



UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE MEDECINE HENRI WAREMBOURG
Année : 2022

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT
DE DOCTEUR EN MEDECINE

Etude prospective des pratiques d'adaptation, des résultats visuels et de la tolérance des lentilles rigides chez des patients atteints de kératocône pris en charge au CHU de Lille

Présentée et soutenue publiquement le 21 octobre 2022 à 14h
au Pôle Recherche ou Pôle Formation
par **Léa PITOUN**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur *Jean François ROULAND*

Assesseurs :

Monsieur le Professeur *Pierre LABALETTE*

Madame le Docteur *Françoise ERNOULD*

Directeur de thèse :

Monsieur/Madame le Docteur *Marion SUKNO*

I. Remerciements

II. Serment d'Hippocrate

“Au moment d’être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J’interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l’humanité.

J’informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n’exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l’indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu(e) à l’intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l’indépendance nécessaire à l’accomplissement de ma mission. Je n’entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J’apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu’à leurs familles dans l’adversité.

Que les hommes et mes confrères m’accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j’y manque.”

III. Tables des matières

I. REMERCIEMENTS	1
II. SERMENT D'HIPPOCRATE	2
III. TABLES DES MATIERES	3
IV. PREMIERE PARTIE : RAPPELS	6
Partie 1 : Anatomie de la cornée	7
Partie 2 : Le kératocône	11
1. Histopathologie du kératocône	11
2. Epidémiologie	13
3. Terrain et facteurs de risque	14
4. Signes cliniques	16
5. Diagnostic vidéotopographique	18
5.1 Principes de la topographie	19
5.2 Signes évocateurs d'une cornée suspecte de kératocône	21
Asymétrie et irrégularité de l'astigmatisme kératométrique	21
Pachymétrie fine et son gradient d'amincissement accéléré	22
Un excès d'asphéricité négative	22
5.3 Classifications	23
5.4 Cas particulier : L'ectasie post-LASIK	28
6. Diagnostic différentiel	29
Dégénérescence pellucide marginale	29
Corneal warpage	30
Kératoglobe	30
7. Prise en charge	31
8. Surveillance et prise en charge de l'évolution du kératocône	31
Le crosslinking au collagène	32
9. La prise en charge réfractive	34
Correction optique	34
Implantation d'anneaux intra cornéens (AIC)	35
La photokératectomie réfractive (PKR) ou thérapeutique (PKT)	38
Le greffe de cornée, kératoplastie transfixiante ou lamellaire antérieure	39
10. Algorithme de prise en charge	40
Partie 3 : La pratique en contactologie	41
1. Histoire des lentilles de contact	41
1.1 Les premières lentilles de contact (fin du XIXème siècle)	41
1.2 L'essor des hydrodiascopes (1896-1916)	42
1.3 La course au confort et à l'innocuité (1920-1970)	44
2. Les lentilles proposées de nos jours dans l'adaptation des patients porteurs de kératocône	46
3. Les matériaux	47
4. Les géométries	48
4.1 Les lentilles rigides	48
4.2 Les lentilles hybrides	51
4.3 Les lentilles sclérales et cornéo-sclérales	52
5. Adaptation en lentilles rigides	54
5.1 La population cible	55
5.2 Pré requis à l'adaptation	56
5.3 Analyse du kératocône	57
5.4 Cas particulier	58
5.5 Analyse de la lentille choisie sur l'œil	59

5.6	Adaptation de la lentille	60
5.7	Analyse dynamique	61
	Centrage et mobilité	61
6.	Cas difficiles à adapter	62
6.1	Adaptation des lentilles hybrides	63
6.2	Adaptation des lentilles cornéo sclérales et sclérales	65
	Choix du diamètre de la lentille	65
	Choix de la flèche	65
	Ajustement des appuis scléraux	66
	Manipulations	67
7.	Contre indications au port de lentilles	68
8.	L'entretien	69
9.	Lentilles utilisées au CHU de Lille et prix	70
V.	NOTRE ETUDE	72
	PATIENTS ET METHODE	72
1.	Sélection des patients	72
2.	Méthode d'observation	73
3.	Technique d'adaptation en lentilles	75
4.	Méthodes d'évaluation des résultats visuels et d'analyses statistiques	76
5.1	Acuité visuelle	76
5.2	Classification topographique	76
5.3	Analyses statistiques	77
5.4	Mode d'évaluation de la qualité de vie après adaptation en lentille	78
	RESULTATS	79
1.	Epidémiologie	79
2.	Caractéristiques des 2 groupes	80
2.1	Répartition des stades de kératocône dans chaque groupe	80
3.	Descriptif du type de lentilles	81
4.	Caractéristiques épidémiologiques en sous groupe	82
4.1	Répartition des âges en fonction du type de lentilles	82
4.2	Acuité visuelle avant adaptation	83
4.3	Nombre de consultations	83
4.4	Acuité visuelle après adaptation	84
5.	Objectif principal : comparaison des moyennes d'acuités visuelles mesurées avec lunettes et avec lentilles	84
5.1	Gain de lignes d'acuité visuelle post adaptation dans le groupe ADAPT	87
5.2	Répartition des acuités visuelles en fonction du groupe ADAPT versus ECHEC avant et après adaptation	88
5.3	Amélioration de l'acuité visuelle	88
5.4	Influence sur les résultats visuels de certaines variables quantitatives	89
	Recherche d'associations entre variables quantitatives et l'acuité visuelle après adaptation.	89
	Recherche d'associations entre variables quantitatives et gain de lignes d'acuité visuelle après adaptation.	89
5.5	Influence sur les résultats visuels de certaines variables qualitatives : type de lentille, œil greffé, œil ayant subi un CXL, œil atteint d'opacité	90

Comparaison des moyennes d'acuité visuelle avec lentille en fonction de variables qualitatives	90
Comparaison des gains de lignes d'acuité visuelle avec lentille en fonction de variables qualitatives	91
6. Etude de qualité de vie	92
6.1 Evaluation de la qualité de vie dans le groupe ADAPT1	93
· Durée de port	93
· Raison d'adaptation	94
· Confort de port	94
· Qualité visuelle	95
· Amélioration de la Qualité visuelle	96
· Manipulations	96
· Coût des lentilles et des produits	97
Coût des lentilles	97
Coût des produits	97
· Satisfaction Globale	98
6.2 Comparaison de la qualité de vie dans le groupe lentilles multicourbes (spécial kératocône) et lentilles scléales ou cornéo scléales	99
6.3 Evaluation des raisons de l'abandon dans le groupe ECHEC	100
DISCUSSION	101
1. Résultats visuels	101
2. Données épidémiologiques	103
2.1 Age	103
2.2 Sexe	104
2.3 Etude en sous groupes	105
· Greffe	105
Complications	105
Délai à respecter	106
Types de lentilles	106
Acuité visuelle post adaptation	106
· Cross Linking	107
· Opacités	107
· Répartition des stades de Kératocône	108
· Répartition du type de lentilles	110
2.4 Etudes en sous groupe par type de lentille	112
· Age	112
· Acuité visuelle avant adaptation	112
· Nombre de consultations	113
· Acuité visuelle après adaptation	113
2.5 Etude de la qualité de vie	114
· Durée de port des lentilles	115
· Confort de port	115
· Manipulations	116
· Coût des lentilles et des produits	116
· Satisfaction globale	118
2.6 Echecs d'adaptation	119
CONCLUSION	121
BIBLIOGRAPHIE	122
VI. LISTE DES ABREVIATIONS	126

IV. Première partie : rappels

Introduction

Le mot kératocône dérive du grec « kèras » signifiant cornée et « conus » signifiant cône.

Le kératocône est une dystrophie cornéenne non inflammatoire bilatérale et asymétrique. Elle se caractérise par une déformation de la cornée avec un amincissement stromal progressif résultant à une protrusion cornéenne en forme de cône. Il en découle un astigmatisme irrégulier et une baisse d'acuité visuelle¹.



Figure 1. Patiente atteinte d'un kératocône évolué (remerciements au Dr M. OUAHCHI pour la photographie)

Partie 1 : Anatomie de la cornée

La cornée est une structure transparente, avasculaire, formant la partie antérieure de l'œil. Elle est responsable des **deux tiers du pouvoir réfractif de l'œil**, le tiers restant étant assuré par le cristallin.

Ses propriétés optiques dépendent de sa forme, de sa courbure, de sa transparence et de sa régularité.

Elle est constituée de trois couches de cellules et de deux membranes.

D'avant en arrière : l'épithélium, la couche de Bowman, le stroma, la membrane de Descemet, l'endothélium.

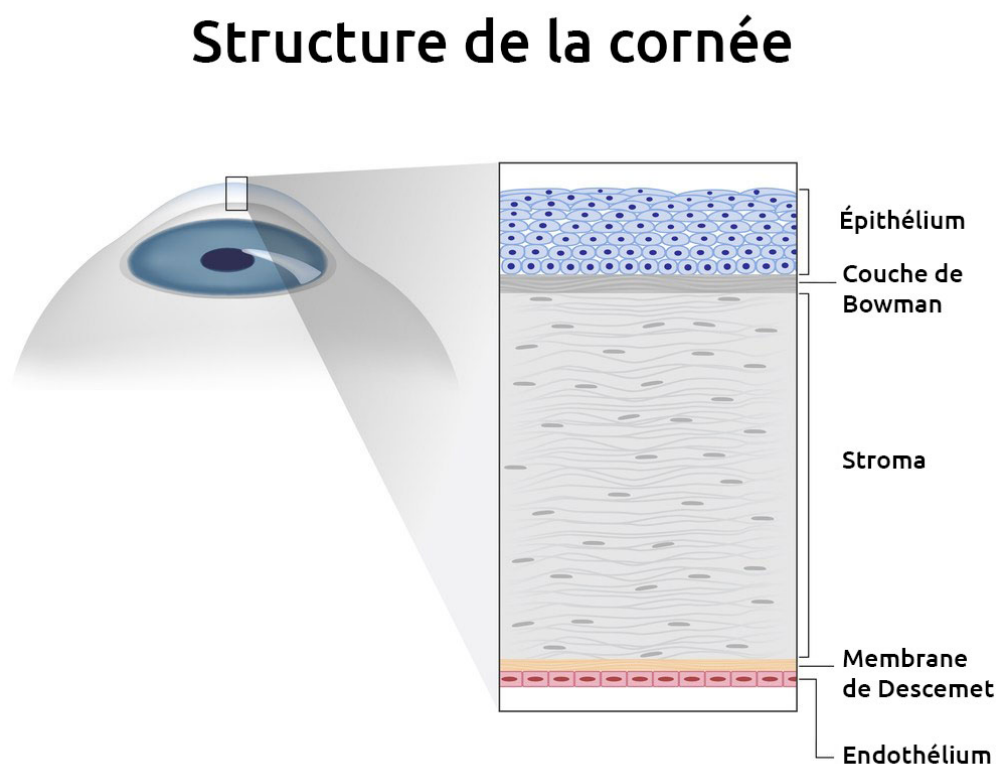


Figure 2. Anatomie de la cornée- source centre de la cornée et du kératocône

L'épithélium cornéen est la couche la plus superficielle de la cornée. Il est en continuité avec l'épithélium conjonctival. Son épaisseur est de 30 à 50 μm . Il s'agit d'un épithélium pavimenteux non kératinisé, constitué de trois types de cellules réparties en cinq à sept couches au centre et huit à dix en périphérie.

Les cellules superficielles sont les cellules les plus différenciées. Elles sont liées entre elles par des jonctions qui disparaissent pour permettre la desquamation. Les desmosomes situés sur les faces latérales assurent la cohésion entre les cellules.

Les « tight » jonctions empêchent le passage trans-épithélial des molécules. Les « gap » jonctions facilitent les échanges intercellulaires.

Les cellules intermédiaires sont les cellules de transition entre les cellules basales et les cellules superficielles. Elles sont reliées entre elles par des desmosomes et des « gap jonctions ». Les cellules basales sont de forme cubique et forment une couche cellulaire unique. Cette couche repose directement sur une membrane basale et est accrochée très fortement au stroma par des hémidesmosomes.

La membrane basale est synthétisée par les cellules épithéliales. Elle sépare l'épithélium de la membrane de Bowman.

L'épithélium a un rôle de barrière et facilite la dispersion du film lacrymal à la surface de la cornée. Le renouvellement cellulaire épithélial se fait par le biais des cellules souches de l'épithélium, situées au niveau du limbe en périphérie de la cornée. Ce renouvellement est **centripète**. Un second mécanisme de renouvellement prend le relais, de la base de l'épithélium vers le haut : la couche de cellules basales produit des cellules intermédiaires pavimenteuses, puis des cellules plates superficielles qui desquament dans le film lacrymal.

La couche de Bowman sépare l'épithélium du stroma cornéen. Elle mesure 8 à 14 μm d'épaisseur. Elle est synthétisée au 4^{ème} mois de la vie embryonnaire, probablement par les cellules basales épithéliales. Elle ne se renouvelle jamais et par conséquent toute lésion de celle-ci est définitive et entraîne une cicatrice. Elle est acellulaire et constituée de fibres de collagène (V, VI et VII) réparties dans la substance fondamentale. La substance fondamentale est composée de mucoprotéines.

Le stroma est la couche la plus épaisse de la cornée et mesure environ 500 μm d'épaisseur (90% de l'épaisseur cornéenne totale). Il est composé de cellules, les kératocytes, et d'une matrice extracellulaire (substance fondamentale) contenant des protéoglycanes et des lamelles de collagène.

Les fibrilles de collagène principales sont de type I, III et V. Leur association forme des fibres de diamètre constant (35nm) et d'espacement constant (59nm), groupées en lamelles parallèles à la surface cornéenne.

Cette organisation spécifique permet d'assurer la transparence cornéenne. D'autres types de 19 collagènes sont présents et permettent d'assurer le maintien de l'espacement régulier. La substance fondamentale occupe l'espace entre les lamelles de collagène et permet d'assurer leur agencement strict, indispensable à la transparence cornéenne. Elle est essentiellement composée d'eau et de mucopolysaccharides. Les kératocytes sont des cellules plates, étoilées, parallèles aux lamelles de collagène. Elles ont de longues expansions qui les relient entre elles par des « gap » jonctions et des « tight » jonctions. Elles occupent 2 à 3 % du volume du stroma total. Leur fonction est de synthétiser la matrice extracellulaire. Elles peuvent se différencier en fibroblastes pour aider à la cicatrisation, par exemple après un traumatisme oculaire.

La couche de Dua est une couche pré-descemetique découverte récemment grâce à la technique de clivage cornéen (« big bubble ») utilisée dans les kératoplasties lamellaires profondes. Il s'agit d'une couche acellulaire, résistante, de 10 μm , composée de 5 à 8 lamelles de collagène de type 1.

La membrane de Descemet correspond à la lame basale de l'endothélium. Elle mesure 10 à 12 μm d'épaisseur. Elle est formée de deux feuillets : un feuillet antérieur au contact du stroma (constitué de collagène VIII) et un feuillet postérieur au contact de l'endothélium (constitué de collagène IV). Cette membrane acellulaire constituée de collagène IV et VIII contient également de la fibronectine, de la laminine et des protéoglycanes. Elle est synthétisée par les cellules endothéliales et s'épaissit avec l'âge.

L'endothélium cornéen est la couche la plus profonde de la cornée. Il s'agit d'une **monocouche cellulaire de 5-6 μm de hauteur**, constituée de cellules hexagonales organisées en « nid d'abeille ». **Ces cellules ne se régénèrent pas.** La densité cellulaire est d'environ 3500 cellules/ mm^2 .

Le rôle principal des cellules endothéliales cornéennes est de pomper par transport actif l'eau en excès du stroma vers l'humeur aqueuse, afin de maintenir une hydratation constante du stroma, compatible avec le rôle physiologique principal de la cornée: la transmission de la lumière. En dessous d'une certaine densité (entre 20 600 et 800 cellules/ mm^2), il est admis que le nombre de cellules endothéliales est insuffisant pour assurer un transfert d'eau efficace et l'œdème stromal apparaît.

Partie 2 : Le kératocône

1. Histopathologie du kératocône

Dans le kératocône, toutes les couches de la cornée peuvent être atteintes selon l'avancement de la pathologie^{2,3}.

La triade histologique classiquement décrite est : un amincissement du stroma, des ruptures de la membrane de Bowman et des dépôts de ferritine épithéliaux.

L'épithélium est aminci à l'apex du cône et le nombre d'assises cellulaires est diminué. De plus, une dégénérescence précoce des cellules basales entraîne des zones de rupture dans la membrane basale épithéliale.

Ces zones de rupture ainsi que les interruptions de la membrane de Bowman sont alors comblées par des cellules épithéliales ou du tissu conjonctif fibreux cicatriciel.

Des dépôts de ferritine se forment dans et entre les cellules basales épithéliales à la base du cône, c'est l'anneau de Fleisher⁴.

Le stroma présente une diminution du nombre de lamelles de collagène ainsi qu'une désorganisation spatiale. Par contre il n'existe pas de modification des fibres de collagène au sein des lamelles⁵.

Le nombre de kératocytes est diminué, surtout au niveau du stroma antérieur. Il existe un épaissement des fibres nerveuses, qui sont en densité inférieure par rapport à une cornée saine⁶.

La membrane de Descemet et l'endothélium sont longtemps conservés mais à un stade très avancé, des plis ou ruptures de la membrane de Descemet peuvent apparaître. De plus, il peut exister un pléïomorphisme et un polymégathisme des cellules endothéliales, surtout en regard de l'apex.

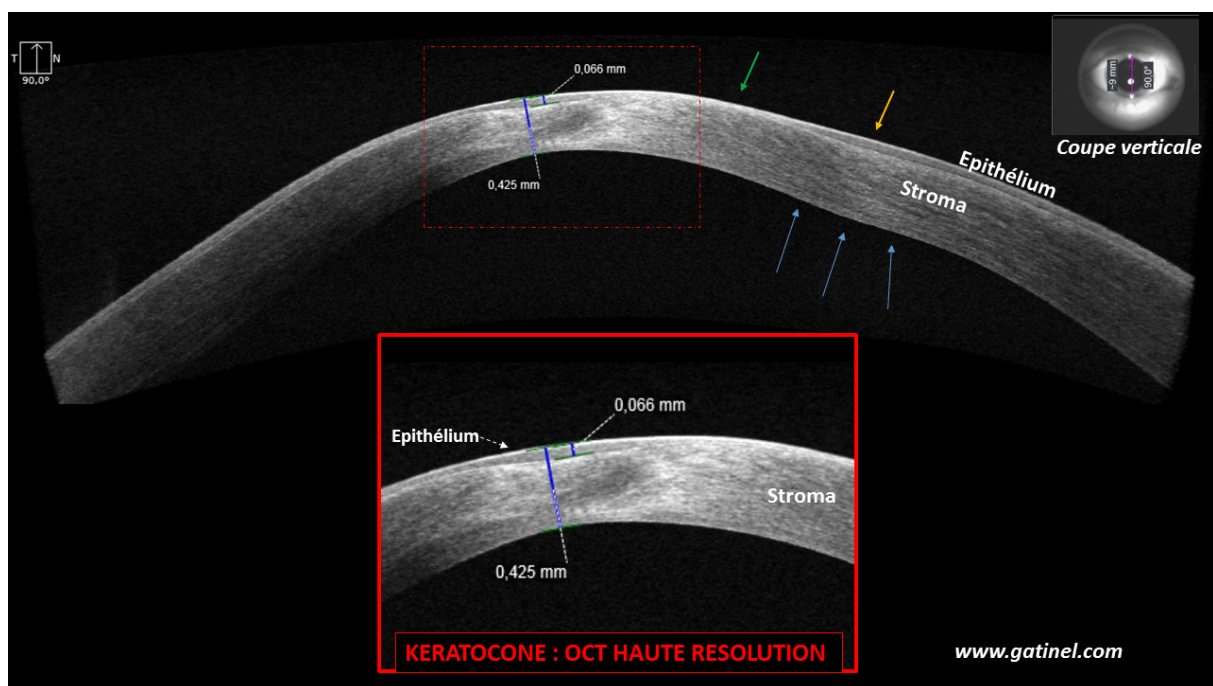


Figure 3 Source <https://www.gatinel.com/recherche-formation/keratocone-2/keratocone-origines-theories/>
Coupe HR d'un OCT de cornée :

- déformation globale très prononcée
- flèche verte : l'épithélium peut s'épaissir ou s'amincir en regard du sommet du cône.
- flèche orange : déformation face antérieure atténuée par l'épithélium cornéen
- flèches bleues : déformation postérieure plus marquée

2. Epidémiologie

Les chiffres de prévalence et d'incidence varient beaucoup entre les différentes études épidémiologiques. Son incidence est estimée entre 50 et 230 pour 100 000 habitants et sa prévalence à 54,5 pour 100 000 habitants (soit environ 1/2000)¹. Ces différences sont attribuables à l'ethnie et la localisation géographique, pathologie prédominante sur le territoire asiatique, mais surtout la définition des critères diagnostiques.

Le kératocône touche autant les hommes que les femmes.

La **maladie débute classiquement à la puberté**, mais l'âge de début reste cependant variable et est difficile à définir, celui ci pouvant être très différent de l'âge de découverte. Il est classique d'observer une **progression, maximale entre dix et vingt ans devenant moindre à partir de la 3^{ème} décennie** et quasi inexistante passé 40 ans¹.

3. Terrain et facteurs de risque

Il a longtemps été considéré que le kératocône présentait une part génétique. Les associations à des syndromes généraux les plus courantes sont la trisomie 21, l'amaurose congénitale de Leber, le prolapsus de la valve mitrale et les maladies du collagène (Ehlers-Danlos, Marfan, ostéogenèse imparfaite). Il est cependant difficile d'établir un lien direct entre ces pathologies et le kératocône.

Les facteurs génétiques et environnementaux semblent intimement liés dans la pathogénie du kératocône.

Il était classiquement estimé que 10% des kératocônes présentaient une origine familiale. Cependant plusieurs travaux suggèrent l'existence de formes infra cliniques dites kératocônes frustes décelables par vidéotopographies.

Les formes familiales représenteraient alors plus de 40% des kératocônes.

Le risque d'être atteint d'un kératocône serait 15 à 67 fois plus important chez les apparentés au premier degré d'un patient atteint de kératocône que dans la population générale.³

La part mécanique de cette déformation cornéenne prend une place importante dans la pathogénie.

Selon certains auteurs, le kératocône serait provoqué quasi exclusivement par la répétition de frottements excessifs en intensité, durée et fréquence.⁷

Les frottements oculaires sont favorisés par différents facteurs, des facteurs intrinsèques tels qu'un **terrain allergique**, **des troubles réfractifs mal corrigés**, **des troubles du comportement**, un **mimétisme comportemental** ainsi que des facteurs extrinsèques tels qu'un **environnement agressif** (allergènes, poussière, vent, soleil). Par ailleurs **la position du sommeil** est un paramètre non négligeable^{8,9}.



Figure 4. Exemples de frottements oculaires – source defeatkeratoconus.com



Figure 5. Patient de 39 ans, eczéma depuis l'enfance, responsable de frottements oculaires incontrôlables - source defeatkeratoconus.com

4. Signes cliniques

Les symptômes et signes cliniques sont très variables et dépendants du stade du kératocône.

Il peut être **découvert fortuitement** lors d'un contrôle systématique dans le cadre d'un kératocône de bas grade. Dans les kératocônes modérés à sévères, les patients consultent pour **une baisse d'acuité visuelle progressive** ressentie par le patient, prédominante de loin, une photophobie et un flou visuel mal systématisé.

Lors de l'examen clinique, un **astigmatisme myopique irrégulier** doit nous faire suspecter la pathologie.

Dans les kératocônes modérés à sévères plusieurs signes cliniques peuvent être présents :

- **les nerfs cornéens** peuvent être **anormalement visibles**
- **l'anneau de Fleischer**, anneau partiel ou complet de coloration brune présent à la base du cône. Il est dû à un dépôt de ferritine en provenance des larmes à l'intérieur de l'épithélium cornéen.

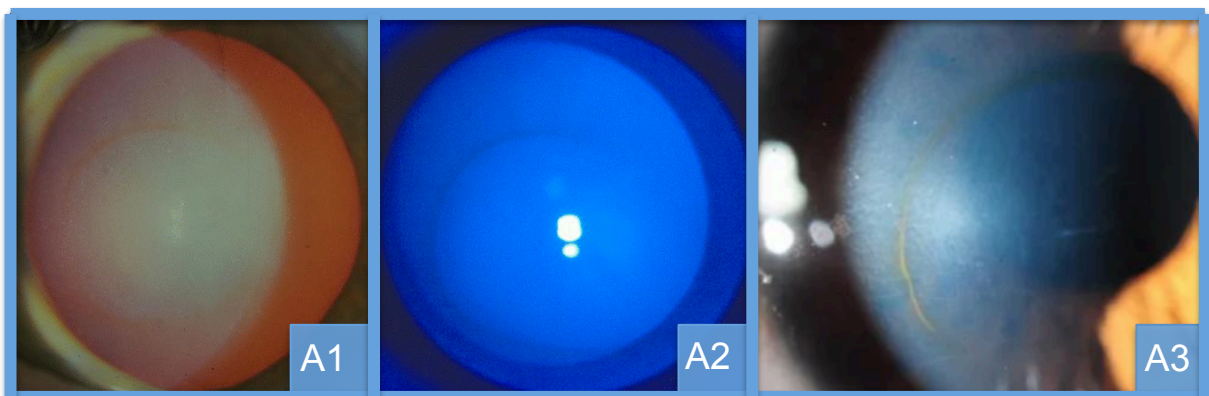


Figure 6 A1 et A2: le même anneau de Fleischer en lumière blanche et en lumière bleue
A3 : anneau de Fleischer en lumière blanche (source traité EMC¹)

- **Les stries de Vogt** sont de fines lignes de contraintes verticales situées dans le stroma postérieur, juste en avant de la membrane de Descemet et disparaissant à la pression du globe.
- **Le signe de Munson** est caractéristique. Il s'agit d'une déformation en forme de « V » de la paupière inférieure dans le regard en bas.
- La cornée présente une déformation prédominante dans sa partie inférieure, de forme conique, visible en fente fine, **accompagnée d'un amincissement en regard.**
- **Des opacités cornéennes** peuvent être présentes, leur fréquence augmente avec la gravité du kératocône.

Celles situées dans le stroma antérieur, au sommet du cône, sont dues à des ruptures dans la couche de Bowman, comblées par du tissu cicatriciel. Les cicatrices plus profondes résultent de ruptures de la membrane de Descemet.



Figure 7. Opacités cornéennes, stries de Vogt et Hypertrophie des nerfs cornéens – source traité EMC Kératocône¹

- **L'hydrops cornéen**, apparaissant dans le stade le plus avancé du kératocône est une irruption d'humeur aqueuse à l'intérieur de la cornée, provoquant un œdème cornéo-stromal brutal. Il est dû à une rupture aigue de la membrane de Descemet, une opacité profonde et diffuse en découle.

5. Diagnostic vidéotopographique

Les méthodes diagnostiques ont beaucoup évolué durant les 30 dernières années.

La kératométrie, initialement développée en 1854 par **Herman von Helmholtz**, mesurait la courbure de la surface frontale de la cornée.

En 1880, la kératoscopie, utilisée par **Antonio Placido**, était le premier topographe cornéen réalisé grâce à des mires concentriques projetées sur la cornée.

En 1896 **Gullstrand** a développé une méthode de calcul manuel de la courbure cornéenne basée sur les mires du kératoscope. Cette technique était laborieuse mais permettait à l'examineur d'identifier un astigmatisme d'au moins 3 dioptries.

La kératoscopie a très largement évolué lorsque **Klyce** en 1980, à l'aide d'un ordinateur, parvint à analyser les images du disque de placido et à créer une cartographie colorée décrivant les courbures de la cornée.

La vidéokératoscopie a permis une description détaillée de la courbure antérieure de la cornée.¹⁰

Dans le passé le diagnostic de kératocône était seulement clinique, basé sur la détection à l'examen biomicroscopique d'un anneau de Fleischer, d'une amincissement cornéen... Grâce au vidéokératoscope le kératocône a pu être diagnostiqué à des stades infra cliniques.

5.1 Principes de la topographie

Elle consiste en la projection ou l'analyse d'un reflet lumineux éclairant directement ou balayant la cornée, permettant ainsi d'étudier son relief et sa courbure.

Il existe 2 méthodes d'analyse topographique¹¹ :

- **topographie spéculaire de Placido**

Elle consiste à projeter une série de mires circulaires concentriques sur la cornée et à capturer leur réflexion sur le dôme cornéen. Les mires les plus larges et écartées témoignent d'une surface cornéenne sous-jacente plus plate.

Des algorithmes calculent la kératométrie en fonction de la déformation des mires en chaque point de la cornée.

- **Topographie d'élévation**

Elle utilise le balayage direct de la surface cornéenne par une fente lumineuse (ORBSCAN®) ou une caméra rotative (PENTACAM®).

Elle permet l'étude de la face antérieure mais également postérieure de la cornée, et d'en déduire son épaisseur.

L'élévation dans la topographie cornéenne est schématisée par rapport à une **sphère virtuelle de référence (BFS).**

Une cornée saine est :

- **asphérique**
- **prolate** : rayons de courbure centraux plus cambrés qu'en périphérie
- **énantiomorphique** : symétrie en miroir entre les 2 yeux
- la kératométrie centrale allant de 40D à 47D (moyenne : 43D)

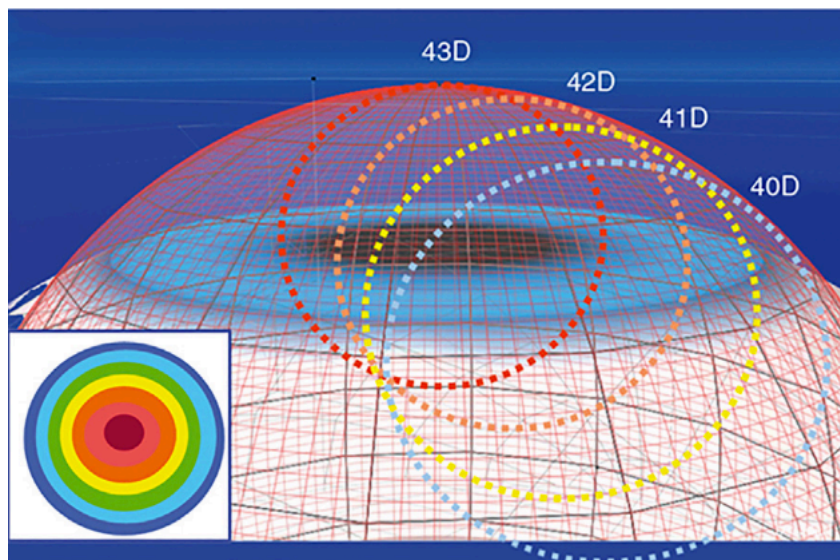


Figure 8 : Profil prolate, la courbure diminue le long des méridiens du centre vers les bords. Les couleurs sont ainsi plus chaudes au centre de la cornée (zone plus cambrée) qu'à la périphérie (zone plus plate) sur les cartographies de courbure – source gatinel.com

5.2 Signes évocateurs d'une cornée suspecte de kératocône

Asymétrie et irrégularité de l'astigmatisme kératométrique

Tout astigmatisme asymétrique entre les 2 cornées (**perte de l'énantiomorphisme**) ou au sein de la même cornée (entre l'hémicornée supérieure ou inférieure) doit faire suspecter un kératocône.

La **présence d'un astigmatisme irrégulier**, c'est à dire la déviation entre les 2 hémiméridiens les plus cambrés de plus de 20 degrés doit également être un signe d'alerte.

Les critères les plus anciens, restant toujours d'actualité sont les critères de Rabinowitz¹, fondés sur la topographie spéculaire :

- **kératométrie centrale maximale (Kmax) supérieure à 47,2 dioptries (D)**
- **indice I-S supérieur à 1,4 D** (= inférieur-supérieur : moyenne de 5 points sur les 3 mm inférieurs – moyenne de 5 points sur les 3 mm supérieurs) ;
- **différence de Kmax entre les 2 yeux supérieure à 1 D ;**
- **les topographies à motifs asymétriques et irréguliers sont les plus à risque** : D (bombement inférieur), G (cassure entre les 2 hémiméridiens les plus cambrés), H (nœud papillon asymétrique) et J (G+H), profils en pince de crabe et en aile de papillon.

Une perte de parallélisme entre les 2 surfaces d'élévation est évocatrice.

L'étude de la face postérieure est importante car sa déformation, mesurée en topographie d'élévation, apparaît **probablement avant celle de la face antérieure.**

Pachymétrie fine et son gradient d'amincissement accéléré

Tout en considérant l'origine ethnique, une **pachymétrie inférieure à 500 microns est suspecte.**

Un décentrement de l'apex cornéen et/ou du point le plus fin en temporal inférieur est considéré comme à risque.

La différence moyenne de pachymétrie entre les 2 cornées d'un patient est en moyenne de 9 microns.

Des cas d'ectasie post Lasik ont été retrouvés chez des patients avec une différence de pachymétrie centrale d'environ 30 microns. Seuls 12% des yeux normaux présentent une différence de pachymétrie supérieure à 10 microns entre l'épaisseur centrale à l'apex et celle du point le plus fin, et **une différence plus importante est également un critère de risque.**¹²

Un excès d'asphéricité négative

Un coefficient d'asphéricité Q supérieur à -0,3 (sur 6 mm) représente une **cornée plus prolate que la normale** et peut évoquer une forme suspecte de kératocône si elle est associée à d'autres critères.¹²

Aucun paramètre n'a une sensibilité ou une spécificité de 100%. Aucun critère absolu de détection du kératocône n'existe en matière de topographie. Il existe cependant des exemples de logiciels d'aide au diagnostic tel que le SCORE¹³.

5.3 Classifications

La classification d'Amsler, depuis 1946, classe le kératocône en quatre stades selon des paramètres cliniques :

- **STADE 1** : astigmatisme oblique avec asymétrie perceptible au kératomètre de Javal ;
- **STADE 2** : l'astigmatisme est plus marqué, l'asymétrie plus manifeste, avec un amincissement de la cornée qui reste transparente au biomicroscope ;
- **STADE 3** : toute mesure au Javal, même approximative, est impossible et l'amincissement cornéen est marqué ;
- **STADE 4** : en plus des signes précédents, présence d'opacités cornéennes linéaires

Datant de plus de 50 ans, **la classification de Amsler-Krumeich** prend en compte, en plus de la transparence cornéenne : **la kératométrie maximale, la pachymétrie au point le plus fin et la puissance réfractive manifeste de la sphère et/ou du cylindre.**

Cette classification permet de fournir des repères chiffrés pour, d'une part, surveiller une éventuelle progression, mais également pour classer le kératocône.

- Stade 1 :

Myopie et/ou astigmatisme inférieur à 5 dioptries

Puissance cornéenne inférieure à 48 dioptries

Stries de Vogt

- Stade 2 :

Myopie et/ou astigmatisme entre 5 et 8 dioptries

Puissance cornéenne inférieure à 53 dioptries

Pachymétrie supérieure à 400 μm

- Stade 3 :

Myopie et/ou astigmatisme entre 8 et 10 dioptries

Puissance cornéenne supérieure à 53 dioptries

Pachymétrie supérieure à 200 μm et inférieure à 400 μm

- Stade 4 :

Réfraction non mesurable

Puissance cornéenne supérieure à 55 dioptries

Opacités cornéennes

Pachymétrie inférieure à 200 μm

Récemment, une équipe a établi **une nouvelle classification anatomique basée sur l'OCT** ¹⁴ qui comprend cinq stades:

- **stade 1** : amincissement des couches épithéliales et stromales d'apparence normale au niveau du cône cornéen,
- **stade 2** : hyperréflectivité au niveau de la couche de Bowman et épaissement épithélial en regard au niveau du cône,
- **stade 3** : invagination postérieure de structures hyperréfléctives au niveau de la couche de Bowman, avec accentuation de l'épaississement épithélial et de l'amincissement stromal,
- **stade 4** : cicatrice pan-stromale au niveau du cône,
- **stade 5** : l'hydrops.

Stade aigu 5a : rupture de la membrane de Descemet avec œdème cornéen important, dilacération des lamelles de collagène et formation de kystes intrastromaux et intraépithéliaux.

Stade cicatriciel 5b : cicatrice pan-stromale et aspect résiduel de rupture de la membrane de Descemet.

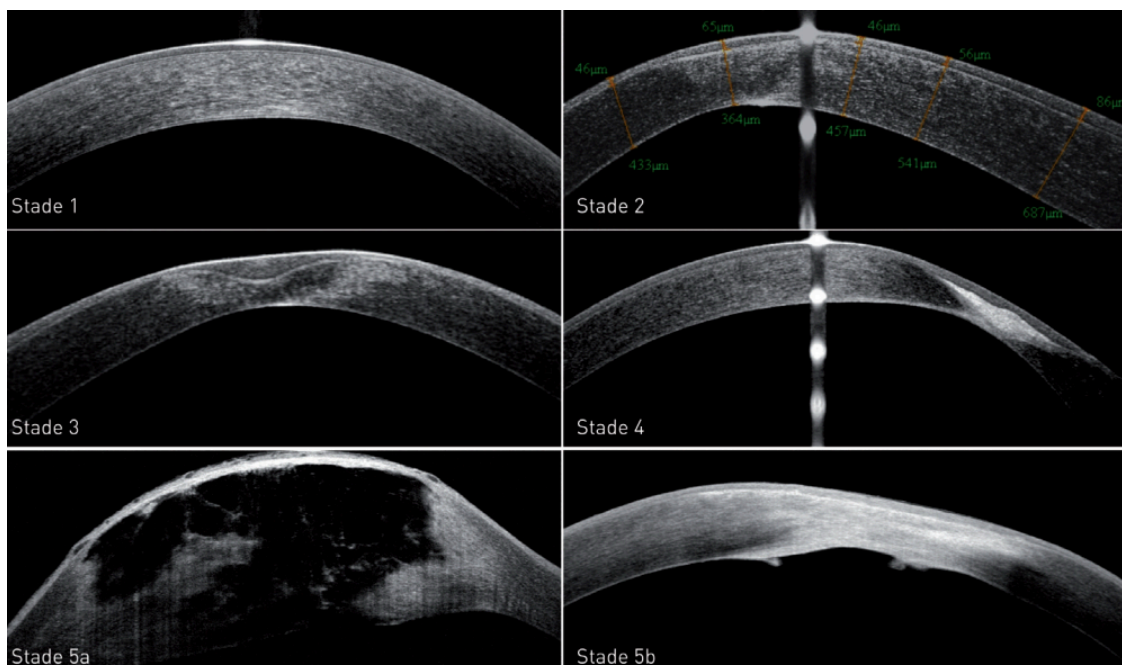


Figure 9 : Classification OCT ¹⁴

Les cônes, pour deux tiers des cas, se situent en moyenne périphérie sur la topographie et engendrent **des niveaux de comas élevés** avec un retentissement direct sur la qualité de vision des patients kératocôniques.

Il semblait donc logique de bâtir des classifications prenant en compte les aberrations optiques de hauts degrés.

En 2006, **Alió et Shabayek**¹⁵ ont développé leur propre échelle se basant sur des données aberrométriques de la face antérieure de la cornée avec un accent sur les aberrations comatiques.

La pachymétrie, la kératométrie centrale et la présence ou non de stries de Vogt ou de taie cornéenne sont également prises en compte.

Severity	Mean central K (D)	Thickness (µm)	Spherical equivalent (D)	RMS of coma-like aberration (µm)	Cornea
4	>55	<200	Not measurable	>4.5	Central scars
3	53-55	300-400	> -8	>3.5 to ≤4.5	No central scars
2	<53	401-500	[-5, -8]	>2.5 to ≤3.5	No central scars
1	<48	>500	< -5	1.5-2.5	No central scars

Figure 10. Classification de Alio et Shabayek basée sur les aberrations comatiques¹⁵

Il n'existe pas de consensus international pour classer le kératocône. Toutes ces classifications ont d'ailleurs un intérêt pratique assez limité puisqu'à l'échelle individuelle, aucune ne permet de planifier un traitement.

En parallèle de ces classifications, sont apparus les termes de **kératocône «suspect», « fruste » ou « débutant »**.

Si un kératocône débutant est une forme avérée, les terminologies de « suspect » ou « fruste » varient selon les auteurs et sont souvent confondues.

En pratique, **suspect ou fruste**, le patient est asymptomatique avec un examen clinique cornéen normal, **des anomalies vidéo-topographiques** et un œil controlatéral atteint de kératocône avéré dans le kératocône fruste alors qu'il ne l'est pas dans le kératocône suspect.

Aujourd'hui, toute asymétrie vidéo-topographique à plus forte raison si elle s'associe à une anomalie pachymétrique ou aberrométrique, est suspecte et à risque.

L'intérêt réside dans la détection de ces formes à risque dans un bilan préopératoire d'un patient demandeur de chirurgie réfractive.

En effet, 2 à 6 % de ces candidats seraient porteurs d'une forme fruste ou suspecte de kératocône.

5.4 Cas particulier : L'ectasie post-LASIK

L'ectasie post-LASIK est un amincissement progressif avec bombement de la cornée et évolution similaire à celle d'un kératocône.¹

Les signes cliniques évocateurs sont une **modification de la réfraction post-LASIK, progressive, sphéro-cylindrique myopique.**

La baisse d'acuité visuelle avec correction est concomitante de l'apparition d'un astigmatisme irrégulier avec une topographie cornéenne évocatrice d'un kératocône.

L'analyse de la littérature montre que la plupart des cas présentaient un tableau de kératocône fruste ou suspect.

Deux mécanismes peuvent expliquer l'apparition d'une ectasie postopératoire :

- un affaiblissement biomécanique de la cornée par non-respect du lit stromal postérieur résiduel minimal, classiquement de 250 microns,
- la décompensation d'un kératocône méconnu.

Les recommandations actuelles contre-indiquant la réalisation d'un LASIK sont :

- une épaisseur cornéenne centrale inférieure à 500 microns ;
- un lit stromal résiduel calculé en préopératoire ou après mesure pachymétrique peropératoire inférieur à 250 microns (mais sans preuve définie). Il faut donc se méfier du traitement des myopies fortes et des reprises chirurgicales ;
- un patient porteur d'une anomalie cornéenne, topographique notamment, évoquant un kératocône fruste ou suspect ;
- un antécédent familial de kératocône.

6. Diagnostic différentiel

Il se pose avec les autres causes d'ectasies et d'amincissements cornéens. Le diagnostic est le plus souvent clinique.

Dégénérescence pellucide marginale

La dégénérescence marginale pellucide (ou dégénérescence pellucide marginale) est une pathologie cornéenne toujours bilatérale (œil droit et œil gauche sont atteints de manière assez symétrique). Elle s'accompagne d'une cambrure localisée de la partie inférieure de la cornée qui fait alors saillie vers l'avant, au-dessus d'une zone d'amincissement cornéen périphérique inférieure.

Souvent diagnostiquée entre 40 et 50 ans, les patients se plaignent d'une baisse d'acuité visuelle en rapport avec l'évolution d'un astigmatisme inverse irrégulier.

Contrairement au kératocône, une aggravation, même tardive, est souvent retrouvée.

L'aspect vidéotopographique est typique, mais non pathognomonique, avec une image en « pinces de crabe » ou « en moustaches gauloises ».

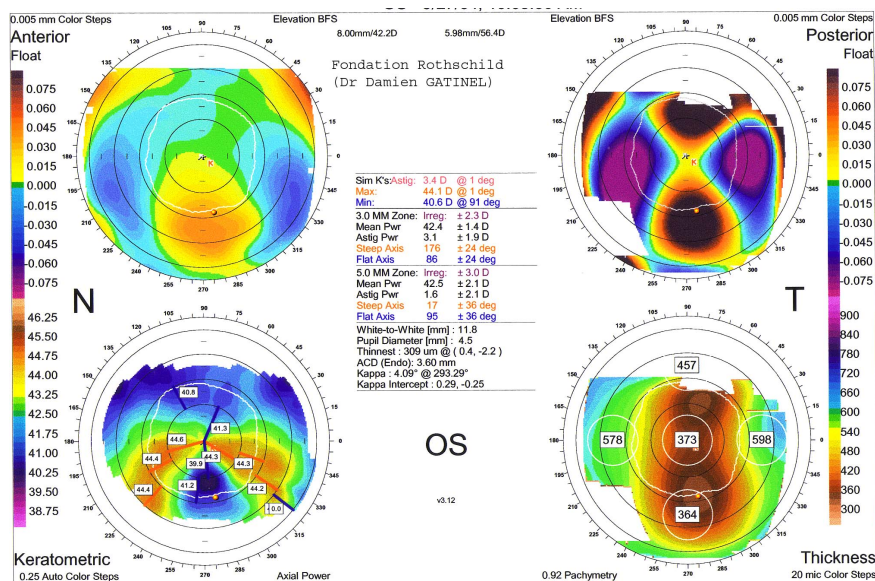


Figure 11 : Dégénérescence marginale pellucide à l'ORBSCAN (image du Docteur Gatinel)

Corneal warpage

Le corneal warpage ou syndrome de déformation cornéenne induite par les lentilles est une modification de la forme de la cornée induite par la pression exercée par une lentille essentiellement rigide, plus rarement souple.

L'aspect vidéo-topographique est proche de celui d'un kératocône.

La diminution ou disparition de l'anomalie topographique en trois à quatre semaines confirme le diagnostic.

Kératoglobe

Le kératoglobe est caractérisé par un amincissement diffus de la cornée plus marqué en périphérie, non inflammatoire et bilatéral, parfois associé à un amincissement scléral.¹ Cet amincissement diffus le différencie du kératocône qui est une ectasie cornéenne avec un amincissement localisé le plus souvent en inférieur, alors que l'épaisseur de la partie supérieure cornéenne est normale.

Les ruptures descémétiques, hydrops et cicatrices sont plus rares que dans le kératocône. En revanche, selon le degré d'amincissement cornéen, le risque de perforation ou de rupture cornéenne est possible après un traumatisme, même minime. Le kératoglobe peut être congénital ou acquis. Des associations avec des maladies systémiques telles que le syndrome d'Ehlers-Danlos, le syndrome de Marfan et le syndrome des sclérotiques bleues ont été décrites. De même on retrouve souvent une association avec une blépharite chronique, une dysthyroïdie ou une kératoconjonctivite vernale.

Le traitement est le plus longtemps conservateur, avec des lunettes ou une adaptation en lentilles rigides, voire sclérales.

7. Prise en charge

Deux versants de la prise en charge du kératocône s'effectuent en parallèle :

- **la surveillance et la prise en charge de l'évolution du kératocône**
- **la prise en charge réfractive**

8. Surveillance et prise en charge de l'évolution du kératocône

Dès le diagnostic du kératocône fait, il convient de réaliser une **enquête scrupuleuse** destinée à identifier le type et **la fréquence des frottements oculaires au cours de la journée.**

Cette étape est cruciale, et vise à éradiquer la pratique de ces frottements.

Par ailleurs, ces frottements surviennent fréquemment sur un terrain allergique, qu'il faudra traiter.

La position du sommeil doit également être évaluée, notamment en cas de kératocône asymétrique.

L'arrêt des frottements est donc l'élément indispensable à la prise en charge des patients.

La prescription d'une désensibilisation allergique, d'agents mouillants et/ou de collyres anti histaminiques ainsi que le traitement d'une blépharite chronique, sont autant d'adjuvants utiles dans ce contexte, pour réduire l'irritation, le prurit, et agir ainsi sur la cause des frottements.

Des contrôles topographiques répétés dans le temps permettent de s'assurer de l'absence de progression de la déformation, en réalisant des cartes topographiques différentielles.

Le crosslinking au collagène

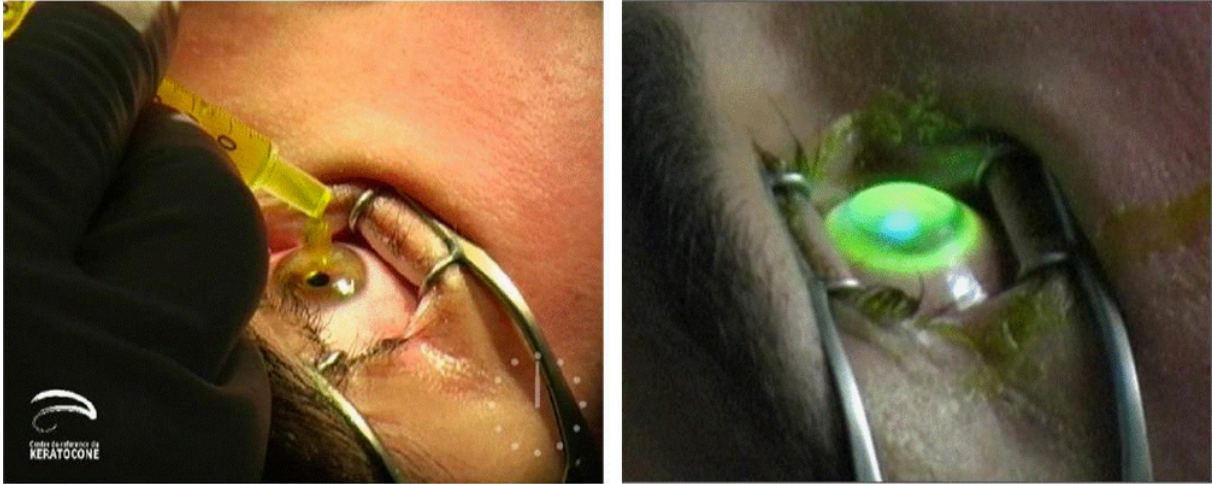


Figure 12 Cross-linking du collagène cornéen – source EMC kératocône¹

Le cross-linking du collagène cornéen a pour but de « rigidifier » une cornée biomécaniquement instable pour stabiliser la maladie.

Le principe repose sur un « pontage » biochimique photo-induit des fibres de collagène par combinaison de riboflavine (vitamine B2) et d'UV-A, mais son mécanisme n'est pas totalement élucidé.

Les indications du cross-linking concernent le kératocône évolutif défini par :

- une augmentation supérieure ou égale à 1 D du méridien le plus cambré (Kmax) ;
- une augmentation supérieure ou égale à 1 D de l'astigmatisme manifeste réfractif ;
- un shift myopique supérieur ou égal à 0,50 D de l'équivalent sphérique manifeste réfractif ;
- une diminution supérieure ou égale à 0,1 mm du rayon de courbure postérieur au cours de l'adaptation de lentilles rigides.

Ces critères ne sont pas absolus. La surveillance est régulière est primordiale.

Deux exceptions où l'indication d'un cross-linking peut être posée dès la découverte d'un kératocône : **chez l'adolescent et l'ectasie post LASIK.**

Dans ces deux cas, l'aggravation quasi certaine et parfois explosive de la maladie incite à ne pas retarder le cross-linking.

Le traitement du deuxième œil sera dans ces cas là en revanche décalé d'au moins trois mois afin d'être à distance d'éventuelles complications.

Celles-ci vont du risque infectieux dû à la désépithélialisation peropératoire et à la pose d'une lentille pansement, jusqu'à de très rares cas de nécrose cornéenne avec perforation.

Les cas de « pseudo-hazes » cicatriciels postopératoires sont fréquents, voire systématiques, et le plus souvent régressifs. Il n'est cependant pas rare d'observer des pertes de lignes d'acuité visuelle après cross-linking.

Des infiltrats cornéens aseptiques ont également été rapportés.

Il convient également **de respecter une pachymétrie de 400 microns** pour limiter les risques potentiels de complications endothéliales notamment.

9. La prise en charge réfractive

Plusieurs options sont à envisager dans la réhabilitation des kératocônes : **la correction par lunettes, le port de lentilles de contact, l'implantation d'anneaux intra cornéens (AIC), la réalisation de laser de surface, l'implantation de lentilles intraoculaires et les greffes de cornée lamellaires ou transfixiantes.**

Correction optique

La correction optique par lunettes est possible dans la prise en charge des kératocônes débutants. La réfraction peut être difficile et fluctuante.

Elle nécessite une bonne coopération du patient pour réaliser une réfraction subjective.

Les lentilles de contact demeurent la modalité de prise en charge de première ligne pour la réhabilitation visuelle des patients et ce à différentes étapes de l'évolution de la maladie cornéenne.

L'adaptation peut concerner **tous les types de kératocônes**, opérés ou pas, avec ou sans opacité, quelque soit le stade.

La prise en charge par lentilles sera détaillée ci dessous.

Les techniques chirurgicales de réhabilitation visuelle ne s'envisagent **qu'en cas d'échec des lentilles de contact par intolérance ou impossibilité de port en raison de conditions d'environnement spécifiques.**

Implantation d'anneaux intra cornéens (AIC)

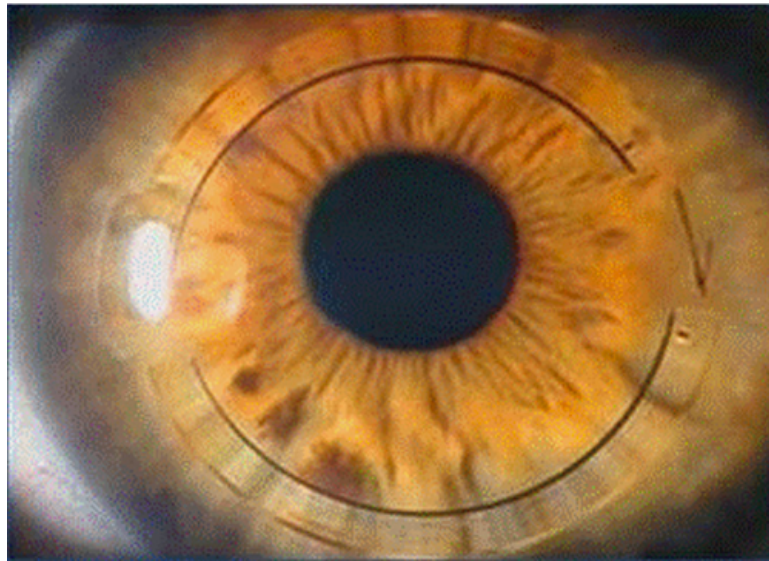


Figure 13. Anneaux intra cornéens zone optique 7mm, source rapport EMC kératocône 2013

Les AIC sont des petits segments de polyméthacrylate de méthyle (PMMA). Ils sont implantés dans la cornée afin d'en modifier sa géométrie et d'améliorer ses propriétés réfractives et donc l'acuité visuelle du patient.

Les AIC ont été introduits en 1987 pour la correction de la myopie et ont été utilisés dans le kératocône à partir des années 2000 par le **Professeur Joseph Colin**.

Depuis, les AIC bénéficient d'un développement technologique rapide et de l'implantation assistée par laser femtoseconde permettant d'implanter de plus en plus de kératocônes, améliorant significativement leur acuité visuelle et retardant le stade de la greffe de cornée¹⁶.

La sélection des patients est le point clef dans le succès de l'implantation des anneaux intra cornéens.

Un examen clinique complet devra être réalisé comprenant un examen biomicroscopique, la mesure de l'acuité visuelle corrigée et non corrigée, une topographie cornéenne, une pachymétrie cornéenne sous forme de carte afin d'évaluer l'épaisseur au niveau de la zone d'implantation et une aberrométrie. La validité des mesures cornéennes sera assurée par l'arrêt du port des lentilles au moins 2 semaines avant la réalisation de ces examens.

Les AIC sont proposés en cas de mauvaise acuité visuelle avec verres correcteurs et d'intolérance aux lentilles de contact chez des patients de plus de 18 ans dont le kératocône est stable et en absence de cicatrices cornéennes.

La pachymétrie au niveau de l'insertion de l'anneau doit être de 400µm.

Les AIC n'ont pas d'effet sur le ralentissement de la progression du kératocône et doivent être posés sur des kératocônes non évolutifs.

La majorité des études suggèrent actuellement que la meilleure indication d'implantation correspond aux **stades II et III de la classification de Amsler-Krumeich**, mais les études élargissent de plus en plus la limite de kératométrie maximale au-delà de 55D. Au-delà de 62D de kératométrie maximale, il semblerait que les résultats soient beaucoup moins prédictibles.¹⁷

Complications des anneaux intra cornéens

Elles sont multiples, mais rarement graves, étant donné le caractère réversible et peu invasif de cette chirurgie.

Le taux global de complications serait de 5,7 %¹⁸ (étude portant sur 850 yeux opérés).

En per opératoire, les complications sont :

- **la formation incomplète des tunnels par le laser femtoseconde** (2,6 %) ou de **l'incision cornéenne** (0,6 %), **la perforation endothéliale** (0,6 %).

En post opératoire, les complications médicales seraient de l'ordre de 2,6 %¹⁹ :

- **Le déplacement de l'AIC** (0,6 %) peut être corrigé par un point de suture au monofilament 10/0¹⁷.
- **L'extrusion**, lorsqu'elle survient, l'explantation est nécessaire.

Généralement, une implantation à la bonne profondeur permet d'éviter cette complication.

- **La fonte stromale et la perforation cornéenne** (0,2 %), **l'abcès de cornée** sont principalement causées par la mise en place trop superficielle de l'AIC.
- Dans ce cas, l'explantation est également nécessaire
- **Enfin la sur ou sous correction** peut être corrigée par des procédures complémentaires si la pachymétrie le permet (comme la PKR ou la mise en place de lentilles de contact).

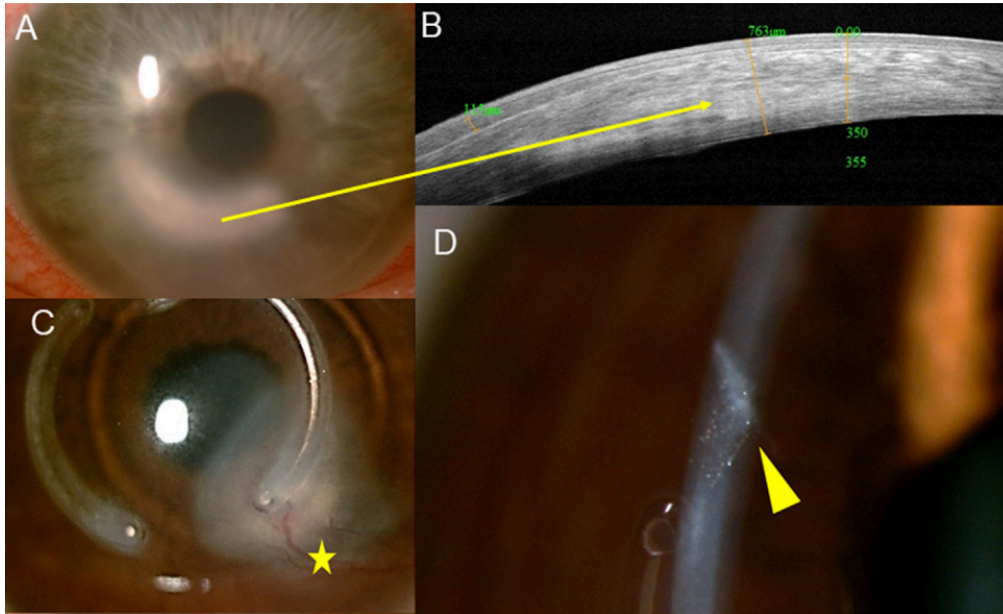


Figure 14 Complications des anneaux intracornéens :

A et B : abcès sur anneau intra cornéen (après extraction) à *Aspergillus Fumigatus* visible en lampe à fente (A) et infiltrat stromal visible en OCT (RTVue©, Optovue Inc, Fremont, CA) (B) ;
 (C) : fonte stromale avec néovascularisation secondaire à une extrusion ;
 (D) : dépôts au niveau du tunnel.

Source JFO Les anneaux intra cornéens dans la prise en charge du kératocône¹⁶

La photokératectomie réfractive (PKR) ou thérapeutique (PKT)

La PKR seule est utilisée par de rares équipes dans les kératocônes de stade 1 ou 2 d'Amsler-Krumeich.

Elle a pour principe de lisser le cône, afin d'augmenter l'acuité visuelle avec une ablation au laser ne devant pas excéder 50µm et une épaisseur cornéenne résiduelle devant être supérieure à 450µm²⁰. Les études portent sur peu de patients et la sécurité à long terme (plus de 5 ans) reste à démontrer.

Dans certaines études elle est utilisée en association avec le CXL (Protocole de Crête et d'Athènes)^{21 22}. L'utilisation du CXL et le type de protocole à utiliser le cas échéant dans ces indications restent à étudier plus en détails.

Cette séquence PKR-CXL est de plus en plus utilisée en association avec les AIC pour affiner les erreurs réfractives et augmenter l'acuité visuelle.

Le critère nécessaire à la réalisation de cette triple procédure est une pachymétrie suffisante postopératoire (supérieure ou égale à 400µm)³⁹.

Le greffe de cornée, kératoplastie transfixiante ou lamellaire antérieure

La greffe de cornée fait partie de l'arsenal thérapeutique tant d'un point de vue réfractif que pour arrêter l'évolution.

Selon Rabinowitz,³ 10 à 15% des patients atteints de kératocône auront besoin d'une greffe de cornée dans leur vie.

La kératoplastie transfixiante, qui consiste à remplacer l'intégralité de l'épaisseur de la cornée par le tissu du donneur, est la technique chirurgicale la plus utilisée dans le cadre de kératocônes avancés ne pouvant pas être améliorés en lentilles. Longtemps considérée comme le traitement de référence celle-ci a perdu cette place au profit de la **kératoplastie lamellaire antérieure profonde pré descemétique (DALK)**.

Cette deuxième technique chirurgicale consiste à remplacer une partie de la cornée malade tout en conservant l'endothélio-descemet du patient.

Cette technique préserve l'intégrité du globe, permettant un retrait plus précoce des sutures et une restauration de l'acuité visuelle plus rapide.

Le risque de rejet épithélial et stromal persiste, **cependant le risque de rejet endothélial est nul.**

La survie du greffon apparaît alors comme allongée.

Le principal risque de la DALK est la perforation des couches profondes en per opératoire pouvant nécessiter la conversion en kératoplastie transfixiante.

10. Algorithme de prise en charge

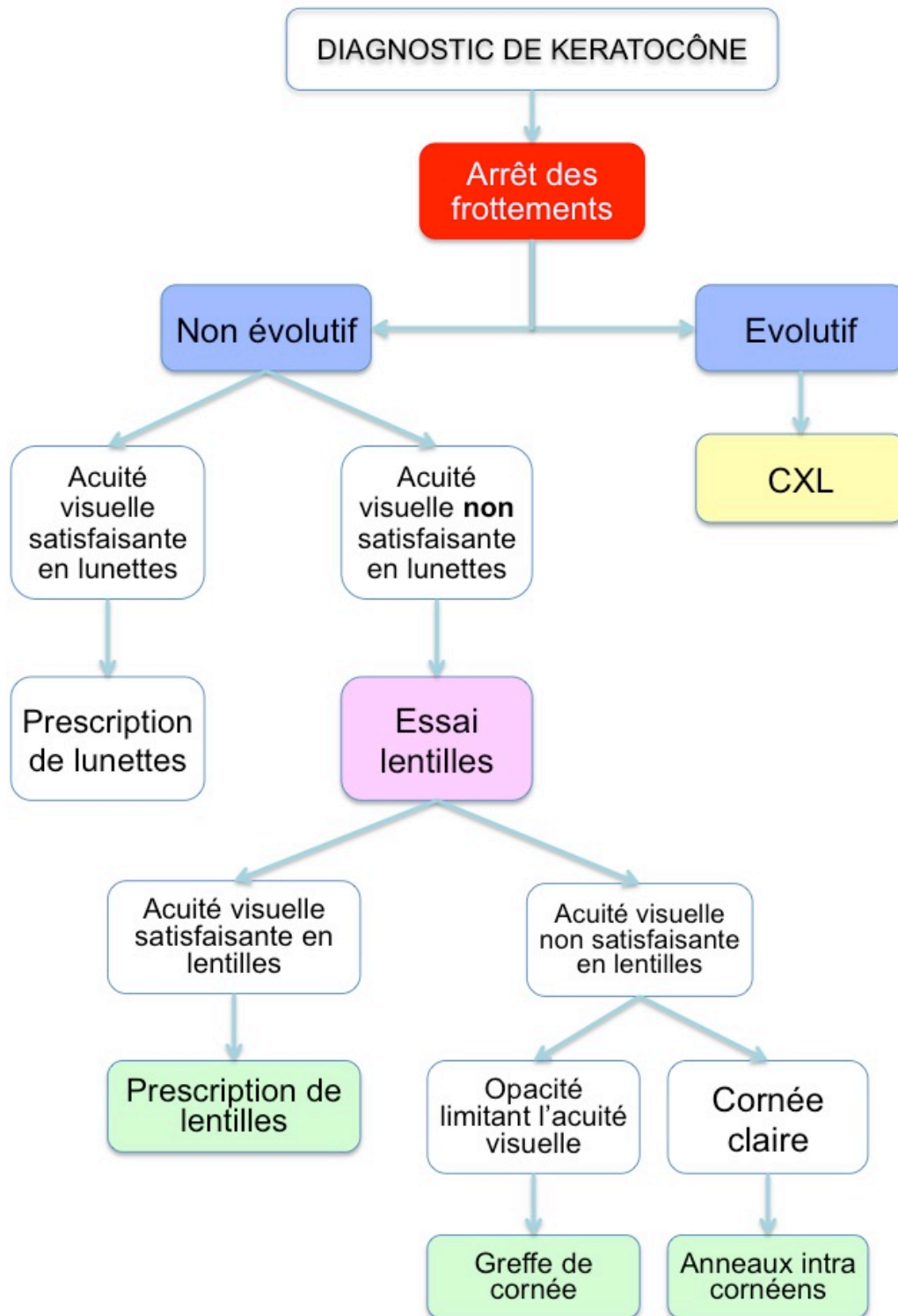


Figure 15 Algorithme de prise en charge

Partie 3 : La pratique en contactologie

1. Histoire des lentilles de contact

1.1 Les premières lentilles de contact (fin du XIXème siècle)

La fin du XIXème siècle fut riche d'innovations dans la prise en charge des cornées irrégulières et du kératocône.

Avec la découverte de l'anesthésie cornéenne à base de cocaïne, l'ophtalmologue autrichien **Carl Koller** révolutionne les méthodes de chirurgie oculaire et ouvre également la voie à une pratique non douloureuse de la contactologie.

La course est alors lancée pour la mise au point des toutes premières lentilles de contact.

Adolf Gaston Eugen Fick, neveu de l'inventeur du tonomètre, soumet en 1887 un article intitulé *Eine Contactbrille* où il détaille ses expériences de moulage de coques cornéo-sclérales bi-courbes de 20mm de diamètre à partir d'yeux de lapins puis de cadavres humains. Il réalise les premiers essais sur ses propres yeux ainsi que ceux des membres de sa famille. Enfin, il équipe une cohorte de patients avec des lentilles soufflées, fabriquées par l'équipementier **Carl Zeiss**, après s'être vu refuser la fabrication de ses coques par de nombreux laboratoires.

5 patients sur 6 souffraient de cornées irrégulières avec opacités, le dernier patient avait un kératocône.

Il publie ses résultats en mars 1888 en allemand dans les Archiv für Augenheinkunde, actuel Gaefes Archive for Clinical and Experimental Ophtalmology dans l'article *Eine contactbrille*, article rapidement traduit en anglais et publié dans Archives of Ophtalmology.

La lentille de contact est née !

Le même mois de la même année, le **Dr Eugène Kalt**, alors assistant à l'Hôtel Dieu dans le service du **Pr Photinos Panas**, présente devant l'Académie de Médecine ses propres coques en verre taillé monocourbes corrigeant l'astigmatisme d'une patiente atteinte de kératocône²³. Quelques mois plus tard c'est au tour du Dr **August Muller** de concevoir dans sa thèse d'exercice²⁴ – puis de tailler à l'aide de l'opticien **Otto Himmler** – une lentille cornéo sclérale en verre capable de corriger les fortes amétropies dont sa propre myopie forte.

1.2 L'essor des hydrodiascopes (1896-1916)

Pendant 30 ans, le marché de la correction des fortes amétropies et du kératocône est dominé par un nouvel appareil imaginé par **Theodor Lhnstein**, médecin généraliste allemand, atteint de kératocône bilatéral.

Il décide après plusieurs expériences sur ses propres yeux, de reprendre le principe et l'orthoscope, instrument diagnostique élaboré par **John Czermack** en 1851, reposant sur la neutralisation du dioptré cornéen par l'immersion de l'œil dans une cuve remplie de liquide. Il améliore l'ergonomie en ajoutant une lentille correctrice²⁵. Après plusieurs mois d'expérimentation, **Lohnstein** réussit à corriger son œil droit à la quasi perfection. Il nomme son dispositif Hydrodiascope et vante sa supériorité et surtout son innocuité en comparaison aux lentilles proposées par **Fick**.

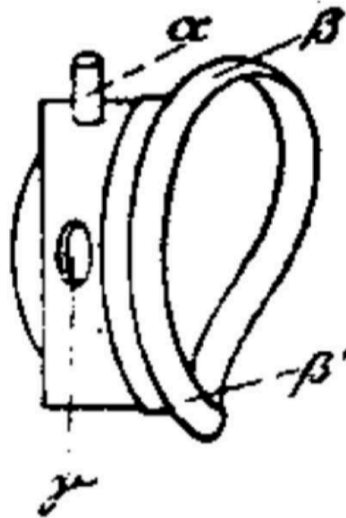


Figure 16. Représentation schématique de l'hydrodiascope de T. Lohnstein, fabriqué par l'opticien E.SYDOW en 1896 (remerciement au contactologue Dr M. Sigaux pour ces images)

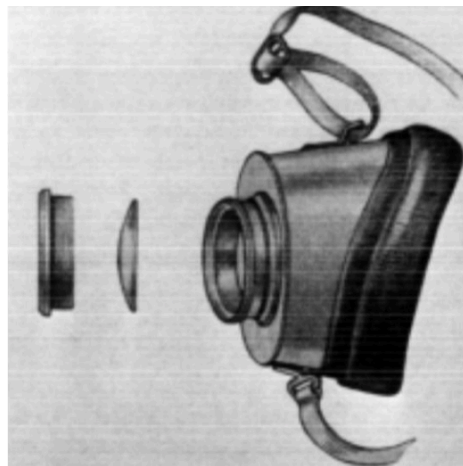


Figure 17. L'hydrodiascope de Berne, par Sabina Fater, 1906 (remerciement au contactologue Dr M. Sigaux pour ces images)

Amélioré par différents ophtalmologistes tels que **Dr Mjowski, Pr Seigrist, Dr Fater**, dans les années 1910, l'usage de l'hydrodiascope pour la correction du kératocône est à son apogée. Il est préféré aux lentilles de contact, jugées comme inconfortables et dangereuses devant la fréquence élevée des complications hypoxiques qu'elles engendrent.

Son efficacité est relayée dans de nombreuses publications à l'échelle internationale. En 1916, **August Seigrist**, même s'il estime l'hydrodiascope supérieurement efficace aux lentilles de contact, admet avec une certaine intuition que cet appareil serait inéluctablement voué à disparaître dans les années à venir au profit des futures lentilles de contact qui répondent déjà aux attentes esthétiques des patients de l'époque²⁵.



Figure 18. Différence esthétique entre un hydrodiascope (à gauche) et des lentilles de contact (à droite). Photographie prise en 1916 par l'équipe du Pr Seigrist (remerciement au contactologue Dr M. Sigaux pour ces images)

1.3 La course au confort et à l'innocuité (1920-1970)

Il faudra attendre les années 1920 pour que **Carl Zeiss** distribue à grande échelle ses coques cornéo-sclérales spécialement taillées pour la correction optique du kératocône.

Durant cette décennie les lentilles cornéo-sclérales se perfectionnent et supplantent définitivement l'hydrodiascope jugé comme inesthétique, trop encombrant et finalement décevant concernant son efficacité.

La plus grande innovation de l'époque est le brevet déposé par **Otto Rohm** en 1936 pour la fabrication et la commercialisation des **premières lentilles en PMMA (polyméthylméthacrylate)** connu sous le nom de *Plexiglass®*. Ce matériau est beaucoup mieux toléré par la surface oculaire que le verre.

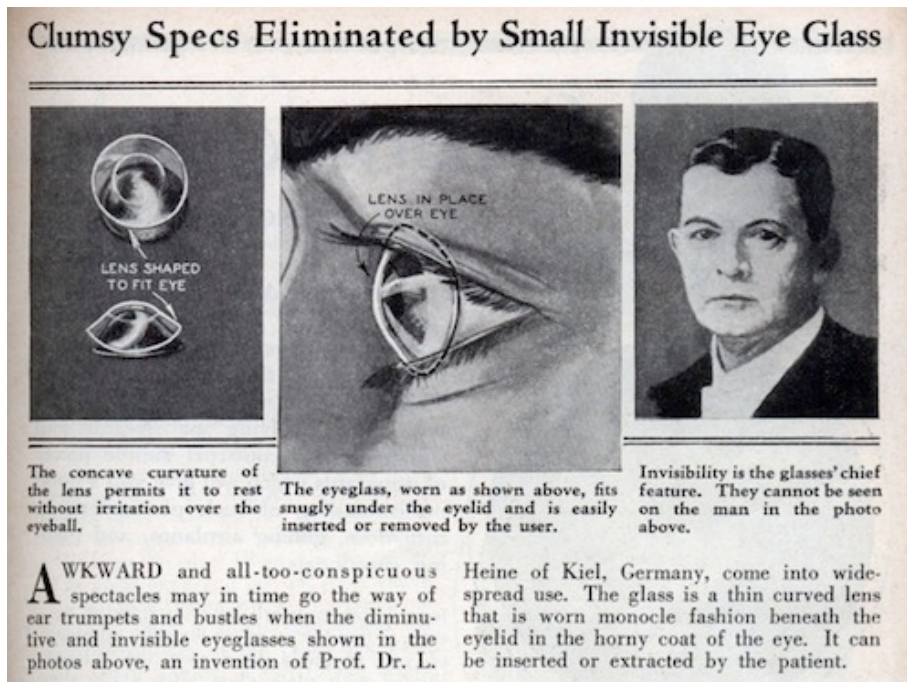


Figure 19. Promotion d'une lentille cornéo sclérale. Coupure de presse des années 1920 ou 1930 (Source : <http://blog.modermmechanix.com>)

En 1948, l'ophtalmologue américain **Maurice Nugent** sera à l'origine d'une innovation majeure, le passage aux lentilles cornéennes préférées par les patients aux cornéo-sclérales car jugées comme plus confortables.

A cette époque, les lentilles cornéennes en PMMA malgré le confort médiocre et les complications hypoxiques qu'elles engendrent, restent l'équipement de choix des patients souffrant de kératocône ou d'astigmatisme irrégulier.

Les premiers matériaux perméables à l'oxygène ne verront le jour qu'au début des années 70.

2. Les lentilles proposées de nos jours dans l'adaptation des patients porteurs de kératocône

Comme nous allons le voir par la suite, différents types de lentilles sont proposées en fonction du stade du kératocône.

Nous décrivons principalement :

- les lentilles rigides sphéro asphériques,
- les lentilles rigides multicourbes (à géométrie spéciale kératocône),
- les lentilles hybrides
- lentilles sclérales et cornéo-sclérales.

Selon l'enquête annuelle International Contact Lens Prescribing de Phil Morgan (Morgan et al., 2019) réalisée depuis 2000, la France reste un des plus grands prescripteurs de lentilles rigides. Cela témoigne à la fois de l'expertise des ophtalmologistes adaptateurs et du souci de sécurité, de qualité de vision et de pérennité pour les porteurs.

3. Les matériaux

De nos jours, nous utilisons quasi exclusivement des matériaux à très haut Dk (perméabilité à l'oxygène).

Les lentilles de dernière génération sont fabriquées en fluoro-silicoacrylates. Le silicone apporte l'oxygène, la fluorination améliore la mouillabilité et la résistance aux dépôts de mucus et de protéines. Les très hauts Dk allient sécurité et confort et autorisent un port prolongé.

La contrepartie de ces matériaux plus tendres, est une déformabilité plus rapide nécessitant un renouvellement plus fréquent, et un encrassement qui requiert parfois de modifier le matériau initial. Le choix du matériau est fait en fonction de l'âge, du mode de port et de la qualité des larmes.

Tous les matériaux présentent un filtre UV et selon les fabricants la possibilité d'une teinte différente pour chaque œil ; procédé bien utile pour éviter les inversions.

4. Les géométries

4.1 Les lentilles rigides

La construction générale des lentilles rigides se fait à partir d'un diamètre total et de ses deux faces antérieure et postérieure.

- **Diamètre total (ØT)**

Le diamètre total est une caractéristique essentielle pour définir une lentille. Il varie de 7,80 mm à 12 mm.

- **Face postérieure**

Elle est en contact direct avec la cornée et conditionne le comportement de la lentille et sa tolérance physiologique.

Elle permet de créer une interface ou ménisque de larmes.

Ce dernier présente un pouvoir réfractif non négligeable. Il intervient également dans la stabilité de la lentille et prévient contre les traumatismes cornéens.

Elle présente deux zones : La zone optique centrale et les bandes de dégagements périphériques.

- Zone optique centrale postérieure (ZO)

Elle est définie par deux paramètres:

- **Rayon de courbure (Ro)**

C'est l'élément descriptif le plus utilisé en contactologie. Sa valeur est choisie en fonction d'une règle d'adaptation donnée par le fabricant de la lentille et varie entre 4 mm et 8,50 mm.

- **Diamètre de la zone optique ($\emptyset o$)**

Il s'agit du diamètre sur lequel est défini le rayon de courbure. Sa valeur est fixée par le fabricant.

- Bandes de dégagement

Elles jouent un rôle important dans le confort subjectif du patient et présentent de multiples paramètres permettant un meilleur ajustement de la lentille.

Un autre paramètre intervenant dans l'équipement en lentilles rigides multicourbes est la hauteur axiale au bord de la lentille, appelée excentricité périphérique ou encore par les anglosaxons : «**Axial Edge Lift** » (**AEL**).

Il correspond à la distance relevée sur un axe parallèle à l'axe optique, entre le bord de la lentille et l'intersection entre cet axe et la prolongation du rayon de courbure.

- Face antérieure

La face antérieure d'une lentille rigide est constituée par:

- Une zone optique antérieure centrale : Elle permet de donner la puissance à la lentille en tenant compte de la géométrie postérieure et d'optimiser son épaisseur finale. Ses paramètres sont déterminés par le fabricant.
- Des bandes d'allègement périphériques:

Elles n'ont aucun pouvoir réfractif. Elles permettent le raccordement entre la zone antérieure optique et le bord externe de la lentille pour plus de confort.

Les géométries les plus utilisées sont:

- **lentilles sphéro-asphériques:**

Sphérique: La zone optique centrale est sphérique.

Asphériques : Les dégagements périphériques sont asphériques

- **lentilles multicourbes (spéciales kératocône)**, elles présentent une géométrie complexe multicourbe et possèdent une zone optique postérieure réduite.

4.2 Les lentilles hybrides

Une lentille hybride est la fusion d'une lentille rigide et d'une jupe (périphérie) souple.

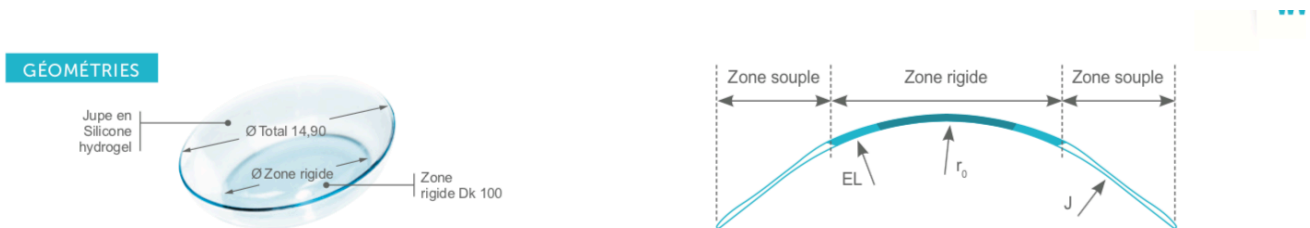


Figure 20. Géométrie lentilles hybrides, source LCS

Le centre de la lentille est constitué d'une lentille rigide, adaptée à la géométrie de la cornée.

Les dernières lentilles mises sur le marché utilisent une lentille multicourbes (spéciale kératocône), avec un edgelift (AEL) modulable.

La jupe est en silicone-hydrogel, elle permet un meilleur centrage et une moindre mobilité sur l'œil procurant un meilleur confort.

Son renouvellement est trimestriel ou semestriel.

4.3 Les lentilles sclérales et cornéo-sclérales



Figure 21 Lentille sclérale AKS, source LCS

Depuis une dizaine d'années, les lentilles sclérales et cornéo-sclérales se sont imposées dans le choix du contactologue pour l'adaptation des cas spécifiques, tels que certaines cornées irrégulières et les syndromes secs sévères (Efron et al., 2010).

Dans le cas des cornées irrégulières, elles restent cependant des lentilles de seconde intention.

En effet, ces lentilles rendent un immense service aux patients concernés en rétablissant une bonne vision avec une stabilité et un confort appréciables, **toutefois leur perméabilité à l'oxygène reste inférieure aux lentilles rigides de petit diamètre.**

Par définition, une lentille sclérale ne prend appui que sur la sclère, à la différence des lentilles cornéo-sclérales qui atterrissent en périphérie au limbe et sur la sclère.

Selon le diamètre de la lentille, on distingue :

- les lentilles cornéo-sclérales de 12,5 à 15mm
- les lentilles mini-sclérales de diamètre 15-18 mm ;
- les lentilles sclérales de diamètre ≥ 18 mm.

Si les fabricants ont permis un usage plus sécuritaire de ces lentilles grâce à des matériaux de plus en plus perméables à l'oxygène, il convient de ne pas oublier que l'épaisseur de ces lentilles associée à l'épaisseur du ménisque de larmes donnent au final une oxygénation cornéenne parfois insuffisante.

De ce fait, pour les cornées à risque d'hypoxie telles que les greffes, un matériau à haut Dk/e devra être privilégié, avec le risque d'un encrassement plus rapide.

On notera que la clairance lacrymale sous lentilles est quasi nulle et que, par conséquent, les lentilles devront être remplies lors de la pose avec du sérum physiologique sans conservateur (pour éviter toute toxicité épithéliale).

5. Adaptation en lentilles rigides

L'adaptation en lentilles est une étape essentielle de la prise en charge de nos patients porteurs de kératocône.

En effet comme évoqué plus haut la déformation du cône entraîne fréquemment une mauvaise acuité visuelle avec aberrations optiques liées à l'astigmatisme irrégulier et non améliorables par le port de lunettes.

La lentille de contact est une solution non invasive, réversible et sans danger sur le long terme qui a pour seul objectif d'améliorer la vision, et de ce fait, la qualité de vie du patient.

L'adaptation initiale nécessite de la part du patient une réelle motivation et de la part du contactologue une expertise dans le domaine de la contactologie et du temps.

5.1 La population cible

Différents profils de patients se présentent à notre consultation, chez qui nous allons proposer une adaptation :

- les patients chez lesquels un diagnostic de kératocône a été effectué récemment face à **une acuité visuelle impossible à corriger en lunettes**. Ces patients sont en général jeunes et actifs, motivés pour une réhabilitation visuelle rapide et optimale afin de ne pas être handicapés dans leurs activités professionnels ou leurs loisirs.
- Chez certains patients un diagnostic de kératocône est posé très précocement (<18 ans) et une réhabilitation visuelle rapide sera également nécessaire afin **d'éviter que la maladie impacte la scolarité de l'enfant**. Les parents pourront être mis à contribution pour la pose et le retrait ainsi que l'entretien des lentilles.
- Les patients **consultant un ophtalmologiste pour une chirurgie réfractive** et chez qui un kératocône est diagnostiqué, les contre indiquant ainsi définitivement à ce type de chirurgie. Ces patients peu ou pas gênés par leur kératocône, manifestant souvent seulement une intolérance aux lentilles souples, sont plus difficiles à adapter car souvent peu motivés et déçus.

5.2 Pré requis à l'adaptation

Le médecin doit prendre le temps d'apprendre à connaître son patient : sa profession, ses loisirs, son environnement, ses besoins visuels... afin de cibler ses attentes vis-à-vis de son nouvel équipement.

Une blépharite ou un terrain atopique avec atteinte palpébrale doivent être traités en amont. En effet ceux ci sont responsables d'un film lacrymal de mauvaise qualité pouvant provoquer l'encrassement des lentilles conduisant à un échec d'adaptation.

Certains patients chez qui le kératocône est très asymétrique préféreront rester en lunettes car ils jugent le gain d'acuité visuelle faible.

Il faut également procéder à un examen ophtalmologique complet, une pathologie surajoutée pourrait conduire à un échec hâtif d'adaptation en cas de non amélioration de l'acuité visuelle.

L'adaptation repose donc sur un trépied clinique conditionnant le choix de la première lentille :

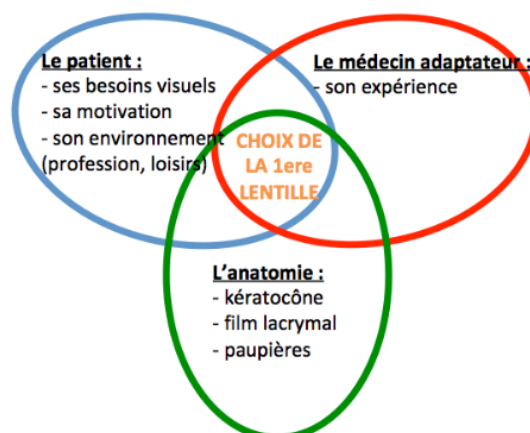


Figure 22. Trépied clinique conditionnant le choix de la première lentille chez le patient kératocône (source rapport SFOALC 2015)

5.3 Analyse du kératocône

La kératométrie et l'examen en lampe à fente sont deux éléments permettant de classer les niveaux de gravité du kératocône.

Comme décrit précédemment la classification de Krumreich permet d'apprécier la gravité du kératocône en 4 stades.

Une classification à partir de la kératométrie est utile pour le contactologue :

Stades	Kératométrie moyenne Km
Stade 1 débutant	Sup à 7,50 mm
Stade 2 modéré	7,50 - 6,70 mm
Stade 3 évolué	6,70 - 6,10 mm
Stade 4 avancé	< 6,10 mm

Figure 23. Classification kératométrique

Topographie cornéenne

Différents éléments topographiques sont à analyser :

- **le centrage du cône** : localisation du cône par rapport aux 3mm centraux, soit l'axe visuel
- **les pentes du cône**, plutôt douces ou abruptes
- **la taille du cône** : en bouton central ou Nipple Cône ou à base large

Au CHU de Lille, un topographe type ORBSCAN® est utilisé.

La carte tangentielle donnera une représentation plus fiable et sera préférée aux cartes axiales par le contactologue.

Type de kératocône	Kératocône débutant (Km>7,5)	Kératocône modéré à évolué (Km<7,5)
Type de lentille	Essai d'une lentille sphéro-asphérique	En première intention : → lentille multicourbes (à géométrie spéciale kératocône)
Rayon	Adaptation sur le K le plus plat	Adaptation sur le rayon moyen (Km)
Diamètre	Diamètre standard entre 9,2 et 9,6mm	Kératocône centré : Ø entre 8,5 et 9,0mm Kératocône décentré : Ø >9,3mm
	Si adaptation non satisfaisante, bords trop serrés et appui central : → Passage à une lentille multicourbes	Si adaptation non satisfaisante : Serrage périphérique : modification EL Si toujours insatisfaisant : passage à des lentilles sclérales ou cornéo sclérales

Figure 24. Algorithme d'adaptation en fonction de la kératométrie – source rapport SFOALC 2015

5.4 Cas particulier

En cas de kératocône **type Nipple cône** (apex du cône dans les 1mm du centre de la cornée et aux bords rapides), il sera conseillé d'utiliser la lentille **ROSEK2 NC**, adaptée avec sa petite zone optique.

5.5 Analyse de la lentille choisie sur l'œil

Un fois la première lentille choisie selon les règles d'adaptation propre à chaque laboratoire la lentille sera posée sur l'œil, avec l'aide d'une goutte d'oxybuprocaine pour la première pose.

La fluorescéine va colorer le **ménisque de larme** et permettre d'évaluer les rapports de la lentille à l'épithélium cornéen, ainsi que la réaction de ce dernier (empreintes, érosions, ou zones de souffrance).

L'analyse sera dans un premier temps statique puis dynamique.

Afin d'effectuer une bonne analyse a l'aide de la fluorescéine il est conseillé de :

- n'instiller qu' 1 à 2 gouttes de colorant
- d'attendre quelques secondes avant d'analyser l'image,
- de recentrer la lentille manuellement par l'intermédiaire des paupières en cas de décentrement
- d'associer un filtre jaune à la lumière bleu cobalt qui permettra de dépister les plus minimes ulcérations de kératite ponctuée superficielle

5.6 Adaptation de la lentille

Chez le patient atteint de kératocône il faudra :

- **éviter tout appui au sommet du cône**

En cas d'appui central, il faudra **resserrer** le rayon par pas de 0,10 mm jusqu'à trouver la première clairance apicale permettant le passage des larmes au sommet du cône lors du clignement.

En cas de lentille trop serrée, **aplatir** le rayon par pas de 0,10mm.

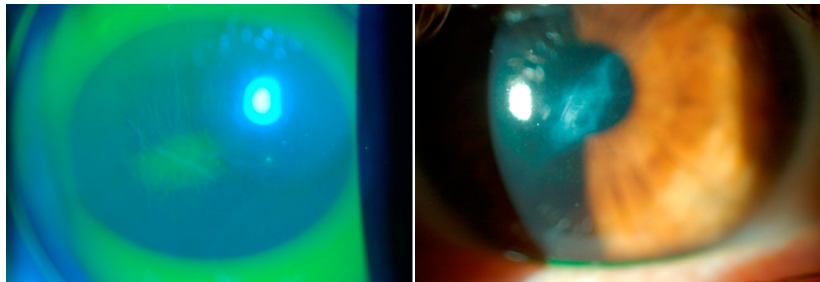


Figure 25 Appui au sommet du cône provoquant des opacités cornéennes (remerciements au Dr Françoise ERNOULD pour ces photos-CHU de Lille)

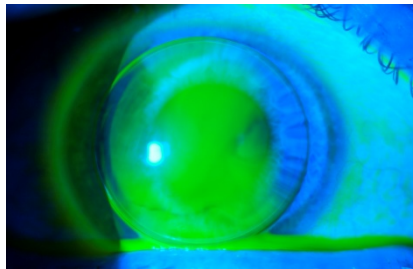


Figure 26 Lentille trop serrée, trop de fluo au centre, appui en périphérie (remerciements au Dr Françoise ERNOULD pour ces photos-CHU de Lille)

- **éviter tout serrage périphérique**

Après avoir déterminé le bon rayon de courbure, il faut s'intéresser aux dégagements périphériques de la lentille. Ceux-ci aident au renouvellement lacrymal sous la lentille.

En cas de serrage périphérique il faut **ouvrir les dégagements (ou edge-lift)** en se référant aux conseils de l'assistance technique de chaque laboratoire



Figure 27. Possibilité de modification du dégagement, ou Edge-Lift (document Menicon)

5.7 Analyse dynamique

Centrage et mobilité

La lentille rigide sur k eratoc one bouge mod erement (3   4 mm) et doit revenir rapidement à sa position initiale. On peut l'apprécier avec ou sans fluorescéine.

Le centrage doit être optimal. On peut tolérer un léger décentrement inférieur à condition de vérifier qu'il n'existe pas de marquage inférieur en « coup de b che ».

Si la lentille se décentre trop malgré une bonne image à la fluorescéine, le diamètre est à modifier.

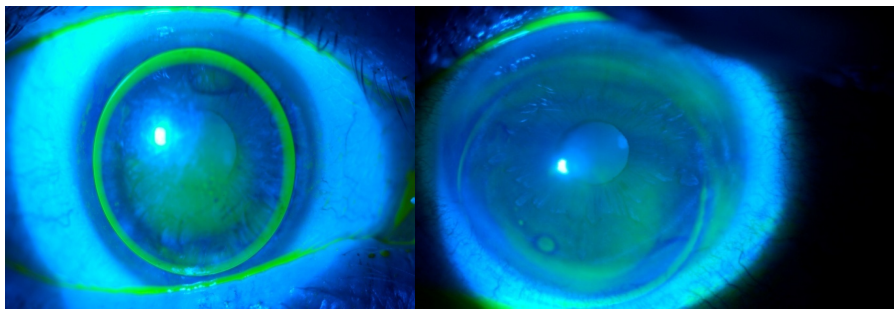


Figure 28 Image de gauche lentille trop serrée, ventous e, image de droite marquage après retrait de la lentille (remerciements au Dr Françoise ERNOULD pour ces photos-CHU de Lille)

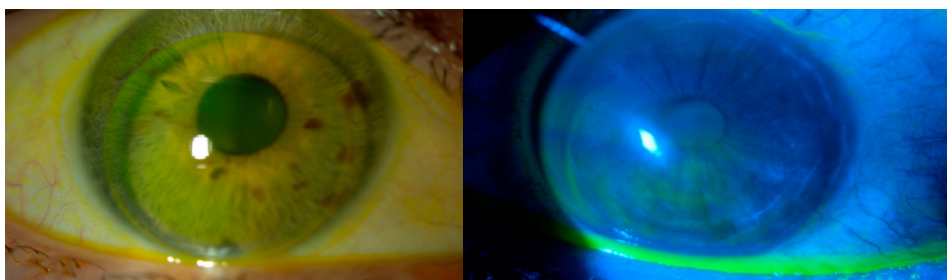
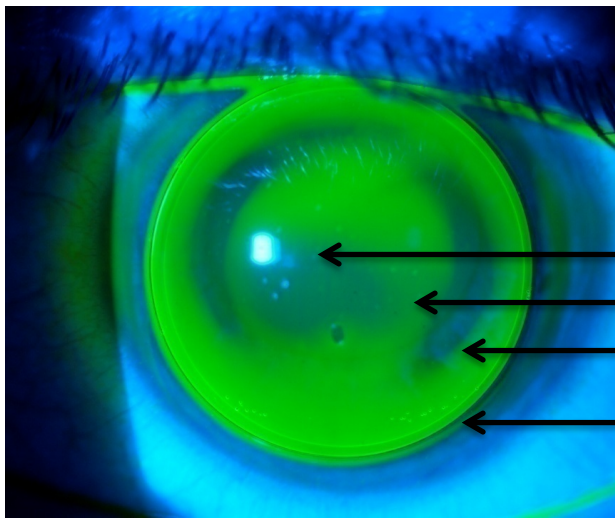


Figure 29 Lentille décentrée et coup de b che inférieur sous la forme d'une empreinte fluo plus (remerciements au Dr Françoise ERNOULD pour ces photos-CHU de Lille)

L'image idéale recherchée lors de l'adaptation d'un kératocône est le triple appui ou image en cocarde :



- 1- Léger appui central laissant passer les larmes au clignement
- 2- Anneau de fluorescéine
- 3- Zone d'appui modéré en périphérie de la lentille
- 4- Dégagements périphériques bien ouverts

Figure 30. Image en triple appui (remerciements au Dr Françoise ERNOULD pour ces photos-CHU de Lille)

6. Cas difficiles à adapter

En cas d'intolérance trop importante ou d'échec des lentilles multicourbes, d'autres géométries peuvent être proposées :

- lentilles hybrides,
- lentilles cornéo-sclérales ou sclérales,

Cela concerne les kératocônes évolués avec un bombement majeur ou décentrés.

La lentille rigide sera alors instable et source d'inconfort.

Il en est souvent de même pour les patients ayant bénéficié de la pose d'anneaux intra-cornéens ou d'une kératoplastie transfixiante.

Enfin les patients atteints de kératocônes très asymétriques dont l'adaptation d'un seul œil sera nécessaire ont souvent des difficultés de tolérance.

6.1 Adaptation des lentilles hybrides

Le premier temps de l'adaptation est le même que pour les lentilles rigides. L'objectif est de trouver l'image en cocarde, lentille centrée par les doigts entre les paupières.

La lentille restera tout de même trop mobile ou mal tolérée par le patient.

Une collerette en silico-hydrogel sera alors ajoutée à la lentille rigide afin d'augmenter sa stabilité.

Lors de l'essai de la lentille hybride, l'analyse en fluorescéine se fera à l'aide de fluorescéine à grosses molécules afin de ne pas colorer la collerette.

L'évaluation de la jupe voudra retrouver une mobilité identique à celle d'une lentille souple :

- si la lentille est trop peu mobile elle sera alors **ventousée et cela signera une jupe trop serrée**
- une lentille trop mobile, un soulèvement de la jupe, ou l'entrée de bulles sous la collerette témoigneront **d'une jupe trop ouverte**

Au retrait de la lentille, une analyse de la cornée à la fluorescéine avec filtre jaune recherchera une atteinte cornéenne.

En cas de kératite ponctuée centrale, la lentille est trop plate ; si l'atteinte est périphérique, la lentille est trop serrée.

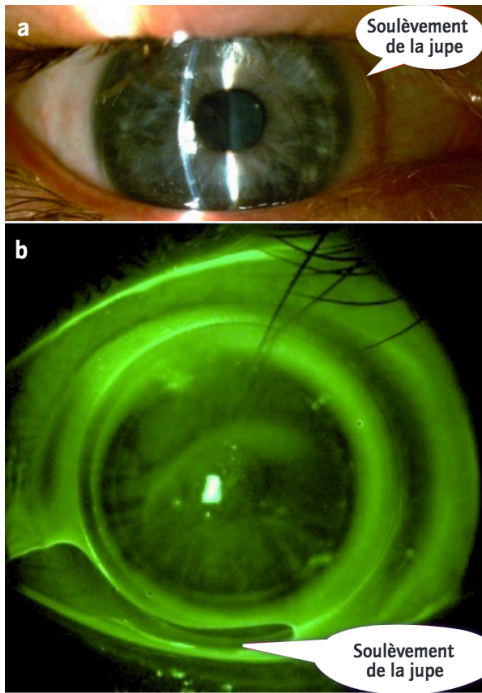


Figure 31. Lentille hybride trop plate

Adaptation de l'AirKoneTm.

Exemples de jupes trop plates, soulevée en haut (a) et soulevée à un grade plus élevé en bas (b) avec entrée d'air (image après fluo grosses molécules).

Source : rapport des avancées en contactologie 2015

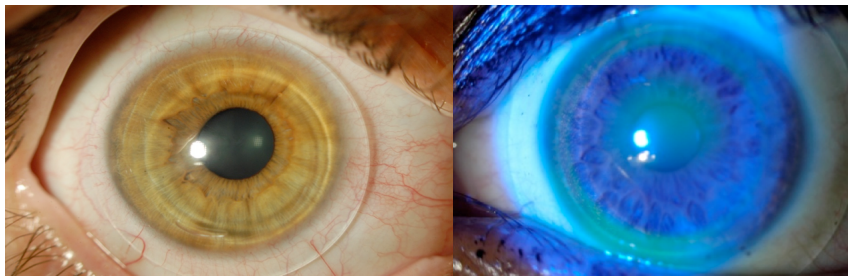


Figure 32 Lentille hybride bien adaptée

6.2 Adaptation des lentilles cornéo sclérales et sclérales

À la première pose, la lentille est remplie de sérum physiologique et de quelques gouttes de fluorescéine.

L'adaptation va se dérouler en 3 étapes :

Choix du diamètre de la lentille

Celui ci doit être choisi en fonction de la taille de l'œil du patient, à la profondeur des culs de sacs conjonctivaux et en fonction de la pathologie du patient.

Les différents laboratoires proposent différentes gammes de taille allant de 15,00 à 18,00mm.

Choix de la flèche

Le ménisque de larmes représente l'importance de l'interface liquidienne entre la cornée et la lentille. Obtenir un ménisque de larmes optimal est une condition sine qua non au confort et à la bonne qualité de vision du patient

Un ménisque de larmes insuffisant entrainera un inconfort en raison d'un potentiel contact de la face postérieure de la lentille avec la cornée.

A l'inverse, un ménisque de larmes trop important entrainera une dégradation de la qualité de vision et des performances d'oxygénation.

Le ménisque de larmes idéal doit correspondre à une demi cornée (200 à 250 microns).

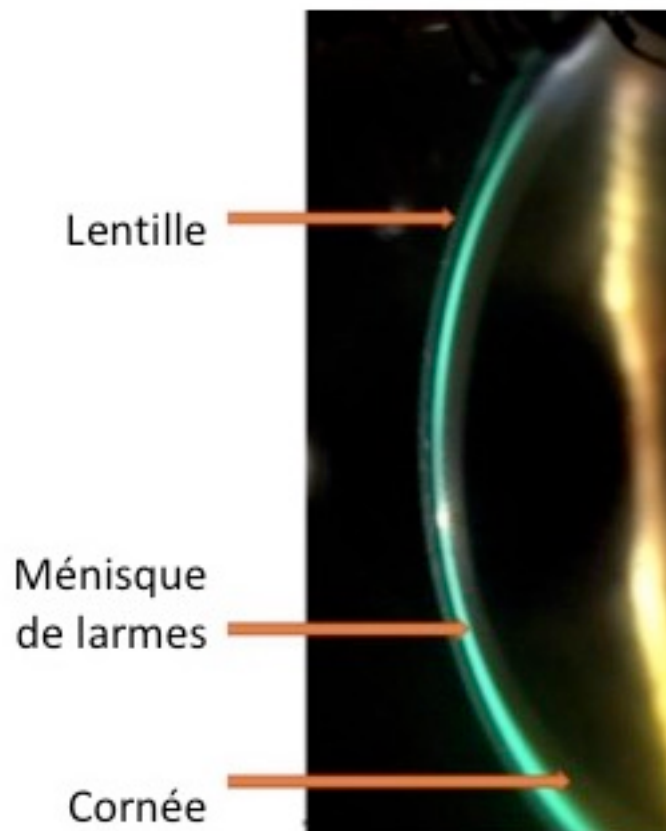


Figure 33. Ménisque de larmes lentille sclérale – Remerciements au Dr M. Sigaux pour cette image

Ajustement des appuis scléaux

L'appui de la lentille sur la conjonctive et la sclère sous-jacente **ne doit pas entraîner de blanchiment ou d'interruption vasculaire.**

L'adaptation doit être **réévaluée après 4h de port.**

Une **ouverture périphérique de manière circonférentielle ou de manière localisée** pourra être réalisée en cas de serrage trop important des bords. A l'inverse en cas de bâillement périphérique, de passage de bulles ou de décentrement de la lentille **les bords seront resserrés.**

Manipulations

Un apprentissage des manipulations est nécessaire chez les patients.

La lentille doit être **remplie de sérum physiologique**.

La pose s'effectue à l'aide d'une ventouse large (DMV Maxi cup).

Le patient doit se positionner avec la tête penchée en avant, et écarter ses paupières. Il doit ensuite vérifier immédiatement l'absence de bulles sous la lentille.

La dépose de la lentille s'effectue avec une petite ventouse placée en périphérie de la lentille (DMV ultima).

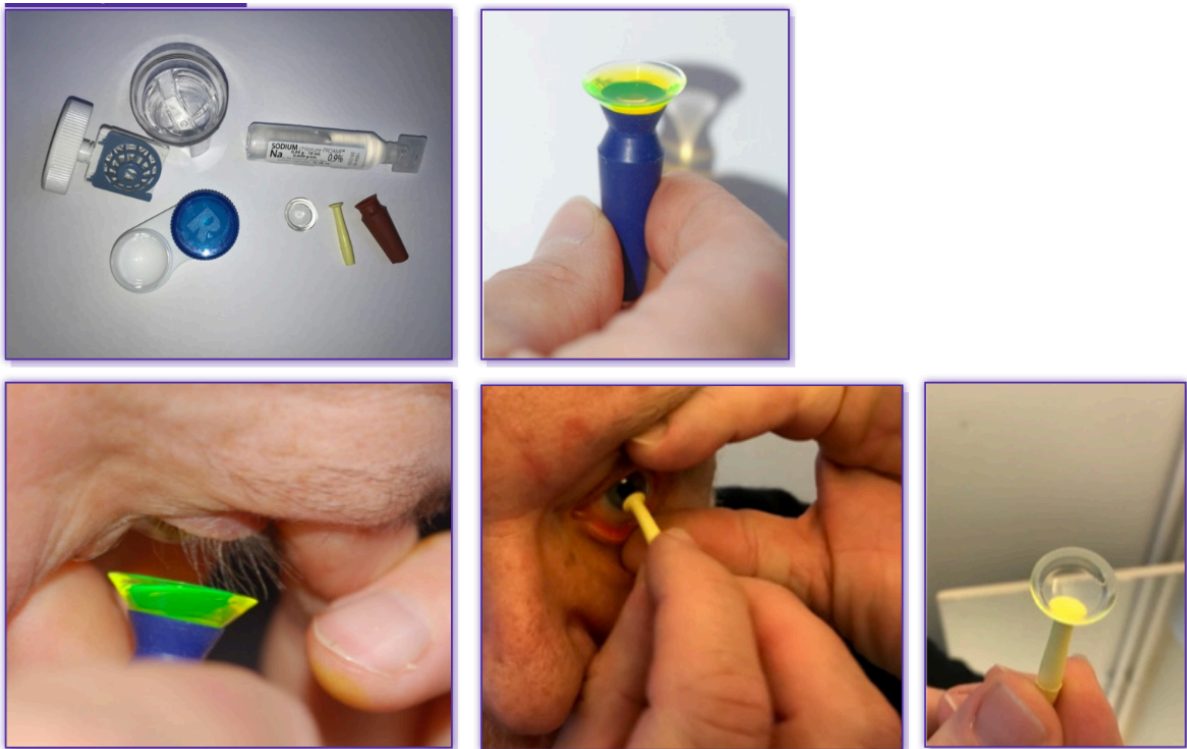


Figure 34. Matériel adapté pour la manipulation d'une lentille sclérale. Utiliser des ventouses adaptées à remplir de sérum physiologique lors de la pose (F.Ernould- Rapport SFOALC 2015)

7. Contre indications au port de lentilles

Le seul réel frein serait le retard mental, une trisomie 21 sévère avec des frottements incontrôlables, un patient très agité rendant les manipulations impossibles.

L'atopie sévère avec blépharite évoluée n'est pas une réelle contre indication, un traitement avant adaptation sera cependant nécessaire.

La présence d'opacités cornéennes n'est pas une contre indication. Cependant des opacités importantes avec remaniement de la surface épithéliale à type d'érosions cornéennes chroniques survenant dans des stades très avancés, sont des contre indications relatives.

La tolérance sera médiocre et la récupération visuelle mauvaise, conduisant à proposer une greffe pour rétablir la transparence de la cornée.

8. L'entretien

L'entretien est différent en fonction du type de lentille. Chaque laboratoire conseille un produit d'entretien pour chaque type de lentille.

▪ Lentilles rigides, cornéo-sclérales ou sclérales

Les lentilles pourront soit être nettoyées et immergées dans une solution multifonction quotidiennement et une déprotéinisation hebdomadaire est ajoutée ; soit être nettoyées par un produit oxydant (peroxyde) ou à base de povidone iodée (cleadow GP ou SL) quotidiennement.

Un nettoyage par savonnage peut parfois être nécessaire dans la journée ou à la dépose en cas de dépôts sur la lentille.

▪ Lentilles Hybrides

En raison de la fragilité de la jupe on devra utiliser une solution multifonctions pour lentilles souples après massage manuel doux dans la paume de la main, puis stockage dans un étui auparavant vidé et séché puis rempli de solution sur le moment.

Un entretien à base de peroxyde est possible avec les matériaux actuels.

Enfin, un nettoyage avec les comprimés de Povidone iodée pour lentilles souples permet d'agir à la fois sur les dépôts gras et protéiques.

Il faut éviter les produits pour lentilles rigides et la déprotéinisation chlorée qui risquent de déformer la jupe irrémédiablement.

9. Lentilles utilisées au CHU de Lille et prix

Nom de la lentille	Laboratoire	Géométrie	Matériau	Renouvellement	Entretien	Prix
MENICON EX-Z	MENICON	Sphéro asphérique	fluorosilicoacrylate	1 an	MENICARE + PROGENT	127 euros/ lentille
AERIA AERIA TI AERIA TE	LCS	- Sphérique - Torique interne/ Torique externe	Optimum 65	< 2 ans	CleaDew GP	170 euros 259 euros
AERIA BT		- Bi torique				316 euros

Figure 35. Lentilles rigides sphéro-asphériques

Nom de la lentille	Indication	Laboratoire	Diamètre	Renouvellement	Entretien	Prix
RoseK2	Kératocones ovales ou pointus	MENICON	7.00 à 11.0 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	De 252 à 282 euros la lentille
Rose K2 PG Géométrie spéciale post greffe de cornée	- DMP, - Kératoglobes - Ectasie post lasik - Post greffe - anneaux intra corneens	MENICON	9.40 à 12.0 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	De 252 à 282 euros la lentille
Rose K2 IC	- Kératocones - DMP, - Kératoglobes - Ectasie post lasik - Post greffe - anneaux intra corneens	MENICON	7.60 à 9.00 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	De 252 à 282 euros la lentille
Rose K2 NC	- Nipple cones	MENICON	9.40 à 12.0 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	De 252 et 282 euros la lentille
AIRKONE	- Kératocônes	LCS	8.10 à 9.30 mm	<2 ans	Cleadew GP ou Oté clean + Multifonction	De 204 à 275 euros la lentille

Figure 36. Lentilles multicourbes (spéciales kératocône)

Nom de la lentille	Laboratoire	Géométrie	Matériau	Renouvellement	Entretien	Prix
EyeBrid Silicone Excel	LCS	Zone centrale Sphériques ou Toriques ou multicourbes avec jupe souple en silico hydrogel	Zone centrale Optimum F50 Jupe Silico hydrogel	Trimestriel ou semestriel	Cleadew soft ou Oté clean(savon) + multifonction	100 euros la lentille

Figure 37. Lentille hybride

Nom de la lentille	Laboratoire	Géométrie	Diamètre	Renouvellement	Entretien	Prix
ROSE K2 XL	MENICON	CORNEO SCLERALE	De 13.0 à 16.0 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	280 à 320 euros la lentille
AKS AKS TORIQUE	LCS	MINI SCLERALE	14.5 à 17.5 mm	<2 ans	CLEADEW GP ou OtéClean + savon multifonction	279 à 299 la lentille
SPOT	LAO	SCLERALE	16.0 à 18.0 mm	Annuel		680 euros la lentille
TIME XL BT	MENICON	MINI SCLERALE	14.0 à 17.5 mm	Annuel	MENICARE + PROGENT	240 à 384 euros la lentille

Figure 38. Lentilles sclérales ou cornéo sclérales

V. Notre étude

Patients et méthode

1. Sélection des patients

Nous avons réalisé **une étude prospective monocentrique au CHU de Lille** chez des patients **atteints de kératocône venus pour une primo adaptation en lentilles entre janvier 2020 et avril 2022.**

Nous avons exclu les patients :

- venant pour renouvellement de leur équipement,
- ayant déjà bénéficié dans le passé d'une adaptation en lentilles rigides
- ayant une pathologie ophtalmologique associée au kératocône et à l'origine d'une baisse d'acuité visuelle : cataracte non opérée, glaucome, pathologie vitéo-rétinienne, neuropathie optique
- un rejet de greffe préexistant limitant l'acuité visuelle
- une contre indication au port de lentilles : kératite infectieuse, pathologie cornéo conjonctivale évoluée altérant la surface oculaire, pathologies palpébrales gênant l'adaptation en lentilles (entropion, ectropion évolués)

L'objectif de l'adaptation en lentilles était une amélioration de l'acuité visuelle ainsi que de la qualité de vie des patients atteints de kératocône.

2. Méthode d'observation

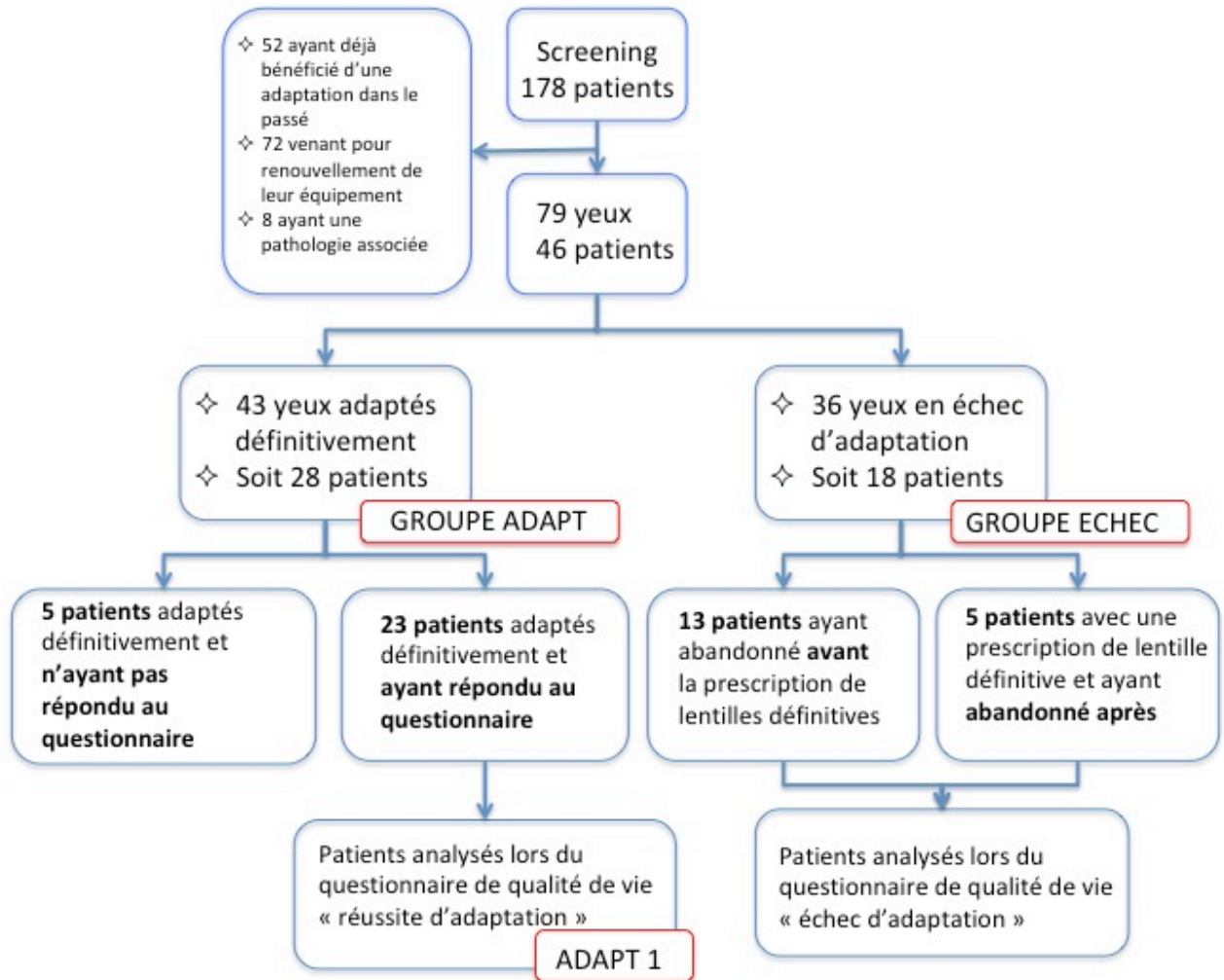


Figure 39. Flow chart

Deux groupes ont été formés :

- groupe patient adapté définitivement, et portant toujours les lentilles lors du dernier contact (téléphonique ou dernière consultation) : **GROUPE ADAPT**
- groupe patient en échec d'adaptation lors du dernier contact (téléphonique ou dernière consultation) : **GROUPE ECHEC**

Pour chaque patient nous avons relevé : le sexe, l'âge moyen de la première adaptation, la présence d'un terrain atopique, la présence de frottements oculaires.

Pour chaque œil inclus ont été recueillies les données suivantes : la présence d'une greffe de cornée, d'anneaux intra cornéens, la réalisation préalable d'un crosslinking, la présence d'opacités, la kératométrie moyenne, le stade du kératocône.

Nous avons déterminé pour chaque œil la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) avant et après adaptation en lentille provisoire et définitive. Nous avons utilisé l'échelle d'acuité visuelle de Monoyer à 5 mètres en mesure décimale.

Plusieurs examinateurs exerçant au CHU de Lille ont adapté en lentilles les patients de cette étude.

La qualité de vie a été évaluée après au moins 6 mois de port par un questionnaire téléphonique.

3. Technique d'adaptation en lentilles

La totalité des patients a été adaptée en lentilles à haute perméabilité à l'oxygène puis suivie par le même ophtalmologiste.

La géométrie de la lentille de première intention était le plus souvent **une lentille rigide multicourbe perméable au gaz pour cornée irrégulière.**

En cas de difficultés d'adaptation (instabilité de la lentille ou mauvaise image à la fluorescéine), l'ophtalmologiste pouvait faire le choix d'une lentille hybride ou d'une lentille sclérale.

Chez certains patients, une lentille hybride ou sclérale pouvait être proposée en première intention pour palier le risque d'échec lié à un confort insuffisant (milieu poussiéreux, œil unique à adapter, porteur de lentilles souples...)

Le choix du rayon de courbure de la première lentille d'essai était guidé par la kératométrie moyenne. L'image à la fluorescéine guidait ensuite l'optimisation des différents paramètres de la lentille : géométrie, rayon, diamètre, dégagements périphériques.

Les lentilles multicourbes ont, pour celles que nous adaptions un diamètre corrélé au rayon choisi qui pouvait être modifié à notre demande pour parfaire l'adaptation.

4. Méthodes d'évaluation des résultats visuels et d'analyses statistiques

5.1 Acuité visuelle

Nous avons d'abord mesuré pour chaque œil la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) avec l'équipement initial (sans correction, avec lunettes ou avec lentilles souples) puis avec lentille. Nous avons utilisé l'échelle d'acuité visuelle de Monoyer à 5 mètres en mesure décimale. Les acuités visuelles (AV) ont ensuite été converties en LogMAR pour les besoins de l'analyse statistique.

5.2 Classification topographique

Le stade du kératocône a été déterminé par la classification de Amsler-Krumeich à l'aide d'un topographe cornéen type ORBSCAN® permettant d'obtenir des cartes topographiques spéculaires et d'élévation :

- Stade 1 :

Myopie et/ou astigmatisme inférieur à 5 dioptries
Puissance cornéenne inférieure à 48 dioptries
Stries de Vogt

- Stade 2 :

Myopie et/ou astigmatisme entre 5 et 8 dioptries
Puissance cornéenne inférieure 53 dioptries
Pachymétrie supérieure à 400 µm

- Stade 3 :

Myopie et/ou astigmatisme entre 8 et 10 dioptries
Puissance cornéenne supérieure à 53 dioptries
Pachymétrie supérieure à 200 µm et inférieure à 400 µm

- Stade 4 :

Réfraction non mesurable
Puissance cornéenne supérieure à 55 dioptries
Opacités cornéennes
Pachymétrie inférieure à 200 µm

5.3 Analyses statistiques

Dans un premier temps, nous avons comparé œil par œil dans **le groupe ADAPT l'acuité visuelle avec équipement initial à l'acuité visuelle avec lentille**, puis déterminé le **gain de lignes d'acuité visuelle obtenu grâce aux lentilles**.

Les comparaisons statistiques ont été faites avec un seuil de significativité de 5%.

Le gain d'acuité avec lentilles provisoires a également été déterminé.

Les mêmes comparaisons ont été effectuées dans **le groupe ECHEC** concernant **l'acuité visuelle initiale et l'acuité visuelle après adaptation en lentilles provisoires** afin de pouvoir déterminer le gain d'acuité provisoire dans ce groupe et le comparer au groupe ADAPT ;

Dans un deuxième temps, nous avons cherché à déterminer si certaines **variables qualitatives** avaient une influence positive ou négative sur l'acuité visuelle avec lentille :

- stade du kératocône
- type de lentille

Pour cela nous avons calculé des coefficients de corrélation et nous avons observé leur significativité afin de mettre en évidence la présence éventuelle d'une association significative entre ces variables qualitatives et l'acuité visuelle avec lentille. Parallèlement, nous avons cherché une association entre ces variables qualitatives et le gain de lignes d'acuité visuelle obtenu avec lentille.

Des analyses en sous groupes en fonction du stade et du type de lentilles ont été effectuées.

5.4 Mode d'évaluation de la qualité de vie après adaptation en lentille

Pour évaluer l'impact de l'adaptation en lentilles chez les patients atteints de kératocône **un questionnaire téléphonique** a été effectué.

Les paramètres suivants ont été étudiés dans **le groupe ADAPT 1** :

- la raison de la volonté d'adaptation,
- le nombre d'heures de port par jour,
- le nombre de jours de port par semaine.

Les patients ont pu évaluer, sur **une échelle de 1 à 10** les paramètres suivants :

- le confort de port,
- la qualité visuelle avec les lentilles,
- l'amélioration par rapport à leur équipement précédent,
- la difficulté dans les manipulations,
- l'impact du coût des lentilles et des produits d'entretien
- la satisfaction globale.

Le paramètre raison de l'échec d'adaptation a été évalué **dans le groupe ECHEC**.

Résultats

1. Epidémiologie

L'étude prospective a porté sur 79 yeux de 46 patients, dont 32 hommes et 14 femmes.

L'âge moyen était de 33,1 ans, avec une médiane à 31 ans, avec des extrêmes allant de 12 ans à 65 ans.

Treize patients (28,2 %) ont été équipés sur un seul œil, et 33 patients (71,7 %) sur les deux yeux.

- **2 groupes ADAPT versus ECHEC**

- 28 patients ont été adaptés définitivement et ont porté leurs lentilles plus de 6 mois. Il s'agit de notre **groupe ADAPT**.

Parmi eux 5 n'ont pas été joignables pour répondre au questionnaire de qualité de vie.

- 18 patients ont présenté un échec d'adaptation : **groupe ECHEC**
 - 13 patients ont abandonné avant la prescription d'une lentille définitive,
 - 5 patients ont abandonné après la prescription d'une lentille définitive présentant une adaptation optimale selon le contactologue.

2. Caractéristiques des 2 groupes

	Groupe ADAPT	Groupe ECHEC
Age	35,1 +/- 11,9	31,1 +/- 12,2
Nombre de greffe	7	1
Nombre de CXL	12	9
Nombre d'opacité	5	2
Nombre d'anneau intra cornéen	0	1

Figure 40. Caractéristique des 2 groupes ADAPT VERSUS ECHEC

2.1 Répartition des stades de kératocône dans chaque groupe

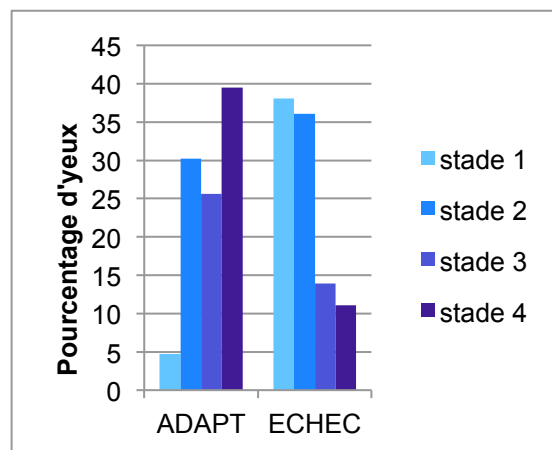


Figure 41. Stade du kératocône en fonction du groupe

Dans le groupe **ADAPT** :

- **les kératocônes de stade 4** représentent 39,5% des yeux.
- 4,7% sont des kératocônes stade 1, 30,2% stade 2 et 25,6% de stade 3 (Fig41)

Dans le groupe **ECHEC** :

- la majorité des yeux étaient atteints **d'un kératocône stade 1** (38,9%),
- 36,1% stade 2, 13,9% stade 3 et 11,1% stade 4. (Fig41)

3. Descriptif du type de lentilles

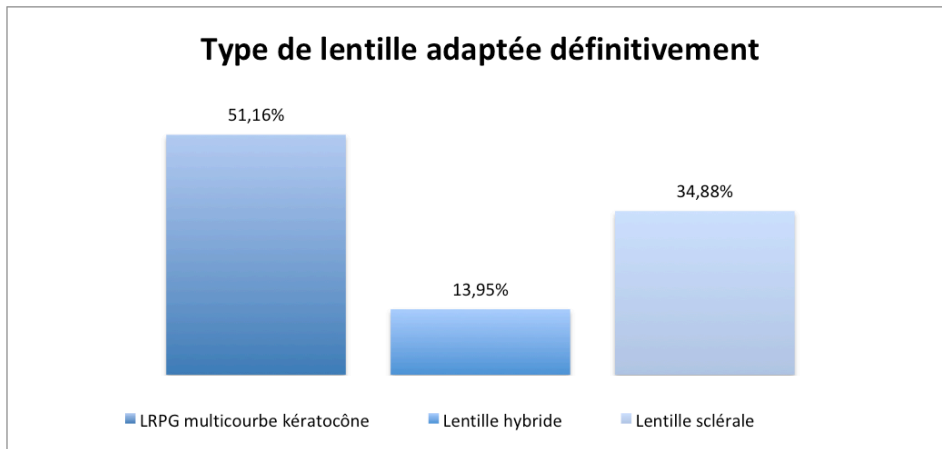


Figure 42. Pourcentage du type de lentille dans notre étude

Les lentilles rigides multicourbes (pour kératocône) sont les plus adaptées, suivies par les lentilles sclérales ou cornéo sclérales (fig.42).

Aucune lentille rigide sphéro-asphérique n'a été adaptée définitivement.

4. Caractéristiques épidémiologiques en sous groupe

2 groupes ont été créés :

- lentilles multicourbes (spéciales kératocône) + lentilles hybrides
- Lentilles scléales ou cornéo-scléales

Les lentilles multicourbes et hybrides ont été regroupées face au faible nombre de lentilles hybrides ne permettant pas d'effectuer d'analyses statistiques significatives.

De plus l'adaptation de la partie rigide de la lentille hybride s'effectue de la même façon que celle d'une lentille rigide multicourbes.

4.1 Répartition des âges en fonction du type de lentilles

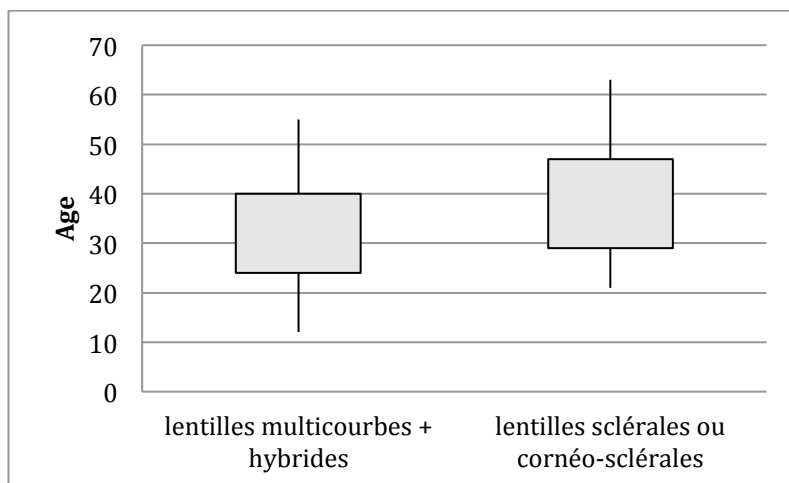


Figure 43. Répartition des âges au sein des groupes lentilles multicourbes+ hybrides versus lentilles cornéo-scléales et scléales

Quand nous comparons les groupes « lentilles multicourbes spéciales kératocône + lentilles hybrides » versus « lentilles cornéo-scléales et scléales », nous retrouvons **une différence significative sur l'âge des patients**, en effet **les patients porteurs de lentilles rigides ou hybrides étaient significativement plus jeunes que les patients porteurs de lentilles scléales (figure 43).**

4.2 Acuité visuelle avant adaptation

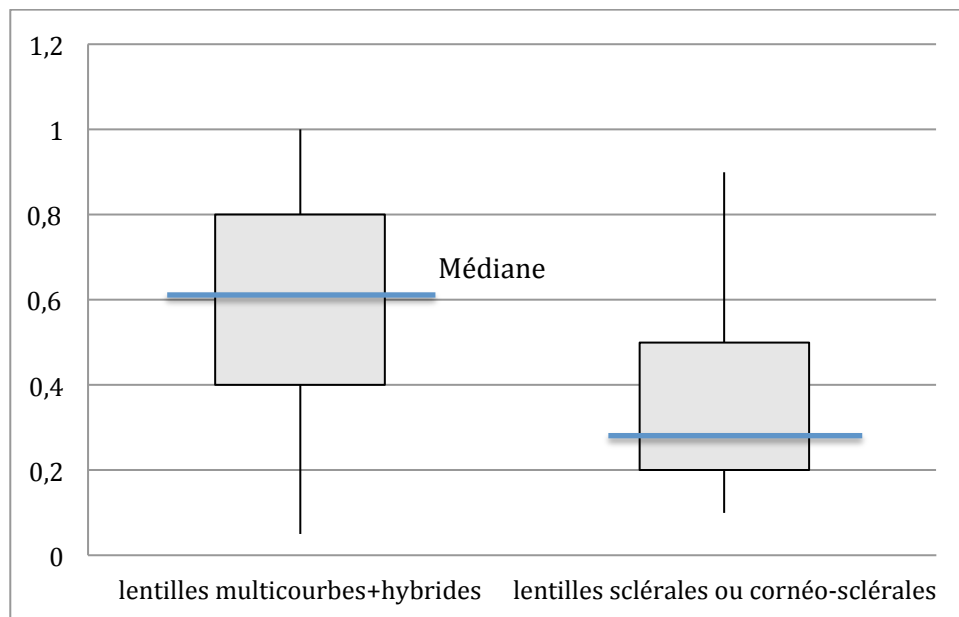


Figure 44 Boîte à moustache acuité visuelle avant adaptation dans les deux groupes

L'acuité visuelle avant adaptation était significativement meilleure dans le **groupe lentilles rigides + hybrides** (médiane : 6/10) que chez les yeux adaptés en lentilles sclérales ou cornéo-sclérales (médiane : 3/10).

4.3 Nombre de consultations

Le nombre de consultations avant adaptation définitive est significativement plus élevé pour **les lentilles sclérales ou cornéo-sclérales** que pour le groupe lentilles rigides et hybrides.

4.4 Acuité visuelle après adaptation

Nous ne retrouvons pas de différence significative sur l'acuité visuelle après adaptation entre les 2 groupes.

5. Objectif principal : comparaison des moyennes d'acuités visuelles mesurées avec lunettes et avec lentilles

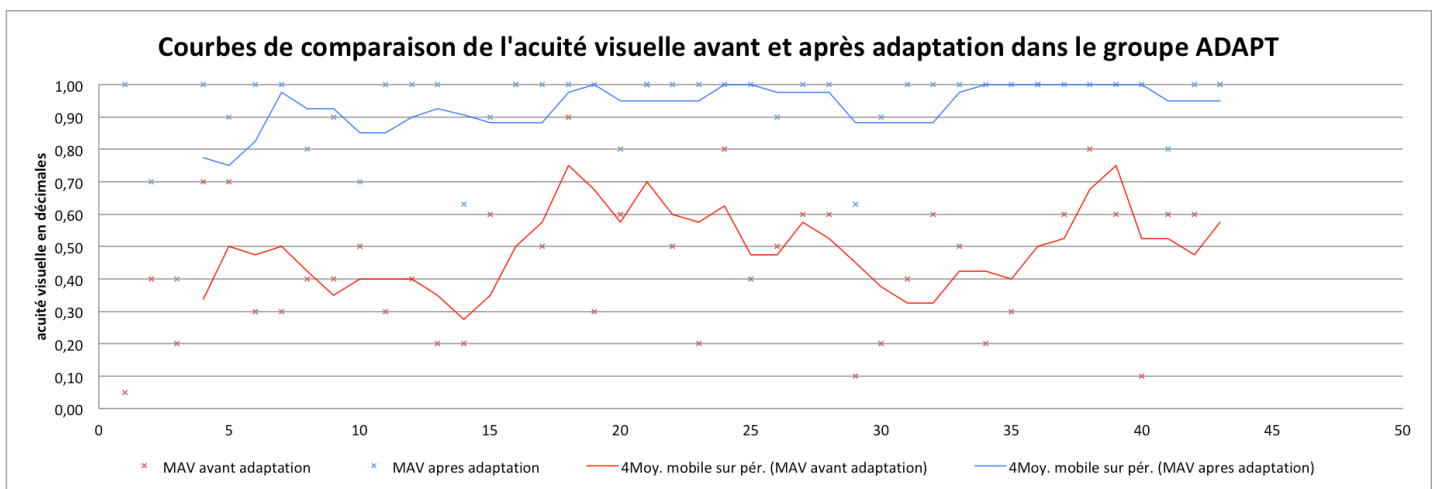


Figure 45: Comparaison de l'acuité visuelle avant et après adaptation

— Moyenne mobile sur période de la meilleure acuité visuelle avant adaptation en lentille
— Moyenne mobile sur période de la meilleure acuité visuelle après adaptation en lentille

- Dans la population **ADAPT** :

La comparaison des moyennes d'acuité visuelle avant (4,2/10) et après adaptation (9,3/10) montrent une différence très nettement significative.

La figure 46 compare les moyennes de **meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) avant et après adaptation en Log Mar.**

La figure 47 reproduit les mêmes résultats de moyennes d'AV en LogMar converties en décimales pour plus de lisibilité.

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	P value
MAVC LogMar avant adaptation	0,37	0,30	0,0	1,3	P < 0,0001
MAVC LogMar Lentilles	0,03	0,08	0,00	0,4	

Figure 46. Comparaison des moyennes de meilleures acuités visuelles corrigées en LogMAR avant et après adaptation en lentilles

	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	P value
MAVC décimale avant adaptation	4,2/10	0,5	1/20	10/10	P < 0,0001
MAVC décimale Lentilles	9,3/10	0,8	4/10	10/10	

Figure 47. Comparaison des moyennes de meilleures acuités visuelles corrigées en décimale avant et après adaptation en lentilles

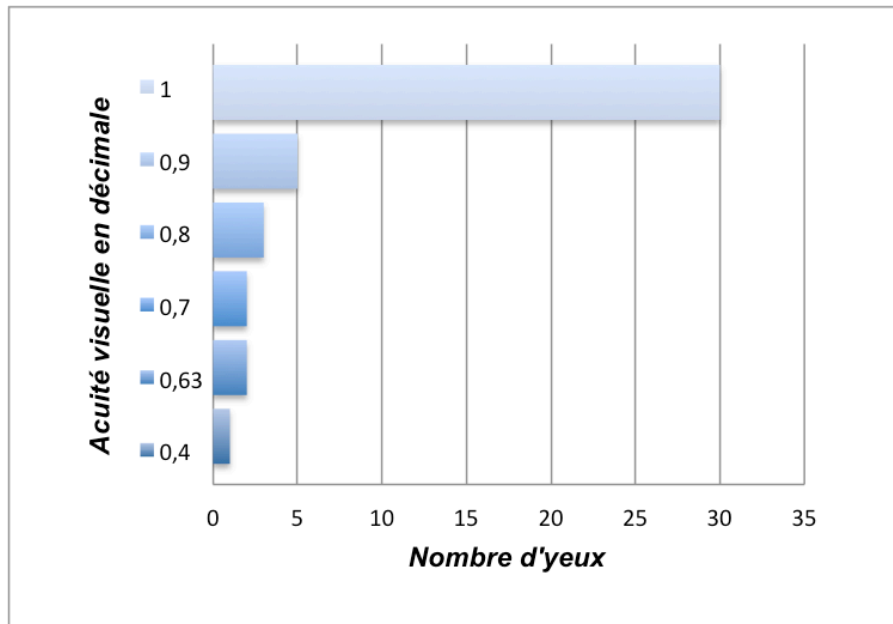


Figure 48 Répartition de l'acuité visuelle en décimale post adaptation dans le groupe ADAPT

La figure 48 montre la répartition de l'acuité visuelle corrigée après adaptation dans le groupe ADAPT sur un total de 43 yeux.

30 yeux sur 43 ont une acuité visuelle à 10/10 post adaptation dans le groupe ADAPT.

5.1 Gain de lignes d'acuité visuelle post adaptation dans le groupe ADAPT

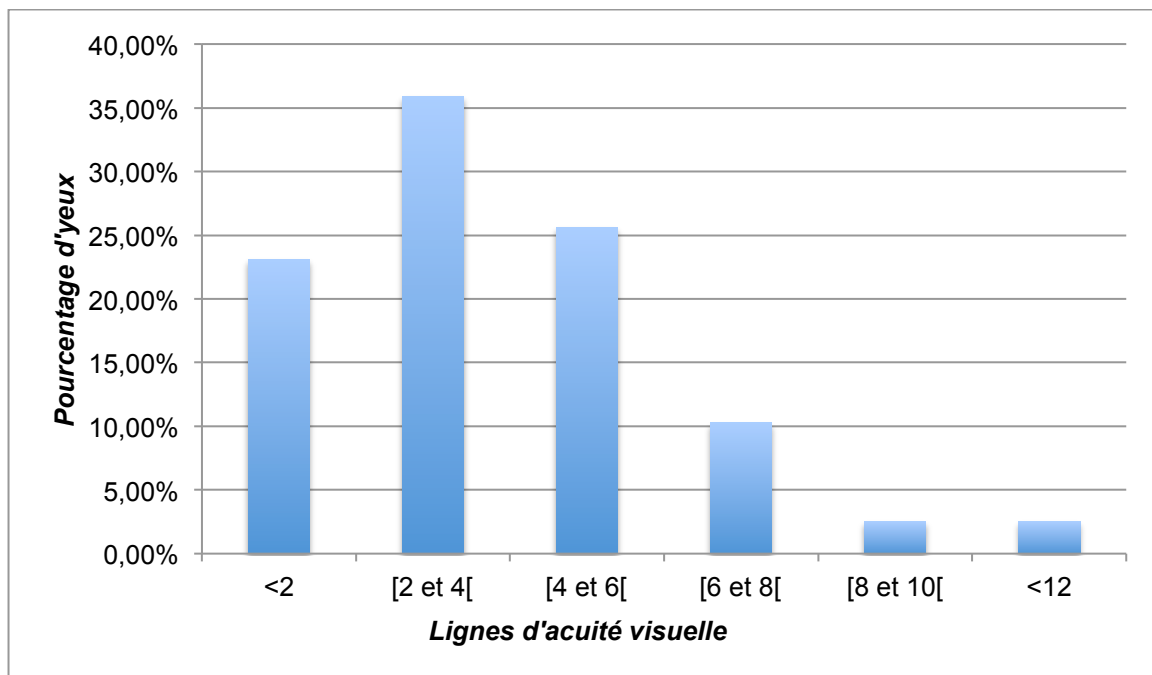


Figure 49. Répartition du gain de ligne d'acuité visuelle après adaptation dans le groupe ADAPT en échelle LogMar

La figure 49 montre la répartition du gain de lignes d'acuités visuelle en LogMar après adaptation en lentille dans le groupe ADAPT.

On constate que :

- 75% des yeux ont gagné 2 lignes ou plus d'acuité visuelle LogMar,
- **plus de 50% des patients ont gagné entre 2 et 6 lignes d'acuité visuelle Log Mar.**

5.2 Répartition des acuités visuelles en fonction du groupe ADAPT versus ECHEC avant et après adaptation

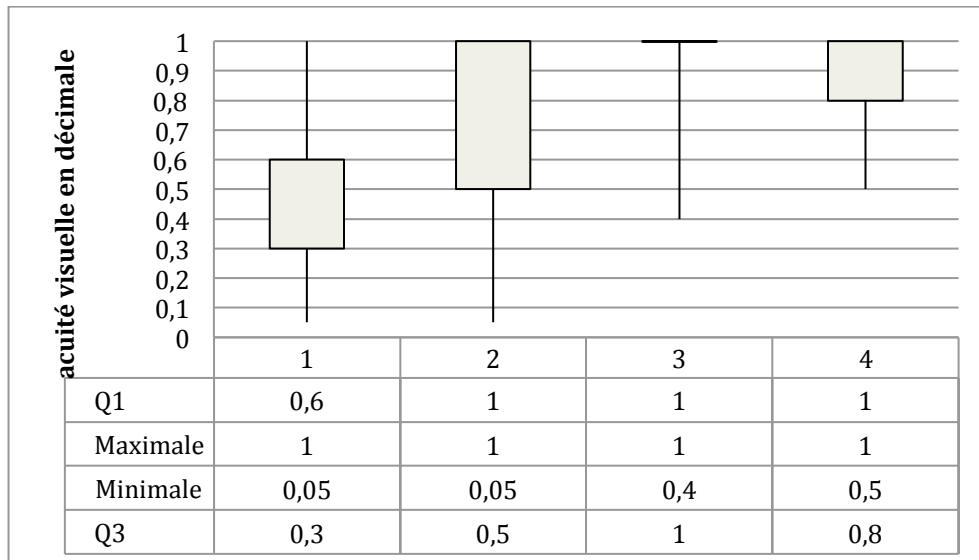


Figure 50. Répartition des acuités visuelles en fonction du groupe et de la correction optique en décimale après conversion à partir du calcul fait en LogMar

1. Meilleure acuité visuelle avant adaptation dans le groupe ADAPT
2. Meilleure acuité visuelle avant adaptation dans le groupe ECHEC
3. Meilleure acuité visuelle après adaptation dans le groupe ADAPT
4. Meilleure acuité visuelle après adaptation dans le groupe ECHEC

La figure 50 représente la répartition des acuités visuelles avant et après adaptation dans les groupes ADAPT et ECHEC ($p=0,009$).

L'acuité visuelle est significativement moins bonne avant adaptation dans le groupe ADAPT que dans le groupe ECHEC.

5.3 Amélioration de l'acuité visuelle

Il y a une amélioration significative de 0,34 LogMar entre l'acuité visuelle avant adaptation et après adaptation chez les patients adaptés définitivement (0,34 (0,26 ;0, 42) $p<0,0001$).

Dans le groupe ECHEC il y a une différence de 0,19 logMAR soit entre la MAV avant adaptation et après adaptation initiale (0,09 ;0,28) $p= 0,0003$)

5.4 Influence sur les résultats visuels de certaines variables quantitatives

Un test de nullité du coefficient de corrélation des rangs de Spearman a été effectué.

Recherche d'associations entre variables quantitatives et l'acuité visuelle après adaptation.

Variable quantitative	Coefficient de corrélation	P value
Stade du kératocône	0,13	0,39
Km (en mm)	-0,35	0,056

Figure 51. AV post adaptation et variables quantitatives (résultats en échelle LogMar)

Comme le montre le tableau ci dessus il n'y a pas de corrélation significative entre le stade de kératocône ou le Km et l'acuité visuelle après adaptation.

Recherche d'associations entre variables quantitatives et gain de lignes d'acuité visuelle après adaptation.

Nous nous sommes ensuite intéressés non pas à l'acuité visuelle avec lentille, mais à la **progression en nombre de lignes d'acuité visuelle logMAR obtenue avec les lentilles**. Pour cela un test de nullité du coefficient de corrélation des rangs de Spearman a été effectué.

Variable quantitative	Coefficient de corrélation	P value
Stade du keratocône	- 0,38	0,0128
Km (en mm)	0,15	0,4

Figure 52. Gain d'AV et variables quantitatives (résultats en échelle LogMar)

Comme le montre la figure 52 ci dessus nous avons montré une **association significative entre le stade du kératocône et le gain de lignes d'AV avec lentille** : plus le stade est grand plus le gain de lignes d'acuité visuelle LogMar augmente.

Il n'y a pas d'association significative entre le Km et le gain d'AV.

5.5 Influence sur les résultats visuels de certaines variables qualitatives : type de lentille, œil greffé, œil ayant subi un CXL, œil atteint d'opacité

Comparaison des moyennes d'acuité visuelle avec lentille en fonction de variables qualitatives

Nous avons effectué des tests non paramétriques de comparaison de moyennes de Mann et Whitney, et d'analyse de variance de Kruskal-Wallis.

Les analyses ont été effectuées en LogMar et converties en décimales pour plus de lisibilité.

Variables qualitatives	Moyenne d'AV lentille	P value
Type de lentilles :		
Lentilles multicourbes + hybrides	9,3/10	0,8
Lentilles cornéo-sclérales ou sclérales	9,3/10	
Greffe :		
Œil greffé	9,3/10	0,71
Œil non greffé	9,9/10	
CXL :		
Œil ayant subi un CXL	8,7/10	0,14
Pas de CXL	9,6/10	
Opacité :		
Œil atteint d'opacité	9,1/10	Pas d'analyse statistique car nombre d'évènement trop faible
Pas d'opacité	9,3/10	

Figure 53. AV post adaptation et variables qualitatives (résultats en échelle décimale)

Comparaison des gains de lignes d'acuité visuelle avec lentille en fonction de variables qualitatives

Nous avons effectué des tests non paramétriques de comparaison de moyennes de Mann et Whitney, et d'analyse de variance de Kruskal-Wallis.

Variabiles qualitatives	Médiane de gain de ligne d'AV LogMar	P value
Type de lentilles : Lentilles multicourbes + hybrides Lentilles cornéo-sclérales ou sclérales	0,2 0,5	0,008
Grefe : Œil greffé Œil non greffé	0,37 0,33	0,40
CXL : Œil ayant subit un CXL Pas de CXL	0,25 0,3	0,29
Opacité : Œil atteint d'opacité Pas d'opacité	0,4 0,3	Pas d'analyse statistique car nombre d'évènement trop faible

Figure 54. Gain d'AV post adaptation et variables qualitatives (résultats en échelle décimale)

Nous avons observé un plus grand GAIN de lignes d'acuité visuelle en lentilles cornéo-sclérales et sclérales que dans le groupe lentilles pour kératocône et lentilles hybrides de façon **statistiquement significative** ($p=0,008$).

Il se dessine une tendance à un meilleur gain en lignes d'acuité visuelle avec lentille en cas de kératoplastie. De même, les yeux atteints d'opacités semblaient avoir un meilleur gain en ligne d'acuité visuelle. Cependant, cette étude n'a pas montré d'association significative entre le gain de lignes d'AV après adaptation en lentilles et la présence d'une kératoplastie, d'un CXL ou d'opacité.

6. Etude de qualité de vie

Comme décrit dans la méthode, chaque patient a été contacté par téléphone afin de répondre au Questionnaire de Qualité de Vie (QQV) rédigé pour notre étude.

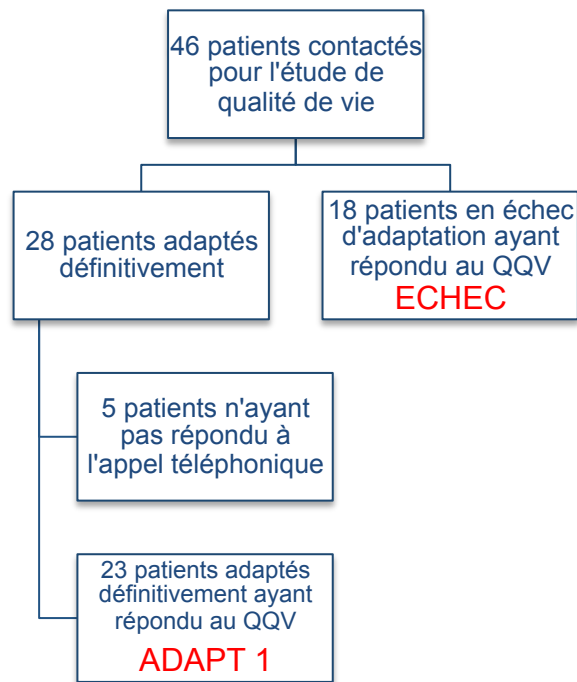


Figure 55. Flow chart, Questionnaire de qualité de vie

6.1 Evaluation de la qualité de vie dans le groupe ADAPT1

Nous avons interrogé tout d'abord les patients sans tenir compte du type de lentille porté.

- Durée de port

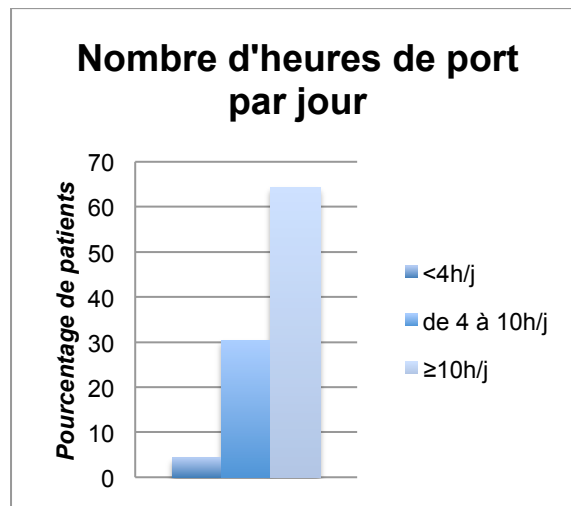


Figure 56. Nombre d'heures de port des lentilles par jour

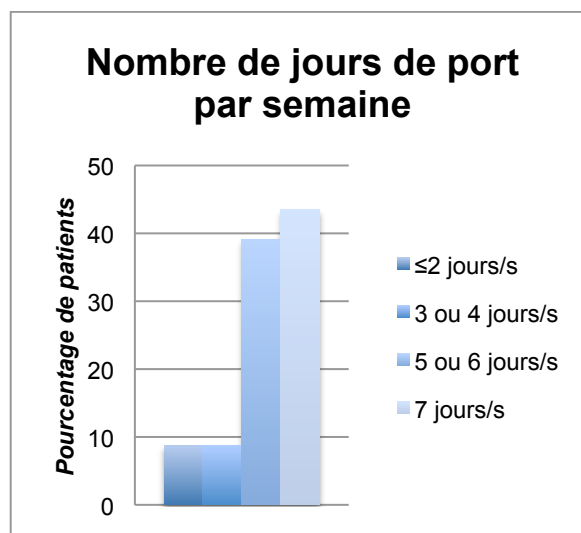


Figure 57. Nombre de jours de port des lentilles par semaine

- **65,2%** des patients portent leurs lentilles 10h ou plus par jour.
- **82,6%** des patients portent leurs lentilles 5 jours ou plus par semaine.

- Raison d'adaptation

100% des patients ont voulu être adaptés en raison d'une acuité visuelle insuffisante avec leur ancienne correction.

- 39,1% ne portaient pas de correction optique, 39,1 % portaient des lunettes et 21,7% des lentilles souples.

- Confort de port

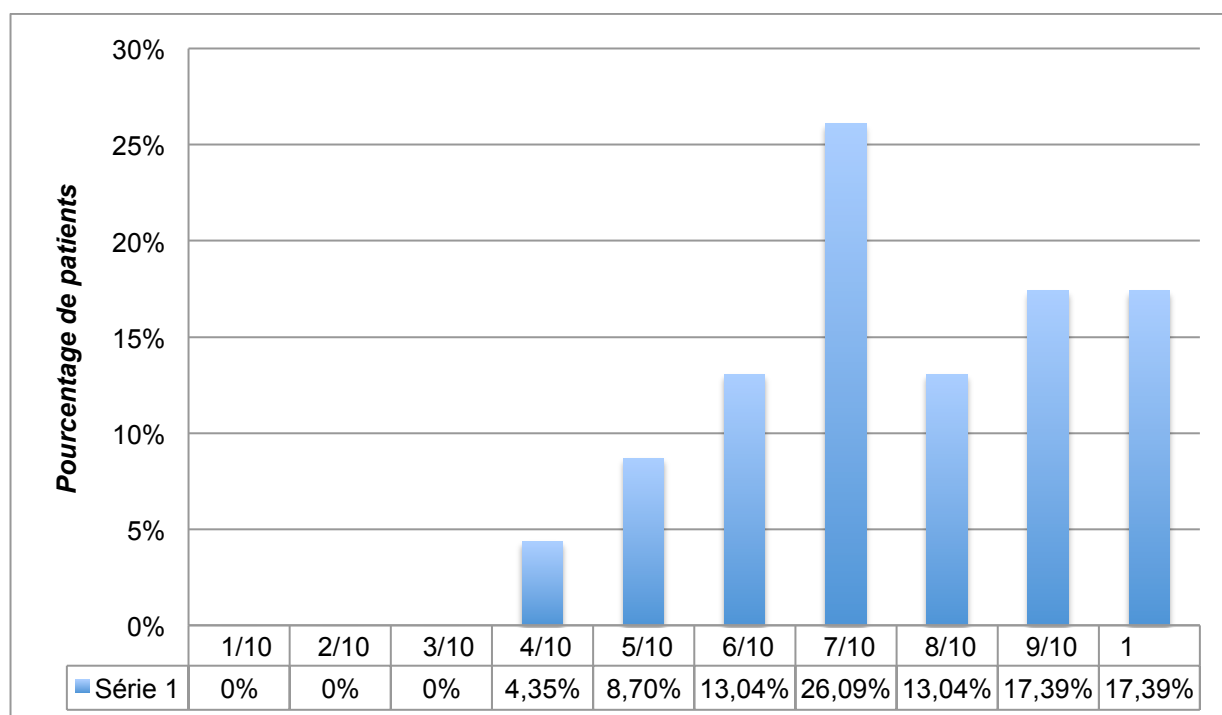


Figure 58. Evaluation du confort de port sur une échelle de 1 à 10

- Sur une échelle de 1 à 10, **73,91% des patients estiment leur confort de port supérieur à 7/10** avec plus d'un tiers des patients qui estiment leur confort entre 9 et 10.
- Aucun patient n'évalue son confort en dessous de 4/10.

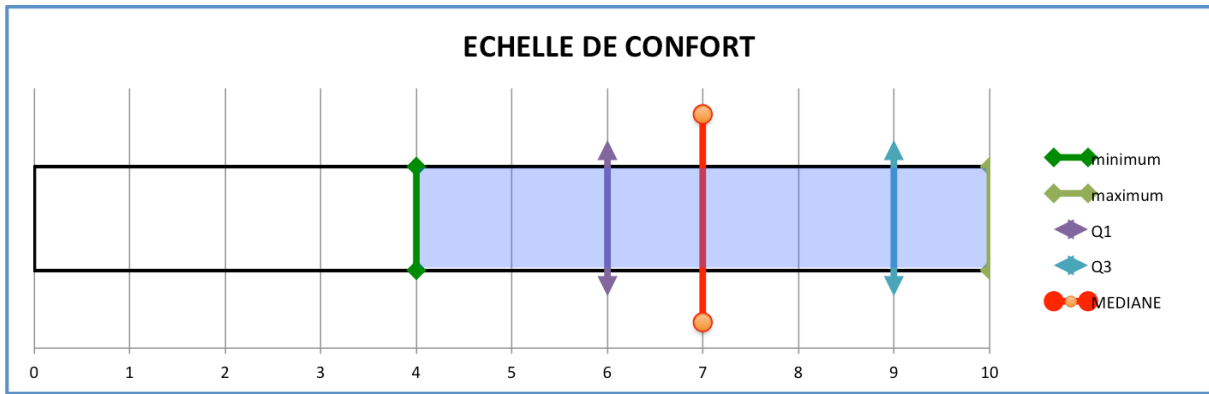


Figure 59. Echelle de confort de port

- Qualité visuelle

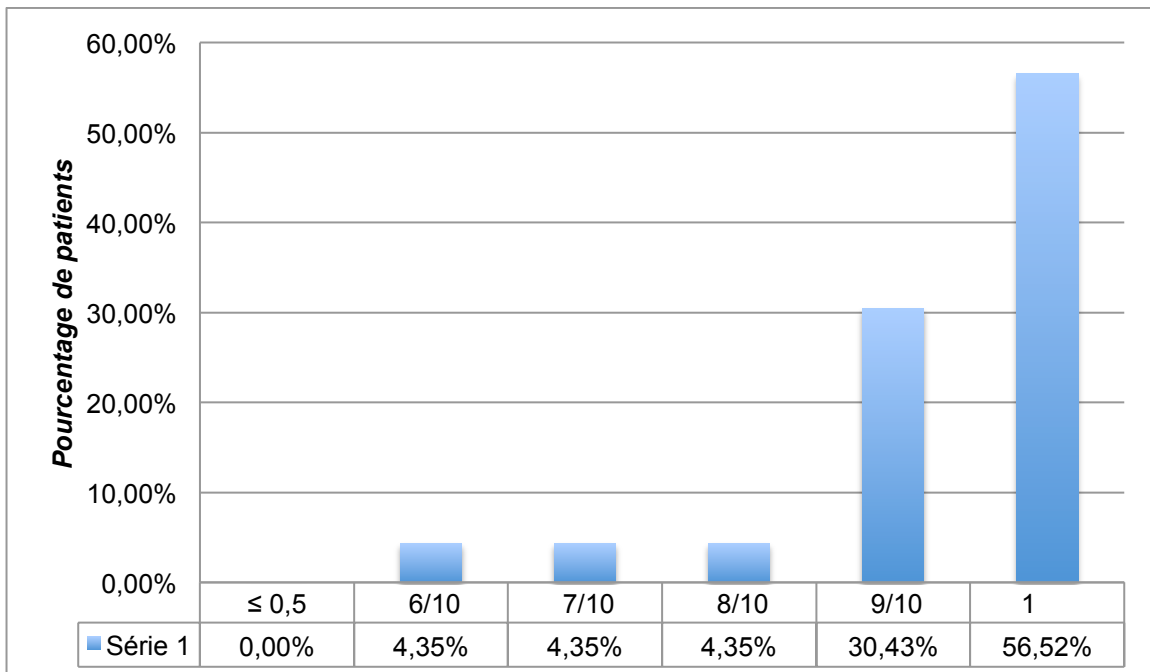


Figure 60. Evaluation de la qualité visuelle sur une échelle de 1 à 10

- Sur une échelle de 1 à 10, **86,95 % des patients estiment leur qualité visuelle entre 9 et 10.**
- Aucun patient n'évalue sa qualité visuelle en dessous de 6/10.
- **La médiane de qualité visuelle est à 10 (9 ;10) avec un minimum à 6.**

- Amélioration de la Qualité visuelle

- Sur une échelle de 1 à 10, 20 patients sur 23 estiment l'amélioration de leur qualité visuelle à 10, avec un minimum à 5/10 pour un patient.

- Manipulations

- Sur une échelle de 1 à 10 (1 signifiant la nécessité d'une aide permanente, 10 aucune difficulté dans les manipulations), **plus de 50% des patients évaluent leur difficulté dans les manipulations à 10.**
- **La médiane se situe à 8/10 (5 ;10).**
- 1 patient a évalué les difficultés dans les manipulations à 1, nécessitant une aide permanente. La réponse au questionnaire de ce patient a été effectuée par sa mère, le patient ayant 12 ans et nécessitant quotidiennement l'aide d'un tiers pour mettre ses lentilles.

- Coût des lentilles et des produits

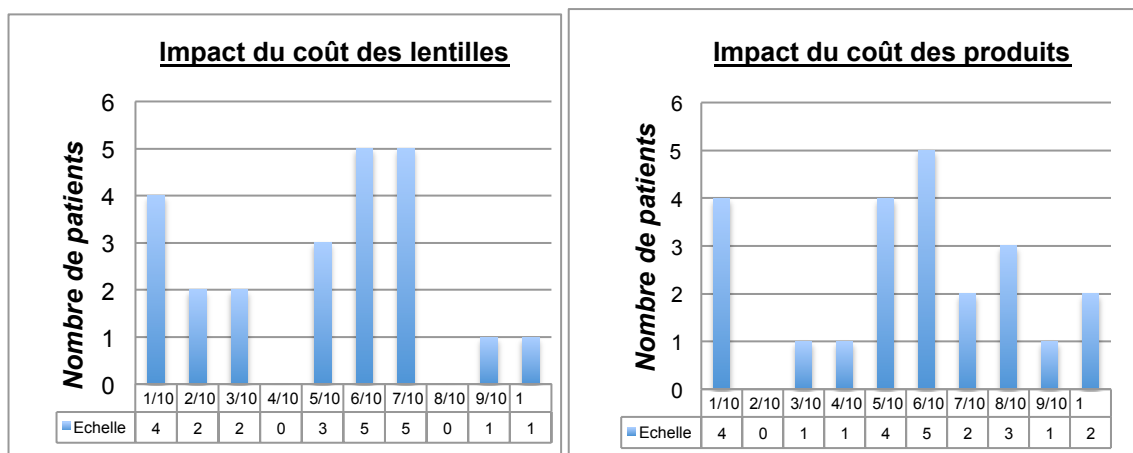


Figure 61: Evaluation de l'impact du coût des lentilles et des produits sur une échelle de 1 à 10

Coût des lentilles

- Sur une échelle de 1 à 10 (1 signifiant aucune difficulté en rapport avec le prix des lentilles, 10 signifiant que le patient songe à changer d'équipement a cause de son coût,), **la médiane se situe à 6/10 (2 ;7)** avec un minimum à 1 et un maximum à 10.
- **52,18% donnent une réponse entre 6 et 10 reflétant la charge financière pour les patients.**
- 2 patients sur 23 songent à changer d'équipement à cause de son coût et seulement 4 patients estiment que ce n'est pas un problème pour eux.

Coût des produits

- Sur une échelle de 1 à 10 (1 signifiant aucune difficulté en rapport avec le prix des produits, 10 signifiant que le patient songe à changer d'équipement à cause de son coût,), **la médiane se situe à 6/10 (4 ;8)** avec un minimum à 1 et un maximum à 10.
- 4 patients songent à changer d'équipement à cause du coût des produits.

- Satisfaction Globale

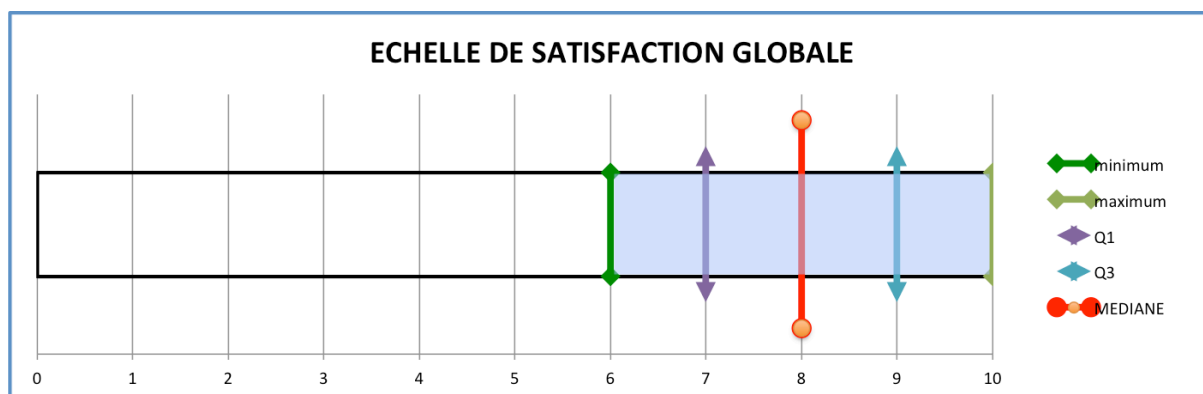


Figure 62: Echelle de satisfaction globale

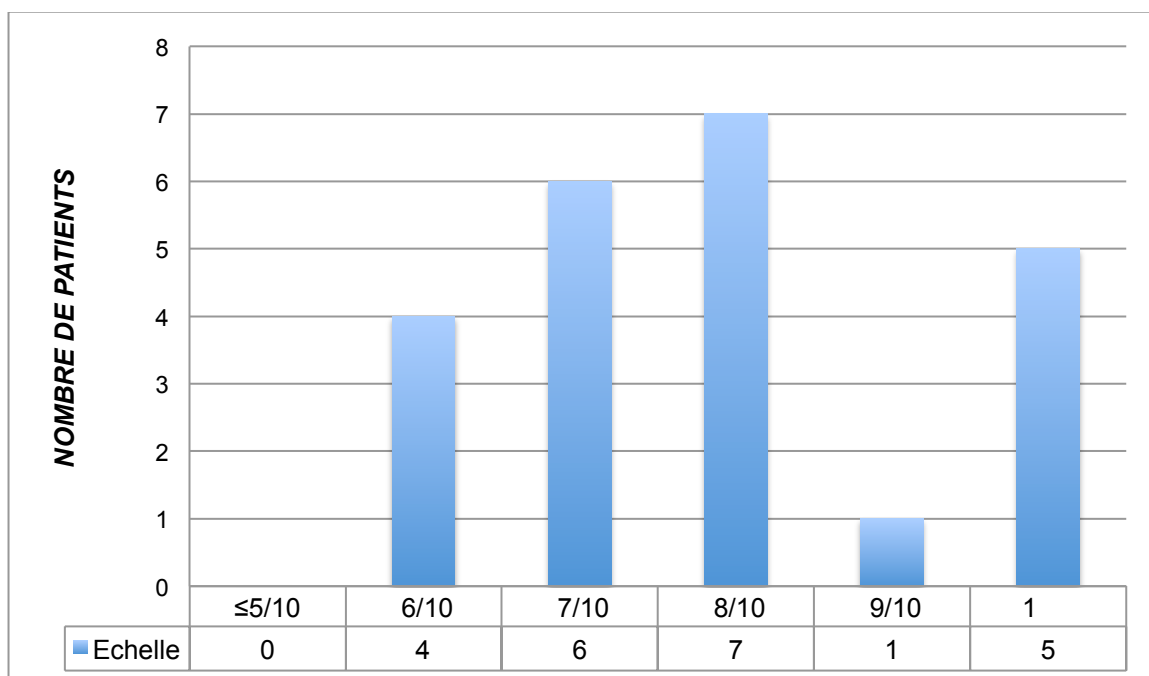


Figure 63: Evaluation de la satisfaction globale des patients sur une échelle de 1 à 10

- Plus de **50 % des patients estiment leur satisfaction globale à propos de leur équipement en lentilles supérieure ou égale à 8/10.**
- 5 patients décrivent leur équipement comme l'équipement idéal.
- **La médiane de satisfaction est à 8 (7 ;9), aucun patient ne donne une note en dessous de 6/10.**

6.2 Comparaison de la qualité de vie dans le groupe lentilles multicourbes (spécial kératocône) et lentilles sclérales ou cornéo sclérales

Pour des raisons statistiques nous n'avons comparé que les groupes lentilles multicourbes (spéciales kératocônes) et lentilles cornéo-sclérales et sclérales, le groupe lentilles hybrides présentant un effectif insuffisant pour des analyses statistiques comparatives.

	Lentilles multicourbes (spéciales kératocône)	Lentilles sclérales ou cornéo-sclérales	p
Heures de port/ jour	8,9 heures/j	11,7 heures/j	0,013
Jours de port/ semaine	5,8 jours par semaine	6,2 jours par semaine	0,53
Confort de port	7,1/10	9,0/10	0,0006
Qualité visuelle	8,9/10	9,8/10	0,01
Manipulations	7,2/10	8,3/10	0,27
Coût des lentilles	4,4/10	6,1/10	0,09
Satisfaction globale	7,6/10	8,5/10	0,08

Figure 64. Comparaison entre les lentilles multicourbes (spéciales kératocônes) et les lentilles sclérales ou cornéo sclérales en terme de qualité de vie

Ces analyses effectuées en vie réelle nous montrent que les patients préfèrent et tolèrent mieux les lentilles cornéo-sclérales et sclérales.

6.3 Evaluation des raisons de l'abandon dans le groupe ECHEC

Dans le groupe en échec d'adaptation constitué de 18 patients, nous avons relevé les raisons d'abandon suivantes :

- 4 patients ont abandonné pour des raisons financières
- 3 patients ont abandonné pour des difficultés de manipulation
- 2 patients ont abandonné pour un bénéfice visuel jugé insuffisant
- 6 patients ont abandonné pour un confort jugé insuffisant
- 1 patient a abandonné car les lentilles nécessitaient un retrait trop fréquent, le patient ne pouvant pas effectuer ses activités sportives avec (natation, boxe)
- 1 patient a abandonné à cause d'un déménagement pendant son adaptation et n'a pas réessayé depuis.
- 2 patients ont abandonné à cause d'un emploi du temps personnel trop chargé pour l'adaptation initiale

DISCUSSION

1. Résultats visuels

Concernant l'objectif principal de notre étude :

Les résultats visuels qui sont obtenus dans notre étude sont très encourageants.

Dans le groupe ADAPT :

- **69,77% des patients ont une acuité visuelle post adaptation à 10/10**
- **81% supérieure ou égale à 9/10**
- L'acuité visuelle moyenne post adaptation est de **9,3/10** après conversion de l'échelle LogMar

Le kératocône concerne une population de patients, jeunes, actifs, avec des exigences fortes en terme d'acuité visuelle.

L'acuité visuelle moyenne avant adaptation à 4,2/10 pour le groupe ADAPT est un **handicap dans la vie professionnelle, scolaire et sociale.**

L'adaptation en lentilles fait gagner en moyenne 3,4 lignes d'acuité visuelle logMar à nos patients.

Source	Type d'étude	Sévérité	MAVC
Weed et al ²⁶	Longitudinale, prospective, observationnelle	K moyen : 50,6D	93% AV >6/9 (0,18logMAR)
Lim et al ²⁷	Rétrospectif	NA	87% AV >6/9 (0,18logMar) Amélioration de 0,6logMar par rapport a l'équipement précédent
Fatima et al ²⁸	Rétrospectif	Minime: 14.4% Modéré: 36.7% Avancé 32.4% Sévère: 16.6%	91% AV ≥ 6/9 (0,18logMar) 99% VA ≥ 6/ 18 (0,48logMar)

Figure 65. Tableau comparant des études évaluant l'acuité visuelle après adaptation chez des patients atteints de kératocônes

Dans notre étude, 93,02% des patients ont une acuité visuelle supérieure ou égale à 0,18logMAR, résultat qui est comparable aux études.

2. Données épidémiologiques

2.1 Age

L'Age moyen des patients atteints de kératocône chez qui une tentative d'adaptation en lentille rigide est effectuée dans notre étude est de 33,1 ans, **avec une médiane à 31 ans.**

Cet âge est comparable avec l'âge des patients dans l'étude CLEK²⁹ (39,3 +/-10,9). Il est par ailleurs plus élevé que l'âge de découverte du kératocône retrouvé par exemple dans l'étude de Ertan A. publié dans Cornéa en 2008³⁰ (28+/-9) .

D'après la conférence de consensus de 2015³¹, cela peut être expliqué par le fait que la priorité est à la gestion de l'évolution du kératocône.

Ce retard dans la prise en charge réfractive peut également être dû :

- à un défaut d'information du patient sur la possibilité d'une correction optique adaptée,
- à un manque de centres proposant l'adaptation en lentilles rigides. En effet sur le territoire du Nord, et du Pas de Calais le seul hôpital public proposant une adaptation pour ce type de lentilles est le CHRU de Lille. Certains contactologues sont par ailleurs installés en ville.
- à de fausses croyances du patient, encouragées parfois par internet (risque d'aggraver le kératocône avec les lentilles, risque pour la greffe...)
- à l'immaturation du jeune patient chez lequel on découvre un kératocône et qui attend pour être adapté (orientation professionnelle, conduite...)

2.2 Sexe

Dans notre étude, nous notons une **prédominance masculine**. Il était anciennement admis que le kératocône touchait les deux sexes à part égale³, des études plus récentes ont montré une légère prédominance masculine^{30, 32} sans explication physiopathologique.

Ces données sont en accord avec les résultats trouvés dans notre étude.

Le kératocône est classiquement décrit comme une pathologie bilatérale et asymétrique. Dans notre étude 28,2% des patients n'ont été adaptés que sur un œil. Seulement un patient présentait un kératocône strictement asymétrique sans signe topographique de kératocône fruste.

2.3 Etude en sous groupes

- Grefe

L'adaptation des patients greffés est un succès dans 87,5% des cas dans notre étude.

Tous les patients ont eu une kératoplastie transfixiante. 1 patient suivi pour sa greffe dans le service a bénéficié d'incisions relaxantes.

Il n'y a pas de différence significative sur l'acuité visuelle post adaptation entre les patients greffés et non greffés.

Le succès de la kératoplastie pour kératocône a été bien établi, avec des haut taux de survie du greffon ; mais elle est aussi associée à des astigmatismes importants qui peuvent limiter ou retarder la réhabilitation visuelle.

Si l'astigmatisme est relativement régulier, la prescription de lunettes ou la chirurgie réfractive³³ peuvent être envisagées.

Néanmoins, les greffes provoquent plus souvent des astigmatismes irréguliers mal corrigés par lunettes.

Ces résultats nous montrent que ces astigmatismes sont corrigeables au même titre qu'un œil non greffé par les lentilles rigides.

Complications

L'adaptation en lentilles des patients greffés est un défi et doit être faite avec précaution et surveillance régulière.

Nous n'avons pas noté de complication ayant conduit à un abandon de l'adaptation chez nos 9 patients greffés. Le patient greffé en échec d'adaptation a abandonné a cause d'un emploi du temps trop chargé pour l'adaptation initiale.

Délai à respecter

Nous autorisons une adaptation dans un délai d'un an après la greffe.

La présence de fils ou du surjet n'est pas un obstacle à l'adaptation, elle nécessitera par contre l'utilisation de matériaux avec une grande perméabilité à l'oxygène et une surveillance particulière au niveau des monofilaments présents.

Types de lentilles

100% des patients greffés adaptés définitivement et portant toujours leurs lentilles sont adaptés en **lentilles sclérales ou cornéo-sclérales**.

Dans l'étude effectuée au CHU de Bordeaux en 2008 sur une population de patients greffés, on retrouve également une majorité de lentilles de grand diamètre, suivie par un équipement en piggyback.

L'équipement piggyback (superposition d'une lentille rigide sur une lentille souple en silico-hydrogel) est moins fréquemment adapté ces dernières années avec l'apparition des lentilles hybrides.

Acuité visuelle post adaptation

L'acuité visuelle post adaptation est meilleure dans notre étude (9,3/10 vs 8/10) que dans la littérature mais cette fluctuation peut être due à la taille de l'échantillon, notre étude n'ayant que 8 patients greffés. (figure 65)

Dans l'étude cas témoins de Sharon K. Ho³⁴, le gain de lignes d'acuité visuelle post adaptation et l'acuité visuelle avec équipement était proche de celui retrouvé dans notre étude.

Dans notre étude les patients ont été en majorité greffés pour une acuité visuelle insuffisante. Nous avons peu d'informations si des essais de lentilles ont été réalisés préalablement à la greffe, la majorité des patients n'ayant pas été greffés dans notre centre.

	Acuité visuelle post adaptation en LogMar
Notre étude	0,01+/- 0,04 logMar
Prazeres, Malet et al ³⁵	0,1 logMar
Ho SK et al ³⁴	0,076 logMar

Figure 66. Adaptation en lentilles des patients greffés, revue de la littérature

- **Cross Linking**

Il n'y a **pas de différence significative** d'acuité visuelle finale ou de gain d'acuité visuelle chez les patients ayant bénéficié d'un CXL. Associé à l'arrêt des frottements, le CXL est la seule procédure proposée de nos jours pour arrêter l'évolution du kératocône.

Son innocuité vis à vis de l'acuité visuelle est donc un paramètre important.

- **Opacités**

On ne retrouve **pas de différence significative** sur la meilleure acuité visuelle après adaptation chez les patients présentant des opacités. **Cela peut s'expliquer par le fait que ce ne sont pas tant les opacités stromales qui gênent le patient mais son astigmatisme irrégulier.**

Cela est un paramètre important à prendre en compte dans nos pratiques, **il est donc toujours indiqué face à des opacités cornéennes de tenter une adaptation en lentilles avant de proposer une kératoplastie.**

- *Répartition des stades de Kératocône*

Nous retrouvons une répartition des stades de kératocône opposée dans les groupes ADAPT et ECHEC, avec **une majorité de stades élevés dans le groupe ADAPT.** Cela concorde avec le fait que nous retrouvons une acuité visuelle avant adaptation moins bonne dans le groupe ADAPT que dans le groupe ECHEC.

Une des causes de l'échec de l'adaptation peut donc être le fait que les patients atteints de stades plus faibles trouvent un bénéfice visuel moindre. La gêne fonctionnelle présentée par les patients ayant un kératocône de bas grade n'est peut être pas suffisante pour la rigueur et la motivation nécessaire pour l'adaptation en lentilles rigides.

Les patients présentent une différence significative en terme de gain d'acuité visuelle en fonction du stade de kératocône.

Plus le stade est grand plus le gain de lignes d'acuité visuelle est grand.

Cela concorde avec le fait que les kératocônes de stade élevés ont une acuité visuelle initiale plus faible que les autres stades mais quelque soit le stade les patients retrouvent une acuité visuelle optimale post adaptation.

Par ailleurs, les deux groupes présentent une différence en terme de gain d'acuité visuelle, qui **est supérieure dans le groupe ADAPT.**

Cela peut s'expliquer par le fait que 73% des patients du groupe ECHEC abandonnent l'adaptation avant la prescription de la lentille définitive, et n'atteignent donc pas leur acuité visuelle optimale lors de notre consultation.

	ADAPT	ECHEC	p
MAVC avant adaptation en Logmar (convertie en décimale)	0,37 (4,2/10)	0,24 (5,7/10)	p= 0,012
Gain d'AV (LogMar)	0,34	0,18	

Figure 67. Comparaison des acuités visuelles avant adaptation et du gain de lignes d'acuité visuelle dans le groupe ADAPT et ECHEC

- Répartition du type de lentilles

La majorité des patients de notre étude sont adaptés en **lentilles rigides multicourbes de géométrie spéciale kératocône**, suivies par les lentilles sclérales ou cornéo-sclérales puis hybrides.

Source	Type d'étude	Sévérité	MAVC
Weed et al ²⁶	Longitudinale, prospective, observationnelle	K moyen : 50,6D 0 patients greffés	90,6% lentilles multicourbes, 1% soft, 6,4 hybrides, 2% sclérales
Lim et al ²⁷	Rétrospectif	Non évaluée 8 patients greffés (6%)	96% rigides multicourbes, 2,7% PMMA, 0,8% souples, 0,4% sclérales
Fatima et al ²⁸	Rétrospectif	Minime: 14.4% Modéré: 36.7% Avancé: 32.4% Sévère: 16.6% 1 patient greffé adapté en lentilles	Rigides sphéro asphériques :79.5% Rose K: 20.4% Boston Sclérales :0,1%

Figure 68. Revue de la littérature des différents types de lentilles adaptés chez les patients kératocônes

Dans notre étude, le groupe lentilles cornéo-sclérales et sclérales est largement plus représenté que dans les études retrouvées dans la littérature.

Cela est dû au fait que le pourcentage de patients greffés inclus est largement supérieur aux autres études. De plus on retrouvait dans l'étude de Fatima et al²⁸ des kératocônes beaucoup moins sévères que dans notre étude (16,6% de stade 4 contre 39,5% dans notre étude). Par ailleurs, ces études sont anciennes, l'essor des lentilles sclérales, avec de nouveaux matériaux à très haut Dk, n'était pas encore lancé.

D'après le rapport des avancées en contactologie de 2019-2020 de la SFOALC cet organigramme d'adaptation est proposé :

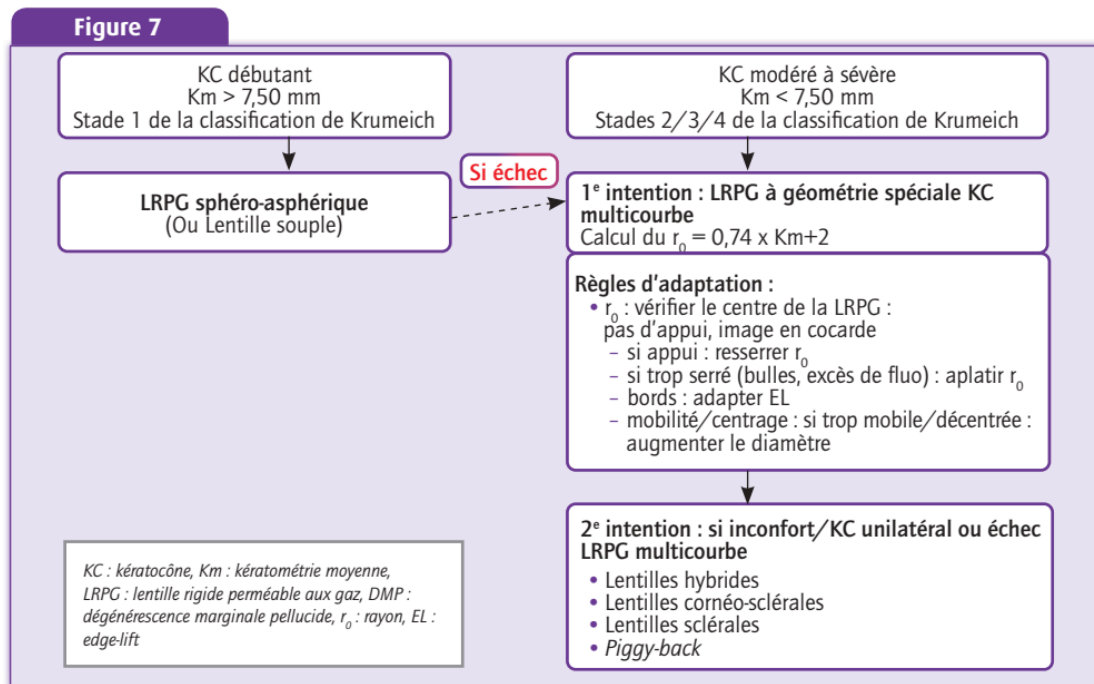


Figure 69. Arbre décisionnel du choix de la géométrie et du type de la première lentille – Source rapport SFOALC 2015

Dans notre étude, seulement 2 yeux du groupe ADAPT présentent un kératocône de stade 1 ou une $Km > 7,5$. **D'emblée, la majorité des yeux sont adaptés en lentilles rigides multicourbes à géométrie spéciale kératocône.**

Dans le groupe **ADAPT**, parmi les 6 yeux adaptés en lentilles hybrides, **4 yeux l'ont été en première intention.**

Comme précisé dans le rapport de la SFOALC **l'interrogatoire** est une phase primordiale avant adaptation.

Un équipement en lentille souple au préalable (le cas chez 2 des 4 patients), un travail dans un milieu poussiéreux (1 patient dans notre étude), une adaptation unilatérale (1 patient dans notre étude) peuvent être des raisons pour une adaptation d'emblée en lentilles hybrides.

2.4 Etudes en sous groupe par type de lentille

- Age

L'âge des patients est significativement plus élevé dans le groupe lentilles cornéo-sclérales et sclérales.

Le groupe lentilles cornéo-sclérales et sclérales est majoritairement constitué de stades 4 et nous relevons par ailleurs que les stades 4 présents dans notre étude ont une moyenne d'âge plus élevée que les autres stades.

A Lille, le premier cross linking a été réalisé en 2008.

L'évolution des pratiques a permis une prise en charge plus précoce des patients atteints de kératocône, permettant, grâce à la prévention des frottements et au CXL une moindre évolution des patients.

- Acuité visuelle avant adaptation

L'acuité visuelle avant adaptation est inférieure dans le groupe lentilles cornéo-sclérales et sclérales versus lentilles rigides + hybrides.

Cela s'explique par le fait que **les yeux adaptés en lentilles cornéo-sclérales et sclérales sont majoritairement des stades 4 de kératocônes** alors que les yeux adaptés en lentilles rigides ou hybrides sont majoritairement des kératocônes modérés.

De plus la totalité des patients greffés sont adaptés en lentilles cornéo-sclérales ou sclérales.

- **Nombre de consultations**

Le nombre de consultations avant adaptation finale est **significativement plus élevé** dans le groupe lentilles cornéo-sclérales et sclérales.

Plusieurs hypothèses pourraient expliquer cela :

- une première adaptation en lentille rigide multicourbes et un **passage à la lentille cornéo sclérale ou sclérale en seconde intention**
- la nécessité d'une consultation supplémentaire afin d'évaluer la lentille après **4h de port**. En effet la souplesse de la sclère nécessite pour le patient une attente d'au minimum 3 heures pour que l'adaptateur s'assure de l'absence de serrage de la périphérie sclérale de la lentille.
- Une adaptation plus difficile chez des patients présentant des **cornées plus déformées**
- **l'apprentissage des manipulations** peut être plus long

Parmi nos 15 yeux adaptés en lentilles cornéo-sclérales et sclérales, seulement 3 ont effectué une première commande en lentille rigide multicourbes.

Différentes lentilles sont essayées et une trop grande instabilité de la lentille multicourbes entrainera un passage vers la lentille cornéo-sclérale ou sclérale dès la première consultation.

- **Acuité visuelle après adaptation**

Nous ne retrouvons pas de différence significative sur l'acuité visuelle après adaptation entre les deux groupes.

Nous pouvons en déduire que toutes les lentilles permettent d'obtenir une acuité visuelle optimale sans préférence pour une géométrie particulière.

La meilleure géométrie sera celle qui sera le plus adaptée au kératocône et au mode de vie du patient.

2.5 Etude de la qualité de vie

Un des points forts de notre étude est d'avoir réalisé une étude de la qualité de vie des patients.

En effet, une adaptation peut sembler optimale en terme d'acuité visuelle, mais la finalité pour tout contactologue est **l'amélioration de la qualité de vie de ses patients.**

Ci dessous quelques études ayant effectué une étude de qualité de vie leurs patients :

Source	Type de lentilles	Nombre d'heures par jour	Nombre de jours par semaine	Evaluation qualité visuelle subjective	Evaluation du confort	Limites
Weed et al ²⁶	90,6% petit diamètre, 1% soft, 6,4% hybrides, 2% sclérales	81% >12h/j	91% 7 days a week		NA	
Lim et al ²⁷	96% petit diamètre, 2,7% PMMA, 0,8% souples, 0,4% sclérales	65%>12h/j, 31% entre 8 et 12h/j	NA		NA	
Levit et al ³⁶	Sclérales (ZENLESS) vs ROSE K2			Pas de différence sur la qualité visuelle subjective et sur la sensibilité aux contrastes	Lentilles sclérales ont un meilleur confort	
Gupta et al ³⁷	ROSE K vs SOPER (lentilles sphériques)			Moins d'éblouissement ROSE K2	Meilleur confort ROSEK2	
Hashemi et al ³⁸	CleaKone Hybrid et lentilles petit diamètre			Meilleure qualité visuelle évaluée par les patients en lentilles hybrides	Meilleur confort lentilles hybrides	30% hybrides étaient venues en 2eme intention après les lentilles rigides de petit diamètre
Notre étude	51,16% lentilles petit diamètre 34,88% sclérales, 13,95% hybrides	65,2%>10 h/j	43,5% 7j/7 82,6% >5j/7	Médiane : 10/10 (9 ;10)	73,91% >7/10	Sensibilité aux contrastes non évaluée

Figure 70. Revue de la littérature des études proposant une étude de qualité de vie chez les patients kératocônes adaptés en lentilles

- **Durée de port des lentilles**

65,2% des patients portent leurs lentilles plus de 10 heures par jour et 43,5% les portent 7 jours/7.

Ces données permettent de signifier la dépendance des patients aux lentilles une fois l'habitude prise.

Ces données correspondent avec les données de la littérature.^{26,39}

Dans notre étude, la qualité visuelle subjective et l'amélioration par rapport à leur précédent équipement sont marquantes avec une médiane à 10/10 pour ces 2 critères.

- **Confort de port**

Le confort de port est un élément majeur dans l'évaluation de la qualité de vie de nos patients.

Les lentilles rigides sont connues pour nécessiter une période d'adaptation progressive face à un inconfort initial.

Un calendrier de port est ainsi donné au patient afin d'effectuer une adaptation pas à pas. Un non respect de ce calendrier de port peut entraîner un échec de l'adaptation.

Les lentilles cornéo-sclérales et sclérales sont plus stables et moins mobiles sur l'œil, elles procurent donc un plus grand confort.

Dans notre étude, avec des patients primo adaptés interrogés après au moins 6 mois de port la médiane est à 7/10 montrant une bonne tolérance des lentilles au quotidien avec cependant une minimale à 4/10 signifiant **que la tolérance des lentilles est hétérogène.**

- *Manipulations*

Nous n'avons pas retrouvé de données dans la littérature concernant les difficultés de manipulation.

En effet des modèles tels que les lentilles cornéo-sclérales et sclérales peuvent être de prime abord effrayants pour les patients. Nos patients effectuent tous un apprentissage aux manipulations avec une infirmière dédiée dès la prescription de la lentille d'essai, cela pouvant être renouvelé à la demande du patient. La médiane est à 8/10 démontrant **un bon apprentissage dans les manipulations**

- *Coût des lentilles et des produits*

Un autre critère majeur de notre étude est l'impact du coût des lentilles et des produits sur la qualité de vie de nos patients. Un très faible remboursement par la sécurité sociale (39 euros) et une prise en charge variable par les mutuelles ont un réel impact sur les possibilités d'adaptation.

Un seul modèle de lentille a le monopole du remboursement, la lentille sclérale LAO SPOT, remboursée à 100% par la sécurité sociale.

Le kératocône est une pathologie entraînant une baisse d'acuité visuelle majeure chez certains patients avec comme principales alternatives pour retrouver une acuité visuelle utile les anneaux intra cornéens et les lentilles rigides.

Les anneaux intra cornéens sont pris en charge à 100% par la sécurité sociale, il est donc incompréhensible que l'équipement en lentilles ne le soit pas.

Les lentilles LAO SPOT ne montrent pas de supériorité face aux autres modèles, et nous ne cesserons de rappeler que la meilleure adaptation est **une lentille adaptée aux besoins du patient ainsi qu'à la géométrie de sa cornée**. Effectuer une adaptation systématique en lentilles sclérales paraît donc impensable.

Si les fabricants ont permis un usage plus sécuritaire de ces lentilles sclérales grâce à des matériaux de plus en plus perméables à l'oxygène, il convient de garder à l'esprit que l'épaisseur de ces lentilles associée à l'épaisseur du ménisque de larmes donnent au final une perméabilité souvent médiocre. Pour les cornées à risque d'hypoxie (greffes) un matériau à haut Dk/e devra être privilégié, avec le risque d'un encrassement plus rapide. On notera que la clairance lacrymale sous lentille sclérale est quasi nulle et que, par conséquent, les lentilles devront être remplies avant la pose avec du sérum physiologique sans conservateur pour éviter toute toxicité épithéliale.

52,18% donnent une réponse entre 6 et 10 reflétant la charge financière pour les patients.

Les lentilles sclérales paraissent poser plus de problèmes financiers aux patients, cela semblant logique, celles-ci étant plus chères.

A l'interrogatoire le coût des lentilles et des produits est un réel problème pour les patients mais ces derniers nous expliquent qu'ils n'ont pas d'autres options.

- *Satisfaction globale*

La satisfaction globale des patients à 8/10 est un reflet de l'importance de cette adaptation et du caractère primordial d'être en capacité de la proposer à tous les patients atteints de kératocône, quelque soit leur milieu social.

Les lentilles cornéo-sclérales et sclérales semblent dans notre étude être supérieures aux lentilles rigides multicourbes (spéciales kératocônes) dans l'évaluation de la qualité de vie des patients concernant le confort, la qualité visuelle, les manipulations et la satisfaction globale. Elles ne présentent pas de différence au niveau de l'acuité visuelle, la qualité visuelle n'est donc pas l'exact reflet de l'acuité visuelle et il aurait fallu dans notre étude évaluer par exemple la sensibilité aux contrastes et l'aberrométrie.

La charge financière est cependant plus élevée.

Du point de vue des contactologues la lentille cornéo-sclérale ou sclérale reste une lentille de seconde intention face à son risque plus élevé d'hypoxie.

2.6 Echecs d'adaptation

Le dernier versant de notre étude s'est porté sur les échecs d'adaptation.

Cet élément est très peu étudié dans les autres études.

3 éléments majeurs sont retrouvés dans les causes d'échec :

- **le confort jugé insuffisant**
- **les raisons financières**
- **les difficultés dans les manipulations**

Ces trois facteurs sont connus des contactologues pour être un frein à l'adaptation.

Face aux difficultés dans le confort de port les lentilles hybrides sont une solution, la jupe permettant un meilleur centrage et une moindre mobilité.

Le seul patient équipé en lentilles hybrides dans notre groupe échec d'adaptation a décrit des difficultés dans les manipulations.

50% de nos patients ayant abandonné pour un confort jugé insuffisant **n'instillaient pas de goutte pour améliorer le confort.**

Par ailleurs le calendrier de port et son respect par le patient sont des éléments majeurs dans l'adaptation initiale.

Les difficultés financières ont déjà été abordées plus haut. Contrairement au confort que le groupe ADAPT évalue satisfaisant après une période d'adaptation, le coût des lentilles et des produits reste un problème majeur dans le temps pour nos patients.

Les difficultés dans les manipulations sont également à risque d'échec majeur, ce rôle devrait incomber tant à l'ophtalmologue (souvent aidé d'un personnel paramédical) qu'à l'opticien (rarement formé), d'accompagner le patient dans son adaptation initiale.

Enfin certains patients ont relevé le fait que l'adaptation initiale était chronophage, avec des difficultés à respecter le calendrier de port au cours de la journée de travail. En effet certains métiers peuvent poser des difficultés d'adaptation (travail sur écran plus de 10 heures par jour, rythme décalé avec des gardes...) poussant les patients à abandonner.

Conclusion

La contactologie est un domaine en perpétuelle progression.

Les progrès de la modélisation en utilisant des topographes de plus en plus évolués conduisent à la réalisation de lentilles toujours plus adaptées à chaque besoin.

Cela conduit à une adaptation à la fois plus précoce et plus pérenne.

Les lentilles restent une solution d'avenir de première intention dans de nombreuses pathologies et particulièrement dans le kératocône.

Une aide des pouvoirs publics dans le remboursement des lentilles permettrait de soulager la charge financière actuellement imposée aux patients atteints d'une pathologie fortement invalidante sans autre ressource thérapeutique équivalente développée à ce jour.

VI. Bibliographie

- (1) Fournié, P.; Touboul, D.; Arné, J.-L.; Colin, J.; Malecaze, F. Kératocône. *J. Fr. Ophthalmol.* **2013**, *36* (7), 618–626.
- (2) Krachmer, J. H.; Feder, R. S.; Belin, M. W. Keratoconus and Related Noninflammatory Corneal Thinning Disorders. *Surv. Ophthalmol.* **1984**, *28* (4), 293–322.
- (3) Rabinowitz, Y. S. Keratoconus. *Surv. Ophthalmol.* **1998**, *42* (4), 297–319.
- (4) Sawaguchi, S.; Fukuchi, T.; Abe, H.; Kaiya, T.; Sugar, J.; Yue, B. Y. Three-Dimensional Scanning Electron Microscopic Study of Keratoconus Corneas. *Arch. Ophthalmol. Chic. Ill 1960* **1998**, *116* (1), 62–68.
- (5) Ku, J. Y. F.; Niederer, R. L.; Patel, D. V.; Sherwin, T.; McGhee, C. N. J. Laser Scanning in Vivo Confocal Analysis of Keratocyte Density in Keratoconus. *Ophthalmology* **2008**, *115* (5), 845–850.
- (6) Patel, D. V.; Ku, J. Y. F.; Johnson, R.; McGhee, C. N. J. Laser Scanning in Vivo Confocal Microscopy and Quantitative Aesthesiometry Reveal Decreased Corneal Innervation and Sensation in Keratoconus. *Eye Lond. Engl.* **2009**, *23* (3), 586–592.
- (7) Gatinel, D. Challenging the “No Rub, No Cone” Keratoconus Conjecture. *Int. J. Keratoconus Ectatic Corneal Dis.* **2018**, *7* (1), 66–81.
- (8) Moran, S.; Gomez, L.; Zuber, K.; Gatinel, D. A Case-Control Study of Keratoconus Risk Factors. *Cornea* **2020**, *39* (6), 697–701.
- (9) Azevedo Magalhães, O.; Gonçalves, M. C.; Gatinel, D. The Role of Environment in the Pathogenesis of Keratoconus. *Curr. Opin. Ophthalmol.* **2021**, *32* (4), 379–384.
- (10) Levene, J. R. The True Inventors of the Keratoscope and Photo-Keratoscope. *Br. J. Hist. Sci.* **1965**, *2* (4), 324–342.
- (11) Ghemame, M.; Charpentier, P.; Mouriaux, F. Topographie cornéenne en pratique. *J. Fr. Ophthalmol.* **2020**, *43* (1), 67–79.
- (12) Saunier, V.; Touboul, D. Qu’est-ce qu’une topographie suspecte ? **2020**
- (13) Saad, A.; Gatinel, D. Validation of a New Scoring System for the Detection of Early Forme of Keratoconus. *Int. J. Keratoconus Ectatic Corneal Dis.* **2012**, *1*, 100–108.

- (14) Sandali, O.; El Sanharawi, M.; Temstet, C.; Hamiche, T.; Galan, A.; Ghouali, W.; Goemaere, I.; Basli, E.; Borderie, V.; Laroche, L. Fourier-Domain Optical Coherence Tomography Imaging in Keratoconus: A Corneal Structural Classification. *Ophthalmology* **2013**, *120* (12), 2403–2412.
- (15) Alió, J. L.; Shabayek, M. H. Corneal Higher Order Aberrations: A Method to Grade Keratoconus. *J. Refract. Surg. Thorofare NJ* **1995** **2006**, *22* (6), 539–545.
- (16) David, C.; Kallel, S.; Trinh, L.; Goemaere, I.; Borderie, V.; Bouheraoua, N. Les anneaux intra-cornéens dans la prise en charge du kératocône. *J. Fr. Ophthalmol.* **2021**, *44* (6), 882–898.
- (17) Zare, M. A.; Mehrjardi, H. Z.; Afarideh, M.; Bahrmandy, H.; Mohammadi, S.-F. Visual, Keratometric and Corneal Biomechanical Changes after Intacs SK Implantation for Moderate to Severe Keratoconus. *J. Ophthalmic Vis. Res.* **2016**, *11* (1), 17–25.
- (18) Coskunseven, E.; Kymionis, G. D.; Tsiklis, N. S.; Atun, S.; Arslan, E.; Siganos, C. S.; Jankov, M.; Pallikaris, I. G. Complications of Intrastromal Corneal Ring Segment Implantation Using a Femtosecond Laser for Channel Creation: A Survey of 850 Eyes with Keratoconus. *Acta Ophthalmol. (Copenh.)* **2011**, *89* (1), 54–57.
- (19) Kugler, L. J.; Hill, S.; Sztipanovits, D.; Boerman, H.; Swartz, T. S.; Wang, M. X. Corneal Melt of Incisions Overlying Corneal Ring Segments: Case Series and Literature Review. *Cornea* **2011**, *30* (9), 968–971.
- (20) Chelala, E.; Rami, H. E.; Dirani, A.; Fadlallah, A.; Fakhoury, O.; Warrak, E. Photorefractive Keratectomy in Patients with Mild to Moderate Stable Keratoconus: A Five-Year Prospective Follow-up Study. *Clin. Ophthalmol. Auckl. NZ* **2013**, *7*, 1923–1928.
- (21) Kanellopoulos, A. J.; Asimellis, G. Keratoconus Management: Long-Term Stability of Topography-Guided Normalization Combined With High-Fluence CXL Stabilization (The Athens Protocol). *J. Refract. Surg.* **2014**, *30* (2), 88–93.
- (22) Grentzelos, M. A.; Kounis, G. A.; Diakonis, V. F.; Siganos, C. S.; Tsilimbaris, M. K.; Pallikaris, I. G.; Kymionis, G. D. Combined Transepithelial Phototherapeutic Keratectomy and Conventional Photorefractive Keratectomy Followed Simultaneously by Corneal Crosslinking for Keratoconus: Cretan Protocol Plus. *J. Cataract Refract. Surg.* **2017**, *43* (10), 1257–1262.
- (23) Pearson, R. M. Kalt, Keratoconus, and the Contact Lens. *Optom. Vis. Sci. Off. Publ. Am. Acad. Optom.* **1989**, *66* (9), 643–646.
- (24) Heitz, R. F. The Invention of Contact Lenses by August Müller (1887). *CLAO J. Off. Publ. Contact Lens Assoc. Ophthalmol. Inc* **1984**, *10* (1), 88–95.
- (25) Pearson, R. M. An Appraisal of the Optics of the Hydrodiascope. *Contact Lens Anterior Eye J. Br. Contact Lens Assoc.* **2008**, *31* (2), 65–72.

- (26) Weed, K. H.; Macewen, C. J.; McGhee, C. N. J. The Dundee University Scottish Keratoconus Study II: A Prospective Study of Optical and Surgical Correction. *Ophthalmic Physiol. Opt. J. Br. Coll. Ophthalmic Opt. Optom.* **2007**, *27* (6), 561–567.
- (27) Lim, N.; Vogt, U. Characteristics and Functional Outcomes of 130 Patients with Keratoconus Attending a Specialist Contact Lens Clinic. *Eye Lond. Engl.* **2002**, *16* (1), 54–59.
- (28) Fatima, T.; Acharya, M. C.; Mathur, U.; Barua, P. Demographic Profile and Visual Rehabilitation of Patients with Keratoconus Attending Contact Lens Clinic at a Tertiary Eye Care Centre. *Contact Lens Anterior Eye* **2010**, *33* (1), 19–22.
- (29) Wagner, H.; Barr, J. T.; Zadnik, K. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study: Methods and Findings to Date. *Contact Lens Anterior Eye J. Br. Contact Lens Assoc.* **2007**, *30* (4), 223–232.
- (30) Ertan, A.; Muftuoglu, O. Keratoconus Clinical Findings According to Different Age and Gender Groups. *Cornea* **2008**, *27* (10), 1109–1113.
- (31) Gomes, J. A. P.; Tan, D.; Rapuano, C. J.; Belin, M. W.; Ambrósio, R.; Guell, J. L.; Malecaze, F.; Nishida, K.; Sangwan, V. S.; Group of Panelists for the Global Delphi Panel of Keratoconus and Ectatic Diseases. Global Consensus on Keratoconus and Ectatic Diseases. *Cornea* **2015**, *34* (4), 359–369.
- (32) *Les lentilles de contact | Livre | 9782294093524*. Elsevier Masson SAS.
- (33) Webber, S. K.; Lawless, M. A.; Sutton, G. L.; Rogers, C. M. LASIK for Post Penetrating Keratoplasty Astigmatism and Myopia. *Br. J. Ophthalmol.* **1999**, *83* (9), 1013–1018.
- (34) Ho, S. K.; Andaya, L.; Weissman, B. A. Complexity of Contact Lens Fitting Following Penetrating Keratoplasty. *Int. Contact Lens Clin. N. Y. N* **1999**, *26* (6), 163–167.
- (35) Prazeres, S.; Malet, F.; Colin, J. Adaptation des lentilles de contact sur greffe de cornée pour kératocône. *J. Fr. Ophthalmol.* **2008**, *31* (9), 849–854.
- (36) Levit, A.; Benwell, M.; Evans, B. J. W. Randomised Controlled Trial of Corneal vs. Scleral Rigid Gas Permeable Contact Lenses for Keratoconus and Other Ectatic Corneal Disorders. *Contact Lens Anterior Eye J. Br. Contact Lens Assoc.* **2020**, *43* (6), 543–552.
- (37) Gupta, R.; Sharma, N.; Singh, P.; Sinha, R.; Tandon, R.; Titiyal, J. Rose-K versus Soper Contact Lens in Keratoconus: A Randomized Comparative Trial. *Middle East Afr. J. Ophthalmol.* **2014**, *21* (1), 50.

- (38) Hashemi, H.; Shaygan, N.; Asgari, S.; Rezvan, F.; Asgari, S. ClearKone-Synergeyes or Rigid Gas-Permeable Contact Lens in Keratoconic Patients: A Clinical Decision. *Eye Contact Lens* **2014**, *40* (2), 95–98.
- (39) Lim, L.; Lim, E. W. L. Current Perspectives in the Management of Keratoconus with Contact Lenses. *Eye Lond. Engl.* **2020**, *34* (12), 2175–2196.

VII. Liste des abréviations

- **NA** : Non améliorable
- **AIC** : anneaux intra cornéens
- **PKR** : Photokératectomie réfractive
- **PKT** : Photokératectomie thérapeutique
- **HR** : Haute résolution
- **OCT** : Tomographie en cohérence optique
- **LRPG** : lentilles rigides perméables au gaz
- **D** : Dioptries
- **mm** : Millimètre
- **Kmax** : Kératométrie maximale
- **KC** : Kératocône
- **CXL** : Cross linking
- **DALK** : Kératoplastie lamellaire antérieure profonde
- **Dk** : mesure de la perméabilité de la lentille à l'oxygène
- **Dk/e** : perméabilité de la lentille à l'oxygène divisée par l'épaisseur de la lentille
- **K** : Kératométrie
- **MAVC** : Meilleure acuité visuelle corrigée
- **AV** : Acuité visuelle
- **QQV** : Questionnaire de qualité de vie

AUTEURE : Nom : PITOUN
Date de soutenance : 21 octobre 2022

Prénom : Léa

Titre de la thèse : Etude prospective des pratiques d'adaptation, des résultats visuels et de la tolérance des lentilles rigides chez des patients atteints de kératocône pris en charge au CHU de Lille

Thèse - Médecine - Lille 2022
Cadre de classement : OPHTALMOLOGIE
DES + FST/option : OPHTALMOLOGIE

Mots-clés : kératocône, lentilles, lentilles sclérales, lentilles cornéo-sclérales, qualité de vie

Résumé :

Titre. Etude prospective des pratiques d'adaptation, des résultats visuels et de la tolérance des lentilles rigides chez des patients atteints de kératocône pris en charge au CHU de Lille.

But de l'étude. Evaluation des pratiques, des résultats visuels, de la tolérance des lentilles rigides, sclérales, cornéo-sclérales et hybrides chez des patients primo adaptés atteints de kératocône.

Matériel et méthode. Une étude prospective portant sur les dossiers de 46 patients (79 yeux) souffrant de kératocône n'ayant jamais été adaptés en lentilles rigides a été réalisée au CHU de Lille. Les patients inclus ont été vus entre janvier 2020 et avril 2022 par des praticiens ayant une expertise en contactologie. Une étude de qualité de vie a été réalisée à l'aide d'un questionnaire téléphonique.

Résultats. Nous avons observé une amélioration significative de l'acuité visuelle (AV) moyenne de 4,2/10 à 9,3/10 ($p < 0,0001$) avec un gain d'AV moyen de 0,34 LogMar dans le groupe ADAPT. 81% des patients ont une AV supérieure ou égale à 9/10 après adaptation. Les patients sont en majorité adaptés en lentilles rigides multicourbes (spéciales kératocône), suivi par les lentilles sclérales ou cornéo-sclérale. La médiane de satisfaction globale de notre étude de qualité de vie est à 8/10 (7;9) avec une qualité visuelle évaluée à 10/10.

Discussion. Les résultats visuels de notre étude semblent très encourageants et poussent à proposer une adaptation en lentilles au plus grand nombre, notamment aux kératocônes les plus évolués, atteints d'opacités, avant d'envisager des options chirurgicales plus invasives. L'étude de qualité de vie révèle une dépendance des porteurs de lentilles atteints de kératocône à leur équipement.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur ROULAND

Assesseurs : Monsieur le Professeur LABALETTE, Madame le Docteur ERNOULD

Directeur de thèse : Madame le Docteur SUKNO