

UNIVERSITÉ DE LILLE  
**FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG**  
Année : 2021

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Étude de la sensibilité aux contrastes chez les patients porteurs de  
lentilles multifocales**

Présentée et soutenue publiquement le 08 octobre 2021 à 14h00  
au Pôle Formation  
par **Adèle MEKERKE**

---

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND**

**Assesseurs :**

**Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE**

**Madame le Docteur Françoise ERNOULD**

**Madame le Docteur Muriel BOUCART**

**Directeur de thèse :**

**Madame le Docteur Céline TON VAN**

---

# Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

# Sigles

<b>AV</b>	Acuité Visuelle
<b>CD</b>	Cycles par degré
<b>CGR</b>	Cellules ganglionnaires rétiniennes
<b>CV</b>	Champ visuel
<b>CVR</b>	Catégorisation Visuelle Rapide
<b>DB</b>	Décibels
<b>DMLA</b>	Dégénérescence maculaire liée à l'âge
<b>FSC</b>	Fonction de Sensibilité au Contraste
<b>HTO</b>	Hypertension oculaire
<b>LRPG</b>	Lentilles Rigides Perméables aux Gaz
<b>LSH</b>	Lentilles en silicone hydrogel
<b>NEI VFQ</b>	<i>National Eye Institute Visual Fonction Questionnaire</i>
<b>OCT</b>	Tomographie à cohérence optique
<b>PMMA</b>	Poly méthyl-méthacrylate
<b>PPC</b>	Pan photo coagulation rétinienne
<b>PTD</b>	Photo transduction
<b>RD</b>	Rétinopathie Diabétique
<b>VL</b>	Vision de loin
<b>VP</b>	Vision de près

# Sommaire

<b>AVERTISSEMENT</b>	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>3</b>
<b>SIGLES</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
1. LES AMETROPIES	6
1.1 <i>Le pouvoir dioptrique de l'œil</i>	6
1.2 <i>Les amétropies</i>	6
1.3 <i>Correction des amétropies</i>	7
1.4 <i>L'accommodation</i>	8
2. LA PRESBYTIE	9
2.1 <i>Définitions</i>	9
2.2 <i>Épidémiologie</i>	10
2.3 <i>La correction de la presbytie</i>	10
2.3.1 Les verres correcteurs	10
2.3.2 Les lentilles	11
2.3.3 Types de lentilles	11
2.3.4 Types de correction en lentilles	14
2.3.5 La chirurgie	14
3. LES LENTILLES POUR LA CORRECTION DE LA PRESBYTIE	15
3.1 <i>Méthodes de correction de la presbytie en lentilles</i>	15
3.1.1 Par lentilles unifocales	15
3.1.2 Par lentilles multifocales	15
3.2 <i>Principes d'adaptation</i>	18
4. LA SENSIBILITE AUX CONTRASTES	18
4.1 <i>Généralités</i>	18
4.2 <i>Les voies visuelles</i>	22
4.2.1 Anatomie des voies visuelles	22
4.2.2 Physiologie des voies visuelles	24
4.3 <i>Méthodes de mesure de la sensibilité au contraste spatial</i>	25
4.4 <i>Représentation de la Fonction de Sensibilité au Contraste chez le sujet sain</i>	26
4.5 <i>Facteurs modifiant la fonction de sensibilité aux contrastes</i>	27
5. LA CATEGORISATION VISUELLE RAPIDE	31
5.1 <i>Définition</i>	31
5.2 <i>Exemples pratiques</i>	32
5.3 <i>Caractéristiques de la catégorisation visuelle rapide</i>	32
6. INTERET DE L'ETUDE DE LA VISION DES CONTRASTES CHEZ LES PORTEURS DE LENTILLES MULTIFOCALES	33
<b>MATERIEL ET METHODES</b>	<b>35</b>
1. DESIGN DE L'ETUDE	35
2. PROTOCOLE	36
2.1 <i>Recueil de données épidémiologiques et cliniques</i>	36
2.2 <i>Sensibilité au contraste</i>	37
2.3 <i>Catégorisation Visuelle rapide</i>	37
2.4 <i>Questionnaire NEI VFQ 25 modifié</i>	39
3. GESTION ET ANALYSE DE DONNEES	40

4.	ANALYSE STATISTIQUE _____	41
5.	SIGNIFICATIVITE _____	41
6.	CADRE REGLEMENTAIRE _____	41
<b>RESULTATS _____</b>		<b>43</b>
1.	DESCRIPTION DES PATIENTS A L'INCLUSION (FIGURE 21) _____	43
2.	LA SENSIBILITE AU CONTRASTE LORS DE LA CATEGORISATION VISUELLE RAPIDE, ETUDE OBJECTIVE _____	46
2.1	<i>Taux de bonne réponse lors de la CVR</i> _____	46
2.2	<i>Temps de réponse lors de la CVR</i> _____	49
2.3	<i>Pelli Robson</i> _____	51
3.	LA SENSIBILITE AU CONTRASTE SUBJECTIVE : LE NEI VFQ 25 _____	52
<b>DISCUSSION _____</b>		<b>54</b>
1.	PRINCIPAUX RESULTATS _____	54
2.	VALIDITE EXTERNE _____	55
2.1	<i>FSC</i> _____	55
2.2	<i>CVR</i> _____	56
2.3	<i>Lentilles multifocales</i> _____	56
3.	VALIDITE INTERNE _____	59
4.	PERSPECTIVES / SIGNIFICATIVITE CLINIQUE. _____	61
<b>LISTE DES TABLES _____</b>		<b>62</b>
<b>LISTE DES FIGURES _____</b>		<b>63</b>
<b>REFERENCES _____</b>		<b>64</b>
<b>ANNEXE 1 _____</b>		<b>70</b>
<b>ANNEXE 2 _____</b>		<b>71</b>
<b>ANNEXE 3 _____</b>		<b>72</b>

# Introduction

## 1. Les amétropies

### 1.1 Le pouvoir dioptrique de l'œil

Sur le plan optique, l'œil peut être schématisé sous forme d'un dioptre sphérique d'une puissance de 60 dioptries selon le modèle de l'œil réduit de Listing. Ce concept décrit le système optique comme s'il ne comportait qu'une seule surface réfractive, qu'un seul point nodal et qu'un seul indice de réfraction uniforme (Figure 1) (1).

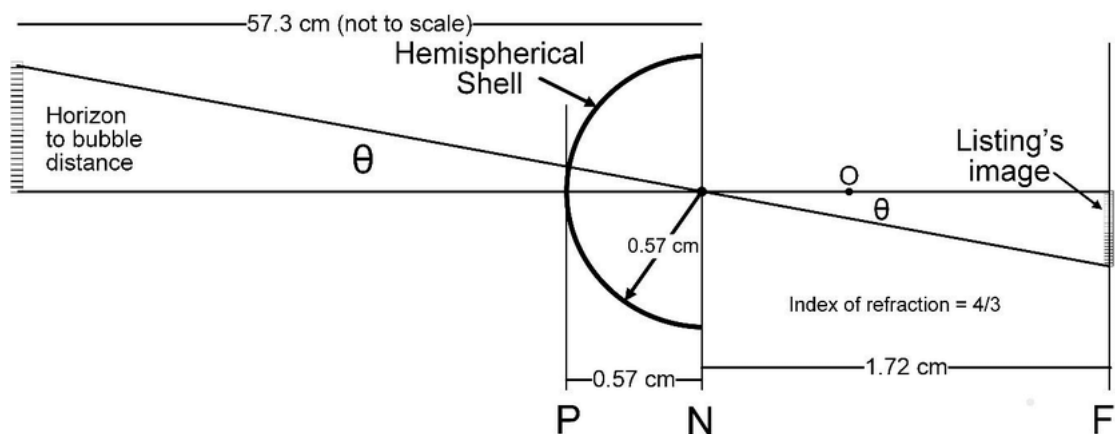


Figure 1- Modèle de l'œil réduit de Listing (2)

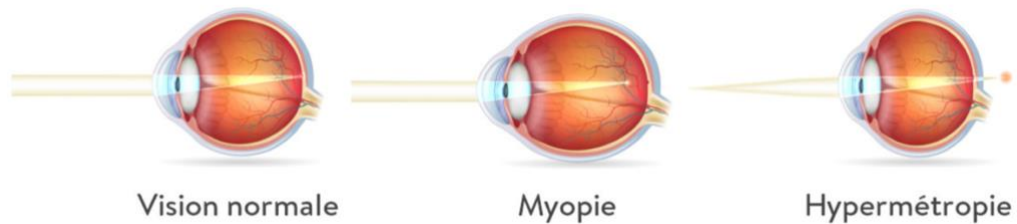
En réalité, lorsque la lumière traverse l'œil pour se projeter au niveau de la rétine, elle va rencontrer deux surfaces appelées surfaces de réfraction, qui vont modifier la déviation de la lumière. Ces deux surfaces sont la cornée qui a un pouvoir de 42 dioptries et le cristallin qui a un pouvoir de 20 dioptries.

### 1.2 Les amétropies

L'œil emmétrope est un œil pour lequel la lumière, après les 2 déviations réfractives, va se focaliser au niveau de la rétine ; l'œil est de taille normale.

Un œil myope est un œil trop puissant par rapport à sa longueur, les faisceaux lumineux n'atteignent pas la rétine et se focalisent en avant.

Un œil hypermétrope est un œil trop court par rapport à son pouvoir de réfraction. Ici les rayons lumineux se focalisent en arrière de la rétine (Figure 2).

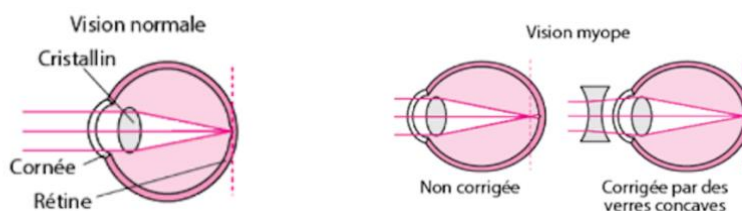


*Figure 2- Amétropies. L'image de gauche est celle d'un œil emmétrope. Au milieu d'un œil myope et à droite un œil hypermétrope (3).*

### 1.3 Correction des amétropies

Pour corriger l'œil myope, on va utiliser un verre concave, plus épais en périphérie qu'au centre, qui va permettre de focaliser l'image plus en arrière pour être nette au niveau de la rétine.

Pour corriger l'œil hypermétrope, on va utiliser un verre convexe, plus épais au centre qu'en périphérie pour permettre la focalisation sur la rétine en avant (Figure 3).



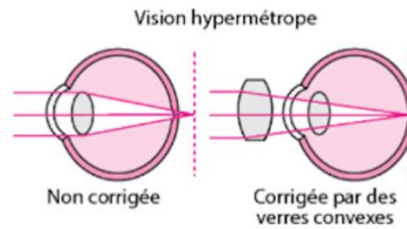


Figure 3- Correction des amétropie (4).

## 1.4 L'accommodation

L'accommodation est la capacité du système optique à effectuer la mise au point, en modifiant son pouvoir dioptrique, entre un objet situé en vision de loin (VL) et un objet situé en vision de près (VP). C'est le cristallin qui permet ce phénomène.

L'accommodation est permise par la contraction du muscle ciliaire, qui par l'intermédiaire des fibres zonulaires, va permettre une sphérisation de la partie antérieure du cristallin, ce qui augmente son pouvoir dioptrique (Figure 4).

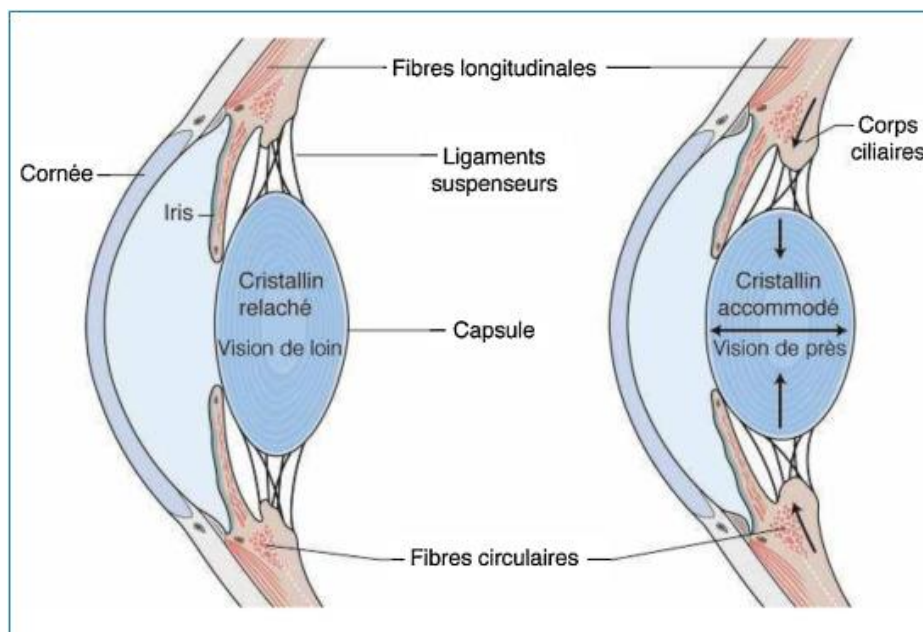


Figure 4- Variation de la courbure du cristallin à l'origine de l'accommodation (5).



## 2. La presbytie

### 2.1 Définitions

Avec l'âge, les fibres zonulaires se raréfient, la capsule antérieure du cristallin perd de son élasticité et le cortex cristallinien augmente en taille. Tous ces phénomènes aboutissent à une perte progressive du mécanisme d'accommodation pour la mise au point en vision de près (VP). L'image formée est projetée en arrière de la rétine et n'est donc pas nette (Figure 5).

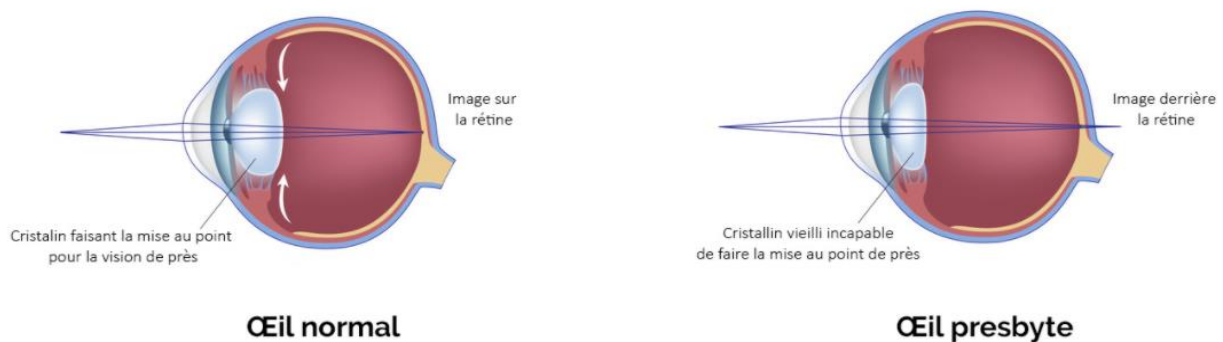


Figure 5-Schéma presbytie (6).

Il s'agit ici de l'approche physiologique pour définir la presbytie : un déclin progressif de la capacité du cristallin à accommoder, lié à l'âge, qui entraîne l'incapacité de faire la mise au point sur les objets proches (7)(8)(9)(10). Alors que des études à la fois objectives (11)(12) et subjectives (13)(14) indiquent que le pouvoir accommodatif commence à diminuer au début de l'adolescence, cette baisse n'est symptomatique qu'à partir de la cinquième décennie, réduisant la qualité de l'image de près et entraînant l'apparition des symptômes de la presbytie(15).

D'autres définitions de la presbytie sont plus fonctionnelles, décrivant la presbytie comme « une condition de l'âge plutôt que du vieillissement et correspondant à la

situation où la réduction de l'amplitude de l'accommodation atteint un point où la clarté de la VP ne peut être maintenue assez longtemps pour satisfaire aux besoins d'une personne » (16) ou Millodot qui définit la presbytie comme « un état réfractif dans lequel la capacité accommodative de l'œil est insuffisante pour la VP, en raison du vieillissement » (17).

## **2.2 Épidémiologie**

L'âge médian d'apparition de la presbytie est de 40,0 ans (18). Avec le vieillissement progressif de la population générale, le nombre de presbytes estimés augmentera de 1,2 milliard en 2010 à 1,8 milliard en 2050 (19). L'absence de correction ou la mauvaise correction de la presbytie causent des handicaps quotidiens. En 2020, environ 5,5% de la population européenne de plus de 45 ans n'a pas de correction optique adéquate pour corriger la presbytie (19).

## **2.3 La correction de la presbytie**

Il existe de nombreux moyens de correction de la presbytie. Aucun système n'est cependant optiquement parfait.

### **2.3.1 Les verres correcteurs**

Afin de corriger les symptômes de la presbytie, il est possible d'interposer devant l'œil un verre sphérique, convexe, permettant de refocaliser l'image d'un objet vu en vision de près sur la rétine. Cette correction s'ajoute à la correction en vision de loin, on parle d'addition, elle est mesurée en dioptrie. L'addition augmente progressivement tant que la capacité d'accommodation diminue. La Figure 6 présente les moyennes d'addition dans la population générale. Cependant, les valeurs varient beaucoup d'un individu à un autre.

Âge	Addition
40 ans	0,75 D
44 ans	1,00 D
47 ans	1,25 D
49 ans	1,50 D
51 ans	1,75 D
54 ans	2,00 D
58 ans	2,25 D
63 ans	2,50 D
67 ans	2,75 D
70 ans	3,00 D
75 ans	3,25 D
80 ans	3,50 D

*Figure 6- Correspondance âge-addition (20)*

Plusieurs types de verres peuvent être utilisés :

- Les verres unifocaux qui corrigent la VP seulement
- Les verres bifocaux qui corrigent la VL et de près, mais pas la vision intermédiaire
- Les verres multifocaux ou progressifs qui corrigent les 3 distances ; près, intermédiaire et loin.

### **2.3.2 Les lentilles**

Il existe plusieurs types de lentilles et plusieurs méthodes de correction de la presbytie.

### **2.3.3 Types de lentilles**

On classe les lentilles en deux grandes catégories : les lentilles souples et les lentilles rigides (Table 1).

Les lentilles souples sont des lentilles obtenues par polymérisation de copolymères. Une partie du polymère est en silicone, hydrophobe et l'autre partie est en hydrogel, hydrophile. Ce sont des lentilles souples pour lesquelles la phase hydrophile permet de nombreux échanges.

Ce sont des lentilles faciles à adapter et à tolérer, utilisées pour les amétropies sphériques non excessives, cylindriques non élevées et pour la presbytie. On les utilise également comme lentilles cosmétiques et thérapeutiques pour leur rôle de pansement et anti-œdème. Elles sont évitées chez les enfants en raison du risque infectieux majoré du fait de la difficulté d'hygiène.

Elles présentent de nombreux avantages comme une bonne perméabilité à l'oxygène, évaluée par le rapport DK/e, une bonne qualité de confort évaluée par le module d'élasticité et la mouillabilité. Le filtre UV potentiel est toujours appréciable bien qu'il ne protège pas les annexes.

La fréquence de renouvellement est un élément important des lentilles qui tend à diminuer pour éviter les complications notamment infectieuses.

Les lentilles rigides sont des lentilles fabriquées à partir de matériaux hybrides, par exemple un mélange de silicone et de monomères acrylates dénommés silico-acrylates, de styrène ou de fluoroxyfocon A qui sont des matériaux peu déformables et très pauvres en eau.

Elles présentent une forme définie notamment par leur rayon de courbure et leur diamètre qui permet de s'adapter à la forme de la cornée. Il persiste un ménisque de larmes entre la lentille rigide et la cornée qui va permettre une correction totale de l'astigmatisme, régulier ou non.

Leur renouvellement est effectué tous les 12-18 mois (21).

Ce sont des lentilles que l'on peut utiliser pour les corrections d'amétropies simples mais aussi de fortes amétropies sphériques et cylindriques ainsi que sur des cornées irrégulières comme les cornées greffées ou porteuses de kératocône. Ce sont les

lentilles que l'on doit également utiliser chez les enfants et que l'on doit préférer chez l'adolescent.

*Table 1- Comparatif lentilles souples et rigides, (22)*

	<b>Lentille souple</b>	<b>Lentille rigide</b>
Types de renouvellement	Journalier, 15 jours, mensuel, trimestriel ou annuel	Tous les ans ou tous les 18 mois
Indications	Amétropies sphériques non fortes, astigmatisme régulier non fort, sport, cosmétique, adolescent	Sècheresse oculaire, toutes formes d'astigmatisme, kératocône, après greffe et abcès de cornée, enfant, freination de la myopie
Contre-indications absolues	Sècheresse oculaire, rétinoïdes oraux, hygiène douteuse, certaines plaies cornéennes ou conjonctivales	Milieu empoussiéré
Contre-indications relatives	Diabète, astigmatismes irréguliers, fortes amétropies	Faible motivation, port occasionnel, certains sports
Complications	Hypoxiques, inflammatoires, allergiques, mécaniques, en lien avec une sécheresse et infectieuses	Complications mécaniques dont le syndrome 3h-9h, conjonctivite géogantopapillaire, corneal warpage,
Avantages	Adaptation, confort, pas de perte lors de pratique sportive, peu de déformation cornéenne	Sécurité, port prolongé, qualité de vision, gestion de l'astigmatisme cornéen, freination de la myopie, port prolongé
Inconvénients	Risque infectieux, astigmatisme cornéen >2,5 D, amétropies fortes, tolérance à long terme, variation de l'acuité visuelle avec l'hydratation	Inconfort, luxation, perte, poussières captives, encrassement, coût

### 2.3.4 Types de correction en lentilles

On distingue initialement deux principes de correction en lentilles : les lentilles unifocales et les lentilles multifocales.

De même que pour les verres correcteurs, les lentilles unifocales comportent une seule zone optique pour la correction d'une seule distance.

Les lentilles multifocales peuvent être composées de différentes manières mais le principe commun est la correction de plusieurs distances de vision sur la même lentille. Chaque œil aura donc une profondeur de champ et une pseudo accommodation.

Il existe cependant plusieurs méthodes de correction de la presbytie en utilisant les différentes focalités de lentilles que nous détaillerons plus tard.

### 2.3.5 La chirurgie

On peut également corriger la presbytie avec les mêmes méthodes de vision que les lentilles mais en réalisant ces changements réfractifs au niveau de la cornée. Ceux-ci sont alors définitifs. Il s'agit essentiellement des méthodes de laser réfractif pour réaliser une multifocalité ou une monovision. On note également, de manière plus rare, la mise en place de lenticules intra cornéens.

Lors de chirurgie de cataracte, on peut de manière similaire, poser des implants monofocaux pour parvenir à une monovision ou poser des implants multifocaux.

De manière non habituelle, il est possible de réaliser une expansion sclérale afin de donner de nouveau un niveau de contraction aux muscles ciliaires.

## 3. Les lentilles pour la correction de la presbytie

### 3.1 Méthodes de correction de la presbytie en lentilles

On peut corriger la presbytie en lentilles de plusieurs manières, avec des lentilles souples ou rigides et avec des lentilles uni ou multifocales.

#### 3.1.1 Par lentilles unifocales

Il existe plusieurs types de correction de la presbytie en lentilles unifocales.

Tout d'abord la méthode de l'hypermétropie saturée. Il s'agit de saturer complètement l'hypermétropie supérieure à 2 dioptries chez le sujet hypermétrope encore jeune presbyte et parfois d'y ajouter 0,25 ou 0,50 dioptries (selon les marques de lentilles). On utilisera donc des lentilles unifocales souples ou rigides.

On peut utiliser également la méthode de la monovision. Un œil sera corrigé en VL et l'autre en VP. Cependant les qualités visuelles sont nettement moins bonnes, notamment au niveau de la vision des contrastes et de la vision binoculaire (23) . En effet, il peut exister une perte de la binocularité au-delà de 1,50 Dioptries de différence (24)(25). Cette méthode est donc peu utilisée pour corriger la presbytie en lentilles.

Cette adaptation est possible en lentilles souples ou rigides également. Cette méthode a été déclinée en monovision aménagée ; un œil est corrigé en VL par une lentille unifocale et l'autre œil en VP par une lentille multifocale. La monovision modifiée est également utilisée avec deux lentilles multifocales mais avec une persistance d'un certain degré de bascule.

#### 3.1.2 Par lentilles multifocales

Les lentilles multifocales permettent à chaque œil d'être corrigé pour la VL et la VP.

Il existe deux grands types de lentilles multifocales.

Tout d'abord les lentilles à vision alternée, qui sont réservées aux LRPG. Ce sont des lentilles segmentées en deux zones optiques, de même manière que les lunettes bifocales. La zone du haut est la correction nécessaire à la VL et la zone du bas, sans transition est pour la VP. C'est l'orientation du regard qui permet de choisir la zone optique souhaitée (Figure 7).

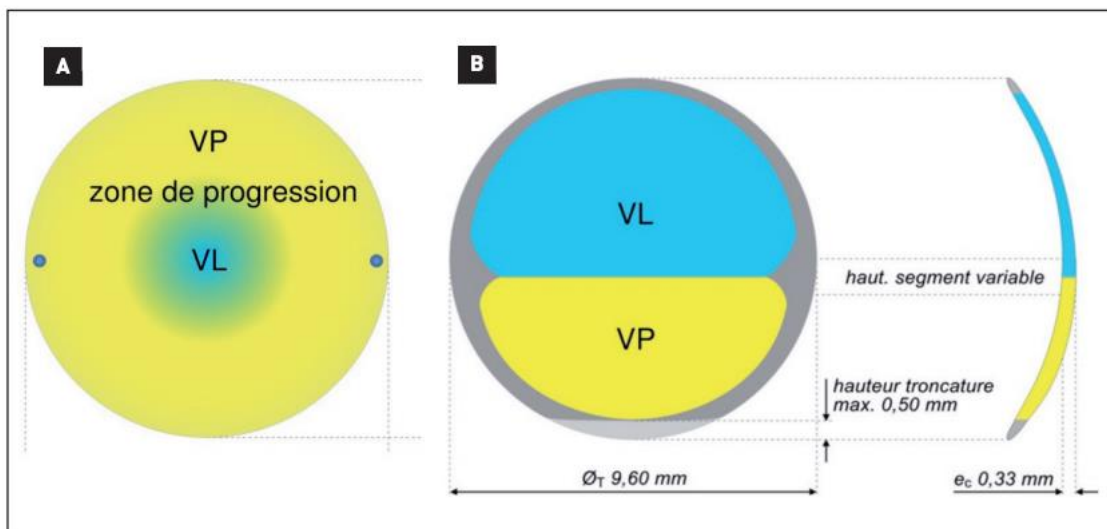
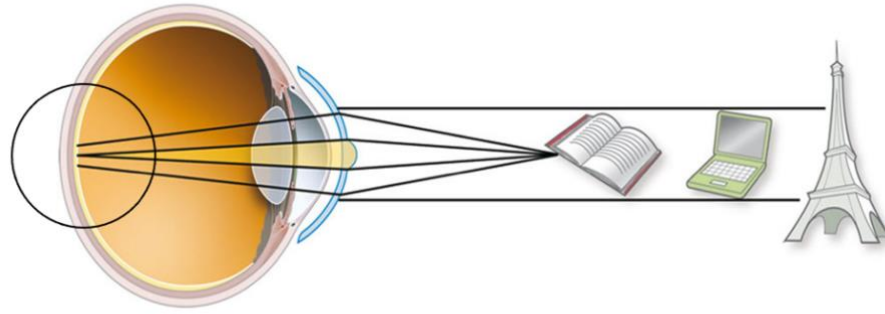


Figure 7- A, lentille concentrique à vision simultanée. B, lentille segmentée à vision alternée, (26).

L'autre catégorie de lentilles multifocales est représentée par les lentilles à vision simultanée, de formes concentriques (Figure 7). Elles sont utilisées à la fois pour les LRPG et les lentilles souples en silicone hydrogel (LSH).

Devant la pupille, plusieurs corrections différentes sous forme d'anneaux concentriques contribuent simultanément à la formation de plusieurs images d'un même objet sur chaque rétine. L'une d'entre elles est nette car formée par la focale adaptée. Le cerveau réalise le **tri cortical** de toutes ces images en permanence (Figure 8). La totalité de la zone optique est devant la pupille. Pour que l'utilisation de ces lentilles soit efficace, la lentille doit être bien centrée et peu mobile. Le tri des images rétinienne réalisé par le cerveau nécessite une période d'apprentissage.

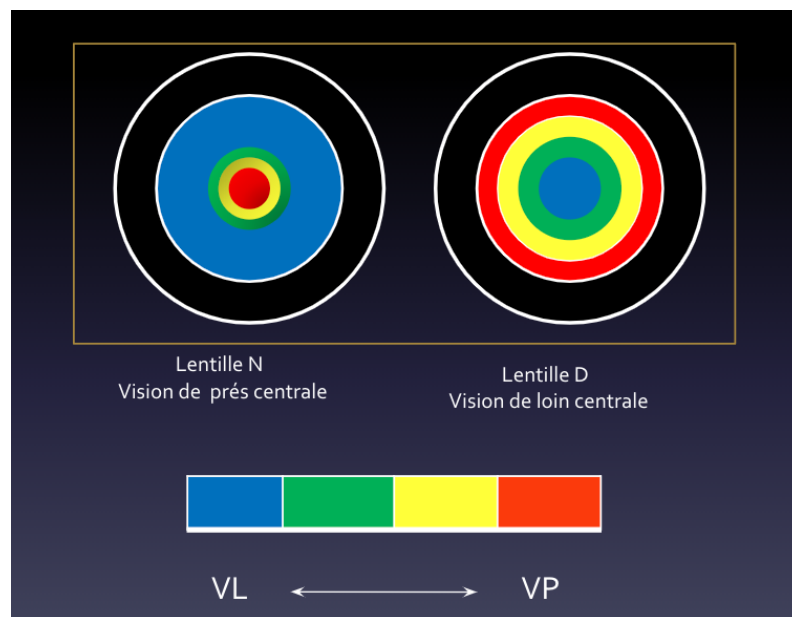




**Figure 8- Tri cortical schématisé**

La correction peut se faire par le biais de deux lentilles symétriques pour lesquelles la vision centrale est de près. On peut aussi réaliser une correction avec une lentille à VP centrale sur un œil et une VL centrale sur l'autre œil. L'œil préférentiel au niveau de la sensorialité en VL sera celui corrigé par la VL centrale (Figure 9).

La plupart des marques de lentilles multifocales souples permettent une correction de l'amétropie sphérique de -10,00 dioptries à +6,00 dioptries.



**Figure 9- Configuration des lentilles à vision simultanées. A gauche, vision de près centrale. A droite, vision de loin centrale**

## 3.2 Principes d'adaptation

Chez le sujet jeune presbyte hypermétrope on utilisera la méthode de l'hypermétropie saturée. Quand l'addition requise sera trop importante on passera aux lentilles multifocales à VP centrale.

Le patient emmétrope presbyte bénéficiera plus facilement de monovision aménagée, au moins au début pour respecter sa VL.

Le sujet myope presbyte aura une adaptation en première intention en lentilles multifocales à vision simultanées à VL centrale.

Enfin l'astigmatisme ajouté aux amétropies sphériques sera négligé jusqu'à 1 dioptrie, et pourra être adapté en lentilles souples jusque 2-3 dioptries, que ce soit pour la monovision, l'hypermétropie saturée ou la multifocalité. Au-delà de 2,5 dioptries d'astigmatisme, on préférera les lentilles rigides.

## 4. La sensibilité aux contrastes

### 4.1 Généralités

L'étude de la fonction visuelle peut se faire sur différents paramètres. En pratique courante ophtalmologique, seule l'acuité visuelle (AV) est mesurée. Celle-ci correspond à la capacité de discriminer les détails fins dans le champ visuel (CV). Cependant, elle n'apprécie que l'acuité visuelle à haut contraste. Elle est réalisée avec des optotypes noirs sur fond blanc.

La fonction de transfert de la lumière à travers le système visuel a été étudiée par Schade en 1956, puis Campbell en 1965 avec la description d'un système qui se comporte comme un filtre passe-bande(27,28).

En 1956, Enroth-Cugell et Robson étudient les cellules ganglionnaires rétiniennes (CGR) chez le chat, et annoncent qu'il existe des groupes cellulaires neurorétiniens fonctionnellement indépendants. Ces groupes sont uniquement actifs aux différences de luminance. Celle-ci est le rapport de l'intensité lumineuse de la source divisée par la surface apparente. Elle s'exprime en candela/ mètre carré. Le contraste de luminance est la différence de luminance entre deux zones adjacentes. Ces groupes ganglionnaires rétiniens sont également sensibles spécifiquement à chaque composant du spectre électromagnétique : fréquence spatiale, fréquence temporelle, longueur d'onde (29).

La sensibilité au contraste est une fonction visuelle capitale, définie comme l'inverse du contraste de luminance ( $S = 1/C$  avec S, la sensibilité aux contrastes en % et C, le contraste de luminance) (30). Pour les études, on exprime la sensibilité aux contrastes en décibels (dB).

La fonction de sensibilité au contraste (FSC) désigne la capacité à détecter les différences de luminance des objets clairs ou sombres d'une scène visuelle, stationnaires (sensibilité spatiale aux contrastes) ou en mouvement (sensibilité temporelle aux contrastes)(31). L'analyse de cette FSC est une analyse plus globale que celle de l'AV. L'étude porte sur des groupes fonctionnels et non une anatomie cellulaire. **L'intérêt de cette analyse réside donc dans le fait que la FSC puisse être altérée alors que l'AV est conservée (32).**

La *FSC spatiale* est la capacité à détecter des différences de luminance sur des éléments de dimensions variées (33)(Figure 10). Pour la tester, des images formées sur des réseaux à profils de luminance sinusoïdale (Figure 11) sont créées. Ces réseaux sont des alternances de bandes plus ou moins claires et plus ou moins foncées. S'il y a une grosse différence entre la luminance des deux bandes, on note un fort contraste. Les réseaux sont définis par leur fréquence spatiale (en cycle par degré) et par leur contraste (Figure 12). La fréquence spatiale est la largeur des bandes mesurée en nombre de cycles (bande clair-bande foncée) par degré d'angle visuel (cpd).

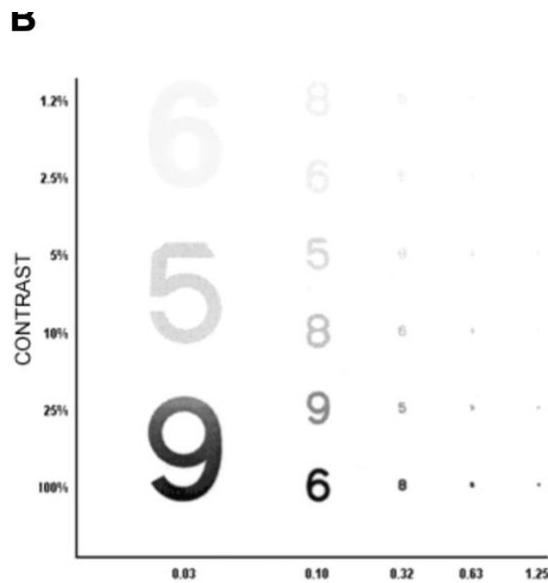


Figure 10- Diminution du contraste progressif en ordonnée (32)

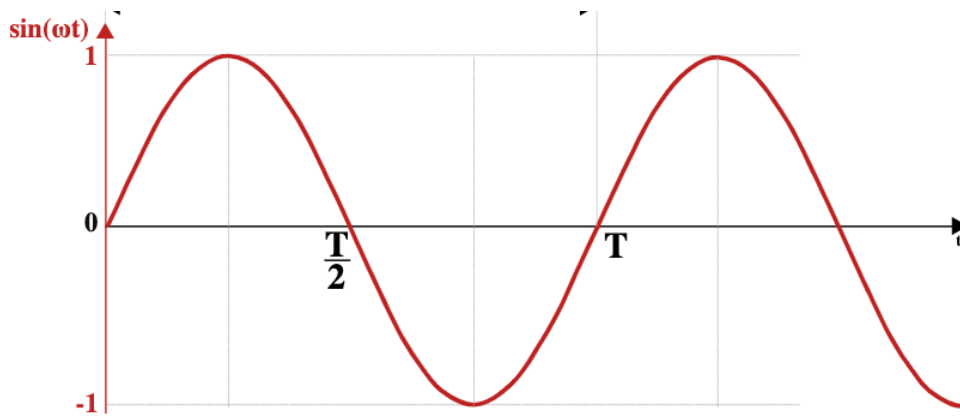


Figure 11- Profil de réseau sinusoïdal

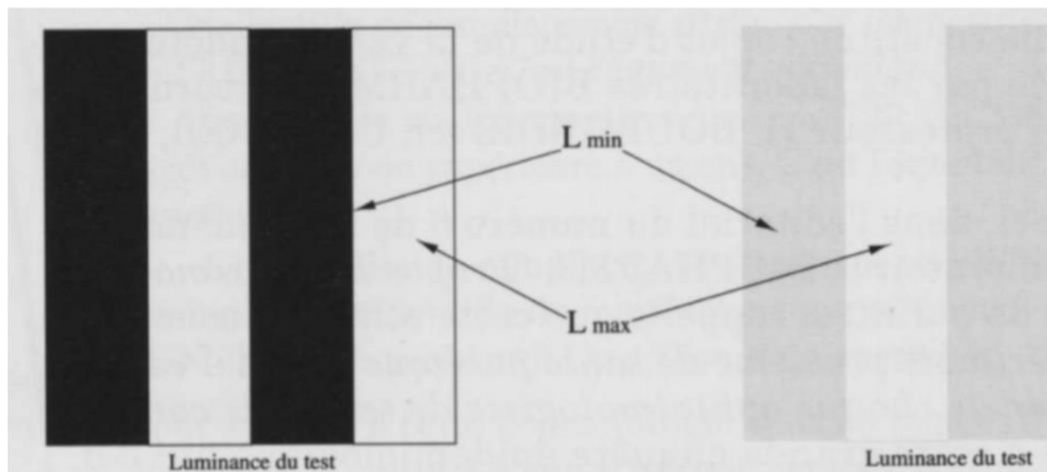


Figure 12- Représentation de contraste de bandes différents

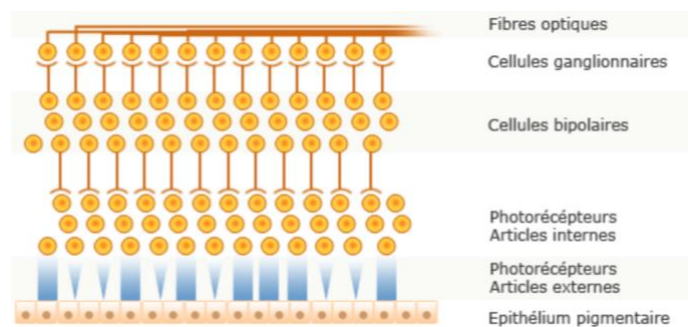
La *FSC temporelle* est la faculté à détecter une différence entre deux zones de luminance, qui ont un mouvement séquentiel. Pour la tester, des réseaux avec des alternances de bandes plus ou moins claires se déplacent à une vitesse de fréquence temporelle donnée. La fréquence temporelle est le nombre d'alternances par seconde entre deux niveaux de luminance. Il s'agit de l'alternance du contraste des bandes pour obtenir un mouvement appelé papillonnement (34). Elle s'exprime en hertz (Hz).

La lumière, signal complexe, est transmise au cerveau en une multitude de réseaux sinusoïdaux. Ceux-ci sont composés d'informations spatiales et temporelles, que représentent les contrastes, et d'informations énergétiques que sont les couleurs. Ces informations sont traitées par le système visuel et transmises au cerveau par des canaux spécifiques en fonction de l'information.

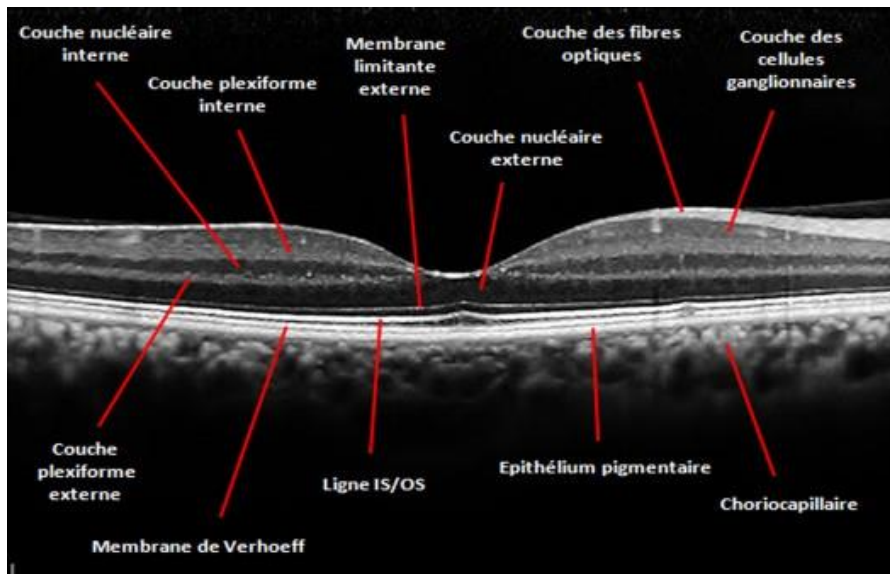
## 4.2 Les voies visuelles

### 4.2.1 Anatomie des voies visuelles

Le spectre électromagnétique de la lumière capté par l'œil varie de 390 nanomètres (violet) à 780 nanomètres (rouge). Le signal magnétique est transmis jusqu'à la rétine puis transformé en un signal chimique ; c'est la photo transduction (PTD) (35). Le signal est ensuite transmis via quatre neurones : photorécepteurs, cellules bipolaires, cellules ganglionnaires et radiations optiques (Figure 13, Figure 14).



*Figure 13- Anatomie rétinienne neuronale à gauche (35,36),*



*Figure 14- Anatomie des couches rétinienne (37)*

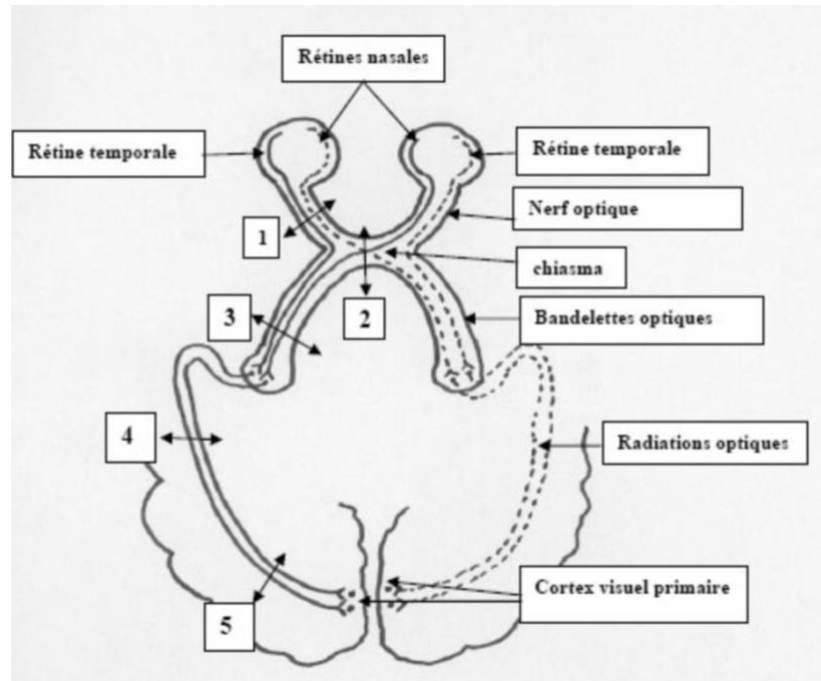
Les photons sont captés initialement par le photopigment des segments externes des photorécepteurs, les cônes et les bâtonnets. Le signal lumineux est transcrit en un potentiel d'action neuronal qui va cheminer jusqu'au cortex cérébral. Les cônes et les bâtonnets réalisent une synapse avec les cellules bipolaires, deuxième neurone, et sont mises en réseau grâce aux cellules horizontales.

Les cellules bipolaires transmettent ensuite le signal au troisième neurone ; les cellules ganglionnaires mais le plus souvent au travers de cellules amacrines qui sont des interneurons (38).

Les cellules ganglionnaires cheminent vers la papille dans la couche des fibres du nerf optique et forment le nerf optique. Les deux nerfs optiques se rejoignent au niveau du chiasma optique. Cette zone permet la décussation des cellules ganglionnaires nasales (39). Les cellules ganglionnaires temporales respectent la latéralité initiale.

Les bandelettes optiques sortent au niveau du chiasma et rejoignent les corps géniculés latéraux. Quarante-vingt-dix pour cent des cellules ganglionnaires vont réaliser

la synapse avec le dernier neurone, les radiations optiques. Celles-ci se dirigent ensuite vers le cortex visuel (Figure 15).



*Figure 15- Schéma des voies optiques, (40)*

#### **4.2.2 Physiologie des voies visuelles**

Le corps géniculé latéral est divisé en six couches qui sont à l'origine de trois canaux visuels. Ce sont les voies magnocellulaire, parvocellulaire et koniocellulaire. Les projections sur le cortex visuel de ces différents canaux sont différentes (41).

La voie parvocellulaire est la voie qui traite les détails fins et l'apposition colorée rouge/vert. C'est la voie qui permet l'AV fine, la reconnaissance des textures d'objet et la vision des couleurs ainsi que la sensibilité aux contrastes à de basses fréquences temporelles et à hautes fréquences spatiales. Elle permet la reconnaissance des formes et des couleurs (42).

La voie magnocellulaire code les informations de luminance sans tenir compte de la couleur. Elle n'est donc pas impliquée dans l'AV et la vision des couleurs mais dans



la sensibilité aux contrastes à basses fréquences spatiales et hautes fréquences temporelles. Elle permet alors la reconnaissance des mouvements et des rapports dans l'espace.

Enfin la voie koniocellulaire participe à la vision colorée en traitant l'apposition colorée bleue/jaune (43).

### **4.3 Méthodes de mesure de la sensibilité au contraste spatial**

Le seuil de contraste est la plus petite différence de luminance qui va permettre la distinction d'un pattern. Lorsqu'on étudie la sensibilité spatiale, il s'agit du moment où l'on perçoit les alternances de barres statiques, plutôt qu'un fond gris. Lorsqu'on étudie la sensibilité temporelle, il s'agit du moment où l'on perçoit l'alternance des bandes plutôt qu'un fond gris.

Il est nécessaire que le test soit réalisé dans des conditions bien précises pour qu'il soit reproductible et analysable : l'ambiance lumineuse, la vision mono ou binoculaire, la présentation centrale ou excentrée, la distance par rapport au test (44).

Il existe deux types de tests qui évaluent la sensibilité au contraste spatial :

- les tests à contrastes variables et à fréquence spatiale donnée (carte de Pelli-Robson, test Mars ®) (Figure 16).



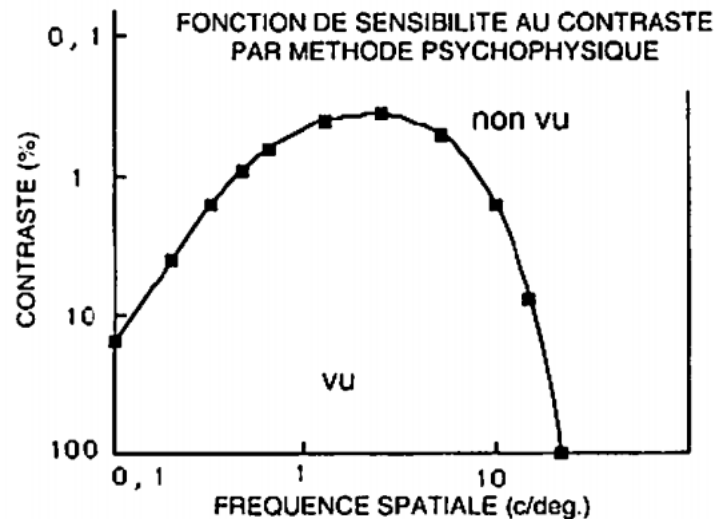
*Figure 16- Test de Pelli-Robson, (45)*

- les tests à fréquences spatiales variables et à contrastes fixes. (Échelles de Sloan de 1,25, 2.5, 5, 10 et 25 % de contraste de Précision Vision®).

On peut aussi tester des combinaisons de fréquences et de contrastes variables notamment avec des moniteurs dédiés composés d'écran vidéo et de processeur graphique. Les différents paramètres étudiés sont contrôlés par l'ordinateur.

#### **4.4 Représentation de la Fonction de Sensibilité au Contraste chez le sujet sain**

L'étude de la sensibilité spatiale aux contrastes chez le sujet sain, en condition photopique, permet d'obtenir une courbe en U inversée nommée visuogramme. (Figure 17).



*Figure 17- Courbe théorique de la sensibilité aux contrastes chez le sujet sain. (46).*

En abscisse est représentée la fréquence spatiale en cpd et en ordonnée le contraste en %. Ces courbes ont une forme de cloche avec un pic de sensibilité au contraste pour des fréquences spatiales entre 2 et 5 cpd, avec une décroissance progressive vers les hautes et basses fréquences spatiales.

L'AV, correspondant à l'intersection de la courbe, analyse seulement la plus haute fréquence spatiale perçue par l'œil humain, à contraste maximal.

#### 4.5 Facteurs modifiant la fonction de sensibilité aux contrastes

De nombreux facteurs peuvent modifier la courbe de FSC. Parmi ceux-ci, certains vont diminuer la FSC ; il s'agit de :

- La luminosité de la pièce ainsi que la luminance du test. En effet, la courbe va se déplacer vers les basses fréquences spatiales si la luminance diminue.
- La réalisation du test en vision binoculaire (47).
- L'excentricité. Celle-ci va diminuer la FSC en périphérie mais avec une sensibilité accrue pour les basses fréquences (48).

- L'âge jeune. (Figure 18). La sensibilité aux contrastes se développe à partir de la naissance et progresse nettement à partir de 1 mois, initialement dans les hautes fréquences spatiales (49). Elle se développe progressivement mais reste inférieure sur toutes les fréquences spatiales, jusqu'à l'âge de 8 ans ou elle devient identique à celle de l'adulte (50).
- L'âge à partir de 40 ans. On observe une diminution de la sensibilité aux contrastes en condition photopique lorsque la fréquence spatiale augmente. Les caractéristiques optiques de l'œil âgé réduisent également la sensibilité au contraste spatial (myosis, augmentation de la densité du cristallin, augmentation des aberrations optiques) (51). La perte de sensibilité au contraste spatial chez les personnes âgées à des niveaux de luminance faibles (scotopiques et mésopiques) est plus importante qu'en condition photopique (52). Il n'est pour l'instant pas déterminé si la perte en cellules ganglionnaires rétiniennes liée au vieillissement serait impliquée dans la perte de sensibilité aux contrastes (Figure 18).

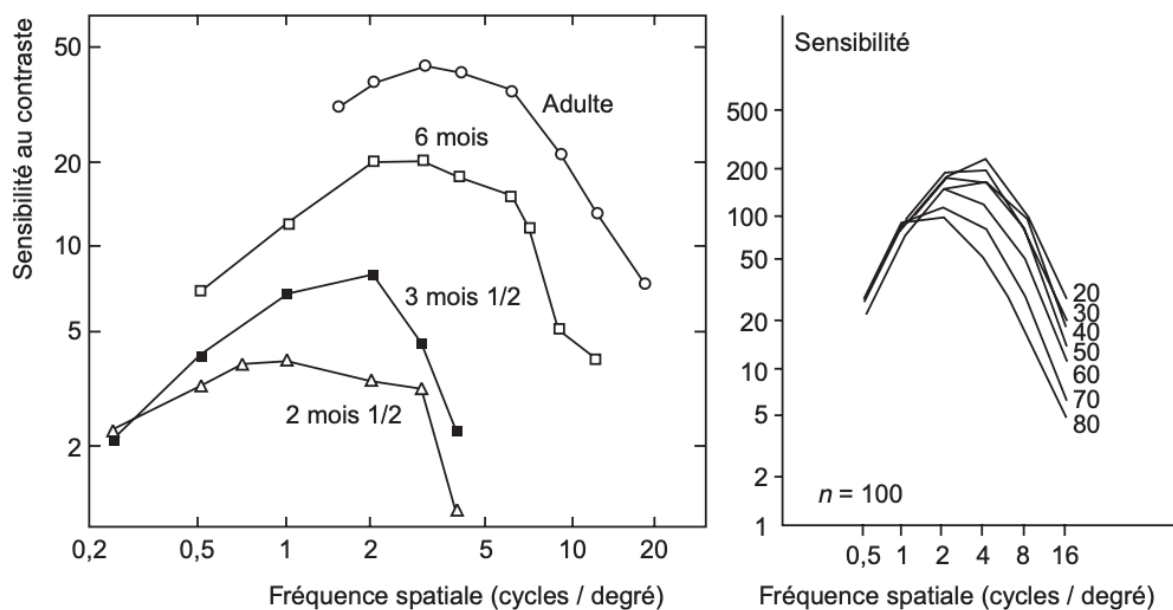


Figure 18- Variation de la sensibilité au contraste en fonction de l'âge. (53)

- La taille de la pupille a également son importance dans la FSC. La valeur optimale de la pupille est de 2 millimètres (54).
- La chirurgie réfractive (55).
- De nombreuses pathologies oculaires, en conséquence de la baisse d'AV provoquée et du manque d'informations dans les voies visuelles (56).
- La rétinopathie diabétique (RD), la vision des contrastes est altérée, même au stade sans rétinopathie diabétique, et de manière plus importante quand les anomalies rétinienues sont marquées (57). Les Fréquences spatiales hautes seront les premières touchées lorsque la RD apparaît.
- La myopie forte. Elle réduit la FSC dans les hautes fréquences lorsque l'amétropie est corrigée en lunettes mais cette diminution n'est plus mise en évidence lorsque la correction est réalisée en lentilles, voire même améliorée avec les lentilles (58,59).
- Les drusens sans dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) avérée dans les hautes fréquences spatiales (60).
- Le glaucome et même l'hypertension oculaire (HTO) sans anomalie du (CV) (61,62).
- Toutes les pathologies neurologiques, notamment les lésions cérébrales, la sclérose en plaques, la maladie de Parkinson, et la schizophrénie (62–65).
- Correction de la presbytie

Dans le cas étudié ici de la presbytie, les implants multifocaux après chirurgie de cataracte par phakoémulsification ont montré une nette diminution de la FSC (66).

La FSC est également moins bonne lors de la correction de la presbytie par la monovision (67,68) .

De la même manière concernant les lentilles multifocales, on retrouve globalement une baisse de la FSC par rapport à une correction en lunettes (67,69–75). Ainsi, de nombreuses études ont étudié les performances visuelles des lentilles multifocales depuis leur mise sur le marché. Nous ne parlons ici que des lentilles multifocales à vision simultanée. Ainsi, Collins et al, ont mis en évidence en 1988 une diminution de la sensibilité aux contrastes lors du port de lentilles multifocales, qu'elles soient souples ou rigides, par rapport à une correction en lunettes (67). Il n'y avait pas de différence entre les types de lentilles portées.

Certaines études se sont alors penchées sur les performances des lentilles souples multifocales en termes de FSC. Zandvoort et al ont montré une baisse de la sensibilité aux contrastes, pour les fréquences spatiales moyennes et hautes, lors de l'utilisation d'une lentille multifocale en hydrogène en 1993 (69). Rajagopalan et al ont montré une diminution de la FSC chez les porteurs de lentilles souples multifocales pour toutes les fréquences spatiales (71,72) . Plus récemment, Wahl et al ont étudié la sensibilité au contraste avec et sans éblouissement avec les lentilles Biofinity Multifocales® de Cooper Vision. La FSC était significativement plus basse lors de l'utilisation des lentilles à VP centrale, avec et sans éblouissement, et VL centrale avec éblouissement (70). Les performances des lentilles multifocales ont été évaluées entre elles. Notamment avec Madrid-Costa et al qui ne retrouvent pas de différence de

sensibilité au contraste entre les lentilles Pure Vision Multifocal Low add et les lentilles Acuvue Oasys for presbyopia ; deux lentilles à VP centrale (74). Garcia-Lazara et al ont ensuite étudié quatre lentilles multifocales souples à design différents et ont montré une sensibilité au contraste diminuée par rapport aux lunettes mais une meilleure performance des lentilles Air Optix Aqua Multifocal et Pure Vision Multifocal sur les lentilles Biofinity Multifocal et Acuvue Oasys for presbyopia (75). Vasudevan et al ne retrouvent cependant pas de différence au niveau de la FSC à une basse addition entre les lentilles Acuvue Oasys Multifocal, Air optix aqua et Biofinity Multifocal (76).

Par contre, selon Rajagopalan et al, les lentilles rigides multifocales avaient une FSC identique à celle des lunettes hormis pour les hautes fréquences spatiales où la FSC était plus basse (71,72).

La FSC se dégrade également avec la quantité d'addition (77).

## 5. La catégorisation visuelle rapide

### 5.1 Définition

La catégorisation visuelle rapide (CVR) est la capacité du système visuel à reconnaître les objets, en extraire les informations et à regrouper les informations communes dans des classes pour établir des liens d'équivalence.

Il s'agit par exemple de présenter des scènes naturelles et de proposer la catégorisation d'animaux ou de visages présents sur ces scènes. Le sujet doit répondre par oui ou par non de manière très rapide. Même si cette tâche est particulièrement exigeante puisque chaque image est nouvelle et donc imprédictible, le système semble fonctionner de façon optimale dès le début car les sujets sont incapables de traiter plus vite des images avec lesquelles ils se sont familiarisés (78).

C'est une tâche de catégorisation qui met en jeu des populations de neurones situés à un haut degré "hiérarchique" de la voie visuelle.

## 5.2 Exemples pratiques

On propose à un sujet deux images de scène naturelle apposées l'une à côté de l'autre et présentées pendant une courte durée. Le sujet doit choisir rapidement le côté où un animal était présent dans la scène naturelle (Figure 19).

L'homme est capable de fournir environ 94% de réponses correctes pour un temps de réaction médian compris entre 380 et 440 ms (79).



*Figure 19- Exemple de CVR.*

## 5.3 Caractéristiques de la catégorisation visuelle rapide

La catégorisation visuelle rapide n'est pas affectée par la couleur. Le taux de bonne réponse et la latence de réponse ne sont pas améliorés lorsque les scènes présentées sont achromatiques (80).



La CVR est encore très performante en vision périphérique. A 70° d'excentricité, le taux de bonne réponse est encore supérieur au taux chance (50%) (81).

Cette tâche n'est pas spécifique des animaux, mais s'applique aussi à des catégories artificielles comme les moyens de transport.

La précision de réponse reste élevée lorsque le contraste est divisé par 8,10 ou 12. Le taux de bonne réponse est de 56% avec un niveau de contraste divisé par 16, quasiment au niveau du taux chance. La diminution du niveau de contraste donne donc des réponses robustes (82).

## **6. Intérêt de l'étude de la vision des contrastes chez les porteurs de lentilles multifocales**

Ainsi, il est connu que les implants multifocaux provoquent une diminution de la sensibilité aux contrastes. On peut supposer que cela est le fait de la multifocalité et du tri cortical.

Plusieurs études ont évalué la sensibilité au contraste des lentilles multifocales versus monofocales, ou des lentilles multifocales entre elles pour déterminer leur performance visuelle (67,69–75). La FSC est globalement moins bonne lors d'une correction en lentilles multifocales que lors d'une correction en lunettes pour la vision de près, bien que le design de la lentille puisse influencer le résultat. Cependant, l'étude de la sensibilité au contraste a toujours été réalisée avec des moniteurs dédiés à fréquence spatiale et temporelle variable avec des barres noires verticales.

**L'objectif de notre étude** est donc d'explorer la sensibilité au contraste chez les patients porteurs de lentilles multifocales à travers un test représentatif des tâches visuelles courantes : la catégorisation visuelle rapide. Nous avons donc présenté à nos sujets des images de paysages et des images d'animaux très brièvement, à différents niveaux de contraste. Nous leur avons demandé de catégoriser l'image avec l'animal.

**Notre hypothèse** est que la catégorisation visuelle rapide sera plus affectée par la réduction de contraste chez les patients porteurs de lentilles multifocales que les patients porteurs de lentilles unifocales. Une déficience dans cette tâche pluri quotidienne pourra alors être anticipée et expliquée aux patients lors de la prescription initiale de lentilles multifocales.

# Matériel et méthodes

## 1. Design de l'étude

Il s'agit d'une étude exposés-non exposés, transversale, mono centrique, réalisée au Centre Hospitalier Régional Universitaire de Lille dans le service d'ophtalmologie de 2020 à 2021.

La population est divisée en deux groupes, l'un porteur de lentilles multifocales depuis au moins deux semaines, l'autre, porteur de deux systèmes optiques monofocaux (lentilles monofocales de loin et lunettes de près).

Les critères d'inclusion et d'exclusion sont les suivants :

- Critères d'inclusion : participants âgés de 45 à 90 ans, ayant une amétropie comprise entre [-6,00 ; +4,00], une correction optique en lentilles multifocales pour le bras multifocal ou une correction optique en lentilles unifocales pour la vision de loin et une correction en lunettes surajoutée pour la vision intermédiaire et de près dans le bras unifocal. Les participants devaient avoir une acuité corrigée de loin (2m) =10/10 en binoculaire et  $\geq$  8/10 en monoculaire, une acuité corrigée de près = Parinaud 2, et une ancienneté de port d'au moins deux semaines.
- Critères d'exclusion : cataracte, antécédent de pathologie neurologique ou psychiatrique, pathologie ophtalmologique donnant une baisse de la sensibilité aux contrastes (Pan photo coagulation rétinienne, glaucome à tous les stades, maladies rétinienne périphériques, occlusion veineuse ou artérielle rétinienne, neuropathie optique, toute altération du CV, amblyopie, chirurgie intra-

vitréenne, inflammation ou traumatisme oculaire, traitement ophtalmologique par injection ou laser).

Les patients retirant leur consentement pouvaient sortir de l'étude à tout moment.

## 2. Protocole

Les patients, âgés de plus de 45 ans, porteurs de lentilles étaient tous recrutés lors des consultations de contactologie au CHRU de Lille, Hôpital Huriez. Ils étaient contactés par un interne avant le jour de la consultation (en moyenne 7 jours), à partir des listes de consultation et des dossiers disponibles et testés le jour de leur consultation pendant les périodes d'attente entre les examens cliniques. L'explication du protocole et l'obtention de consentement écrit ainsi que la remise de la lettre d'information pour chaque témoin et cas étaient réalisées par l'investigateur.

Un délai de 15 minutes était mis en place entre l'explication du protocole ainsi que la remise de la lettre d'information et la signature du consentement écrit. Le niveau d'AV était celui de la consultation du jour.

Le test se déroulait en 4 étapes.

### 2.1 Recueil de données épidémiologiques et cliniques

La première étape consistait en un recueil de données épidémiologiques et cliniques à l'aide d'un questionnaire. Celui-ci comportait les informations suivantes : sexe, âge, profession, temps d'exposition aux écrans par jour, antécédents généraux, traitements généraux, antécédents ophtalmologiques, traitements ophtalmologiques, AV en monoculaire de loin et de près pour chaque œil, AV en binoculaire de loin et de

près, réfraction par auto réfractomètre, examen en lampe à fente, fond d'œil non dilaté, âge de l'adaptation en lentilles, type et marque des lentilles, satisfaction du port de lentilles du point de vue du confort et de la vision.

## **2.2 Sensibilité au contraste**

La sensibilité au contraste spatial était évaluée de manière objective à l'aide du test Pelli Robson, initialement. L'évaluation était réalisée selon les recommandations des concepteurs du test (83).

## **2.3 Catégorisation Visuelle rapide**

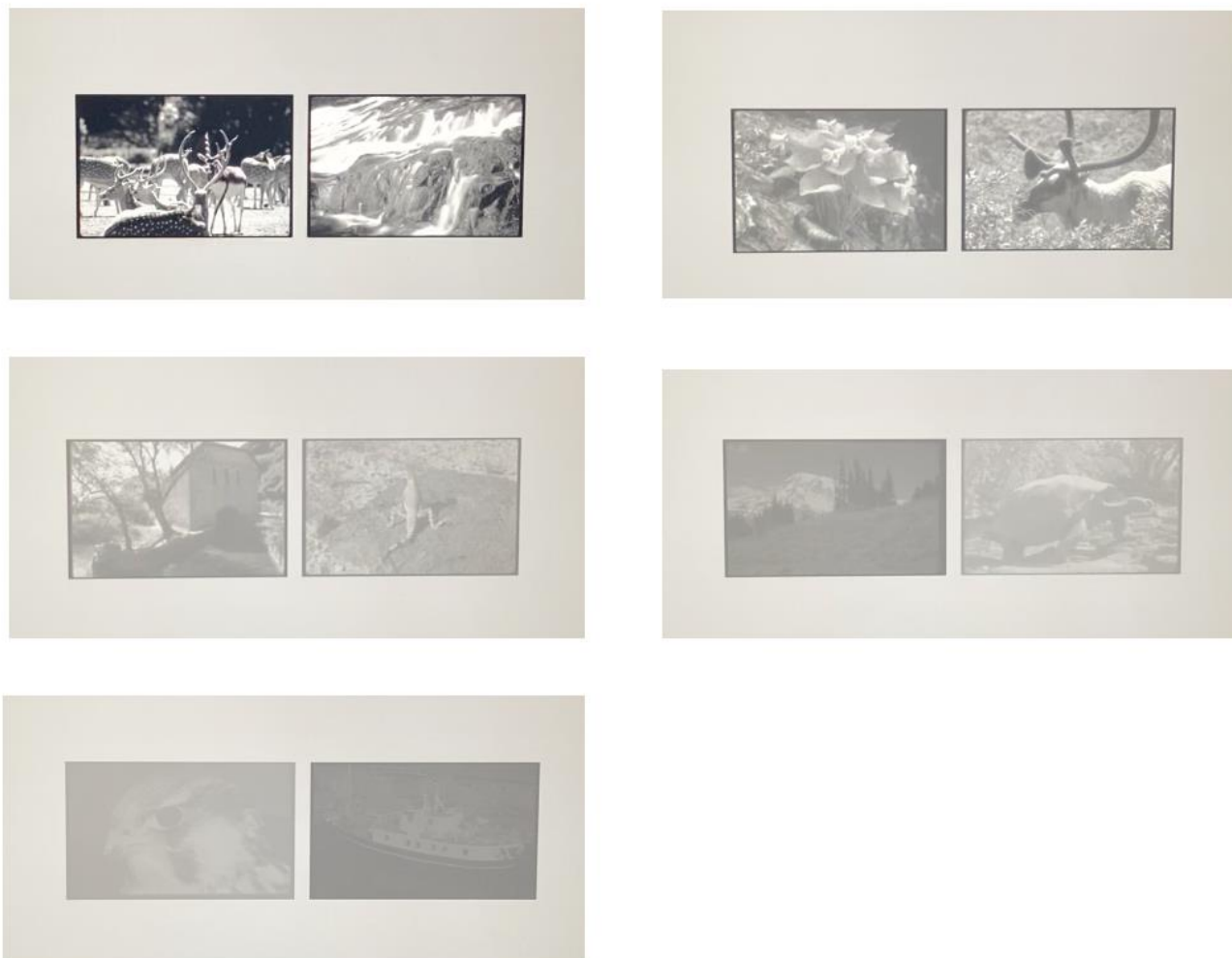
La troisième étape, en rapport également avec l'évaluation objective de la sensibilité aux contrastes, consistait en un test standardisé de catégorisation visuelle rapide à différents niveaux de contrastes (82). Deux phases se succédaient, une phase d'essai puis une phase de test. La phase d'essai avait pour objectif de familiariser le participant avec la durée de présentation. Elle comportait 20 essais. La phase de test comportait 250 essais (50 essais par niveau de contraste).

Un essai comprenait la présentation d'une croix de fixation centrale pendant 500 millisecondes puis l'apparition simultanée de deux images excentrées (une à droite et une à gauche de la croix de fixation à 8° centre à centre) dont l'une comprenait un animal. Durant la phase d'essai, les images étaient présentées pendant une durée de 100 millisecondes. Durant la phase de test, les images étaient présentées pendant une durée de 50 millisecondes. Le côté d'apparition de l'animal et le niveau de contraste étaient tirés au hasard par le logiciel. Lors de l'apparition des images, le sujet

devait choisir l'image contenant un animal en utilisant les flèches gauche et droite du clavier d'ordinateur.

Le test était réalisé en vision intermédiaire, à une distance de 66 cm. Une monture avec une addition de vision intermédiaire était installée chez les participants adaptés en lentilles mono focales. Il n'y avait pas d'addition nécessaire chez les participants adaptés en lentilles multifocales ; une monture sans addition était également installée pour éviter un biais lié à une possible réduction du CV.

La banque de données des stimuli comportait 2400 images achromatiques issues de la base de données commercialisée Corel : 1200 contenaient des images d'animaux, 1200 ne contenaient ni humains ni animaux. Le contraste des images a été modifié par le laboratoire CerCo de Toulouse. Le contraste était noté N pour le contraste maximal, N/2 (50% du contraste maximal), N/4 (25% du contraste maximal), N/8 (12,5% du contraste maximal) et N/16 (6,2% du contraste maximal) (Figure 20).



*Figure 20- CVR aux différents niveaux de contraste. De gauche à droite et de haut en bas : contraste maximum, contraste maximum/2, contraste maximum/4, contraste maximum/8, contraste maximum/16.*

## 2.4 Questionnaire NEI VFQ 25 modifié

La quatrième étape, en rapport avec l'évaluation subjective de la sensibilité aux contrastes, consistait en un questionnaire écrit portant sur la qualité de vie en lentilles de contact, modifié. Il s'agit du NEI VFQ 25 modifié, dans lequel quatre questions sont analysées (84). Le NEI VFQ 25 (National Eye Institute Visual Fonction Questionnaire) est conçu de 25 questions rangées en différentes catégories que sont la santé, la vision en général, les douleurs oculaires, la vision de près, la vision de loin, la conduite et la vision des couleurs. Il s'agit d'un questionnaire qui permet de mesurer l'état de

santé visuel ; c'est le plus utilisé en contactologie. Deux questions en rapport avec la sensibilité au contraste, critère principal, ont été rajoutées, et deux autres en rapport avec les aberrations optiques et la gêne à l'éblouissement étaient déjà présentes dans le questionnaire initial.

Les questions liées au contraste étaient :

- Avez-vous du mal à lire les caractères d'imprimerie de petite taille dans les journaux ?
- Avez-vous du mal à lire un texte papier sans ajouter une source lumineuse dirigée sur le texte ?

Les questions en rapport avec les halos et éblouissement étaient :

- Avez-vous du mal à conduire de nuit ?
- Avez-vous du mal à conduire dans des conditions difficiles comme par mauvais temps, dans les embouteillages, sur l'autoroute ou en ville ?

### **3. Gestion et analyse de données**

Les données de chaque expérience étaient anonymisées. Pour cela, un code a été défini pour chaque groupe : les cas se voyaient attribuer un code de stockage commençant par C1 (C1 à C15), les témoins recevaient la lettre T (T1 à T15). Les données expérimentales étaient collectées sous le format de tableaux Excel comprenant le code du sujet, la date et l'heure de passation, les paramètres cliniques. Les fichiers de données anonymisées étaient conservés sur l'ordinateur personnel et disque dur externe du coordonnateur (M Boucart) avec un répertoire pour l'expérimentateur (interne en ophtalmologie). Les formulaires de consentement et les



questionnaires écrits étaient conservés dans une armoire fermée dans le bureau du coordonnateur.

Un indice de sensibilité  $d'$  a été calculé pour chaque sujet et chaque niveau de contraste, à partir du test de CVR.

Les variables calculées étaient l'indice de sensibilité  $d'$ , le temps de réponse, le résultat au test Pelli Robson et le résultat au questionnaire NEI VFQ-25 pour les questions concernées par le contraste. Nous souhaitons comparer ces variables chez les cas et les témoins.

## 4. Analyse statistique

Le logiciel Systat 8.0 a été réalisé pour les analyses statistiques.

Une analyse de variances ANOVA a été réalisée sur l'indice de sensibilité  $d'$  et le temps de réponse. Un t de student a été utilisé pour les résultats au test de Pelli Robson et aux questions du NEI VFQ25 modifié.

Un appariement a été réalisé sur l'âge à 5 ans près et le sexe.

## 5. Significativité

Les tests statistiques sont bilatéraux. Les p valeurs sont considérées comme significatives au seuil de 5%. Les intervalles de confiance sont calculés à 95%.

## 6. Cadre réglementaire

L'étude a été conduite conformément :

- aux principes éthiques de la déclaration d'Helsinki de 1964 révisée à Édimbourg en 2000,

- à la loi n° 2004-801 du 6 août 2004 relative à la protection des personnes physiques à l'égard des traitements de données à caractère personnel et modifiant la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés,
- à la loi de Santé Publique (Lois n° 2004-806 du 9 août 2004 et 2006-450 du 18 avril 2006).

Tous les sujets ont reçu une fiche d'information sur l'étude et ont signé un formulaire de consentement écrit approuvé par le comité d'éthique de l'université de Lille (2019-370-S76). Aucune rémunération n'a été attribuée pour l'étude.

# Résultats

## 1. Description des patients à l'inclusion (Figure 21)

Trente patients ont consulté au CHRU de Lille lors d'une consultation de contactologie et ont été inclus entre 2020 et 2021. Les participants porteurs de lentilles multifocales, souples ou rigides (5 porteurs de lentilles rigides et 25 de lentilles souples) et donc soumis au tri cortical étaient appelés cas (n=15), les participants porteurs d'un système optique unifocal étaient notés témoins (n=15).

*Table 2- Caractéristiques des Cas*

PATIENTS	SEXE	AGE	HEURES D'EXPOSITION AUX ECRANS	ANNEES D'ADAPTATION EN LENTILLES	PELLI ROBSON	ADDITION POUR LA VISION INTERMEDIAIRE
C01	F	49	3	5	2,25	1
C02	F	47	7	1	1,65	0,75
C03	F	45	12	30	1,65	0,75
C04	H	60	12	40	1,8	1
C05	F	57	10	1	1,65	0,75
C06	H	50	5	25	1,8	0,75
C07	F	61	2	15	1,95	1
C08	F	59	6	30	1,65	0,75
C09	F	66	15	8	1,8	1
C10	H	60	8	18	1,8	0,75
C11	H	56	3	10	1,65	1
C12	H	45	10	40	1,65	1,25
C13	F	54	9	31	1,8	0,75
C14	F	47	12	14	1,95	1
C15	H	60	4	5	1,65	1

*Table 3- Caractéristiques des témoins*

PATIENTS	SEXE	AGE	HEURES D'EXPOSITION AUX ECRANS	ANNEES D'ADAPTATION EN LENTILLES	PELLI ROBSON
T01	F	61	3	28	1,5
T02	F	47	1,5	23	1,65
T03	F	45	8	25	2,25
T04	F	60	3	15	1,65
T05	H	54	4	13	1,65
T06	F	45	12	1	1,95
T07	F	61	2	15	2,1
T08	H	51	3	40	1,65
T09	H	55	1	48	2,1
T10	F	48	10	10	1,5
T11	H	60	8	10	1,95
T12	F	65	2	1	1,65
T13	F	47	10	3	1,65
T14	H	53	5	30	2,25
T15	F	62	5	47	1,65

L'âge moyen des participants était de 54,3 ans. Il n'y avait pas de différence significative entre les patients et les témoins ( $p=0,958$ ). En effet, la moyenne d'âge des témoins était de 54,3 ans avec un écart type de 6,8 et la moyenne d'âge des cas était de 54,4 ans avec un écart type de 6,7.

Parmi les participants, on retrouvait 0,6 % de femmes chez les participants et 0,7 % chez les témoins.

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les patients et les témoins, à l'aide de l'analyse par un T de Student, en termes d'heures d'exposition journalière aux écrans. En effet les participants étaient en moyenne exposés aux écrans 7,87 heures par jour et 5,17 heures chez les témoins ( $p>0,05$ ).

On ne note pas non plus de différence significative au niveau du nombre d'années d'adaptation en lentilles. Les patients étaient équipés en lentilles depuis 18,2

ans en moyenne alors que la moyenne était de 20,6 années pour les témoins (p=0,657).

Tous les sujets avaient une acuité visuelle binoculaire de 10/10, Parinaud 2 à 60 cm avec la correction portée pendant le test.

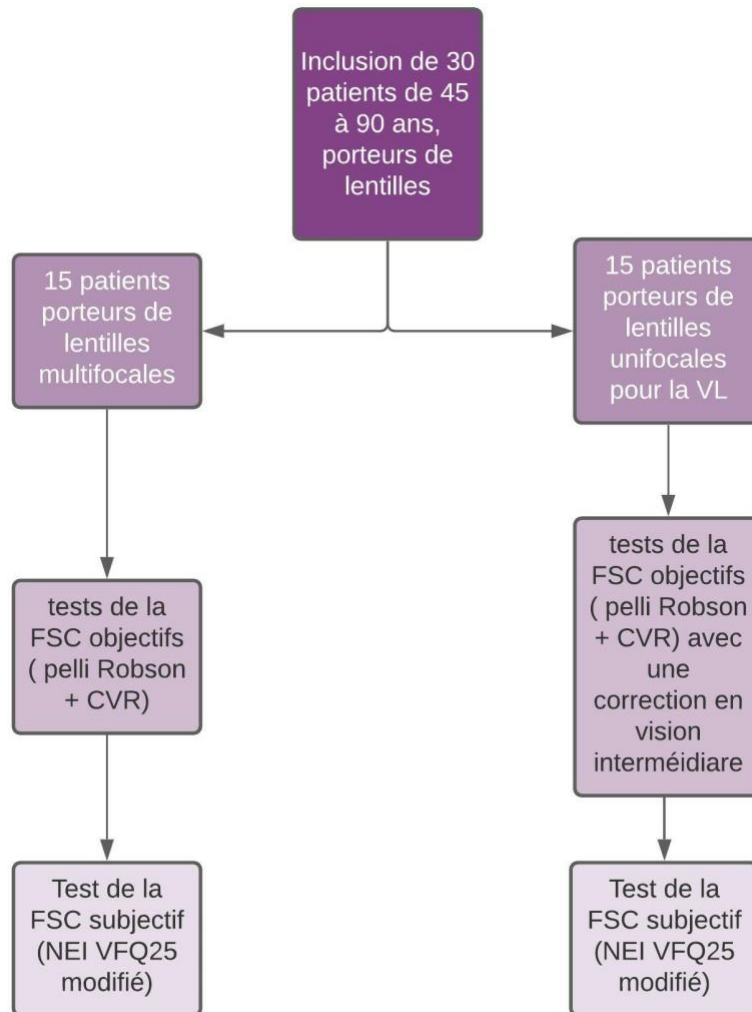


Figure 21- Flow chart

## 2. La sensibilité au contraste lors de la catégorisation visuelle rapide, étude objective

### 2.1 Taux de bonne réponse lors de la CVR

Pour chaque participant, 50 scènes étaient présentées par niveau de contraste. Cinq niveaux de contraste étaient testés : N, N/2 (50% du contraste maximal), N/4 (25% du contraste maximal), N/8 (12,5% du contraste maximal) et N/16 (6,2% du contraste maximal). Au total on obtenait 250 scènes avec pour chacune une réponse et un temps de réponse (Figure 22, Figure 23).

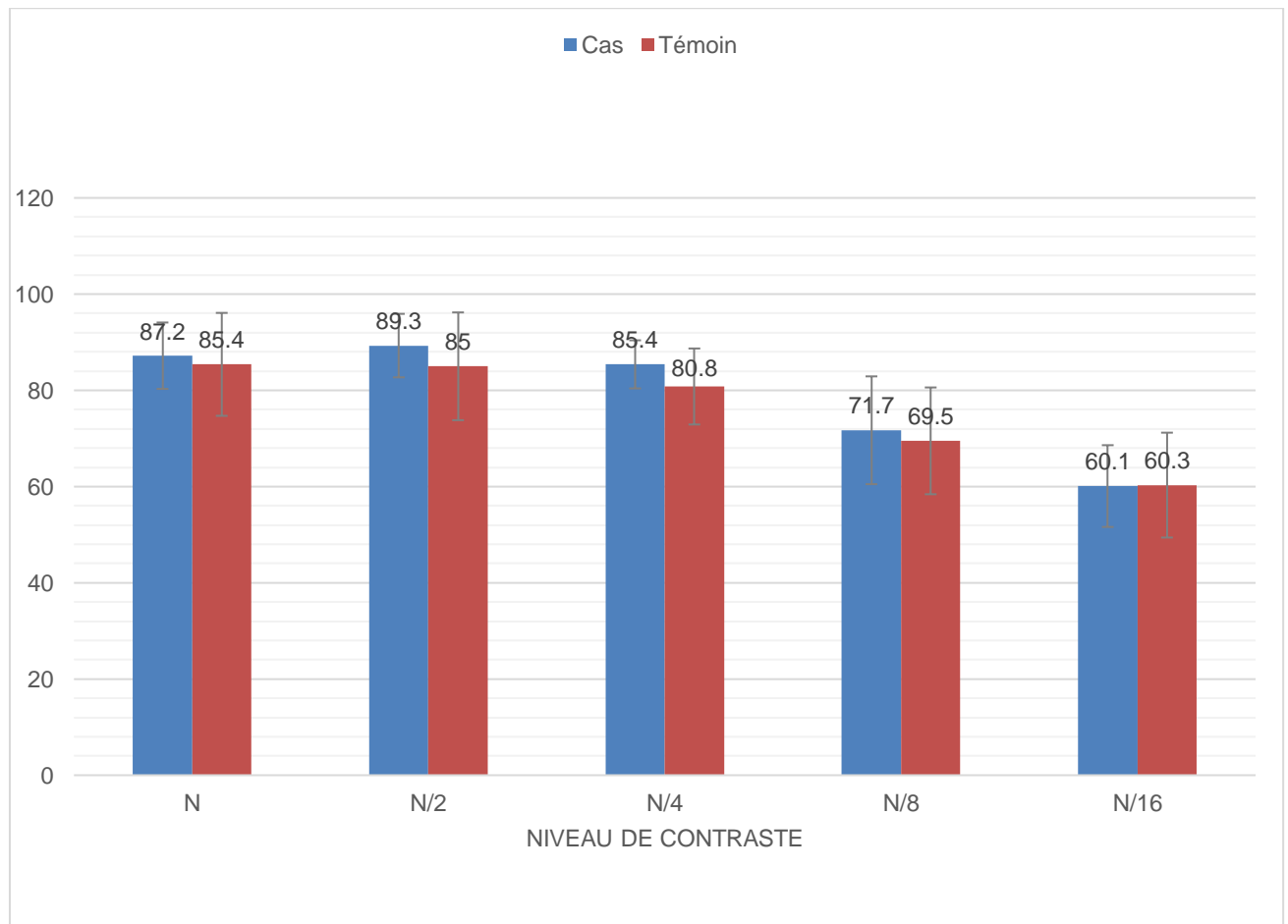


*Figure 22- Exemple de CVR à niveau de contraste maximum*



*Figure 23- Exemple de CVR au contraste maximum/4*

Pour chaque niveau de contraste, nous avons calculé la moyenne du taux de bonne réponse appelée indice de sensibilité  $d'$ .



*Figure 24- Taux de bonne réponse en fonction du contraste*

*Table 4- Taux de bonne réponse en fonction du contraste*

Contraste		N	N/2	N/4	N/8	N/16
Moyenne (%)	Cas	87,2	89,3	85,4	71,7	60,1
	Témoïn	85,4	85	80,8	69,5	60,3
ET	Cas	6,9	6,6	5	11,2	8,5
	Témoïn	10,7	11,2	7,9	11,1	10,9
ES	Cas	1,7	1,7	1,3	2,9	2,1
	Témoïn	2,7	2,9	2	2,8	2,8
p		0,603	0,215	0,064	0,628	0,97

En moyenne, les cas avaient tendance à avoir un meilleur taux de bonnes réponses à tous niveaux de contraste que les témoins.

En effet, les bonnes réponses étaient en moyenne de 76,2 % à tous niveaux de contraste pour les témoins contre 77,54 % pour les cas. La différence n'était pas statistiquement significative (**p=0.33**).

Par ailleurs, il n'y avait pas non plus de différence significative pour chaque niveau de contraste : N, N/2, N/4, N/8 et N/16.

Le taux de bonne réponse était de 87,2 % chez les cas au contraste maximal et de 85,4 % chez les témoins ( $p= 0,603$ ) (Figure 24, Table 4). Au contraste maximal divisé par 2, on retrouvait 89,3 % de taux de bonne réponse chez les cas et 85 % chez les témoins sans différence significative ( $p= 0,215$ ). Il n'y avait pas non plus de différence significative à N/4 (85,4 pour les cas et 80,8 chez les témoins avec  $p=0,064$ ), N/8(71,7 pour les cas et 69,5 chez les témoins avec  $p=0,628$ ) et N/16(60,1 pour les cas et 60,3 chez les témoins avec  $p=0,97$ ).

L'effet du contraste était bien significatif sur le taux de bonne réponse (**p<0.001**), celui-ci diminuait dans les deux groupes en parallèle avec la diminution du contraste.

Il n'y avait pas d'interaction entre le groupe et le contraste (**p = 0.62**); l'effet du niveau de contraste sur le taux de bonne réponse ne variait pas en fonction du groupe.



Nous avons réalisé une analyse en sous-groupes en comparant les cas porteurs de lentilles rigides multifocales (n=2) aux cas porteurs de lentilles souples multifocales (n=13). La différence est significative avec  $p < 0,01$ . Nous avons également comparé le sous-groupe des cas porteurs de lentilles rigides multifocales (n=2) aux témoins (n=15). La différence est également significative avec  $p < 0,01$ .

## 2.2 Temps de réponse lors de la CVR

Ici, les facteurs étaient aussi le groupe et le niveau de contraste mais le temps de réponse moyen était analysé.

Pour chaque niveau de contraste nous avons calculé le délai moyen de réponse.

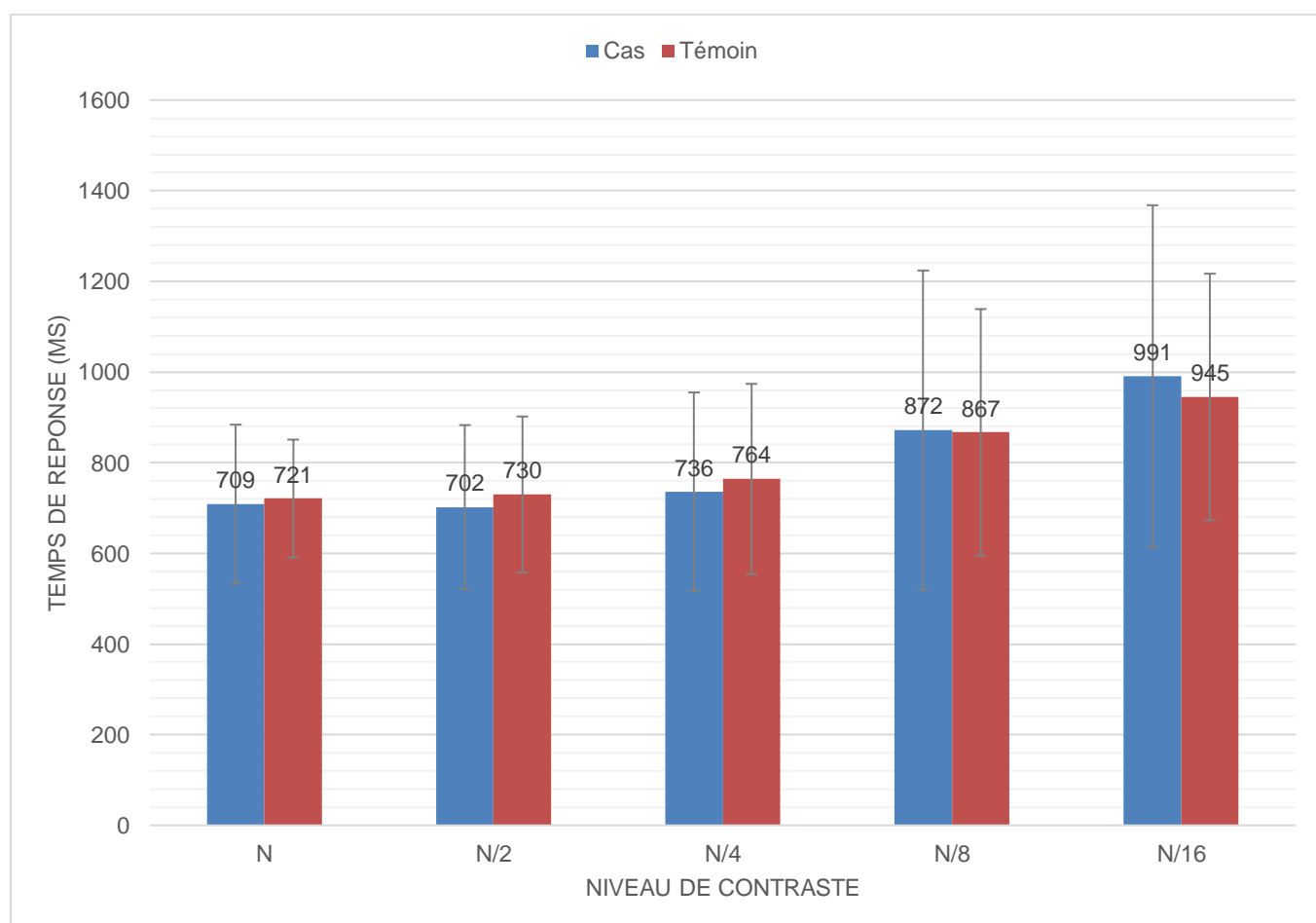


Figure 25- Temps de réponse en fonction du contraste

*Table 5- Temps de réponse en fonction du contraste*

Contraste		N	N/2	N/4	N/8	N/16
Moyenne (%)	Cas	709	702	736	872	991
	Témoin	721	730	764	867	945
ET	Cas	175	181	219	352	377
	Témoin	130	172	210	272	272
ES	Cas	45	46	56	91	97
	Témoin	33	44	54	70	70
p		0,858	0,66	0,719	0,96	0,706

La différence des temps de réponse n'était pas statistiquement significative  $p = 0.96$ , à tous niveaux de contraste entre les deux groupes.

De la même manière, il n'y avait pas de différence significative lors de l'étude de chaque niveau de contraste évalué séparément.

Les temps de réponse étaient similaires à N (709 ms pour les cas et 721 pour les témoins avec  $p=0.858$ ), N/2 (702 ms pour les cas et 730 ms pour les témoins,  $p= 0.66$ ) et N/4(736 ms pour les cas et 764 ms pour les témoins,  $p= 0.719$ ).

Les temps de réponses étaient moindres pour les témoins à N/8 (872 pour les cas et 867 pour les témoins et N/16 (991 ms pour les cas et 945 ms pour les témoins), sans que la différence ne soit significative ( $p= 0.96$  à N/8 et  $p= 0.706$  à N/16) (Table 5, Figure 25).

L'effet du niveau contraste était bien significatif sur le taux de bonne réponse :  $p < .001$ .

Le temps de réponse augmentait avec la diminution du contraste.

Il n'y avait pas d'interaction entre le groupe et le contraste,  $p = 0.76$  ; l'effet du niveau de contraste sur le temps de réponse ne variait pas en fonction du groupe.

### 2.3 Pelli Robson

Ensuite, il avait été réalisé une analyse du résultat du test Pelli Robson pour chaque groupe (Table 6). Le Pelli Robson est composé de triplet de lettres avec un contraste décroissant pour chaque triplet (Figure 16). On attribue un score en fonction du dernier triplet vu (2 ou 3 lettres vues). Le score varie de 0,00, si aucun triplet n'est vu, à 2,25 si le dernier triplet est vu.

*Table 6- Résultats au test de Pelli Robson*

Sujets	Pelli Robson
C01	2,25
C02	1,65
C03	1,65
C04	1,8
C05	1,65
C06	1,8
C07	1,95
C08	1,65
C09	1,8
C10	1,8
C11	1,65
C12	1,65
C13	1,8
C14	1,95
C15	1,65
T01	1,5
T02	1,65
T03	2,25
T04	1,65
T05	1,65
T06	1,95
T07	2,1
T08	1,65
T09	2,1
T10	1,5
T11	1,95
T12	1,65
T13	1,65
T14	2,25
T15	1,65

Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes, après analyse à l'aide d'un T de Student ( $p = 0.902$ ). En effet, le score moyen du test était de 1,78 chez les cas et 1,81 chez les témoins.

### 3. La sensibilité au contraste subjective : le NEI VFQ 25

Chaque participant devait également répondre au Questionnaire NEI VFQ 25 modifié (annexe 3). Celui-ci était composé de 27 questions dont 2 en rapport avec la sensibilité au contraste et 2 en rapport avec les halos et éblouissements.

Les questions liées au contraste étaient :

- Avez-vous du mal à lire les caractères d'imprimerie de petite taille dans les journaux ?
- Avez-vous du mal à lire un texte papier sans ajouter une source lumineuse dirigée sur le texte ?

Les questions en rapport avec les halos et éblouissement étaient :

- Avez-vous du mal à conduire de nuit ?
- Avez-vous du mal à conduire dans des conditions difficiles comme par mauvais temps, dans les embouteillages, sur l'autoroute ou en ville ?

Chaque question était notée sur 5 soit 10 points pour les 2 questions en relation avec le contraste et 10 points pour les 2 questions en rapport avec les halos et éblouissements.

Après une analyse par un T de Student, il n'y avait pas de différence entre les deux groupes pour les deux types de questions. Pour les questions en relation avec le contraste, p est égal à **0.688**. Pour les questions en rapport avec l'éblouissement, p est égal à **0.057**.

# Discussion

## 1. Principaux résultats

Cette étude a permis l'élaboration d'un dispositif expérimental permettant l'étude de la FSC, en s'inspirant des études de science cognitive avec la particularité d'étudier une tâche représentative de la vie quotidienne.

Nous voulions étudier la sensibilité au contraste chez les porteurs de lentilles multifocales, de manière objective, avec une approche plus précise de la vie réelle que celle réalisée par des tests standardisés. Nous avons donc analysé le taux de bonne réponse lors de la CVR, qui est représentatif de scène de vie quotidienne, à différents niveaux de contraste, chez les patients porteurs de lentilles multifocales et chez les patients porteurs de lentilles monofocales avec une correction de près en lunettes. Nous n'avons pas retrouvé de différence significative entre les deux groupes sur le niveau de bonne réponse ( $p=0,33$  à tous niveaux de contraste) mais une tendance à une augmentation plus marquée du temps de réponse lors d'une diminution du contraste chez les patients porteurs de lentilles multifocales. Le taux de bonne réponse était d'environ 60 % pour le contraste N/16, ce qui est bien significativement différent du taux de réponse au hasard (50%). Il n'y avait pas non plus de différence entre le test de sensibilité au contraste *Pelli Robson* dans les deux groupes ( $p=0,902$ ). La significativité de l'analyse en sous-groupes des lentilles rigides multifocales sur le taux de bonne réponse est difficilement interprétable puisque le nombre de sujets est de deux dans ce sous-groupe.

Au niveau du test subjectif, les questions portant sur les questions relatives au contraste ne différaient pas entre les deux groupes ( $p=0,688$ ). Nous observons cependant une apparition d'éblouissement et de halos rapportés lors du port de lentilles multifocales à la limite de la significativité ( $p=0,057$ ).

## 2. Validité externe

### 2.1 FSC

L'adaptation en lentilles multifocales est une demande de plus en plus présente en ophtalmologie. Cependant, elle est source de beaucoup d'échecs d'adaptation. Les patients semblent être gênés par une vision floue ou insuffisante. Cependant, dans de nombreux cas, les tests d'AV sont satisfaisants mais les patients signalent toujours des symptômes invalidants tels que l'éblouissement, les halos et la sensibilité au contraste réduite (85,86). C'est pourquoi les tests d'AV ne sont pas forcément adaptés dans l'étude des symptômes et qu'il est intéressant d'éviter les méthodes conventionnelles lors de l'adaptation de lentilles multifocales. La FSC semble être un meilleur indicateur d'évaluation des performances visuelles (87,88).

En effet, lors de l'étude des performances visuelles d'un système optique, l'indice de performance visuelle qui évalue de manière la plus fiable la vision humaine est la FSC (44). Ainsi, bien que l'AV mesure la capacité à distinguer les stimuli à haute fréquence spatiale à des niveaux de contraste élevé, la FSC teste la sensibilité de détection de différentes tailles de détails et à différents niveaux de contraste. En revanche, il a été démontré que la FSC était capable de détecter des déficits de performance visuelle, alors que l'AV est normale, et de permettre ainsi un test plus sensible de la performance visuelle (45) même en présence de pathologies

ophtalmologiques telles que l'amblyopie, le glaucome, la cataracte, les maladies neuro-ophtalmologique ou rétinienne.

De plus, dans la vie courante, un certain nombre d'aptitudes visuelles (perception du mouvement, vision nocturne, reconnaissance des visages) impliquent également les faibles contrastes et les basses fréquences spatiales.

## **2.2 CVR**

A ce jour, aucune étude concernant la sensibilité au contraste, chez les patients porteurs de lentilles multifocales, dans son retentissement dans la vie réelle n'avait été réalisée ; or l'objectif de l'évaluation de la FSC est d'être plus représentatif des performances visuelles du patient.

Dans la vie courante, certaines tâches, comme la lecture rapide et l'orientation à l'intérieur d'une pièce bien éclairée, ne sont pas impactées par la diminution de la FSC (89). D'autres tâches, cependant, comme la reconnaissance faciale, la conduite de nuit, la marche la nuit, la conduite sous la pluie ou la lecture rapide de petits caractères de journaux sont affectées par la diminution de la FSC.

## **2.3 Lentilles multifocales**

En France, en 2020, la proportion de patients de plus de 45 ans porteurs de lentilles multifocales est de 80%, par rapport aux lentilles mono focales utilisées pour la VL seulement (90). Le nombre de presbytes risque d'augmenter avec le vieillissement de la population et donc en conséquence la demande de lentilles multifocales.



La monovision, au moins simple, est nettement moins utilisée, notamment du fait de la difficulté à tolérer l'anisométrie et la perte de la binocularité à partir de 1,50 Dioptries (24,25). La FSC a été montrée moins bonne lors de la monovision que lors d'une correction en lunettes (67,68).

Concernant la FSC chez les porteurs de lentilles multifocales à vision simultanée, des études retrouvent une baisse de la FSC lors de conditions expérimentales comme Collins et al (67). Notre étude étudie la FSC lors de conditions de vie réelle et ne retrouve pas cette diminution. Il semble donc qu'il n'y a pas d'impact réel de la modification de la FSC.

Nos résultats ne sont pas non plus en accord pour les mêmes raisons avec Wahl et al qui ont montré une diminution de la FSC lors de l'utilisation des lentilles Biofinity Multifocales® que ce soit en VP centrale ou en VL centrale (70), ou encore avec Rajagopalan et al qui ont montré que la FSC était diminuée chez les porteurs de lentilles souples multifocales pour toutes les fréquences spatiales (71,72).

Notre tendance diffère également de l'étude de Garcia-Lazara et al qui ont étudié quatre lentilles multifocales souples à design différents et ont montré une sensibilité au contraste diminuée par rapport aux lunettes mais une meilleure performance des lentilles Air Optix Aqua Multifocal et Pure Vision Multifocal sur les lentilles Biofinity Multifocal et Acuvue Oasys for presbyopia (75).

Cette différence pourrait s'expliquer par des choix de test différents. Toutes ces études avaient évalué la sensibilité au contraste avec des moniteurs dédiés à fréquence spatiale et temporelle variable avec des barres noires verticales de manière très expérimentale. Nous avons choisi d'utiliser des tests plus représentatifs de vie réelle.

Par ailleurs, ces études retrouvant des diminutions de FSC en lentilles multifocales datent des années 1990. On peut donc se poser la question d'une amélioration de la zone optique dédiée à la multifocalité et donc d'une FSC moins perturbée, depuis la mise sur le marché des premières lentilles multifocales et des premières études réalisées sur le sujet.

Enfin, il faut noter que nous n'avons inclus que des patients ayant réussi l'adaptation en lentilles multifocales et ne présentant pas ou peu de plainte fonctionnelle. Les patients qui ont présenté un échec d'adaptation en lentilles multifocales n'ont pas été inclus et cet échec pourrait être expliqué par une mauvaise tolérance d'une diminution de la FSC. En effet, de nombreux patients, insatisfaits par le compromis entre la VP et la VP et le tri cortical, abandonnent les lentilles multifocales.

Nous avons également retrouvé une apparition de halos et d'éblouissement rapportés par les patients, expliquée par le fait que les différentes zones optiques sont positionnées devant la pupille, comme l'ont montré Back et al ou encore Sha et al, lors de mesure subjective par notre questionnaire (73,86). Nous n'avons pas étudié les

aberrations optiques de manière objective dans cette étude mais il pourrait être intéressant de s'y attarder puisqu'à priori les patients équipés en lentilles multifocales présentent une plainte fonctionnelle que nous ne retrouvons pas lors du test de la FSC en conditions réelles.

### 3. Validité interne

Ainsi, nos résultats diffèrent de la littérature car nous ne retrouvons pas de diminution de FSC, mais elle a permis d'apprécier de manière plus réaliste les symptômes liés à la multifocalité. Il s'agissait d'une étude prospective, puissante car le nombre de sujets nécessaires calculés pour avoir une différence significative était de 5 cas et 5 témoins. Pour plus de validité interne, nous avons choisi d'inclure 15 cas et 15 témoins.

Notre population était représentative de la population générale adaptée en lentilles multifocales. Les deux groupes étaient comparables. Les sujets ont été appariés sur l'âge pour éviter un biais de sélection lié à l'âge qui influe la sensibilité au contraste (30,42,91). En effet, plusieurs études montrent que la sensibilité au contraste diminue à partir de 30-40 ans sauf pour les fréquences spatiales les plus basses. Par ailleurs, nous avons également écarté un certain nombre de biais potentiels grâce aux critères de sélection, notamment les pathologies neurologiques et ophtalmologiques qui peuvent diminuer la FSC ( toutes les pathologies neurologiques, notamment les lésions cérébrales, la sclérose en plaques, la maladie de Parkinson, et la schizophrénie, mais aussi la myopie forte, le glaucome, les drusens sans DMLA et la chirurgie réfractive) (62–65,92,45,51,52,48,47,50).

Cependant, notre étude présente des limites qui ont pu influencer les résultats. Elle présente tout d'abord des biais de sélection potentiels puisque les sujets ayant présenté un échec d'adaptation n'ont pas été inclus et étaient peut-être plus sujets à une diminution de la FSC. Notre étude présente également des biais de mesure. Aussi, nous avons évalué l'AV pour obtenir 10/10 sans rechercher des AV supérieures entre 12/10 et 20/10. Owsley et al ont montré que des différences d'acuités visuelles sont associées à des seuils de sensibilité aux contrastes différents (91). La durée du test, d'environ 8 minutes, peut sembler trop longue pour maintenir une concentration efficace du patient. Cependant, afin d'éviter l'effet du hasard lié à un choix simple de 50 %, nous ne pouvions que difficilement raccourcir le nombre d'images présentées et donc la durée du test. Il serait également intéressant d'intégrer des critères de fiabilité : faux positif, faux négatif, comme lors de la réalisation d'un champ visuel ; si le sujet appuie alors qu'il n'y a pas d'image présentée ou s'il n'appuie pas après une présentation.

Enfin, certains facteurs de confusion potentiels n'ont pas été recherchés. Le diamètre pupillaire n'a pas été étudié. Or plusieurs études ont mis en évidence une variation de la FSC en fonction du diamètre pupillaire, notamment une diminution de la FSC en cas de myosis serré (54). Comme le diamètre pupillaire n'a pas été mesuré dans notre étude, il a pu influencer les résultats. Notre étude n'a porté que sur la vision intermédiaire car nous jugions que la fonction de sensibilité au contraste était identique en vision de loin et en vision de près. Le test a été réalisé en binoculaire et à luminosité identique pour tous. En effet, bien que Biondini et al. ont montré que l'étude en vision monoculaire apporte des résultats plus précis, et qu'en vision binoculaire, on retrouve un décalage de la courbe vers les contrastes les plus faibles (47), Johansson et al ont

montré une amélioration de la vitesse de lecture en binoculaire marquée à bas contraste (93). Pour être le plus représentatif possible du test de vie réelle, nous avons choisi de mener le test en binoculaire.

#### **4. Perspectives / significativité clinique.**

Nous avons mis en évidence une absence de différence de sensibilité au contraste lors d'un test représentatif de la vie quotidienne, la CVR, chez les patients porteurs de lentilles multifocales malgré de nombreuses études allant dans le sens d'une baisse de la FSC chez les porteurs de lentilles multifocales et chez les patients porteurs d'un implant multifocal après chirurgie de la cataracte, lors de test objectif avec des moniteurs à bandes verticales dédiés. Nous observons cependant une tendance à une diminution de la sensibilité au contraste à bas contraste chez les patients porteurs de lentilles multifocales.

Nos résultats sont donc différents de la plupart des études sur la FSC et les lentilles multifocales. Ces études peuvent être expliqués par le fait que le test soit plus représentatif de la vie réelle mais aussi par la non-inclusion des patients ayant eu un échec d'adaptation en lentilles multifocales.

Il s'agit donc d'une information utile, lors de l'explication aux patients de l'adaptation en lentilles multifocales, après avoir expliqué que la FSC est altérée de manière théorique.

Il pourrait cependant être intéressant de réaliser le même test en incluant des patients n'ayant pas réussi l'adaptation en lentilles multifocales afin de tester la cause de cet échec.

## Liste des tables

Table 1- Comparatif lentilles souples et rigides, (22) .....	13
Table 2- Caractéristiques des Cas.....	43
Table 3- Caractéristiques des témoins.....	44
Table 4- Taux de bonne réponse en fonction du contraste.....	47
Table 5- Temps de réponse en fonction du contraste.....	50
Table 6- Résultats au test de Pelli Robson.....	51

# Liste des figures

Figure 1- Modèle de l'œil réduit de Listing (2) .....	6
Figure 2- Amétropies. L'image de gauche est celle d'un œil emmétrope. Au milieu d'un œil myope et à droite un œil hypermétrope (3). .....	7
Figure 3- Correction des amétropie (4).....	8
Figure 4- Variation de la courbure du cristallin à l'origine de l'accommodation (5).....	8
Figure 5- Schéma presbytie (6).....	9
Figure 6- Correspondance âge-addition (20).....	11
Figure 7- A, lentille concentrique à vision simultanée. B, lentille segmentée à vision alternée, (26).....	16
Figure 8- Tri cortical schématisé .....	17
Figure 9- Configuration des lentilles à vision simultanées. A gauche, vision de près centrale. A droite, vision de loin centrale .....	17
Figure 10- Diminution du contraste progressif en ordonnée (32).....	20
Figure 11- Profil de réseau sinusoïdal .....	21
Figure 12- Représentation de contraste de bandes différents .....	21
Figure 13- Anatomie rétinienne neuronale à gauche (35,36),.....	22
Figure 14- Anatomie des couches rétinienne (37) .....	23
Figure 15- Schéma des voies optiques, (40) .....	24
Figure 16- Test de Pelli-Robson, (45) .....	26
Figure 17- Courbe théorique de la sensibilité aux contrastes chez le sujet sain. (46). .....	27
Figure 18- Variation de la sensibilité au contraste en fonction de l'âge. (53) .....	28
Figure 19- Exemple de CVR.....	32
Figure 20- CVR aux différents niveaux de contraste. De gauche à droite et de haut en bas : contraste maximum, contraste maximum/2, contraste maximum/4, contraste maximum/8, contraste maximum/16. ....	39
Figure 21- Flow chart.....	45
Figure 22- Exemple de CVR à niveau de contraste maximum .....	46
Figure 23- Exemple de CVR au contraste maximum/4 .....	46
Figure 24- Taux de bonne réponse en fonction du contraste .....	47
Figure 25- Temps de réponse en fonction du contraste.....	49

# Références

1. Lanthony P. Dictionnaire du strabisme: physiologie et clinique. Alain Péchereau; 1983. 197 p.
2. Bahill AT. MODEL FOR ABSORPTION OF PERFLUOROPROPANE INTRAOCULAR GAS AFTER RETINAL SURGERIES Contribution/ Originality. Int J Med Health Sci 2016;2016:50–76.
3. Centre ophtalmologique Docteur CHAUME Aurélia [Internet]. [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <http://ophtalia.fr/troubles.html>
4. Présentation des troubles de la réfraction - Troubles oculaires [Internet]. Manuels MSD pour le grand public. [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-oculaires/troubles-de-la-r%C3%A9fraction/pr%C3%A9sentation-des-troubles-de-la-r%C3%A9fraction>
5. Cochener B, Albou-Ganem C, Renard G, d'Ophtalmologie (SFO) SF. Presbytie: Rapport SFO 2012. Elsevier Masson; 2012.
6. Presbytie | Définition, causes et complications - COVO95 Osny [Internet]. Centre Ophtalmologique du Val d'Oise 95. 2018 [cité 12 juill 2021]. Disponible sur: <https://www.covo95.fr/blog-ophtalmologie/conseils-medicaux/presbytie-definition/>
7. Abdelkader A. Improved Presbyopic Vision With Miotics. Eye Contact Lens. sept 2015;41(5):323-7.
8. Arines J, Almaguer C, Acosta E. Potential use of cubic phase masks for extending the range of clear vision in presbyopes: initial calculation and simulation studies. Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom. mars 2017;37(2):141-50.
9. Benozzi J, Benozzi G, Orman B. Presbyopia: a new potential pharmacological treatment. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol J. 2012;1(1):3-5.
10. Fedtke C, Sha J, Thomas V, Ehrmann K, Bakaraju RC. Impact of Spherical Aberration Terms on Multifocal Contact Lens Performance. Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom. févr 2017;94(2):197-207.
11. Anderson HA, Stuebing KK. Subjective versus objective accommodative amplitude: preschool to presbyopia. Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom. nov 2014;91(11):1290-301.
12. León A, Estrada JM, Rosenfield M. Age and the amplitude of accommodation measured using dynamic retinoscopy. Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom. janv 2016;36(1):5-12.
13. Cobb SR. AN INVESTIGATION INTO ACCOMMODATION BY AYRSHIRE STUDY CIRCLE. Br J Physiol Opt. mars 1964;21:31-5.
14. Turner MJ. Observations on the normal subjective amplitude of accommodation. Br J Physiol Opt. avr 1958;15(2):70-100.
15. Almutairi MS, Altoaimi BH, Bradley A. Accommodation and pupil behaviour of binocularly viewing early presbyopes. Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom. mars 2017;37(2):128-40.



16. Gilmartin B. The aetiology of presbyopia: a summary of the role of lenticular and extralenticular structures. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom.* sept 1995;15(5):431-7.
17. Dictionary of Optometry and Visual Science, 7th edition. *Clin Exp Optom.* 2009;92(5):465-465.
18. Sivardeen A, McAlinden C, Wolffsohn JS. Presbyopic correction use and its impact on quality of vision symptoms. *J Optom.* mars 2020;13(1):29-34.
19. Holden BA, Fricke TR, Ho SM, Wong R, Schlenker G, Cronjé S, et al. Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* déc 2008;126(12):1731-9.
20. Cochener B, Albou-Ganem C, Renard G, d'Ophtalmologie (SFO) SF. Presbytie: Rapport SFO 2012. Elsevier Masson; 2012. 481 p.
21. Malet F, Peyre C. Correction des amétropies par lentilles de contact. *Ophtalmologie*, Volume 19, Issue 1, Paris : Elsevier Masson; 2002-01-01.1-24.
22. Malet F, Labetouille M, Bloise L. Les avancées en contactologie. Paris : Med-Line; 2020
24. Cochener B, Albou-Ganem C, Renard G, d'Ophtalmologie (SFO) SF. Presbytie: Rapport SFO 2012. Elsevier Masson; 2012. chapitre 4.
24. Erickson P, McGill EC. Role of visual acuity, stereoacuity, and ocular dominance in monovision patient success. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* oct 1992;69(10):761-4.
25. Harris MG, Sheedy JE, Gan CM. Vision and task performance with monovision and diffractive bifocal contact lenses. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* août 1992;69(8):609-14.
26. Peyre C. Adaptation de lentilles rigides multifocales. 2018;3.
27. Schade OH. Optical and photoelectric analog of the eye. *J Opt Soc Am.* sept 1956;46(9):721-39.
28. Campbell FW, Green DG. Optical and retinal factors affecting visual resolution. *J Physiol.* déc 1965;181(3):576-93.
29. Enroth-Cugell C, Robson JG. The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *J Physiol.* déc 1966;187(3):517-52.
30. Zanlonghi X, Charlier J, N C. Sensibilité au contraste spatiale et âge. *Bull Soc Ophtal Fr.* 4 mars 1992;10:921-9.
31. Peli E. In search of a contrast metric: Matching the perceived contrast of gabor patches at different phases and bandwidths. *Vision Res.* 1 déc 1997;37(23):3217-24.
32. Hashemi H, Khabazkhoob M, Jafarzadehpour E, Emamian MH, Shariati M, Fotouhi A. Contrast sensitivity evaluation in a population-based study in Shahroud, Iran. *Ophthalmology.* mars 2012;119(3):541-6.
33. Christian Corbé. Sensibilité au contraste. *Ophtalmologie [Internet].* 2002; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0246034302000709>
34. Rober P-Y. Rapport SFO 2017 – Déficiences visuelles. Paris : Elsevier Masson ; 2017.

35. Doly M, Ranchon-Cole I. Phénomènes chimiques de la vision et transmission synaptique de la rétine. Wwem-Premiumcomdatatraitessop21-44163 [Internet]. [cité 31 mai 2021]; Disponible sur: <http://www.em.premium.com/article/51326/resultatrecherche/1>
36. Collège des enseignants de neurologie. Front matter. In: Collège des enseignants de neurologie, éditeur. Neurologie [Internet]. 2019. p. i-iii. Disponible sur: <https://www.clinicalkey.com/student/content/book/3-s2.0-B9782294761690099848>
37. Zghal I, Zgolli H, Fekih O, Chebbi A, Bouguila H, Nacef L. Analyse de la macula par OCT spectral domain dans la chirurgie du décollement de rétine rhégmentogène. *J Fr Ophtalmol*. 1 mars 2015;38(3):181-92.
38. Strettoi E, Dacheux RF, Raviola E. Synaptic connections of rod bipolar cells in the inner plexiform layer of the rabbit retina. *J Comp Neurol*. 15 mai 1990;295(3):449-66.
39. Prasad S, Galetta SL. Anatomy and physiology of the afferent visual system. *Handb Clin Neurol*. 2011;102:3-19.
40. Collège des enseignants de neurologie. Voies optiques Neurologie, 5e édition. Paris : Elsevier Masson ; 2019.
41. Nassi JJ, Callaway EM. Parallel processing strategies of the primate visual system. *Nat Rev Neurosci*. mai 2009;10(5):360-72.
42. McKendrick AM, Sampson GP, Walland MJ, Badcock DR. Contrast sensitivity changes due to glaucoma and normal aging: low-spatial-frequency losses in both magnocellular and parvocellular pathways. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. mai 2007;48(5):2115-22.
43. Yoonessi A, Yoonessi A. Functional Assessment of Magno, Parvo and Konio-Cellular Pathways; Current State and Future Clinical Applications. *J Ophthalmic Vis Res*. avr 2011;6(2):119-26.
44. Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision Res*. 20 sept 2013;90:10-4.
45. Milling A, O'Connor A, Newsham D. The importance of contrast sensitivity testing in children. *Br Ir Orthopt J*. 1 août 2014;11.
46. Zalonghi X. Sensibilité au contraste, étude comparative des appareillages habituels. *Coup d'oeil*. Mai 1991. N°32.
47. Biondini AR, de Mattiello ML. Suprathreshold contrast perception at different luminance levels. *Vision Res*. 1985;25(1):1-9.
48. Harvey LO, Pöppel E. Contrast sensitivity of the human retina. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. sept 1972;49(9):748-53.
49. Banks MS. The development of spatial and temporal contrast sensitivity. *Curr Eye Res*. 1983 1982;2(3):191-8.
50. Beazley LD, Illingworth DJ, Jahn A, Greer DV. Contrast sensitivity in children and adults. *Br J Ophthalmol*. nov 1980;64(11):863-6.
51. Owsley C. Aging and Vision. *Vision Res*. 1 juill 2011;51(13):1610-22.
52. Scheffrin BE, Tregear SJ, Harvey LO, Werner JS. Senescent changes in scotopic contrast sensitivity. *Vision Res*. nov 1999;39(22):3728-36.
54. Woodhouse JM. The effect of pupil size on grating detection at various contrast levels. *Vision Res*. juin 1975;15(6):645-8.

55. Tahir HJ, Parry NRA, Brahma A, Ikram K, Murray IJ. Contrast sensitivity based orientation changes in refractive surgery patients. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom.* mai 2009;29(3):363-9.
56. Arundale K. An investigation into the variation of human contrast sensitivity with age and ocular pathology. *Br J Ophthalmol.* avr 1978;62(4):213-5.
57. Ghafour IM, Foulds WS, Allan D, McClure E. Contrast sensitivity in diabetic subjects with and without retinopathy. *Br J Ophthalmol.* août 1982;66(8):492-5.
58. Collins JW, Carney LG. Visual performance in high myopia. *Curr Eye Res.* mars 1990;9(3):217-23.
59. Sapkota K, Franco S, Lira M. Contrast sensitivity function with soft contact lens wear. *J Optom.* juin 2020;13(2):96-101.
60. Kleiner RC, Enger C, Alexander MF, Fine SL. Contrast sensitivity in age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* janv 1988;106(1):55-7.
61. Stamper RL. The effect of glaucoma on central visual function. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1984;82:792-826.
62. Gandolfi SA, Cimino L, Sangermani C, Ungaro N, Mora P, Tardini MG. Improvement of spatial contrast sensitivity threshold after surgical reduction of intraocular pressure in unilateral high-tension glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* janv 2005;46(1):197-201.
63. Bodis-Wollner I. Visual acuity and contrast sensitivity in patients with cerebral lesions. *Science.* 17 nov 1972;178(4062):769-71.
64. Bodis-Wollner I, Marx MS, Mitra S, Bobak P, Mylin L, Yahr M. Visual dysfunction in Parkinson's disease. Loss in spatiotemporal contrast sensitivity. *Brain J Neurol.* déc 1987;110 ( Pt 6):1675-98.
65. Regan D, Raymond J, Ginsburg AP, Murray TJ. Contrast sensitivity, visual acuity and the discrimination of Snellen letters in multiple sclerosis. *Brain J Neurol.* juin 1981;104(2):333-50.
66. JI J, HUANG X, FAN X, LUO M. Visual performance of Acrysof ReSTOR compared with a monofocal intraocular lens following implantation in cataract surgery. *Exp Ther Med.* janv 2013;5(1):277-81.
67. Collins MJ, Brown B, Bowman KJ. Contrast sensitivity with contact lens corrections for presbyopia. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom.* avr 1989;9(2):133-8.
68. Evans BJW. Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2007;27(5):417-39.
69. Zandvoort SW, Kok JH, Molenaar H. Good subjective presbyopic correction with newly designed aspheric multifocal contact lens. *Int Ophthalmol.* 1994 1993;17(6):305-11.
70. Wahl S, Fornoff L, Ochakovski GA, Ohlendorf A. Disability glare in soft multifocal contact lenses. *Contact Lens Anterior Eye.* 1 avr 2018;41(2):175-9.
71. Rajagopalan AS, Bennett ES, Lakshminarayanan V. Visual Performance of Subjects Wearing Presbyopic Contact Lenses. *Optom Vis Sci.* août 2006;83(8):611-5.
72. Rajagopalan AS, Bennett ES, Lakshminarayanan V. Contrast sensitivity with presbyopic contact lenses. *J Mod Opt.* 15 juin 2007;54(9):1325-32.

73. Sha J, Bakaraju RC, Tilia D, Chung J, Delaney S, Munro A, et al. Short-term visual performance of soft multifocal contact lenses for presbyopia. *Arq Bras Oftalmol.* avr 2016;79(2):73-7.
74. Madrid-Costa D, García-Lázaro S, Albarrán-Diego C, Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R. Visual performance of two simultaneous vision multifocal contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom.* janv 2013;33(1):51-6.
75. García-Lázaro S, Ferrer-Blasco T, Madrid-Costa D, Albarrán-Diego C, Montés-Micó R. Visual performance of four simultaneous-image multifocal contact lenses under dim and glare conditions. *Eye Contact Lens.* janv 2015;41(1):19-24.
76. Vasudevan B, Flores M, Gaib S. Objective and subjective visual performance of multifocal contact lenses: pilot study. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* juin 2014;37(3):168-74.
77. Gupta N, Naroo SA, Wolffsohn JS. Visual comparison of multifocal contact lens to monovision. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* févr 2009;86(2):E98-105.
78. Rousselet GA. L analyse visuelle des scènes naturelles : rapide et parallèle ! 2003;3.
79. Thorpe SJ. The Speed of Categorization in the Human Visual System. *Neuron.* 30 avr 2009;62(2):168-70.
80. Delorme A, Richard G, Fabre-Thorpe M. Ultra-rapid categorisation of natural scenes does not rely on colour cues: a study in monkeys and humans. *Vision Res.* 1 juill 2000;40(16):2187-200.
81. Thorpe SJ, Gegenfurtner KR, Fabre-Thorpe M, Bühlhoff HH. Detection of animals in natural images using far peripheral vision. *Eur J Neurosci.* sept 2001;14(5):869-76.
82. Macé MJ-M, Thorpe SJ, Fabre-Thorpe M. Rapid categorization of achromatic natural scenes: how robust at very low contrasts? *Eur J Neurosci.* avr 2005;21(7):2007-18.
83. Pelli DG, Robson JG, Wilkins AJ. THE DESIGN OF A NEW LETTER CHART FOR MEASURING CONTRAST SENSITIVITY. :12.
84. Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD, et al. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* juill 2001;119(7):1050-8.
85. Papas E, Dahms A, Carnt N, Tahhan N, Ehrmann K. Power profiles and short-term visual performance of soft contact lenses. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* avr 2009;86(4):318-23.
86. Back A, Grant T, Hine N. Comparative visual performance of three presbyopic contact lens corrections. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* juin 1992;69(6):474-80.
87. Contact Lens Spectrum - Multifocal Contact Lens Success: Fact or Fiction? [Internet]. *Contact Lens Spectrum.* [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.clspectrum.com/issues/2014/november-2014/multifocal-contact-lens-success-fact-or-fiction>
88. Comerford JP. Vision evaluation using contrast sensitivity functions. *Am J Optom Physiol Opt.* mai 1983;60(5):394-8.
89. Elliott DB, Bullimore MA, Patla AE, Whitaker D. Effect of a cataract simulation on clinical and real world vision. *Br J Ophthalmol.* sept 1996;80(9):799-804.

90. Contact Lens Spectrum - International Contact Lens Prescribing in 2020 [Internet]. Contact Lens Spectrum. [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: <https://www.clspectrum.com/issues/2021/january-2021/international-contact-lens-prescribing-in-2020>
91. Owsley C, Sekuler R, Siemsen D. Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vision Res.* 1983;23(7):689-99.
92. Cimmer C, Szendi I, Csifcsák G, Szekeres G, Ambrus Kovács Z, Somogyi I, et al. Abnormal neurological signs, visual contrast sensitivity, and the deficit syndrome of schizophrenia. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* 30 sept 2006;30(7):1225-30.
93. Johansson J, Pansell T, Ygge J, Seimyr GÖ. The effect of contrast on monocular versus binocular reading performance. *J Vis.* 14 mai 2014;14(5):8.

# Annexe 1

## ANNEXE 1 : LETTRE D'INFORMATION

**Protocole** : Étude de la sensibilité aux contrastes chez les porteurs de lentilles

**Investigateurs** : Dr M BOUCART et Dr C TON VAN.

Madame, Monsieur,

Vous êtes porteurs de lentilles de contact qui peuvent avoir un retentissement sur la vision et sur les activités de la vie quotidienne.

L'objectif de cette étude, vise à comprendre quels sont ces retentissements.

Après quelques tests cliniques, que vous aurez probablement déjà réalisés pour le port de lentilles, nous vous proposerons de participer à un test qui se déroulera en deux temps.

Tout d'abord nous vous présenterons des photos de paysage, dont certaines présentent un animal. Il faudra alors déterminer pour chaque image si un animal est présent. Votre réponse sera donnée de manière orale ou par un appui sur une touche du clavier d'ordinateur.

Ensuite nous vous proposerons de répondre à un questionnaire.

La participation à cette étude ne présente aucun risque. Votre participation à cette étude ne changera en rien le reste de la prise en charge.

Cette étude dure environ 20 minutes. Elle se déroule dans les locaux du service d'ophtalmologie de l'hôpital Huriez. Elle n'entraîne aucun risque particulier, mis à part une fatigue possible.

Nous vous donnerons les résultats aux différents tests à la fin de ceux-ci

Votre participation est volontaire. Vous êtes libre de participer et vous êtes libre de vous retirer de l'étude à tout moment sans encourir aucune responsabilité ni aucun préjudice. Enfin, sachez que les données recueillies seront utilisées uniquement à des fins de recherche et resteront anonymes et confidentielles.

Pour toute question relative à l'étude, voici les coordonnées du chercheur responsable :  
Muriel Boucart Tél : 06 18 48 42 76 [muriel.boucart@chru-lille.fr](mailto:muriel.boucart@chru-lille.fr)

Un exemplaire pour l'investigateur, un exemplaire pour le participant

# Annexe 2

## ANNEXE 2: CONSENTEMENT DE PARTICIPATION

Mr /Mme Nom : ..... Prénom : .....  
Date et lieu de naissance .....  
Adresse : .....  
Tél. : .....

Il m'a été proposé de participer à une étude sur la sensibilité aux contrastes.

L'investigateur....., interne en ophtalmologie, m'a précisé que je suis libre d'accepter ou de refuser de participer.

Afin d'éclairer ma décision, j'ai reçu et compris les informations suivantes :

- 1) Je pourrai à tout moment interrompre ma participation si je le désire, sans avoir à me justifier.
- 2) Je pourrai prendre connaissance des résultats de l'étude dans sa globalité lorsqu'elle sera achevée.
- 3) Les données recueillies demeureront strictement confidentielles.

Compte-tenu des informations qui m'ont été transmises : cocher les cases appropriées en fonction de votre volonté (OUI / NON)

1) J'accepte librement et volontairement de participer à la recherche

OUI  NON

2) J'accepte que les données recueillies puissent être utilisées de manière anonyme pour des publications scientifiques

OUI  NON

Date : [-]- [-]- [-]-[-]- Date : [-]- [-]- [-]-[-]- Signature du participant : Signature de l'investigateur :

Un exemplaire pour l'investigateur, un exemplaire pour le participant

# Annexe 3

## Echelle NEI-VFQ 25 d'évaluation de la qualité de vie modifié

A lire par la personne qui procède à l'interrogatoire :

Je vais vous lire une série de questions concernant votre vue ou ce que vous ressentez au sujet de votre vue. Pour chaque question, je vous lirai une liste de réponses possibles. Je vous demande de choisir la réponse qui correspond le mieux à votre situation (un seul choix possible par question).

Je vous demande de répondre à chaque question qui correspond à une situation avec équipement en lentilles.

Prenez tout le temps qu'il vous faut pour répondre à chaque question. Toutes vos réponses resteront confidentielles.

Afin que ce questionnaire nous aide à mieux comprendre les problèmes de vue et leurs conséquences sur la qualité de votre vie, vos réponses doivent être aussi précises que possible.

Les réponses sont notées par la personne qui procède à l'interrogatoire sur la fiche réponse

### 1<sup>ère</sup> partie : Etat de santé général et vision

• **Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :**

- |              |   |
|--------------|---|
| • Excellente | 1 |
| • Très bonne | 2 |
| • Bonne      | 3 |
| • Médiocre   | 4 |
| • Mauvaise   | 5 |



• **Actuellement, lorsque vous regardez avec les deux yeux en même temps, vous diriez que votre vue est :**

- Excellente 1
- Bonne 2
- Moyenne 3
- Mauvaise 4
- Très mauvaise 5
- Vous êtes complètement aveugle 6

• **Etes-vous inquiet au sujet de votre vue ?**

- Jamais 1
- Rarement 2
- Quelquefois 3
- Très souvent 4
- Tout le temps 5

• **Avez-vous eu des douleurs ou une gêne dans les yeux ou autour des yeux (par exemple des brûlures ou des démangeaisons) ?**

- Aucune douleur ou gêne 1
- Douleur ou gêne légère 2
- Douleur ou gêne modérée 3
- Douleur ou gêne forte 4
- Douleur ou gêne très forte 5

## **2<sup>ème</sup> partie : Difficultés dans vos activités**

Les questions suivantes portent sur les difficultés que vous pouvez rencontrer dans certaines activités quand vous portez vos lunettes ou vos lentilles (si vous les utilisez pour ces activités).

• **Avez-vous du mal à lire les caractères d'imprimerie de taille normale dans les journaux ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3

- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **Avez-vous du mal à faire certaines tâches ou certains passe-temps qui exigent de bien voir de près, comme faire la cuisine, de la couture, bricoler dans la maison ou utiliser des petits outils ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à retrouver quelque chose sur une étagère encombrée ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **Avez-vous du mal à lire les panneaux de circulation ou les enseignes de magasins dans la rue ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à descendre une marche, un escalier ou voir le rebord d'un trottoir la nuit ou dans la pénombre ?**

- Pas du tout 1

- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à remarquer ce qui se trouve sur le côté quand vous marchez ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à voir comment les gens réagissent à ce que vous dites ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **Avez-vous du mal à lire les caractères d'imprimerie de petite taille dans les journaux ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **Avez-vous du mal à lire un texte papier sans ajouter une source lumineuse dirigée sur le texte?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à choisir vos vêtements et à les assortir ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à rendre visite à des gens, à aller dans des soirées ou au restaurant ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

• **A cause de votre vue, avez-vous du mal à aller au cinéma, au théâtre ou à assister à des rencontres sportives ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5

- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6
- **Conduisez-vous actuellement, au moins une fois de temps en temps ?**
- Oui → *Passez à la question 15.c* 1
- Non 2

**15a. Si non, est-ce parce que vous n'avez jamais conduit ou bien vous avez arrêté de conduire ?**

- Jamais conduit → *Passez à la question 17* 1
- Arrêté de conduire 2

**15b. Si arrêt de la conduite, était-ce surtout à cause de votre vue ou surtout pour d'autres raisons, ou à la fois à cause de votre vue et pour d'autres raisons ?**

- Surtout à cause de votre vue → *Passez à la question 17* 1
- Surtout pour d'autres raisons → *Passez à la question 17* 2
- Pour les deux à la fois → *Passez à la question 17* 3

**15c. Si vous conduisez actuellement, avez-vous du mal à conduire de jour dans des endroits familiers ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4

**15d. Avez-vous du mal à conduire de nuit?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

**16a. avez-vous du mal à conduire dans des conditions difficiles comme par mauvais temps, dans les embouteillages, sur l'autoroute ou en ville ?**

- Pas du tout 1
- Un peu 2
- Moyennement 3
- Énormément 4
- Vous ne le faites plus à cause de votre vue 5
- Vous ne le faites plus pour d'autres raisons ou par manque d'intérêt 6

### **3<sup>ème</sup> partie : Vos réactions à vos problèmes de vue**

Les questions suivantes portent sur ce qui peut être affecté par votre vision. Pour chaque question, je souhaite que vous m'indiquiez si cela est vrai en permanence, très souvent, quelquefois, rarement ou jamais.

- **Faites-vous moins de choses que vous ne le voudriez à cause de votre vue ?**

- En permanence 1
- Très souvent 2
- Quelquefois 3
- Rarement 4
- Jamais 5

- **Etes-vous limité dans le temps que vous consacrez à votre travail ou à d'autres activités à cause de votre vue ?**

- En permanence 1
- Très souvent 2
- Quelquefois 3
- Rarement 4
- Jamais 5

- **Les douleurs ou la gêne ressentie(s) dans ou autour des yeux (par exemple brûlure, démangeaison) vous empêchent-elles de faire ce que vous aimeriez ?**

- En permanence 1
- Très souvent 2
- Quelquefois 3
- Rarement 4
- Jamais 5

Pour chacune des phrases suivantes, merci de me dire si dans votre situation, cela est entièrement vrai, plutôt vrai, plutôt faux, entièrement faux ou si vous n'en êtes pas certain.

- **Je reste chez moi la plupart du temps à cause de ma vue :**
- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4
- Entièrement faux 5
  
- **Je me sens souvent contrarié et insatisfait à cause de ma vue :**
- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4
- Entièrement faux 5
  
- **Je maîtrise beaucoup moins bien ce que je fais à cause de ma vue :**
- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4
- Entièrement faux 5
  
- **A cause de ma vue, je compte trop sur ce que me disent les autres :**
- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4
- Entièrement faux 5
  
- **J'ai beaucoup besoin de l'aide des autres à cause de ma vue :**
- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4

- Entièrement faux 5

• **Je m'inquiète à l'idée de devoir faire des choses embarrassantes pour moi-même ou pour les autres à cause de ma vue :**

- Entièrement vrai 1
- Plutôt vrai 2
- Pas certain 3
- Plutôt faux 4
- Entièrement faux 5



**AUTEUR : Nom : MEKERKE**

**Prénom : Adèle**

**Date de soutenance :** 8 octobre 2021

**Titre de la thèse :** *Étude de la sensibilité aux contrastes chez les porteurs de lentilles multifocales.*

**Thèse - Médecine - Lille 2021**

**Cadre de classement :** *Ophthalmologie / Neuro sciences visuelles*

**DES + spécialité :** *Ophthalmologie*

**Mots-clés :** presbytie - sensibilité aux contrastes - multifocalité - catégorisation visuelle rapide

### **Résumé**

**Contexte :** Lors du port de lentilles multifocales chez les patients presbytes, des études ont démontré une diminution de la sensibilité au contraste lors de tests standardisés mais le retentissement n'a pas été étudié lors de la vie courante. L'objectif de cette étude est d'évaluer la sensibilité au contraste lors de la catégorisation visuelle rapide qui est un phénomène pluri quotidien chez les porteurs de lentilles multifocales.

**Matériel et Méthodes :** Quinze patients porteurs de lentilles multifocales ont été inclus ainsi que quinze témoins appariés sur l'âge et sur le sexe, porteurs d'un système optique monofocal (lentilles en vision de loin et lunettes pour la vision de près). Deux images achromatiques à différents niveaux de contraste étaient présentées aux sujets, pendant 50 ms, qui devaient indiquer laquelle des deux images contenait un animal.

**Résultats :** Aucune différence en termes de taux de bonne réponse à tous niveaux de contraste n'a été mise en évidence chez les cas et les témoins,  $p=0.33$ , ainsi que sur le temps de réponse,  $p=0.96$ .

**Conclusion :** La sensibilité au contraste n'est pas altérée lors d'un test représentatif de la vie quotidienne chez les patients porteurs de lentilles multifocales. Les patients présentant un échec d'adaptation en lentilles multifocales pourraient être inclus afin d'évaluer si la baisse de la sensibilité au contraste n'est pas la cause de l'échec.

### **Composition du Jury :**

**Président :** Monsieur le Professeur Jean-François Rouland

**Asseseurs :** Monsieur le Professeur Pierre Labalette  
Madame le Docteur Françoise Ernould  
Madame le Docteur Muriel Boucart

**Directeur de thèse :** Madame le Docteur Céline Ton Van