base du volontariat, tous âgés entre 66 et 90 ans. Ils n'ont pas de dyslexie ou de trouble ayant un retentissement sur la lecture à voix haute, et sont tous à l'aise avec le français, l'alphabet et le sens de lecture occidentale. Tous les tests ont été réalisés à l'hôpital Edouard Herriot de Lyon, et les passations ont été réalisées par la même personne.

Dans notre population, 18 sujets ont une DMLA bilatérale, ce qui représente une grande majorité de nos sujets [Figure 22]. Il y a 6 sujets de sexe masculin (28,6%) et 21 de sexe féminin (71,4%) et la moyenne d'âge est de 79 ans, avec un écart type de 7,5. Aucun des sujets ayant participé à cette étude n'a eu de rééducation orthoptique en basse vision. Il y a 7 sujets décrivant la présence de métamorphopsies.

Dans notre population, 46% des yeux ont une AV strictement inférieure à 5/10, ce qui équivaut en vision de près à un Parinaud 3, d'après « l'échelle d'acuité basse vision pour adulte » de Lissac (45) et les « correspondance entre les différentes notations d'acuité visuelle de près » (46).



Figure 22 (à gauche) : Proportion des yeux atteints de DMLA dans notre population

Figure 23 (à droite) : Proportion des yeux atteints de DMLA ayant une AV de près de plus ou moins P3

Notre critère d'inclusion était d'avoir au moins un œil atteint de la DMLA. Et nos critères d'exclusions étaient d'avoir un trouble ayant un retentissement sur la lecture à voix haute, de type dysphasique, dyspraxique visuospatiale ou dyslexique, et de ne pas être familiarisé avec l'alphabet et les stratégies de lecture occidentales.

C. Présentation des instruments de recherche

Afin de comparer les polices de caractères Luciole et Arial, sur des textes adaptés et faciles à lire, nous avons dû créer nos propres tests. Ces derniers [Annexe 4] consistaient en quatre textes différents, deux en police Luciole, et deux en police Arial, pour ne pas créer de phénomène d'habituation. Afin de mesurer la vitesse de lecture nous avons choisi d'utiliser des textes déjà connus pour cet effet. *Le Pollueur*, qu'on retrouve dans la batterie ECLAT 16+, a été découpé pour créer les textes 1 et 3, et *Le Géant Egoïste*, qui est retrouvé dans l'ELFE, a été découpé pour créer les textes 2 et 4 [Figure 23]. Ces textes sont étalonnés pour des tranches d'âges précises dans le cadre de bilans neurovisuels, cependant nous ne nous appuyons pas sur ces étalonnages, le contenu des textes n'étant pas notre objet d'étude, ce choix a été fait pour ne pas créer d'habituation dû à plusieurs temps de lecture.

<i>Le Pollueur</i> en Arial	Texte 1 et 3
<i>Le Géant Egoïste</i> en Luciole	Texte 2 et 4

Figure 23 : Tableau récapitulatif des textes utilisés pour nos tests, et leur police.

Nous avons effectué une modification sur le texte 3 et sur le texte 4. Le texte 3 contient la phrase suivante : « des fours moins gourmands en énergie en Erythrée », le pays de l'Erythrée étant peut-être moins connu que d'autres, afin de ne pas ralentir la lecture des sujets lors de la prononciation, et donc pour écarter un biais lié à la connaissance, nous avons remplacé ce pays par « Egypte », dont la forme du mot reste semblable mais qui est plus connu de tous. Enfin dans le texte 4, un passage était écrit en majuscule : « DEFENSE D'ENTRER SOUS PEINE D'AMENDE », nous l'avons

mis en minuscule, afin de ne pas casser le rythme de lecture durant le test, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la vitesse de lecture.

Nous avons imprimé en page A4 chaque texte en taille correspondante, du Parinaud 2 au Parinaud 28, pour adapter la taille du texte à la capacité du sujet. Pour adapter au mieux chaque taille de Parinaud à une taille de point en Arial, nous avons utilisé « l'échelle d'acuité basse vision pour adulte » de Lissac (45), et des « correspondance entre les différentes notations d'acuité visuelle de près » (46).

Les valeurs correspondantes au Parinaud 12 et 28, n'étant pas indiquées, nous les avons déduites. Les valeurs sont reportées dans le tableau [Figure 24].

Parinaud	Arial
2	4
3	6
4	8
5	10
6	12
8	16
10	20
12	22
14	24
16	31
20	39
28	54

Figure 24 : Correspondance entre l'AV en vision de près (Parinaud) et la taille de point en Arial. Les valeurs en rouges sont celles que nous avons déduites.

Les textes étaient rassemblés en livret, ce qui nous a permis de les présenter facilement aux sujets. A la fin de chaque texte il y a un repère rouge pour signaler la fin du texte. Ce repère est utile notamment pour les faibles acuités, où la police d'écriture est alors plus grande et où il est nécessaire de tourner les pages pour continuer à lire le texte.

Le protocole se déroule en trois phases, afin de tester la vitesse de lecture, la préférence du sujet pour une des deux polices, et si un gain d'acuité visuelle en vision de près est possible avec la police Luciole.

Le test de vitesse de lecture était réalisé en binoculaire, afin que le résultat de notre évaluation soit comparable à la vie quotidienne des sujets testés. Le résultat sera donné en nombre de caractères

lus correctement en 30 secondes, espaces compris. Les caractéristiques de chaque texte sont représentées sur la [Figure 25]. L'étude de la préférence du sujet pour une des deux polices était réalisée en monoculaire, afin de cibler particulièrement l'œil atteint de DMLA. Enfin toujours en monoculaire nous avons essayé de faire lire quelques mots d'un texte plus petit que celui lu initialement afin d'observer ou non un gain d'AV.

	Nombre de mots	Nombre de caractère, espaces compris
Texte 1	124	774
Texte 2	145	841
Texte 3	122	769
Texte 4	144	790

Figure 25 : Tableau descriptif des caractéristiques de chaque texte.

D. Passations

Les passations ont eu lieu à l'hôpital Edouard Herriot de Lyon, elles ont été réalisées par la même personne tout au long de l'étude et dans des conditions reproductibles pour chaque sujet. Le sujet était assis, avec un éclairage adapté, et portait sa correction optique, ou la correction trouvée le jour même sur lunettes d'essai. L'AV monoculaire et binoculaire de près a été réalisée auparavant lors de la consultation. Nous avons pris soin de relever l'heure de rendez-vous initiale du patient, afin d'en déduire une certaine fatigue provoquée par l'attente, qui peut avoir des conséquences sur la concentration du patient par la suite. Le protocole est en [Annexe 5].

1. La vitesse de lecture

Le choix de la police de caractères du texte lu en premier variait : en effet, nous présentions le texte écrit en Luciole une fois sur deux en premier. Et nous avons choisi de faire lire le sujet sur une taille de point correspondant à un Parinaud au-dessus de son AV de près, afin de permettre une lecture fluide. Le patient tenait le texte à 33 cm.

Nous expliquions au sujet qu'il allait devoir lire deux textes à voix haute, en étant chronométré, tout en lui signalant que le point rouge représente la fin du texte à lire, et en précisant de commencer et de s'arrêter à notre signal. Nous le chronométrions durant sa lecture, tout en relevant les erreurs de prononciation, ou mots oubliés. Si le patient relisait le mot mal lu ou oublié, nous ne le comptons pas comme une erreur. Puis nous faisons de même avec le second texte, ayant une police différente.

2. La préférence de typographie

En monoculaire cette fois, nous présentions les deux textes restants de polices différentes au sujet. Donc si nous lui avons fait lire en binoculaire le texte 1 et 2, alors ensuite nous lui présentions

les textes 3 et 4 simultanément. Pour chaque œil, nous lui demandions avec quel texte il était le plus à l'aise pour lire, spontanément.

3. L'acuité visuelle de près

Pour évaluer une évolution de l'AV grâce à la police Luciole, nous avons profité qu'un œil soit occlus, pour l'étape précédente. Après sa préférence donnée, nous retirions le texte en Arial, pour ne garder que celui en Luciole. Nous demandions alors au patient de lire le début du plus petit texte possible.

V. Présentation des résultats

Voici à présent les résultats des différents tests effectués pour cette étude. Nous présenterons d'abord l'évolution de l'acuité visuelle de près (AVP) en monoculaire avec la police Luciole, par rapport à Arial. Puis les résultats concernant la vitesse de lecture en fluence, en nombre de caractères (espaces compris) lus en 30s. Et enfin les résultats concernant la préférence subjective des sujets pour une des deux polices lors de la lecture, en monoculaire. Nous avons scindé les sujets atteints de DMLA en deux groupes pour chaque critère de l'étude : les sujets ayant une AV strictement inférieure à P3, et ceux ayant une AV supérieure ou égale à P3.

Pour tous les tests statistiques réalisés dans cette étude, nous avons vérifié les conditions d'application nous permettant de les utiliser. Nous avons réalisé des tests du X^2 , ainsi que des T-Test de Student ou de Mann-Whitney-Wilcoxon. Le détail des test statistiques et leurs résultats sont en [\[Annexe 6\]](#).

A. Etude de l'acuité visuelle de près

1. Etude de l'AV dans notre population

L'étude de l'évolution de l'acuité visuelle a été réalisée en monoculaire afin de pouvoir distinguer les yeux pathologiques de ceux qui ne l'étaient pas.

Concernant les yeux atteints de DMLA, 58,696% n'ont pas eu d'amélioration d'acuité visuelle en vision de près avec la police Luciole par rapport au test de Parinaud original en Arial. Néanmoins, 41,304% ont observé une amélioration d'au moins un Parinaud [\[Figure 26\]](#), c'est-à-dire qu'ils ont pu lire au moins un Parinaud plus petit avec Luciole qu'avec Arial. Parmi les yeux ayant pu lire un Parinaud plus petit, deux yeux avaient une acuité visuelle en vision de près inférieure à P28, et ont pu lire le P28 en Luciole.

En ce qui concerne les yeux n'étant pas atteints de DMLA, nommés « yeux sains », 87,50% n'ont pas eu d'évolution de l'AV de près avec Luciole [Figure 26].

Tableau de contingences

		Evolution AV Luciole		
		Non	Oui	Total
Atteints	Count	27.000	19.000	46.000
	% within row	58.696 %	41.304 %	100.000 %
Sains	Count	7.000	1.000	8.000
	% within row	87.500 %	12.500 %	100.000 %
Total	Count	34.000	20.000	54.000
	% within row	62.963 %	37.037 %	100.000 %

Figure 26 : Prévalence de l'évolution de l'AVP entre Luciole et Arial.

Nous avons aussi détaillé la marge d'évolution en Parinaud, en fonction de la police utilisée en [Figure 27].

Tableau de contingences

Yeux		Evolution AV Luciole					Total
		-1	0	1	2	3	
Atteints	Count	1.000	26.000	16.000	2.000	1.000	46.000
	% within row	2.174 %	56.522 %	34.783 %	4.348 %	2.174 %	100.000 %
Sains	Count	0.000	7.000	1.000	0.000	0.000	8.000
	% within row	0.000 %	87.500 %	12.500 %	0.000 %	0.000 %	100.000 %
Total	Count	1.000	33.000	17.000	2.000	1.000	54.000
	% within row	1.852 %	61.111 %	31.481 %	3.704 %	1.852 %	100.000 %

Figure 27 : Prévalence de l'évolution de l'AVP entre Luciole et Arial.

D'après la [Figure 27], une proportion d'yeux atteints ayant eu une augmentation de l'AVP avec luciole d'un Parinaud de 37.783% est obtenue, 4.348% des yeux atteints ont pu lire deux tailles Parinaud plus petites, 2.174% des yeux ont pu lire trois tailles de Parinaud plus petites, et la même proportion a lu un Parinaud plus grand avec Luciole qu'avec Arial.

Concernant les yeux sains, un seul œil a pu lire un Parinaud plus petit avec Luciole par rapport à Arial, et aucun n'a lu plus d'un Parinaud plus petit et aucun n'a lu de Parinaud plus grand.

Afin de comparer l'évolution de l'AV de près pour des yeux atteints de DMLA et des yeux normovoyants, nous avons réalisé un test de Chi², à partir de la [Figure 26], avec les hypothèses suivantes :

- H0 : Luciole permet une évolution équivalente de l'AVP pour les yeux sains et pathologiques.
- H1 : Luciole semble permettre une évolution différente de l'AVP pour les yeux pathologiques par rapport aux yeux sains.

Ainsi la p-value était de 0,119, et supérieure à 0,05. Nous ne pouvions alors pas rejeter l'hypothèse nulle, et nous avons considéré que Luciole permettait une évolution équivalente de l'AV de près pour les yeux sains comme pathologiques.

2. Etude de l'AV des yeux atteints de DMLA

Ensuite nous avons voulu déterminer si l'amélioration de l'AV de près pour les yeux atteints de DMLA était significative ou non. Alors nous avons réalisé un test de Student, avec les hypothèses suivantes :

- H0 : la police de caractères Luciole ne permet pas une amélioration de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA.
- H1 : la police de caractères Luciole semble permettre une amélioration significative de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA.

La p-value était alors de 0,565, et supérieure à 0,05. Nous ne pouvions donc pas rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons considéré alors que la polices de caractères Luciole ne permettait pas une amélioration significative de l'AV de près pour les yeux atteints de DMLA.

3. Etude de l'AV des yeux pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3

Comme dit précédemment 46% de des yeux testés ayant une AV strictement inférieure à P3, nous avons voulu savoir si pour ce groupe, l'évolution de l'AV de près était significative. De la même manière nous avons fait un test de Student, avec les hypothèses suivantes :

- H0 : la police de caractères Luciole ne permet pas une amélioration de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA ayant une AV strictement inférieure à P3.
- H1 : la police de caractères Luciole semble permettre une amélioration significative de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA ayant une AV strictement inférieure à P3.

La p-value de 0,258 était obtenue, et était supérieure à 0,05, nous ne pouvions alors pas rejeter l'hypothèse nulle. La police de caractères Luciole n'a pas permis pas une amélioration significative de l'AV de près pour les AV strictement inférieures à P3.

4. Etude de l'AV des yeux pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3

Enfin nous avons réalisé le même test pour les AV de près supérieures ou égales à P3, nous hypothèses étaient alors les suivantes :

- H0 : la police de caractères Luciole ne permet pas une amélioration de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA et ayant une AV supérieure ou égale à P3.
- H1 : la police de caractères Luciole semble permettre une amélioration significative de l'AVP pour les yeux atteints de DMLA et ayant une AV supérieure ou égale à P3.

La p-value était de 0,876 et supérieure à 0,05, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Alors la police de caractères Luciole ne permettait pas d'amélioration significative de l'AV de près pour les AV supérieures ou égales à P3.

B. Etude de la vitesse de lecture

1. Etude de la fluence dans notre population

Tout d'abord, nous avons réalisé l'étude de la vitesse de lecture en fluence en vision binoculaire, afin que les conditions d'examen soient les plus représentatives possible des conditions de lecture quotidiennes des sujets.

Nous avons pu constater que, pour tous les sujets confondus, ayant une atteinte unilatérale et bilatérale, et peu importe leur AV, 59% ont eu un gain d'au moins 50 caractères pour 30 secondes de lecture avec le texte en Luciole par rapport au texte en Arial. 30% ont eu un gain de moins de 50 caractères et seulement 11% ont eu une meilleure fluence de lecture avec le texte en Arial [Figure 28].

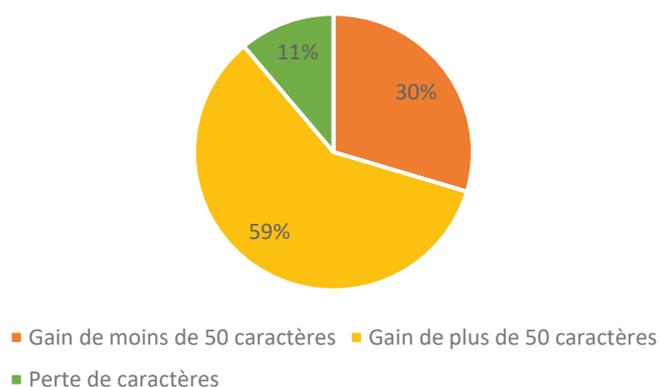


Figure 28 : Prévalence des sujets ayant une évolution de la fluence de lecture avec un texte en Luciole par rapport à un texte en Arial.

2. Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA

Nous avons comparé la différence de vitesse de lecture chez les sujets atteints de DMLA sur au moins un œil, entre la police Luciole et la police Arial. Pour cela nous avons réalisé un test de Student. Nos hypothèses étaient les suivantes :

- H0 : la vitesse de lecture avec la police de caractères Luciole est la même qu'avec Arial.
- H1 : la vitesse de lecture avec la police de caractères Luciole semble significativement supérieure à celle avec Arial.

La p-value obtenue était inférieure à 0.001 et donc inférieure à 0.05, l'hypothèse nulle était alors rejetée. Nous avons donc pu dire que la vitesse de lecture avec la police de caractères Luciole semblait significativement supérieure à la vitesse de lecture avec la police de caractères Arial chez des patients ayant une DMLA sur au moins un des deux yeux.

3. Etude de la fluence chez les sujets pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3

Afin de comparer la vitesse de lecture avec Luciole et Arial, pour les sujets ayant une AV binoculaire strictement inférieure à P3, nous avons réalisé un test de Student, avec les hypothèses suivantes :

- H0 : La vitesse de lecture est équivalente, quelle que soit la police de caractères testée, pour les sujets ayant une AV binoculaire strictement inférieure à P3.
- H1 : La vitesse de lecture avec la police Luciole semble significativement supérieure à celle avec Arial, pour les sujets ayant une AV binoculaire strictement inférieure à P3.

La p-value était de 0,002, et donc inférieure à 0,05, nous pouvions alors rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons considéré que pour les sujets atteints de DMLA ayant une AV de près strictement inférieure à P3, la vitesse de lecture semblait être significativement supérieure avec la police Luciole par rapport à Arial.

4. Etude de la fluence chez les sujets pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3

Enfin nous avons effectué le même test pour comparer la vitesse de lecture pour les sujets ayant une AV binoculaire supérieure ou égale à P3. Les hypothèses étaient les suivantes :

- H0 : La vitesse de lecture est équivalente, quelle que soit la police de caractères testée, pour les sujets ayant une AV binoculaire supérieure ou égale à P3.
- H1 : La vitesse de lecture avec la police Luciole semble significativement supérieure à celle avec Arial, pour les sujets ayant une AV binoculaire supérieure ou égale à P3.

La p-value était inférieure à 0,001, et donc inférieure à 0,05, nous pouvions alors rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons considéré que pour les sujets atteints de DMLA ayant une AV binoculaire de près supérieure ou égale à P3, la vitesse de lecture semblait être significativement supérieure avec la police Luciole par rapport à Arial.

5. Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA bilatérale

Concernant les sujets atteints de la DMLA de manière bilatérale, nous avons pu constater la même tendance [Figure 29], avec 53% des sujets ayant un gain de fluence d'au moins 50 caractères pour 30 secondes de lecture.

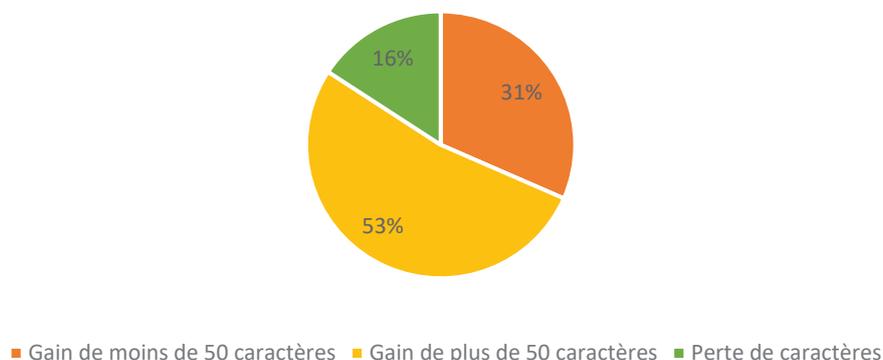


Figure 29 : Prévalence des sujets atteints de DMLA bilatérale ayant une évolution de la fluence de lecture avec un texte en Luciole par rapport à un texte en Arial.

Pour savoir si cette amélioration de la vitesse de lecture avec la police Luciole par rapport à Arial était significative chez les sujets atteints de DMLA bilatérale, nous avons réalisé un test de Student, avec les hypothèses suivantes :

- H0 : La vitesse de lecture des sujets ayant une DMLA bilatérale est la même avec la police Luciole qu'avec la police Arial.
- H1 : La vitesse de lecture des sujets ayant une DMLA bilatérale semble être significativement supérieure avec Luciole par rapport à Arial.

La p-value était inférieure à 0,001, et donc inférieure à 0,05, nous pouvions alors rejeter l'hypothèse nulle. La vitesse de lecture en fluence semblait donc être significativement supérieure avec la police de caractères Luciole par rapport à Arial.

6. Etude de la fluence chez les sujets atteints de DMLA unilatérale

Enfin concernant les sujets n'ayant qu'un seul œil atteint de DMLA, 75% ont eu un gain d'au moins 50 caractères pour 30 secondes de lecture. Et aucun sujet n'a eu une meilleure fluence avec le texte en Arial [Figure 30].

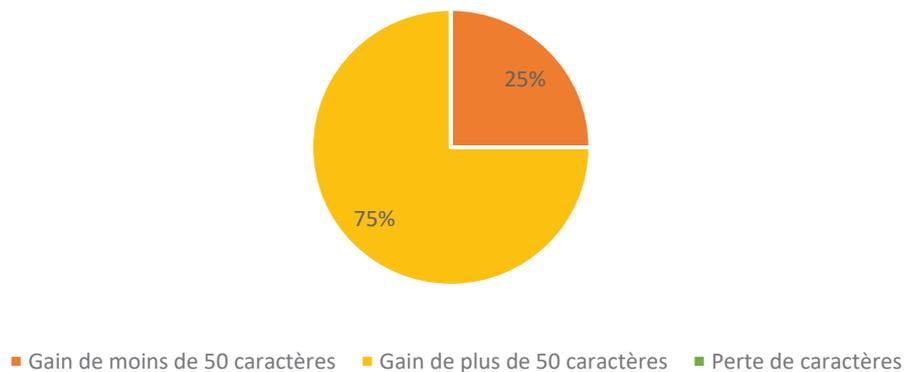


Figure 30 : Prévalence des sujets atteints de DMLA monoculaire ayant une évolution de la fluence de lecture avec un texte en Luciole par rapport à un texte en Arial.

Nous avons réalisé le même test pour savoir si l'amélioration de la vitesse de lecture était significative chez les sujets atteints de DMLA monoculaire cette fois. Nous avons émis les hypothèses suivantes :

- H0 : La vitesse de lecture des sujets ayant une DMLA unilatérale est la même avec la police Luciole qu'avec la police Arial.
- H1 : La vitesse de lecture des sujets ayant une DMLA unilatérale semble être significativement supérieure avec Luciole par rapport à Arial.

La p-value était inférieure à 0,001, et donc inférieure à 0,05, nous pouvions alors rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons considéré que pour les sujets atteints de DMLA unilatérale, la vitesse de lecture semblait être significativement supérieure avec la police Luciole, qu'avec Arial.

C. Etude de la préférence de typographie

Cette étude a été réalisée en monoculaire, dans le même but que pour l'étude de l'évolution de l'AV de près.

1. Etude de la préférence dans notre population

Ainsi pour les yeux pathologiques, 58,696% ont préféré le texte en police Luciole, contre 10,87% pour le texte en police Arial. Et 30,435% n'ont pas eu de préférence pour lire une des deux polices [Figure 31].

Chez les yeux sains, 50% ont préféré le texte en Luciole, mais une part beaucoup plus importante que précédemment a préféré celui en Arial, soit 37,5%. Enfin seulement 12,5% n'ont pas eu de préférence [Figure 31].

Ainsi, en comparant les résultats pour les yeux pathologiques et non pathologiques, nous avons constaté que, dans les deux cas, la police de caractères Luciole était majoritairement préférée. Pour tous les yeux confondus elle était la préférée pour 57,407% des yeux testés.

Tableaux de contingences

		Préférence			Total
		Arial	Luciole	Aucune	
Atteints	Count	5.000	27.000	14.000	46.000
	% within row	10.870 %	58.696 %	30.435 %	100.000 %
Sains	Count	3.000	4.000	1.000	8.000
	% within row	37.500 %	50.000 %	12.500 %	100.000 %
Total	Count	8.000	31.000	15.000	54.000
	% within row	14.815 %	57.407 %	27.778 %	100.000 %

Figure 31 : Prévalence des yeux atteints de DMLA préférant une des deux polices étudiées.

Pour le démontrer statistiquement, nous avons réalisé un test de Chi2. Nos hypothèses étaient les suivantes :

- H0 : Les yeux pathologiques comme les yeux sains ont préféré la même police de caractères
- H1 : Les yeux pathologiques semblent significativement ne pas préférer la même police de caractères que les yeux sains.

Une p-value de 0.126 était obtenue, ce qui est supérieur à 0.05, donc nous ne pouvions pas rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons alors considéré que les yeux pathologiques comme les yeux sains ont préféré la même police de caractères.

2. Etude de la préférence des yeux atteints de DMLA

Pour les tests suivants, nous avons réalisé une comparaison entre les yeux pathologiques préférant la police de caractères Luciole, et les yeux pathologiques ayant fait un autre choix de réponse (préférant Arial, ou n'ayant pas de préférence) afin de mettre en évidence une préférence significative pour Luciole.

D'abord nous avons voulu comparer la préférence de police de caractères pour tous les yeux atteints de DMLA, pour cela nous avons réalisé un test de Student et avons émis les hypothèses suivantes :

- H0 : les yeux atteints de DMLA n'ont pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.
- H1 : les yeux atteints de DMLA semblent préférer significativement la police de caractères Luciole.

Nous avons obtenu une p-value de 0.868 ce qui était supérieur à 0.05, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons alors considéré que les yeux atteints de DMLA n'avaient pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.

3. Etude de la préférence des yeux pathologiques ayant une AV strictement inférieure à P3

Les conditions n'étant pas réunies pour réaliser un test de Student, nous avons réalisé un test de Mann-Whitney, afin de comparer la préférence pour la police Arial ou Luciole pour des yeux atteints de DMLA, ayant une AV de près strictement inférieure à P3. Nos hypothèses étaient les suivantes :

- H0 : les yeux atteints de DMLA ayant une AV strictement inférieure à P3 n'ont pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.
- H1 : les yeux atteints de DMLA ayant une AV strictement inférieure à P3 semblent préférer significativement la police de caractères Luciole.

Une p-value de 0.863 était obtenue, ce qui était supérieur à 0.05, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons donc considéré que les yeux atteints de DMLA ayant une AVP strictement inférieure à P3 n'avaient pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.

4. Etude de la préférence des yeux pathologiques ayant une AV supérieure ou égale à P3

Pour comparer la préférence pour la police Arial ou Luciole pour des yeux atteints de DMLA et ayant une AV de près supérieure ou égale à P3 nous avons réalisé un test de Student. Nos hypothèses étaient les suivantes :

- H0 : les yeux atteints de DMLA ayant une AV supérieure ou égale à P3 n'ont pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.
- H1 : les yeux atteints de DMLA ayant une AV supérieure ou égale à P3 semblent préférer significativement la police de caractères Luciole.

Nous avons obtenu une p-value de 0.541 ce qui était supérieur à 0.05, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Nous avons alors considéré que les yeux atteints de DMLA ayant une AV de près supérieure ou égale à P3 n'avaient pas de préférence significative pour la police de caractères Luciole.

VI. Discussion

Tout d'abord, par souci de transparence, nous tenons à préciser que certaines de nos données collectées ne sont pas cohérentes par rapport aux acuités visuelles obtenues en vision de loin et celles obtenues en vision de près. Ceci peut s'expliquer par le grand âge de certains sujets, du fait que la DMLA touche essentiellement les personnes âgées, à ceci peut s'ajouté du stress, ou de la fatigue. Nous avons essayé d'évaluer les sujets le plus tôt possible après leur arrivée à l'hôpital, pour justement limiter ces effets. La grande majorité des sujets, a été évaluée pour notre étude avant leur consultation ophtalmologique, la durée de passation totale était d'environ 15min, et seulement deux sujets ont été pris avec un retard de 20 à 30min.

Malgré le fait que le seuil de malvoyance soit placé à partir d'une acuité de 3/10, nous avons choisi de diviser notre population par rapport à une acuité de 5/10 car cela représentait près de la moitié de celle-ci. De plus, l'étude AREDS sur la DMLA et les fonctions supérieures montre que chez les personnes ayant une acuité visuelle inférieure ou égale à 5/10, le risque de présenter des troubles cognitifs est plus important que chez celles ayant une acuité visuelle supérieure ou égale à 6/10 (41)

Ainsi, concernant le gain d'AV, statistiquement la police Luciole ne permet pas un gain significatif d'AV de près pour les yeux atteints de DMLA, et ce que leur AV soit inférieure ou supérieure à 5/10. Cependant la p-value est nettement plus proche de 0,05 pour les sujets ayant une AV supérieures ou égales à 5/10 que celle pour les sujets ayant une AV strictement inférieures à 5/10, (cette dernière étant de 0,079), nous pouvons donc penser que les résultats tendent à être significatifs pour cette catégorie de sujets.

Il est quand même bon de préciser que parmi les yeux ayant eu une amélioration de l'AV avec la police Luciole, deux yeux n'appartenant pas au même sujet ont une AV de près avec Arial inférieure à P28, alors qu'ils ont réussi à lire le P28 en Luciole.

Concernant les yeux sains, leur effectif étant trop faible, nous n'avons pas réalisé de test statistique pour démontrer une évolution de l'AV de près avec Luciole par rapport à Arial. En effet, seulement 1 œil sain sur les 8 a eu une amélioration de l'AV de près avec luciole, ce qui correspond à 12.5% de l'effectif.

Pour ce qui est de la fluence de lecture, pour tous les sujets atteints de DMLA confondus, et peu importe leur AV, Luciole semble permettre une amélioration très significative de la fluence de lecture par rapport à Arial, avec un p-value inférieure à 0,001. En effet pour les sujets ayant une AV binoculaire strictement inférieure à P3 la p-value est de 0,002. Et pour ceux ayant une AV binoculaire supérieure ou égale à P3, la p-value est inférieure à 0,001. De même, que la DMLA soit bilatérale ou unilatérale, la p-value reste inférieure à 0,001.

Ainsi nous pouvons confirmer que Luciole permet une amélioration très significative de la vitesse de lecture en fluence chez les sujets atteints de DMLA, et ce peu importe qu'elle soit uni ou bilatérale, et peu importe la profondeur de l'atteinte.

Cela permet donc de renforcer l'idée qu'une police de caractères peut modifier la vitesse de lecture. Nous ne savons cependant pas si cette amélioration aurait été significative pour des tailles de point plus grandes et éloignées de l'AV seuil du lecteur. En effet nous avons réalisé le test de vitesse de lecture sur une taille de Parinaud supérieure à celle mesurée, afin de gagner en fluidité de lecture. Nous pouvons imaginer qu'avec un texte ayant une plus grande taille de point, la vitesse de lecture

avec la police Luciole serait restée équivalente à celle avec la police Arial, et que pour une taille de point équivalente à l'AV de près des sujets, la vitesse de lecture aurait été meilleure, mais nous ne pouvons en rien l'affirmer.

L'étude de Tarita-Nistor et al. (44) démontrait que la police de caractères n'avait pas d'influence sur la vitesse de lecture maximale, mais pouvait permettre une amélioration si la taille du texte se rapprochait de la limite d'acuité, et l'étude de Arditi et Cho (2007) (7) confirmait ces faits. Il y a donc un biais pour estimer si l'AV à laquelle nous avons testé nos sujets est considérée comme limite ou non.

De plus nous n'avons pas pu faire ce test sur des sujets plus jeunes, ce qui nous aurait permis de comparer les vitesses de lecture avec les polices de caractères Luciole et Arial en fonction de l'âge. En effet, comme décrit précédemment, la vitesse de lecture a tendance à diminuer d'environ 20% avec l'âge (3), cette étude nous aurait permis de déterminer si Luciole a un impact sur la vitesse de lecture de manière générale pour les personnes âgées, ou si elle a un intérêt plus particulièrement pour les personnes atteintes de DMLA.

Enfin, nous ne pouvons pas comparer nos résultats de fluence de lecture avec ceux du mémoire sur la « Validation d'une police de caractères adaptée aux personnes malvoyantes » rédigé par Mme Hind DRISSI (8), qui pourtant évaluait la police Luciole sur une population jeune déficiente visuelle, puisque les vitesses de lecture ont été chronométrées pour un texte à lire en entier, là où nous avons compté le nombre de caractères lus pour un temps donné.

Les résultats du test de préférence entre la police Luciole et la police Arial montre qu'une franche proportion d'yeux atteints de DMLA a préféré la police Luciole soit 58,696%. Cependant les résultats au test statistique ne montrent pas que cette préférence soit significative avec une p-value de 0.868. Ainsi, la préférence n'est pas non plus significative que ce soit pour les yeux ayant une AV strictement inférieure à P3 ou supérieure ou égale à P3, avec une p-value respective de 0.863 et de 0.541. Il serait alors intéressant de refaire ce test avec une population plus grande, pour savoir si les résultats deviennent significatifs.

De plus, nous sommes conscientes que la population étudiée n'est pas homogène, en effet, elle comporte beaucoup plus de femmes que d'hommes. Cela peut s'expliquer par le fait que la DMLA touche essentiellement les personnes âgées, avec un facteur de risque plus élevé pour les femmes, dont l'espérance de vie est également plus longue, que celle des hommes.

Initialement, nous voulions tester la police de caractères Luciole sur une population de sujets malvoyants portant un déficit visuel acquis, afin de savoir si elle permettait d'améliorer le confort de lecture chez des adultes, de la même manière qu'elle le permet chez des enfants déficients visuels. Cependant, les sujets que nous avons inclus notre étude ne se trouvent, pour la plupart, pas encore en situation de déficience visuelle (comme on peut la percevoir d'après l'OMS (34)). Notre étude n'est donc finalement pas spécifique des sujets ayant une déficience visuelle acquise dans le cadre de la DMLA, mais plutôt spécifique des sujets ayant une DMLA, à des stades plus ou moins avancés, ou des signes fonctionnels s'en rapprochant.

VII. Conclusion

Notre problématique était « La police de caractères Luciole a-telle un impact sur le confort de lecture des patients atteints de DMLA », et pour y répondre nous avons choisi d'étudier trois paramètres afin de définir le confort de lecture. Ces derniers étaient l'amélioration de l'acuité visuelle en vision de près, l'amélioration de la vitesse de lecture, et la préférence visuelle, et ce en confrontant les polices de caractères Luciole et Arial.

La police Luciole n'a pas permis d'améliorer significativement l'acuité visuelle monoculaire de nos sujets. En ce qui concerne la préférence entre les polices de caractères Luciole et Arial, nous n'avons pas pu prouver statistiquement que Luciole était préférée par les patients atteints de DMLA. Cependant, plus de la moitié de notre population d'étude l'a choisie, que leurs yeux soient pathologiques ou non. De ce fait, il pourrait être intéressant d'étendre cette police de caractères pour un public plus large, pourquoi pas notamment dans les librairies classiques, ou de la diffuser dans le cadre de séances de rééducation basse vision où elle aurait un intérêt certain. Cela pourrait permettre une lecture plus confortable et plus aisée pour des personnes qui en ont besoin, qu'elles soient normo-voyantes ou non.

De plus, la vitesse de lecture en vision binoculaire est nettement améliorée grâce à la police Luciole. Malgré le fait que nous ne puissions pas affirmer que Luciole soit bénéfique particulièrement pour les personnes atteintes de DMLA ou seulement pour les personnes âgées, les améliorations retrouvées ne sont pas négligeables lors la lecture. La question que nous pouvons alors nous poser concerne le lien entre le confort de lecture et la vitesse de lecture. Une vitesse de lecture plus élevée traduit en partie le fait que la fatigue procurée ou les efforts engendrés par la lecture sont diminués, ce qui amène à penser que le confort de lecture est de ce fait augmenté. Ces facteurs restent très subjectifs et propres à chaque sujet. De plus avec la police Luciole, certains sujets qui ne pouvaient pas déchiffrer de mots ont réussi à lire un texte, ce qui est à notre sens un gain de confort non négligeable, autant sur le plan visuel que psychologique.

Ainsi, bien que nos résultats ne permettent pas de démontrer statistiquement que la police de caractères Luciole est un réel atout pour l'amélioration du confort de lecture de personnes atteintes de DMLA, nous pouvons affirmer, de par les réactions des sujets que nous avons vus, que cette police de caractères permettra d'aider de nombreuses personnes déficientes visuelles ou non à renouer avec la lecture.

Bibliographie :

1. Acuité visuelle [Internet]. SNOF. [cité 15 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.snof.org/encyclopedie/acuit%C3%A9-visuelle>
2. Fondements cognitifs de la lecture [Internet]. [cité 15 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.college-de-france.fr/site/stanislas-dehaene/course-2015-02-24-09h30.htm>
3. Schelstraete MA, Hupet M, Desmette D. Effets de l'âge sur les stratégies d'encodage en lecture de phrases. *Année Psychol.* 1998;98(2):209-32.
4. Russell-Minda E, Jutai JW, Strong JG, Campbell KA, Gold D, Pretty L, et al. The Legibility of Typefaces for Readers with Low Vision: A Research Review. *J Vis Impair Blind.* juill 2007;101(7):402-15.
5. Arditi A, Cho J. Serifs and font legibility. *Vision Res.* nov 2005;45(23):2926-33.
6. Nersveen J, Kvile AK, Johansen EA. Legibility in Print Text for People with Impaired Vision. :9.
7. Arditi A, Cho J. Letter case and text legibility in normal and low vision. *Vision Res.* sept 2007;47(19):2499-505.
8. Validation d'une police de caractère adaptée aux personnes malvoyantes. Mémoire M1.pdf.
9. Edition adaptée - Présentation BDI [Internet]. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: <http://www.inja.fr/BDEA/presentation-bdi.aspx>
10. Group PMB. Mallette Ressources - CTRDV [Internet]. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: https://mallette.ctrdv.fr/opac_css/index.php
11. Luciole, une police de caractères pour la déficience visuelle. *Rev Francoph Orthopt.* juill 2021;14(3):97-100.
12. Arial® Font Family Typeface Story [Internet]. Fonts.com. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.fonts.com/font/monotype/arial/story>
13. Accessibilité & Adaptabilité des Ressources Numériques pour l'École - Ministère de l'éducation.pdf.
14. La marque de l'État [Internet]. Gouvernement.fr. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.gouvernement.fr/marque-Etat>
15. Dyslexie Font - An award winning Dyslexia font [Internet]. [cité 14 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.dyslexiefont.com/en/home/>
16. Sparrow L. 4 Does an adapted typeface make it easier to read for dyslexic children? :19.
17. Police de caractères EIDO | Laboratoire de psychologie cognitive - UMR 7290 [Internet]. [cité 14 mai 2022]. Disponible sur: <https://lpc.univ-amu.fr/fr/police-caracteres-eido>

18. <http://www.formsport.de>. Le caractère typographique Luciole a été conçu spécifiquement pour les personnes malvoyantes [Internet]. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: <http://luciole-vision.com/luciole-vision.com>
19. Comité Louis Braille – Le Comité Louis Braille (CLB) rassemble les associations et organismes de personnes aveugles ou handicapées visuelles de la Métropole de Lyon et du Département du Rhône. [Internet]. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur: <https://comitelouisbraille.com/>
20. Page d'accueil du site - CERTAM [Internet]. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur: <https://certam-avh.com/>
21. Association DMLA - pour vous écouter, vous informer et vous soutenir. [Internet]. Association DMLA. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur: <https://association-dmla.org/>
22. Voxiweb, l'Internet accessible à tous - Solution innovante permettant aux personnes en situation de handicap (visuel, moteur ou cognitif) d'accéder au web [Internet]. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur: <https://fr.voxiweb.com/>
23. EasyReader for Windows [Internet]. [cité 17 déc 2021]. Disponible sur: <https://yourdolphin.com/products/education/easyreader-for-windows>
24. #. Malvoyance causée par la DMLA : découverte d'un biomarqueur sanguin pour évaluer le risque lié à l'alimentation [Internet]. Salle de presse | Inserm. 2021 [cité 15 déc 2021]. Disponible sur: <https://presse.inserm.fr/malvoyance-causee-par-la-dmla-decouverte-dun-biomarqueur-sanguin-pour-evaluer-le-risque-lie-a-lalimentation/43296/>
25. Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 23 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/dossier/degenerescence-maculaire-liee-age-dmla/>
26. [reco2clics_degenerescence_maculaire_liee_a_lage_prise_en_charge_diagnostique_et_therapeutique_2012-12-10_15-25-41_878.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-12/reco2clics_degenerescence_maculaire_liee_a_lage_prise_en_charge_diagnostique_et_therapeutique_2012-12-10_15-25-41_878.pdf) [Internet]. [cité 24 nov 2021]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-12/reco2clics_degenerescence_maculaire_liee_a_lage_prise_en_charge_diagnostique_et_therapeutique_2012-12-10_15-25-41_878.pdf
27. Rapport SFO 2018 - Rétine et vitré [Internet]. [cité 26 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/em/SFO/H2018/B9782294756399000048.html>
28. Benoît DELAUNAY. L'ophtalmologie facile aux ECNI. ELSEVIER MASSON.
29. Srour M, Semoun O, Souied E. DMLA : les 10 signes à l'OCT qu'il faut connaître. 2014;4.
30. Chapitre-15.pdf [Internet]. [cité 27 nov 2021]. Disponible sur: <http://couf.fr/wp-content/uploads/2016/03/Chapitre-15.pdf>
31. Carré C, Gabrielle PH, Creuzot-Garcher C. Tout savoir sur le Treat and Extend : organisation et optimisation. 2019;3.
32. L'OMS lance son premier Rapport mondial sur la vision [Internet]. [cité 28 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>

33. Causes-de-cecite-dans-le-monde-en-fonction-du-developpement-economique-300x162.png (300x162) [Internet]. [cité 15 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.cehjournal.org/wp-content/uploads/Causes-de-cecite-dans-le-monde-en-fonction-du-developpement-economique-300x162.png>
34. Cécité et déficience visuelle [Internet]. [cité 27 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
35. Changements.pdf [Internet]. [cité 28 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.who.int/blindness/Changements.pdf>
36. Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) [Internet]. Ligue Braille. [cité 28 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.braille.be/fr/documentation/pathologies-visuelles/dmla>
37. DMLA : quelles sont les ondes lumineuses responsables de la perte de la vision ? · Inserm, La science pour la santé [Internet]. Inserm. [cité 28 nov 2021]. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/actualite/dmla-queelles-sont-ondes-lumineuses-responsables-perse-vision/>
38. Rapport SFO 2017 - Déficiences visuelles [Internet]. [cité 1 déc 2021]. Disponible sur: https://www.em-consulte.com/em/SFO/H2017/file_100015.html
39. Cohen SY, Legargasson JF. Adaptation au scotome central : partie II: Complétion visuelle des scotomes centraux. *J Fr Ophtalmol.* 1 déc 2005;28(10):1131-6.
40. CogniFit [Internet]. Cognition - L'importance de la Cognition. [cité 1 déc 2021]. Disponible sur: <https://www.cognifit.com/fr/cognition>
41. RO188_desmettre.pdf [Internet]. [cité 1 déc 2021]. Disponible sur: https://www.realites-cardiologiques.com/wp-content/uploads/sites/2/2012/01/RO188_desmettre.pdf
42. Naël - Impact des troubles visuels sur la perte d'autonomie.pdf [Internet]. [cité 1 déc 2021]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02868574/document>
43. L'apprenti-lecteur - Dix Sur Dys [Internet]. [cité 3 déc 2021]. Disponible sur: <https://sites.google.com/site/dixsurdys/pour-aller-plus-loin/la-lecture-fonctionnement-et-apprentissage/l-apprenti-lecteur>
44. Tarita-Nistor L, Lam D, Brent MH, Steinbach MJ, González EG. Courier: a better font for reading with age-related macular degeneration. *Can J Ophthalmol.* févr 2013;48(1):56-62.
45. LISSAC. Echelle d'acuité Basse Vision pour adulte.
46. CORRESPONDANCE ENTRE LES DIFFERENTES NOTATIONS DE L.pdf [Internet]. [cité 14 mai 2022]. Disponible sur: <https://www.snof.org/sites/default/files/CORRESPONDANCE%20ENTRE%20LES%20DIFFERENTES%20NOTATIONS%20DE%20L.pdf>

Annexes :

ANNEXE 1 :

Optotypes permettant d'évaluer l'AV angulaire (1) :



ANNEXE 2 :

Visuel des polices de caractères spécialisées :

- Police Dyslexie © (2) :

Pluto

Pluto is the largest known object in the Kuiper belt, the largest and second-most massive known dwarf planet in the Solar System and the ninth largest and tenth-most massive known object directly orbiting the Sun.

- Police EIDO (3) :

Quoiqu'il en soit, tout est tranquille; nous avons au moins jusqu'à l'hiver, a dit madame de Blamont, le lot de l'infortune est de jouir du présent, sans s'inquiéter de l'avenir, et quels moments seraient pour elle, si à côté des tourments qui l'accablent sans cesse, elle n'avait au moins pour jouissances, celles que lui laisse l'illusion.

– Police Luciole (4) :

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d
e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
o	p	q	r	s	t	u	v	w	x
y	z								

ANNEXE 3 : Les aides optiques utilisées en rééducation basse vision

- En vision de près : télé-agrandisseur (loupe reliée à un écran qui affiche le texte avec le grossissement souhaité), loupes éclairantes, lunettes à addition forcée (lunettes avec une addition d'environ +3.50/+4dp qui sont utilisées pour lire, mais qui diminuent beaucoup la distance de lecture).
- En vision de loin : les prismes (pour excentrer la fixation), des verres avec filtre chromatique/polarisant, un système de Kepler (système optique monoculaire comparable à des jumelles).

<p><i>Loupe à poser</i></p>	
<p><i>Loupes à main</i></p>	
<p><i>Systèmes télescopiques</i></p>	
<p><i>Sur-lunettes teintés</i></p>	
<p><i>Télé-agrandisseur avec ou sans synthèses vocales</i></p>	

ANNEXE 4 : Les textes que nous avons utilisés

- **Texte 1 en Arial « Le Pollueur » :**

Le pollueur peut payer ses dégâts sur le net. En France, le phénomène a seulement un an et demi. Trois sites Internet proposent aux particuliers de calculer leurs émissions de dioxyde de carbone (un gaz à effet de serre) lorsqu'ils utilisent leur voiture, chauffent leur maison ou prennent l'avion. Les internautes peuvent ensuite payer une somme correspondant à leur niveau de pollution pour financer des projets contre le réchauffement climatique. Exemple : un vol aller-retour Paris-Rome rejette mille trois cents kilos de dioxyde de carbone dans l'atmosphère par personne. Il coûte vingt-six euros sur le site Climat Mundi. Ce système est appelé « mécanisme de compensation ». Un peu comme le principe du pollueur/payeur mis en œuvre dans le cadre du protocole de Kyoto.

- **Texte 2 en Luciole « Le Géant Egoïste »**

Tous les après-midis, en revenant de l'école, les enfants allaient jouer dans le jardin du Géant. C'était un grand et ravissant jardin avec une douce herbe verte. Ça et là, sur l'herbe, il y avait de belles fleurs qui ressemblaient à des étoiles, et il y avait douze pêchers qui, au printemps, s'épanouissaient en délicates floraisons couleur de rose et de perle, et, en automne, portaient des fruits magnifiques. Les oiseaux, assis sur les arbres, chantaient si joliment que les enfants s'arrêtaient de jouer pour les écouter. « Comme nous sommes heureux ici ! » s'écriaient-ils. Un jour, le Géant revint. Il était allé visiter son ami, l'Ogre de Cornouailles, et était resté sept ans avec lui. Au bout de sept ans, il avait dit tout ce qu'il avait à dire, car sa conversation était limitée, et il avait décidé de retourner dans son château.

- **Texte 3 en Arial « Le Pollueur »**

« Les adhérents sont déjà des écolos convaincus. Ils veulent compenser les rejets de dioxyde de carbone qu'ils ne peuvent pas éviter. On repousse les limites de l'écologie », explique Eric Parent, cofondateur de Climat Mundi. Une initiative récente qui prend de l'ampleur. Sur ce site Internet accessible depuis juin, l'argent sert à financer trois projets : des fours moins gourmands en énergie en Egypte, des éoliennes en Turquie et une usine de production propre en Australie. Un autre site, Action Carbone, finance la reforestation en Colombie. Selon Climat Mundi, les sommes récoltées sont encore faibles mais le phénomène prend de l'ampleur. « Environ cinq personnes compensent chaque jour sur notre site leurs rejets de dioxyde de carbone », affirme Eric Parent.

- **Texte 4 en Luciole « Le Géant Egoïste »**

Quand il arriva, il vit les enfants jouer dans le jardin. « Que faites-vous ici ? » s'écria-t-il d'une voix très rude, et les enfants s'enfuirent. « Mon jardin à moi est mon jardin à moi », dit le Géant ; « tout le monde peut comprendre cela, et je ne laisserai personne d'autre que moi y jouer » Et il construisit tout autour un mur très haut et mit un écriteau : défense d'entrer sous peine d'amende. C'était un Géant très égoïste. Les pauvres enfants n'avaient plus d'endroit pour jouer. Ils essayèrent de jouer sur la route, mais la route était très poussiéreuse et pleine de gros cailloux, et ils n'aimaient pas cela. Après avoir appris leurs leçons, ils erraient autour du mur en parlant du beau jardin qui était à l'intérieur. « Comme nous y étions heureux ! » disaient-ils entre eux.

ANNEXE 5 : Le protocole de passation

L'AVP aura été déterminée plus tôt lors de l'examen habituel, en monoculaire et binoculaire, ou juste avant cette passation.

- Noter d'abord l'heure à laquelle avait rendez-vous le patient, et l'heure à laquelle il fait la consultation. Cela nous permettra d'estimer la fatigabilité du patient en fonction de l'heure de passage et du temps d'attente à l'hôpital, en fonction du retard sur la consultation.
- Le patient lira en binoculaire avec la meilleure CO du jour sur lunettes d'essai, ou avec sa CO.
- Le texte lu en premier sera une fois sur deux celui en Arial, puis celui en Luciole.
- Dire au patient : « Maintenant nous allons faire un test supplémentaire, pour faire une étude pour comparer deux polices de caractères. Je vais donc vous demandez de lire différents

Page | 58

textes, en vous chronométrant. Vous commencerez la lecture à mon départ et arrêterez à mon signal. Le but est que vous lisiez de la manière la plus naturelle possible. » En fonction de la taille du texte il est possible que le patient soit obligé de tourner les pages. « Un point rouge signifie la fin du texte, il faudra tourner les pages jusqu'à ce point rouge. »

- Faire lire le patient sur la taille de Pa au-dessus de celle lue lors de l'AVP, à la distance de lecture conventionnelle 33cm.
- Installer le patient avec la CO.
- Donner au patient le 1^{er} texte.
- Donner le départ au patient et chronométrer 30s à partir du commencement de sa lecture
- Compter les erreurs faites par le patient : erreur du mot prononcé, oubli de mot. Si le patient relit le mot mal lu ou oublié ce n'est pas une erreur.
- Compter le nombre de caractères lus au bout de 30s, et le noter.
- Dire au patient : « C'était très bien ! Passons au texte suivant »
- Récupérer le 1^{er} texte et donner au patient le 2nd.
- Donner le départ au patient et chronométrer 30s à partir du commencement de sa lecture
- Compter les erreurs faites par le patient : erreur du mot prononcé, oubli de mot. Si le patient relit le mot mal lu ou oublié ce n'est pas une erreur.
- Compter le nombre de caractères lus au bout de 30s, et le noter.
- Dire au patient : « Parfait, maintenant je vais vous cacher un œil et vous allez me dire avec quel texte vous êtes le plus à l'aise pour lire. »
- Cacher l'OG, présenter les deux textes, de taille identique mais de polices différentes, au patient.
- Recueillir la réponse du patient.
- Avec le texte Luciole, essayer de faire lire au patient un texte plus petit que celui lu avec le Pa, noter la taille du texte lu.
- Découvrir l'OG, et cacher l'OD, re présenter au patient les deux textes.
- Dire au patient « Et maintenant lequel préférez-vous ? », recueillir sa réponse
- Avec le texte Luciole, essayer de faire lire au patient un texte plus petit que celui lu avec le Pa, noter la taille du texte lu.
- Terminer en disant « Merci beaucoup nous avons terminé avec ses textes », puis raccompagner le patient.

ANNEXE 6 : Nos tests statistiques

- **Etude de l'évolution de l'AVP**
Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	0.166	44	0.565

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
--	---	----	---

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le groupe « oui » était supérieure au groupe « non ».

Tableau 1 : Test de Student indépendant reprenant l'évolution de l'AVP de tous les yeux atteints.

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	-0.659	28	0.258

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le groupe « oui » était supérieure au groupe « non ».

Tableau 2 : Test de Student indépendant reprenant l'évolution de l'AVP des yeux pathologiques avec une AVP < P3.

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	1.208	14	0.876

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le groupe « oui » était supérieure au groupe « non ».

Tableau 3 : Test de Student indépendant reprenant l'évolution de l'AVP des yeux pathologiques avec une AVP > ou = P3.

- Etude de la vitesse de lecture

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	T	Df	P
MCLM Luciole	- MCLM Arial	5.461	26	< .001

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le « MCLM Luciole » est supérieur au « MCLM Arial ».

Tableau 4 : Test de Student apparié comparant la fluence de lecture avec un texte en Arial et un en Luciole de l'ensemble des sujets.

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	T	Df	P
-----------	-----------	---	----	---

Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	T	Df	P
MCLM Luciole	-	MCLM Arial	3.539	14	0.002

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le « MCLM Luciole » est supérieur au « MCLM Arial ».

Tableau 5 : Test de Student apparié comparant la fluence de lecture avec un texte en Arial et un en Luciole des sujets pathologiques ayant une AVP < P3.

Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	T	Df	P
MCLM Luciole	-	MCLM Arial	4.176	11	< .001

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le « MCLM Luciole » est supérieur au « MCLM Arial ».

Tableau 6 : Test de Student apparié comparant la fluence de lecture avec un texte en Arial et un en Luciole de l'ensemble des sujets pathologiques ayant une AVP > ou = P3.

Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	T	Df	P
MCLM Luciole	-	MCLM Arial	5.242	7	< .001

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le « MCLM Luciole » est supérieur au « MCLM Arial ».

Tableau 7 : Test de Student apparié comparant la fluence de lecture avec un texte en Arial et un en Luciole de l'ensemble des sujets ayant une DMLA unilatérale.

Paired Samples T-Test

Measure 1		Measure 2	T	Df	P
MCLM Luciole	-	MCLM Arial	3.748	18	< .001

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le « MCLM Luciole » est supérieur au « MCLM Arial ».

Tableau 8 : Test de Student apparié comparant la fluence de lecture avec un texte en Arial et un en Luciole de l'ensemble des sujets ayant une DMLA bilatérale.

- Etude de la préférence

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	1.130	44	0.868

Note : pour tous les tests, nous avons émis l'hypothèse alternative que le groupe « Luciole » est supérieur au groupe « Autre préférence ».

Tableau 9 : Test de Student indépendant comparant la préférence de tous les yeux pathologiques

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	1.114	28	0.863

Note : pour ce test, nous posons l'hypothèse alternative que le groupe « Luciole » est supérieure au groupe « Arial ».

Tableau 10 : Test de Mann-Whitney-Wilcoxon indépendant comparant la préférence de tous les yeux pathologiques ayant une AVP < P3.

Independent Samples T-Test

	T	Df	P
Sujets	-0.105	14	0.541

Note : pour ce test, nous posons l'hypothèse alternative que le groupe « Luciole » est supérieure au groupe « Arial ».

Tableau 11 : Test de Student indépendant comparant la préférence de tous les yeux pathologiques ayant une AVP > ou = P3

ANNEXE 7 : Un exemple de nos tests. Texte en taille de point 20, correspondant à un P10. La police Arial est à gauche et Luciole à droite.

20

texte 1 **Arial**

Le pollueur peut payer ses dégâts sur le net. En France, le phénomène a seulement un an et demi. Trois sites Internet proposent aux particuliers de calculer leurs émissions de dioxyde de carbone (un gaz à effet de serre) lorsqu'ils utilisent leur voiture, chauffent leur maison ou prennent l'avion. Les internautes peuvent ensuite payer une somme correspondant à leur niveau de pollution pour financer des projets contre le réchauffement climatique. Exemple : un vol aller-retour Paris-Rome rejette mille trois cents kilos de dioxyde de carbone dans l'atmosphère par personne. Il coûte vingt-six euros sur le site Climat Mundi. Ce système est appelé « mécanisme de compensation ». Un peu comme le principe du pollueur/payeur mis en œuvre dans le cadre du protocole de Kyoto. ●

20

texte 2 **Luciole**

Tous les après-midi, en revenant de l'école, les enfants allaient jouer dans le jardin du Géant. C'était un grand et ravissant jardin avec une douce herbe verte. Ça et là, sur l'herbe, il y avait de belles fleurs qui ressemblaient à des étoiles, et il y avait douze pêchers qui, au printemps, s'épanouissaient en délicates floraisons couleur de rose et de perle, et, en automne, portaient des fruits magnifiques. Les oiseaux, assis sur les arbres, chantaient si joliment que les enfants s'arrêtaient de jouer pour les écouter. « Comme nous sommes heureux ici ! » s'écriaient-ils. Un jour, le Géant revint. Il était allé visiter son ami, l'Ogre de Cornouailles, et était resté sept ans avec lui. Au bout de sept ans, il avait dit tout ce qu'il avait à dire, car sa conversation était limitée, et il avait décidé de retourner dans son château. ●

ANNEXE 8 : tableau des données cliniques de notre étude

n° sujet	âge	sexe	oeil atteint DLMLA	oeil directeur	scotome central	métamorphopsies	Prise en charge BV	AVL OD	AVL OG	AVP OD	AVP OG	AVP binoculaire	nombre de caractères lus/30s Arial	nombre de caractères lus/30s Luciole	Nombre d'erreurs Arial
1	83	F	OD	OD	oui	oui	non	2/10	9/10	P14	P3	P4	273	344	0
2	66	F	OD	OG	non	non	non	8/10	9/10	P3	P2	P2	316	373	0
3	73	F	ODG	OG	non	oui	non	0.5/10	3/10	<P28	P3	P4	576	555	0
4	69	F	ODG	OG	non	non	non	7/10	4/10	P3	P8	P4	299	310	0
5	77	F	OG	OG	oui	oui	non	10/10	6/10	P2	<P28	P5	413	414	0
6	89	F	ODG	OD	non	non	non	4/10	5/10	P6	P6	P5	224	347	0
7	73	M	ODG	OD	non	non	non	8/10	6/10	P4	P5	P3	460	527	0
8	80	F	ODG	OG	non	non	non	VBLM	7/10	/	P4	P3	368	413	0
9	87	M	ODG	OD	non	non	non	6/10	4/10	P3	P3	P3	368	419	0
10	67	F	OD	OG	non	oui	non	1/10	10/10	P28	P2	P2	563	598	0
11	79	M	ODG	OD	oui	non	non	1/10	5/10	P2	P4	P3	291	401	0
12	85	F	ODG	OG	non	non	non	6/10	8/10	P4	P3	P4	298	310	0
13	86	M	ODG	OG	non	non	non	VBLM	4/10	/	P5	P5	219	247	0
14	68	F	ODG	OG	non	non	non	VBLM	5/10	/	P4	P4	405	621	0
15	80	F	OG	OD	non	non	non	10/10	8/10	P2	P3	P2	436	513	4
16	84	M	ODG	OG	non	oui	non	1/10	2/10	P28	P20	P20	144	204	0
17	86	F	OD	OG	non	oui	non	5/10	9/10	P5	P2	P4	346	418	0
18	89	F	ODG	OG	non	non	non	5/10	1/10	P4	P10	P4	490	527	0
19	70	M	OD	OD	non	oui	non	10/10	10/10	P2	P2	P2	534	621	0
20	86	F	ODG	OG	non	non	non	5/10	7/10	P3	P3	P3	545	556	0
21	90	F	ODG	OD	non	non	non	3/10	10/10	P10	P3	P2	382	468	0
22	88	F	ODG	OD	oui	non	non	0.5/10	7/10	P14	P6	P16	194	295	2
23	77	F	OG	OG	non	non	non	10/10	10/10	P2	P2	P2	507	620	0
24	74	F	ODG	OG	oui	non	non	3/10	4/10	P6	P5	P5	421	366	0
25	74	F	ODG	OD	oui	non	non	8/10	5/10	P2	P6	P8	505	581	0
26	81	F	ODG	OG	non	non	non	8/10	10/10	P3	P2	P2	491	432	0
27	73	F	ODG	OG	oui	non	non	1/10	2/10	P12	P16	P10	183	261	0

n° sujet	Nombre d'erreurs Luciole	MCLM Arial	MCLM Luciole	Texte préféré oeil sain	texte préféré OD patho	texte préféré OG patho	AVP OD Luciole	AVP OG Luciole	Sain AV oeil sai	Gain AV OD patho	Gain AV OG patho
1	11	273	333	Luciole OG	/		P14	P2	1	/	
2	0	316	373	Luciole OG	Luciole		P2	P2	/	1	
3	0	576	555		Luciole	Luciole	P28	P3		1	/
4	0	299	310		Luciole	/	P3	P8		/	/
5	0	413	414	Luciole OD		Luciole	P2	P28	/		1
6	3	224	344		Luciole	Luciole	P6	P6		/	/
7	0	460	527		Arial	Luciole	P3	P3		1	2
8	0	368	413			Luciole	/	P3		/	1
9	0	368	419		Arial	Arial	P3	P3		/	/
10	0	563	598	Arial OG	Luciole		P20	P2	/	1	
11	0	291	401		Luciole	Luciole	P2	P3		/	1
12	0	298	310		Luciole	Luciole	P5	P3		-1	/
13	0	219	247		/	Luciole	/	P5		/	/
14	95	405	526		/	Luciole	/	P4		/	/
15	0	432	513	Arial		Arial	P2	P2	/		1
16	0	144	204		Luciole	Luciole	P20	P16		1	1
17	0	346	418	Luciole OG	/		P5	P2	/	/	
18	0	490	527		/	Luciole	P2	P8		2	1
19	0	534	621	Arial OG	Luciole		P2	P3	/	/	
20	0	545	556		/	Luciole	P2	P2		1	1
21	0	382	468		/	/	P10	P3		/	/
22	0	192	295		Luciole	/	P8	P6		3	/
23	0	507	620	/ OD		/	P2	P2	/		/
24	0	421	366		Luciole	Arial	P5	P4		1	1
25	0	505	581		Luciole	Luciole	P2	P4		/	1
26	0	491	432		Luciole	/	P3	P2		/	/
27	0	183	261		/	/	P12	P16		/	/