

SOMMAIRE

ABREVIATIONS	4
INTRODUCTION	5
MATERIEL ET METHODES	9
I. Le cadre de l'étude:.....	10
II. La technique d'adaptation :	10
III. Les modalités de suivi :	12
IV. Le recueil des données :	12
V. La Saisie et l'analyse des données :	13
RESULTATS.....	14
I. Les résultats épidémiologiques :	15
II. L'indication d'adaptation par LCS :	16
III. L'acuité visuelle initiale :	18
IV. Les paramètres de la lentille :	19
V. L'acuité visuelle finale :	21
VI. Evaluation de la tolérance :	23
VII. Les complications :	27
VIII. Exemples pratiques de notre série :	29
1) Cas clinique 1 : Adaptation de kératocône évolué et kératocône stade IV : .	29
2) Cas clinique 2 : Les lentilles sclérales pour la prise en charge des séquelles de brulure oculaire:.....	32
3) Cas clinique : les lentilles sclérales pour la prise de l'aphakie post traumatique :	34
4) Cas clinique 4 : adaptation d'un kératocône "DMP like".	35
DISCUSSION.....	37
I. Rappel anatomique	38
II. Les géométries des lentilles sclérales :	52

III. La technique d'adaptation :	56
IV. Les indications des lentilles de contact sclérales :	67
V. Le suivi du port des lentilles de contact sclérales :	71
VI. Comparaison de nos résultats avec les principales séries de la littérature...	83
CONCLUSION.....	88
Résumé.....	90
REFERENCES	93

ABREVIATIONS

AV	: Acuité visuelle
CCZ	: Central clearance zone (zone de clairance centrale)
D	: Dioptrie
DMP	: Dégénérescence marginale pellucide
K max	: Kératométrie maximale
kc	: Kératocône
LCS	: Lentille de contact scléral
LCZ	: Limbal clearance zone (zone de clairance limbique)
LRGP	: Lentille rigide perméable aux gaz
OCT	: Tomographie en cohérence optique
OD	: Œil droit
OG	: Œil gauche
PG	: Post-greffe
Rm	: Rayon moyen
Ro	: Rayon optique
SLZ	: Scleral landing zone (zone d'appui sclérale)

INTRODUCTION

Les verres scléraux sont des lentilles de contact de grand diamètre, passant en pont au-dessus de la cornée et dont les points d'appui dépassent les limites de cette dernière. Grâce à cette géométrie, ces lentilles sont considérées comme offrant les meilleures possibilités de correction visuelle pour les cornées irrégulières ; elles peuvent retarder ou même éviter une intervention chirurgicale, en même temps qu'elles peuvent diminuer le risque de cicatrices cornéennes [1].

ð Histoire des lentilles sclérales :

Les premières lentilles de contact décrites dans la littérature sont les lentilles sclérales. Vers 1888, plusieurs médecins ont conçu et essayé des coques en verre remplies de liquide « verres scléraux à liquide » pour corriger des irrégularités cornéennes cicatricielles (Adolf Fick), un astigmatisme (Eugène Kalt), ou leur propre myopie (Auguste Müller) [2,3]. Cependant leur usage était limité dans le temps de port par l'apparition plus ou moins précoce d'œdème cornéen, de néovascularisation ou d'inconfort [2]. En 1934 et après avoir montré l'importance d'une bonne circulation de larme sous le verre scléral dans le transport de l'oxygène et l'atténuation des inconvénients de port, Dallos a pratiqué des perforations dans le verre scléral. En revanche, la perforation des verres scléraux présente l'inconvénient important de rendre l'adaptation plus délicate, à cause de deux éléments essentiels [1]:

- ⊙ Premièrement : la pose d'un verre scléral perforé ne nécessite plus son remplissage préalable et donc il est plus proche de la cornée et pouvant avoir des appuis cornéens gênants susceptibles d'augmenter avec le temps.
- ⊙ Deuxièmement : une bulle d'air se forme sous le verre et risque d'empiéter sur l'aire pupillaire et/ou de provoquer une dessiccation épithéliale en regard d'elle si elle reste immobile.

L'introduction du polyméthacrylate de méthyle (PMMA) dans les années 1940 par des adaptateurs comme Feinbloom, Obrig et Gyoffry ont constitué des avancées importantes pour ce type d'adaptation [1,2].

Dans les années 1940, sont apparues les lentilles rigides de diamètre cornéen devenues supportables grâce à la légèreté du PMMA. Avec le développement rapide des géométries de ces lentilles et l'avènement des lentilles souples dans les années 70, les verres scléraux perforés n'étaient plus indiqués pour la correction des amétropies courantes. Leur utilisation était alors essentiellement réduite à la correction optique des déformations cornéennes importantes, et leur adaptation était réservée à une minorité de spécialistes.

La réhabilitation des verres scléraux non perforés est due à l'emploi de matériaux rigides de plus en plus perméables aux gaz, d'abord en 1983 par Ezechiel, et puis en 1990 par Schein, Rosenthal et Ducharme (matériaux de haut Dk). Ainsi Les indications pour l'adaptation de lentilles sclérales sont étendues au cours des dernières années, partant de lentilles seulement destinées à des cornées particulièrement irrégulières, vers un spectre beaucoup plus large d'indications [2,3].

ǿ Terminologie :

Le terme «lentilles sclérales» est généralement utilisé pour définir toutes les lentilles qui reposent, au moins en partie, sur la sclère. Cependant il est préférable de les classer en fonction des différents intervalles de diamètres et en fonction de la zone d'appui.

Les lentilles les plus petites dans ce groupe de verres scléraux sont les lentilles cornéo-sclérales avec la zone de contact en partie sur la cornée et en partie sur la sclère. Le terme « lentille semi-sclérale » décrit également ce type de lentilles, puisqu'elles ne reposent pas seulement sur la sclère.

Les lentilles mini-sclérales sont cependant plus grandes que les lentilles cornéo-sclérales, elles ont généralement un diamètre de 15,0 à 18,0 mm.

Les lentilles de diamètres allant de 18,0 à 25,0 mm sont appelées les lentilles grandes sclérales. Dans ce travail, le terme «lentille sclérale» est utilisé pour décrire les lentilles mini-sclérales, mais si nous nous référons à un type de lentille spécifique, nous utiliserons la terminologie précise.

Tableau 1 : La terminologie et les catégories des lentilles selon leur type d'appui
(d'après E. Van der Worp [1])

	Autre noms	Diamètre	Appui	Réservoir de larmes
Cornéennes		8.0 - 12.5 mm	La lentille s'appuie entièrement sur la cornée	Pas de réservoir de larmes
Cornéosclérale	Cornéenne-limbique semi-sclérale Limbique	12,5 à 15,0 mm	Les lentilles s'appuient en partie sur la cornée, en partie sur la sclère.	Réservoir de larme de capacité limitée
sclérale (complète)	Haptique	15,0 à 25,0 mm	Tout l'appui de la lentille se fait sur la sclère	
		Mini-sclérale 15,0 à 18,0 mm		réservoir de larmes de capacité un peu limitée
		Grande sclérale 18,0 à 25,0 mm		réservoir de larmes de capacité presque illimitée

MATERIEL ET METHODES

I. Le cadre de l'étude :

Nous avons mené une cohorte prospective et observationnelle des patients ayant consulté en consultation spécialisée " surface oculaire et contactologie" au CHU Hassan II, ayant nécessité une adaptation par lentilles de contact sclérales entre avril et décembre 2016 et suivi jusqu'au juin 2017.

II. La technique d'adaptation :

Les patients ont été adapté par des lentilles mini-sclérales à haut DK, d'un diamètre de 16.00 mm ou 16.5mm selon les boîtes d'adaptation disponible au service.

Bien sûr après avoir réalisé un examen clinique détaillé ; permettant d'évaluer l'acuité visuelle initiale sans correction et avec cette dernière s'il est possible de l'avoir, l'indication de la lentille sclérale et le profil cornéo-scléral (voir rappel anatomique) ; l'adaptation était faite en 4 étapes :

Etape 1 : le choix de la flèche de la lentille sclérale

Puisque la lentille passe en pont en dessus de la cornée, les mesures kératométriques ainsi que la topographie cornéenne ne sont pas d'un grand intérêt. L'adaptation était faite donc de façon empirique en choisissant la flèche de la lentille initiale selon les guides d'adaptation fournis par les fabricants.

Etape 2 : La pose de la lentille

La lentille était remplie de sérum physiologique avec la fluorescéine et était posée sans bulle.

Etape 3 : évaluation à la lampe a fente

ǿ A la pose de la lentille :

Nous avons évalué la zone de dégagement central (CCZ) de la lentille d'essai, celle-ci ne doit pas dépasser les 300-400µm, ensuite nous avons évalué la zone d'appui scléral (SLZ) qui doit s'aligner avec la conjonctive sur 360° autour de la sclérotique.

ǿ A 1 heure après la pose :

- û** Zone de clairance centrale « CCZ » : nous nous sommes assurés du réservoir de larme post lentille et qu'il y avait pas d'appui au niveau de cette zone.
- û** Zone de clairance limbique « LCZ » : nous nous sommes assurés qu'il n'y avait pas un contact entre la lentille d'essai et le limbe, la fluorescéine doit passer à travers le limbe à la partie juxta-limbique de la sclère. une LCZ modifiée était prescrite, si des changements de la zone de clairance limbique étaient nécessaires.
- û** Zone d'appui scléral « SLZ » : nous avons évalué s'il existe une élévation excessive des bords de la lentille ou un serrage excessif (blanchissement). une SLZ modifiée était prescrite, si des changements de bord étaient nécessaires.

Etape 4 : la réfraction complémentaire et la détermination de la puissance finale de la lentille.

Nous avons effectué une sur-réfraction (sur la lentille) que nous avons ramené par la suite à la distance verre-œil et ajouté à la puissance de la lentille pour obtenir la puissance finale.

III. Les modalités de suivi :

Le premier contrôle après port de lentille s'est fait à une semaine généralement en fin de journée, à 1 mois par la suite, à 6 mois et puis tous les ans.

IV. Le recueil des données :

Les données recueillies sont : l'âge, le sexe, l'indication d'adaptation, l'acuité visuelle avant et après équipement par la lentille, les paramètres de celle-ci, ainsi que la tolérance aux lentilles sclérales.

Pour évaluer cette tolérance, nous avons évalué la difficulté de manipulation initiale, le temps de port journalier, nous avons interrogé également les patients sur la qualité de vision ressentie avant l'équipement par la lentille de contact sclérale et 6 mois après le port en se basant sur le score NEI-VFQ25 (Le National Eye Institute Visual Function Questionnaire). Ce score évalue la fonction visuelle et ses répercussions sur la qualité de vie et s'applique en effet à plusieurs pathologies oculaires chroniques. Il est composé de 25 questions regroupées en 12 sous catégories, un score moyen est calculé à la fin allant de 0 (très mauvaise qualité de vie) à 100 (meilleure qualité de vie) [4].

V. La Saisie et l'analyse des données :

La saisie de ces données est faite sur Excel et l'objectif était de calculer le pourcentage de patient ayant amélioré leur acuité visuelle après port de lentille de contact sclérale, de déterminer de façon quantitative cette amélioration fonctionnelle en comparant les moyennes d'acuité visuelle avant et après équipement par lentille et l'évaluation de la tolérance à travers le calcul du nombre moyen d'heures de port de ces lentilles, ainsi que l'appréciation de la qualité de vie en chiffrant la moyenne de chaque sous-catégorie du score NEI-VFQ 25, ainsi que le NEI-VFQ 25 moyen. L'analyse statistique était faite par le logiciel Epi-info version 7. Les variables quantitatives ont été décrites en terme de moyenne plus écart type et les variables qualitatives en pourcentage. Le test T de Student pour série appariée a été utilisé pour comparer la moyenne des acuités visuelles, des différents item du score NEI-VFQ 25, ainsi que le score composite moyen avant et après équipement par lentilles sclérales. Le seuil de signification a été fixé à 5%.

RESULTATS

I. Les résultats épidémiologiques :

Cette étude prospective d'un recul moyen de 10.71 ± 2.96 mois, a permis d'inclure 98 yeux de 56 patients dont 32 femmes et 24 hommes (figure 1). La moyenne d'âge était $28 \text{ ans} \pm 12.66$ (extrême allant de 8 ans à 62 ans).

8 patients ont été équipés uniquement de l'œil droit, 6 autres uniquement sur l'œil gauche et 42 patients de façon bilatérale. 26.8% sujets parmi la totalité de nos patients ne portaient pas de correction optique avant l'équipement par les lentilles sclérales, alors que 48.2 % patients portaient initialement une correction optique par lunettes et 25 % autres étaient porteurs de LRGP (figure 2).

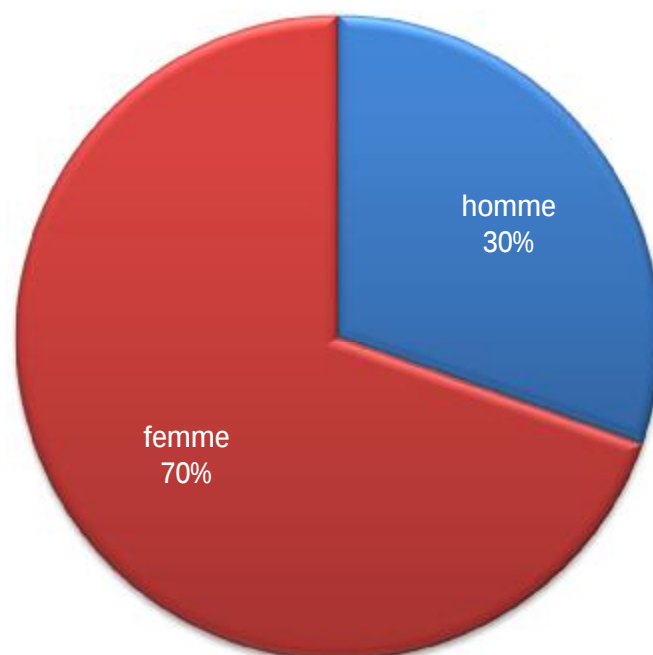


Figure 1 : La répartition des patients selon le sexe

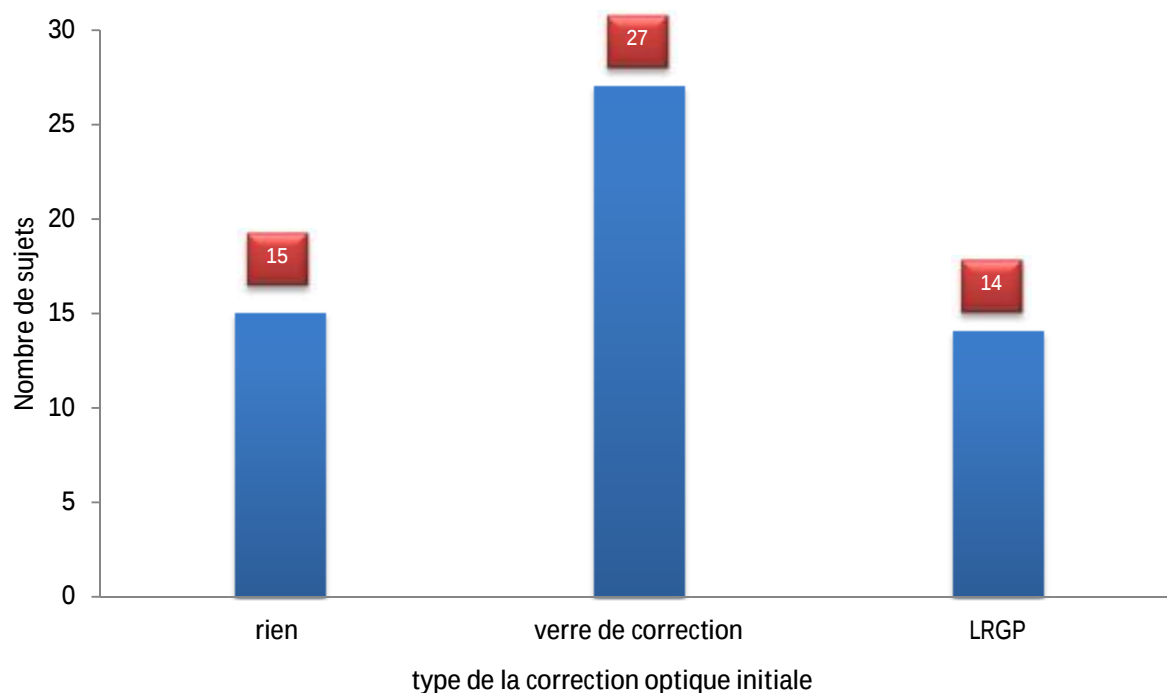


Figure 2 : le type de correction optique portée avant équipement par LCS

II. L'indication d'adaptation par LCS :

L'indication majeure d'adaptation par lentille sclérale était le kératocône. Sur l'ensemble des équipements pour kératocône, 32.1 % des patients ont été adaptés pour un kératocône stade IV, 19.6 % pour kératocône évolué (kératocône dont la kératométrie moyenne est comprise entre 50 D et 55 D "voire plus dans certains cas", soit en rayon de courbure en millimètres, entre 6,15 mm et 6,75 mm) et 12.5 % ne toléraient pas leur LRGP qu'ils portaient comme moyen de correction pour kératocône également. L'adaptation post greffe de cornée représentait 14.3 % des indications dont 12.5 % des patients ont été greffés pour un Kératocône stade IV. Un patient a été équipé de façon bilatérale par LCS pour un kératocône stade IV de l'œil droit et une correction post greffe de cornée pour kératocône au niveau de l'œil gauche.

Les autres indications sont représentées par les anomalies de surface oculaire dans 5.4 % des cas, les fortes amétropies dans 5.4 % des cas également et les astigmatismes irréguliers hors kératocône (ex. dégénérescence marginale pellucide « DMP »....) dans 8.9% des cas. (Figure 3)

En plus de l'indication de la LCS, certains patients adaptés présentaient des pathologies associées ou des antécédents particuliers notamment : une conjonctivite allergique dans 28.6 % des cas, un antécédent de traumatisme dans 1.8 % des cas, un antécédent de kératite virale dans 7.1%. Un seul patient présentait un kératocône associé à une iridocyclite hétérochromique de Fuchs. (Figure 4)

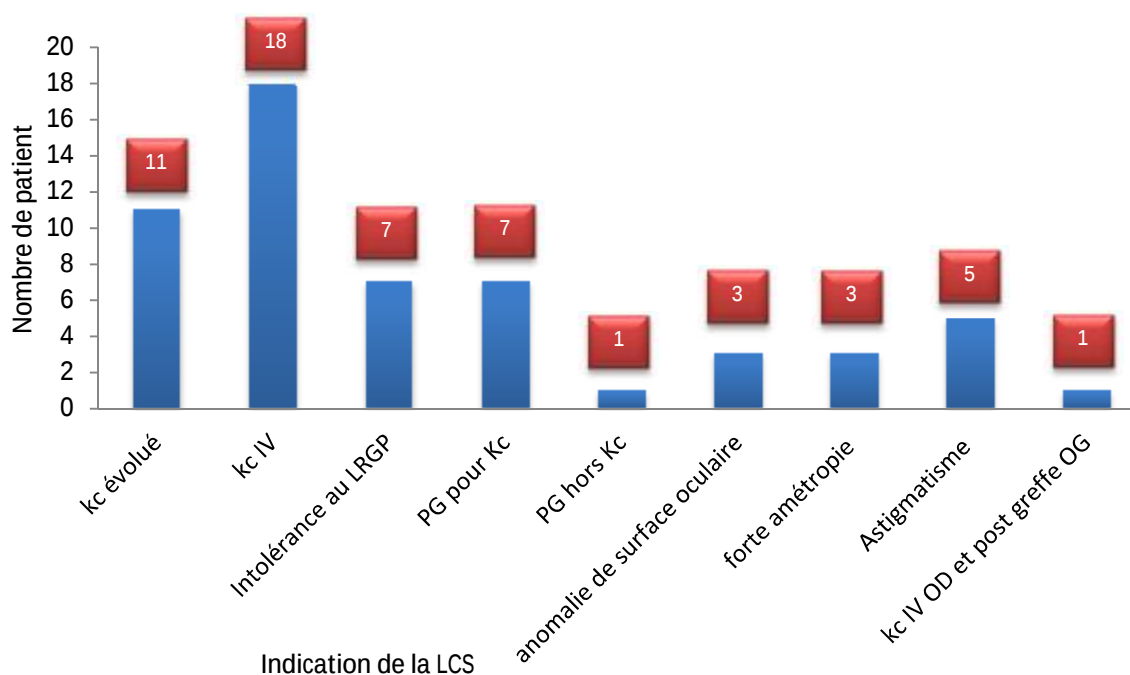


Figure 3 : la répartition des patients en fonction de l'indication de l'adaptation par

LCS

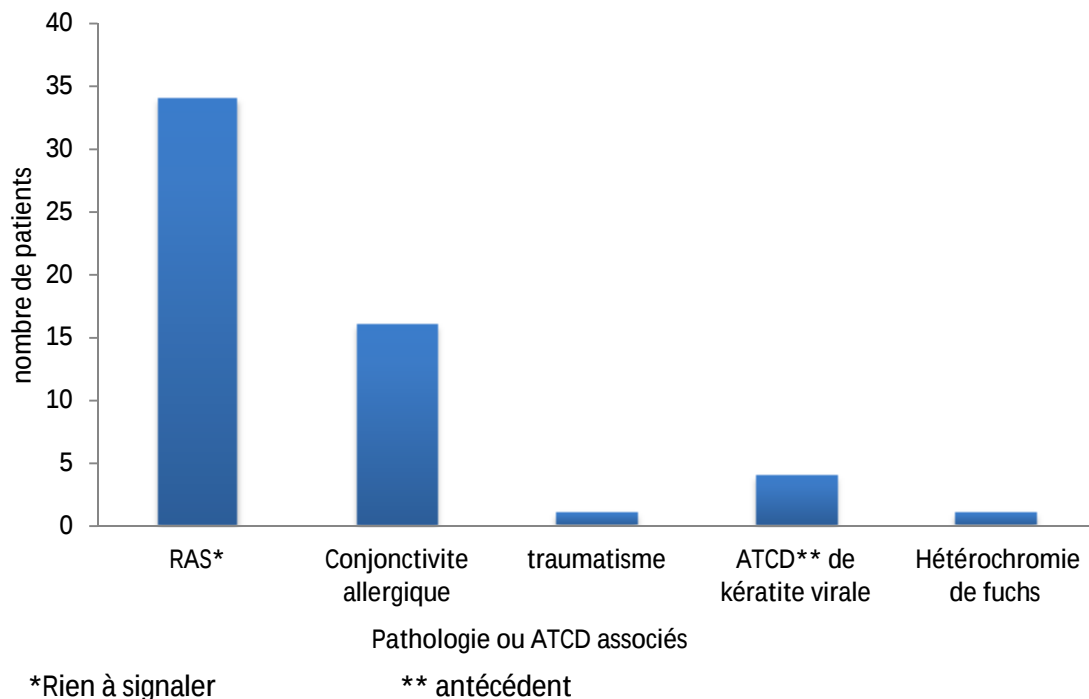


Figure 4 : la répartition des patients en fonction des antécédents ou de la pathologie associée.

III. L'acuité visuelle initiale :

L'acuité visuelle initiale était $\leq 1/10$ chez 76 % et 70.8% des patients respectivement au niveau des yeux droit et gauche. (Figure 5 et 6)

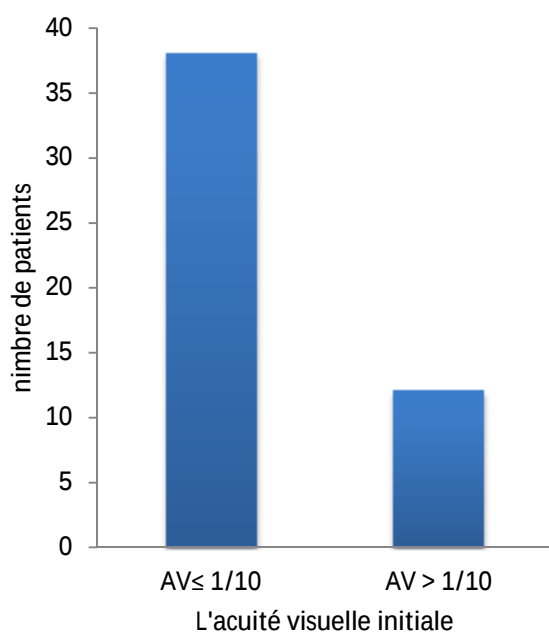


Figure 5 : la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle initiale de l'œil droit.

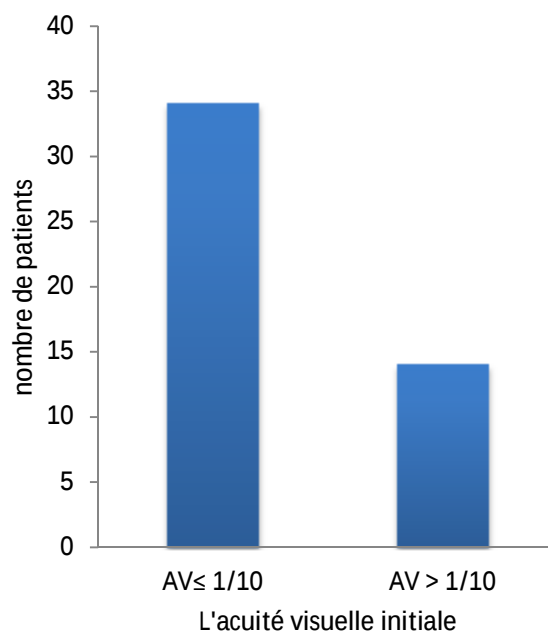


Figure 6 : la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle initiale de l'œil gauche.

IV. Les paramètres de la lentille :

Nous avons adapté 64.3 % des patients par une LCS d'un diamètre de 16.5mm, la LCS d'un diamètre de 16 mm était utilisée chez 35.7 % des patients. Nous n'avions pas de critère de choix particuliers entre les 2 types de lentilles.

Les flèches des LCS les plus utilisées chez nos patients étaient essentiellement des flèches moyennes et élevées avec des taux respectivement de 37.5% et 29.2% au niveau de l'œil droit et de 29.5% et 36.4% au niveau de l'œil gauche. (Figure 7)

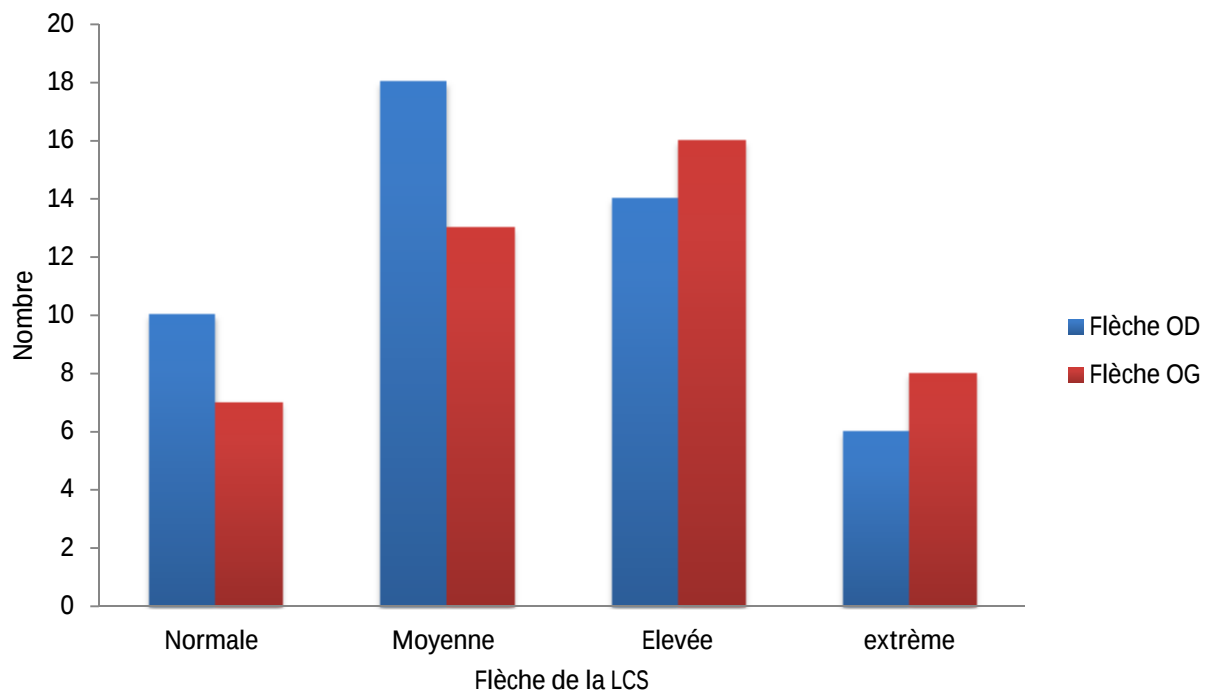


Figure 7 : La fréquence des différentes flèches des LCS utilisées dans notre série

Nous avons jugé nécessaire le recours à des LCZ et des SLZ modifiées lors de l'évaluation de la lentille d'essai. (Figure 8)

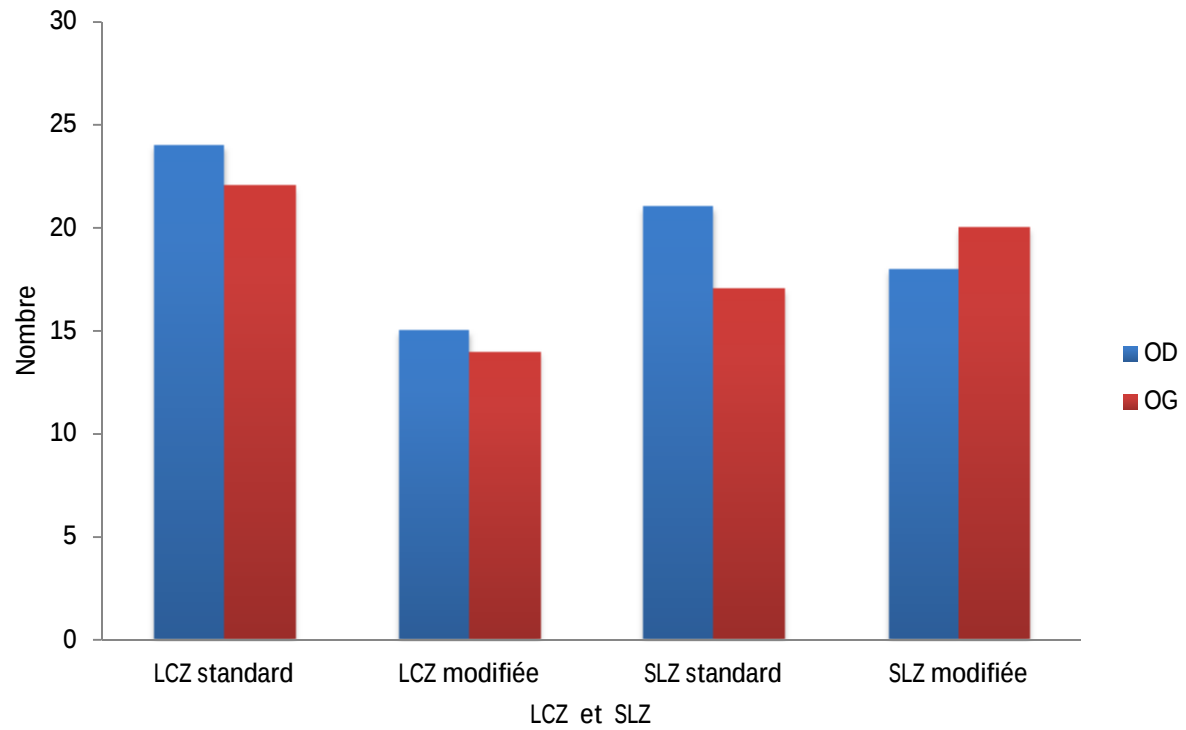


Figure 8 : La fréquence des modifications des zones LCZ et SLZ dans notre série

V. L'acuité visuelle finale :

Après équipement par LCS l'acuité visuelle était entre [1-5/10[dans 14 % et 14.9 % respectivement au niveau des yeux droit et gauche, entre [5-8/10[dans 34% des cas au niveau de l'œil droit et dans 25.5% des cas au niveau de l'œil gauche et finalement $\geq 8/10$ chez 52% et 59,6 % des patients respectivement à droite puis à gauche. (Figure 9 et 10)

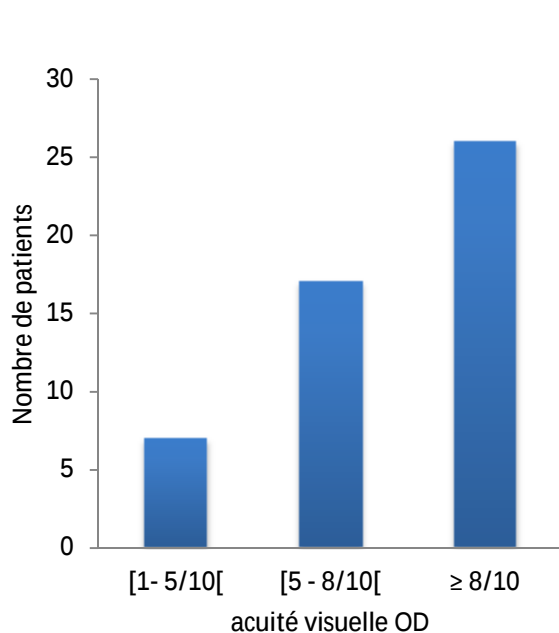


Figure 9 : la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle après équipement par LCS de l'œil droit

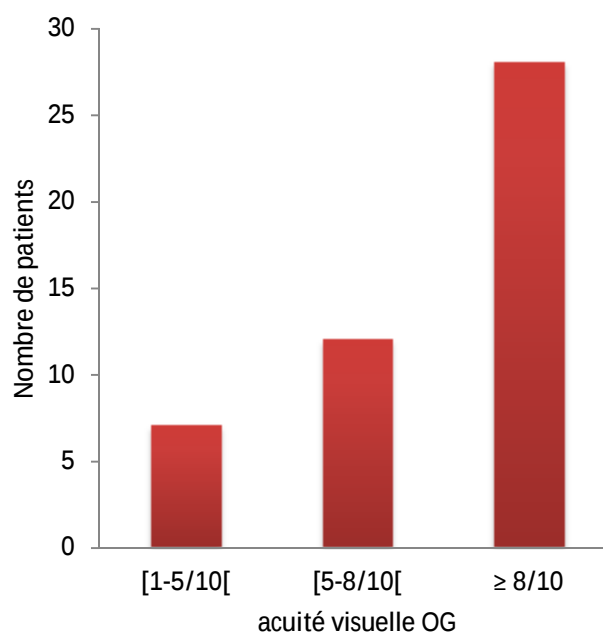


Figure 10 : la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle après équipement par LCS de l'œil gauche

Nous avons constaté une amélioration de l'acuité de l'acuité visuelle cliniquement évidente après port des LCS. Pour affirmer ce résultat de façon statistique en calculant le degré de signification " p ", nous avons converti l'acuité visuelle de l'échelle de Monoyer en logMAR, ce qui nous a permis de chiffrer quantitativement cette élévation de l'acuité visuelle chez l'ensemble des patients, sans stratification en sous-groupes.

Au niveau de l'œil droit ; la moyenne d'AV a passée de 1.11 ± 0.37 LogMar à 0.19 ± 0.20 LogMar ($p= 0.000$). Alors qu'au niveau de l'œil gauche cette moyenne était de 0.23 ± 0.38 LogMar après port de lentille de contact sclérale par rapport à 1.13 ± 0.42 LogMar initialement ($p= 0.000$). (Figures 11 et 12)

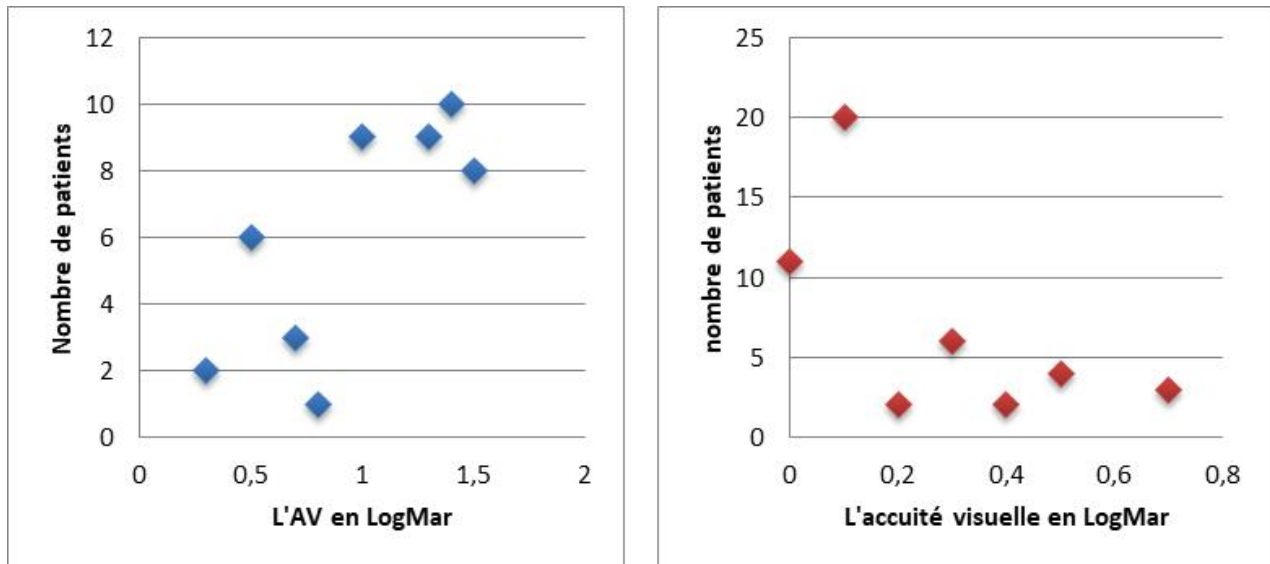


Figure 11 : la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle en LogMar de l'œil droit avant (graphique en bleu) et après (graphique en rouge) équipement par LCS. Nous notons que la plupart des patients avaient une AV ≥ 1 LogMar initialement, alors qu'après équipement la majorité avait une AV ≥ 0.2 LogMar.

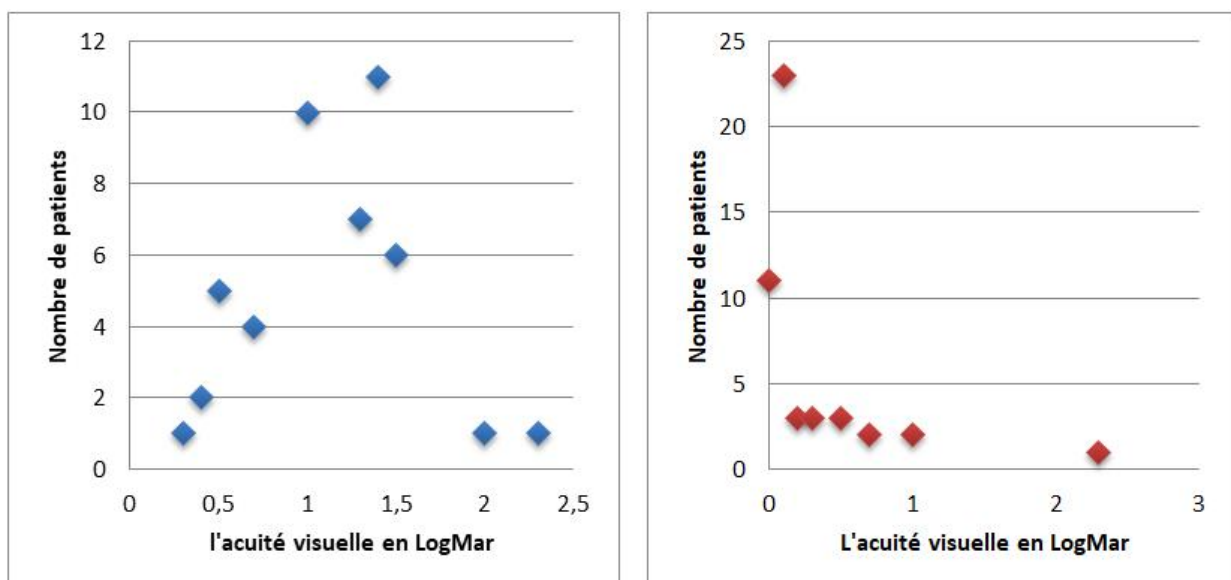


Figure 12: la répartition des patients en fonction de l'acuité visuelle en LogMar de l'œil gauche avant (graphique en bleu) et après (graphique en rouge) équipement par LCS. Nous notons une répartition de patients exactement similaire à celle que nous avons constaté au niveau de l'œil droit.

VI. Evaluation de la tolérance :

Cette évaluation était faite en se basant sur l'avis des patients concernant la manipulation des LCS, le nombre d'heure de port de ces lentilles/ jour et leurs réponses au questionnaire NEI-VFQ25.

94.6% des patients ont jugé que la manipulation initiale de la lentille était difficile. Si par contre la plupart des patients ont déclaré une difficulté de manipulation (figure 13), 75 % ont estimé que le confort de port était bon, alors que 23.2 % ont déclaré qu'il était excellent (figure 14). Le nombre moyen d'heures de port des lentilles sclérales était $9.89 \text{ heures} \pm 1.63$.

Le NEI-VFQ 25 moyen s'est amélioré de 39.94 ± 11.33 à 87.28 ± 9.87 après 6 mois de port des LCS ($p= 0.000$). Nous avons analysé également l'intégralité des sous catégories constituant ce score (tableau 2). Les améliorations les plus importantes ont concerné les sous catégories suivantes : la santé mentale, la vie quotidienne, la dépendance et les visions globale, de loin et de près ; témoignant ainsi la profondeur de l'impact de l'handicap visuel sur le psychique du patient ainsi que sur son activité globale.

L'évaluation de la conduite était faite seulement pour 10 patients (qui possédaient un permis de conduire) de notre série, 5 d'entre eux ont cessé de conduire à cause d'une mauvaise acuité visuelle.

Le score évaluant les visions de couleur et périphérique était élevé même avant l'équipement par LCS, par ailleurs la différence entre le résultat avant et après port de la LCS était statistiquement significative.

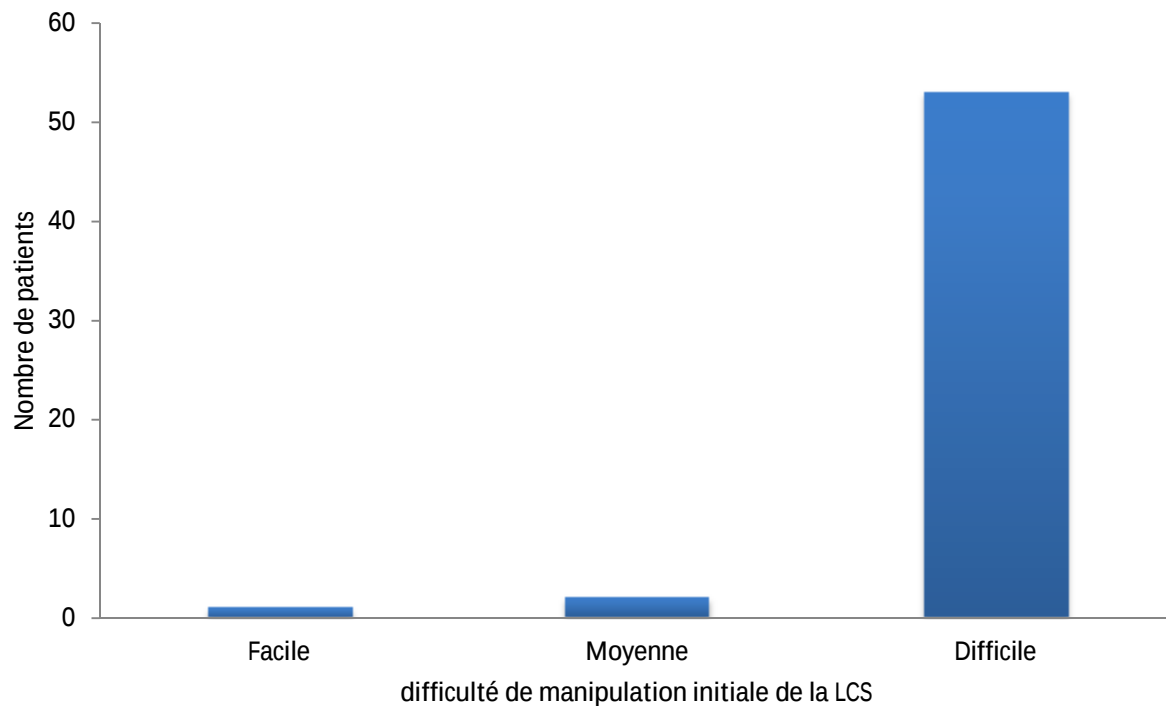


Figure 13: Répartition des patients en fonction de la difficulté de manipulation initiale de la LCS

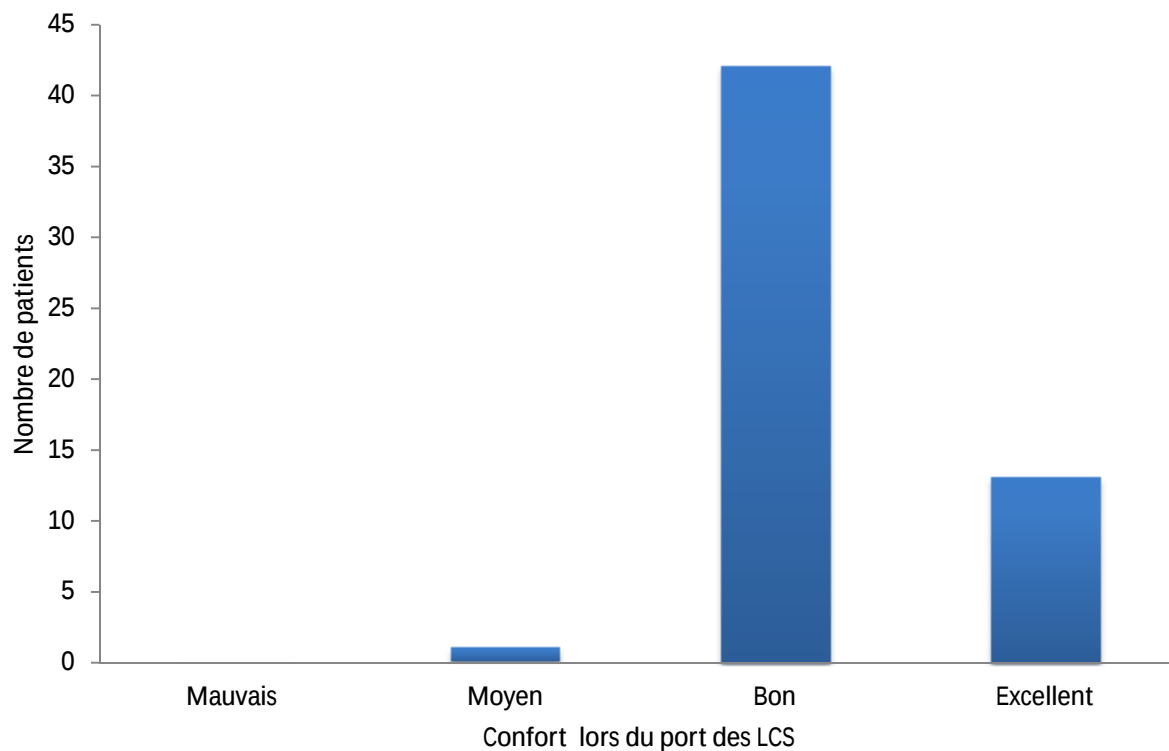


Figure 14 : Répartition des patients en fonction du confort de port des LCS

Tableau 2 : Scores NEI-VFQ25 moyen des sous-catégories avant et après 6 mois de port de lentilles sclérales chez nos patients.

	Avant le port des LCS	6 mois après le port des LCS	La valeur du <i>p</i>
NEI-VFQ25 moyen	39.94 ± 11.33	87.28 ± 9.87	0.000
Santé générale	73.66 ± 14.63	89.64 ± 12.05	0.000
Vision globale	36.78 ± 11.92	89.64 ± 12.05	0.000
Douleur oculaire	48.25 ± 22.03	85.26 ± 14.90	0.000
Vision de près	39.43 ± 12.75	91.66 ± 15.07	0.000
Vision de loin	34.44 ± 12.06	89.73 ± 14.97	0.000
Vie sociale	51.34 ± 14.03	92.41 ± 12.54	0.000
Santé Mentale	26.11 ± 12.73	74.99 ± 15.36	0.000
Vie quotidienne	11.60 ± 13.45	90.40 ± 13.05	0.000
Dépendance	37.19 ± 15.23	83.03 ± 15.40	0.000
Conduite	31.06 ± 17.90	85.60 ± 8.41	0.000
Vision des couleurs	75.44 ± 21.04	99.55 ± 3.34	0.001
Vision périphérique	86.16 ± 14.23	99.10 ± 6.68	0.001

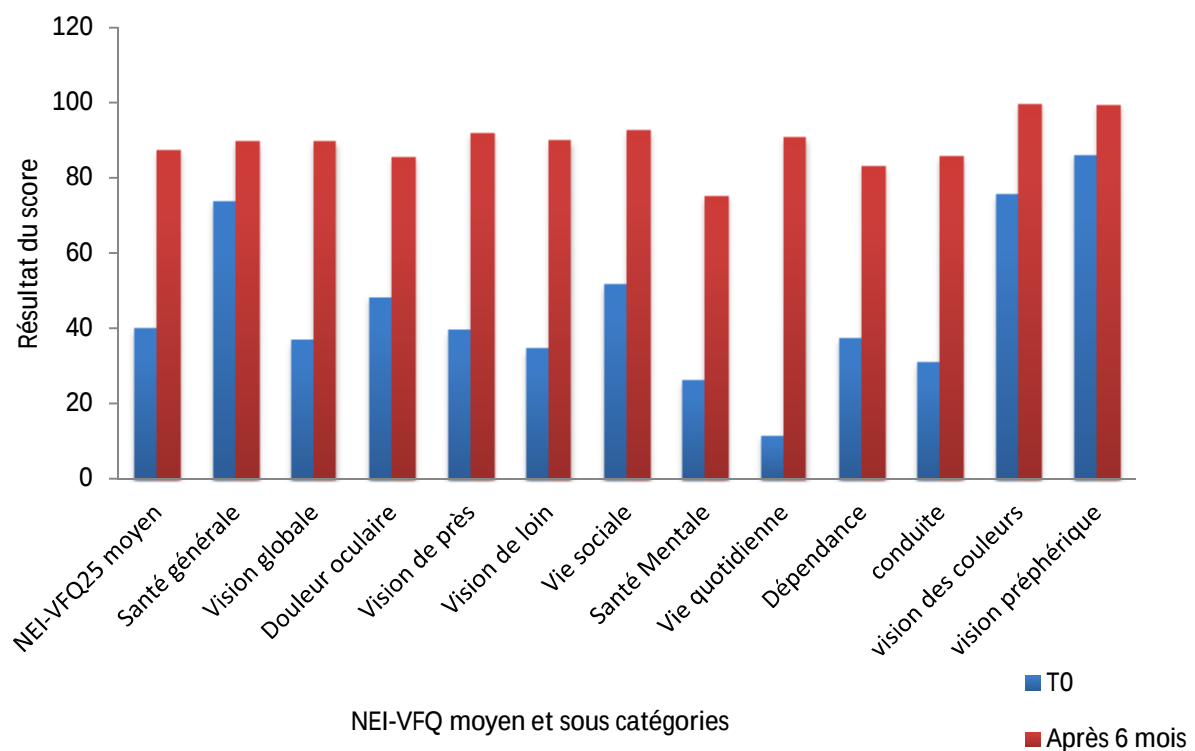


Figure 15 : Evolution du NEI-VFQ 25 composite et des scores des différentes sous catégories après 6 mois de port des LCS

VII. Les complications :

Nous n'avons noté aucune complication infectieuse en rapport avec le port des LCS.

Chez une seule patiente nous avons noté en fin de journée après le port de la lentille un blanchissement conjonctival en temporal (figure 16) probablement en rapport avec une forme sclérale irrégulière (voir rappel anatomique) associé à un blanchissement circum-cornéen en supérieur qui peut être en rapport avec une zone d'appui incorrecte. (Figure 17)

Nous avons proposé à la patiente une adaptation par lentille de contact sclérale torique.



Figure 16 : blanchissement conjonctival temporal au niveau de la zone SLZ "OG"

Figure 17 : blanchissement circum-cornéen supérieur "OD"

Chez la même patiente nous avons observé également l'apparition de ce qu'on appelle " tissu conjonctival lâche" (comme dans le chalasis conjonctival) ce tissu conjonctival en excès était aspiré sous la lentille, du fait de la pression négative sous celle-ci (Figure 18). Nous avons réalisé une excision chirurgicale du tissu conjonctival en excès et nous avons refait l'adaptation avec éventuellement une diminution de la zone de dégagement limbique.



Figure 18 : tissu conjonctif lâche aspiré sous la lentille au niveau de la zone limbique inférieure

VIII. Exemples pratiques de notre série :

1) Cas clinique 1 : Adaptation de kératocône évolué et kératocône stade IV :

Enfant de 8 ans, présentant au niveau de l'œil droit un kératocône évolué (figure 19) et au niveau de l'œil gauche un kératocône stade IV (figure 20).

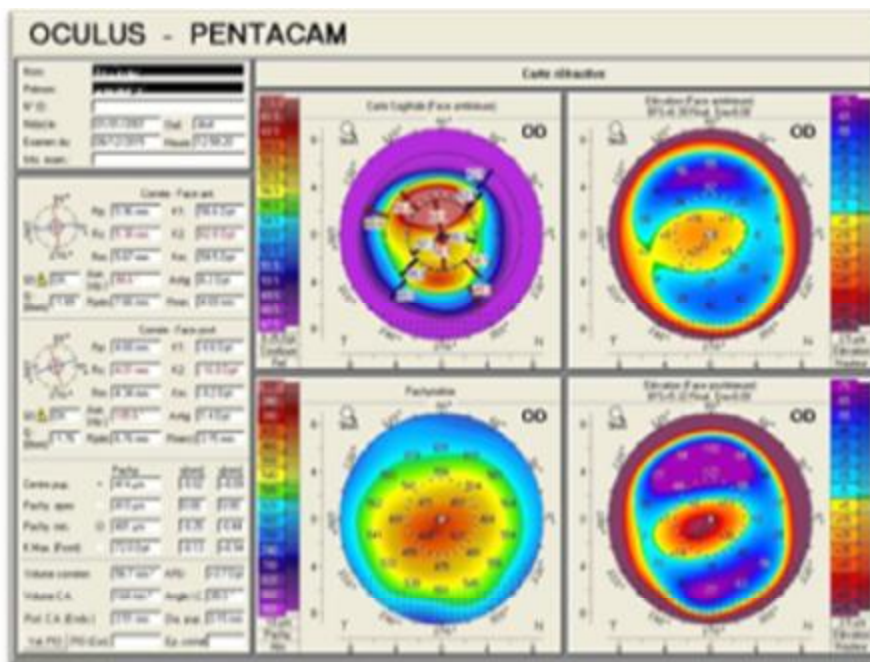


Figure 20 : Kératocône stade IV de l'œil gauche

Ū Œil droit : Adaptation par LRGP pour kératocône ayant un rayon optique (r_o) de 6.2 (le r_o calculé est 6.19) mais sans résultats satisfaisant avec une lentille décentrée et une mauvaise image après application de fluorescéine (Figure 21) malgré une réduction du r_o (essai également par $r_o = 6.1$ et $r_o = 6.0$), d'où la décision de faire un essai par LCS (Figures 22 et 23).

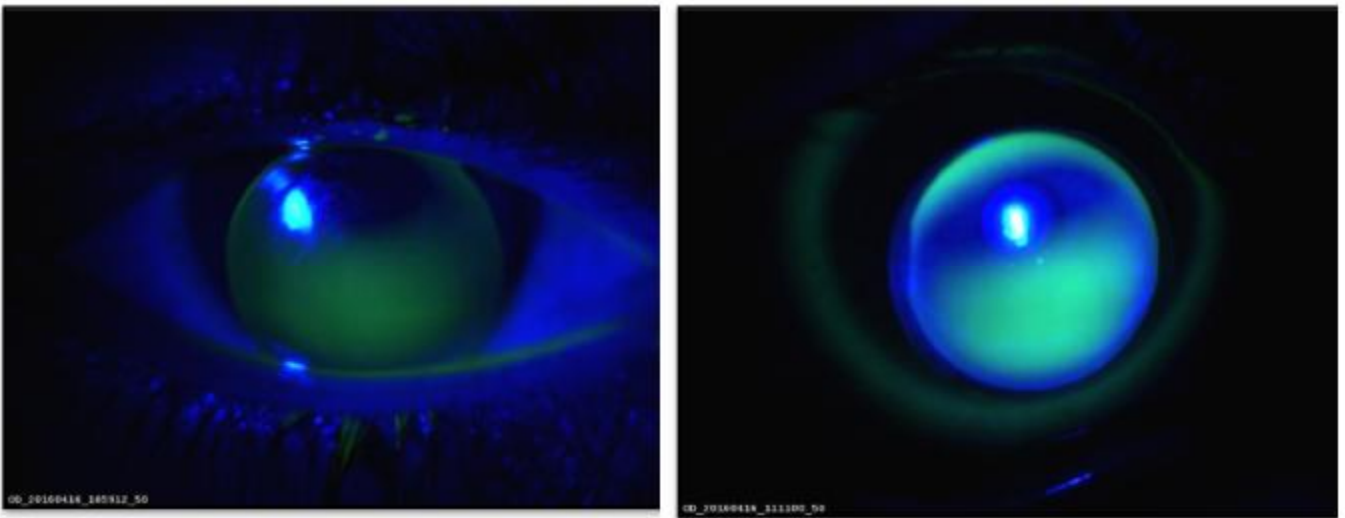


Figure 21 : Essai par $r_o = 6,2 / 6,1$ et $6,0 \Rightarrow$ toujours lentille décentrée avec appui important

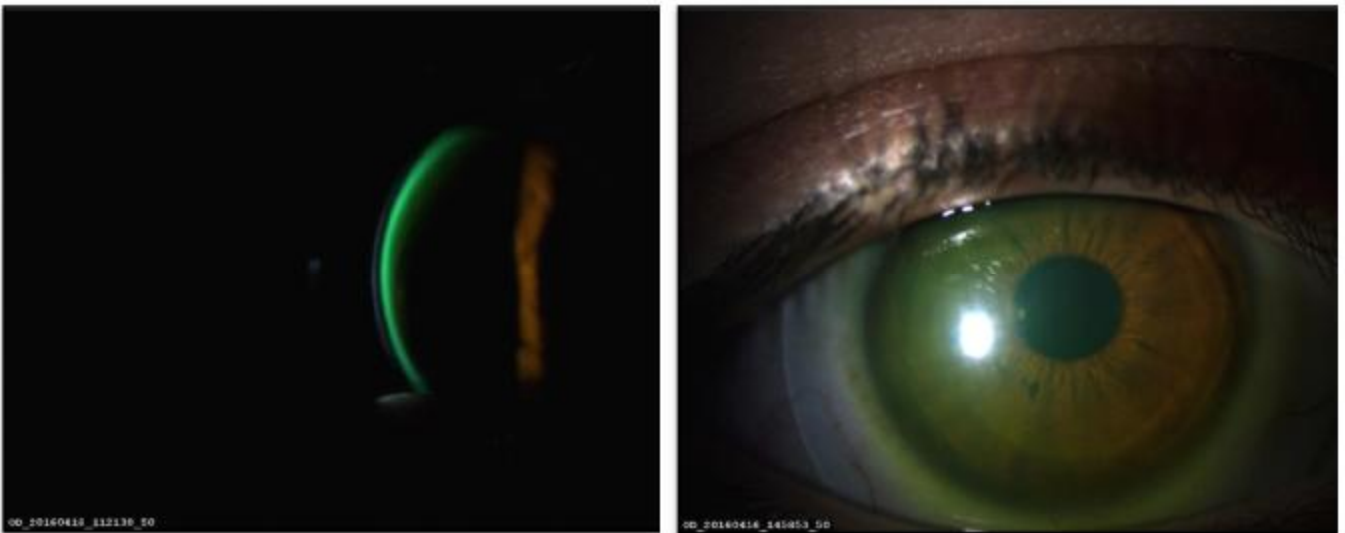


Figure 22 : Essai par LCS flèche 4500 $\Rightarrow$ bonne image fluorescéine au niveau de la CCZ et la LCZ

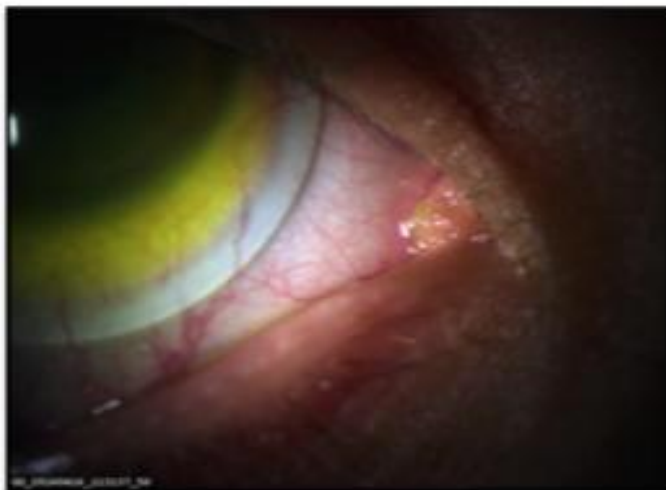


Figure 23 : Blanchissement périphérique après 30 min



Prescription :
Flèche= 4500 / LCZ= 0,0 / SLZ = -2 / Puissance = -4

L'acuité visuelle a passé de 1/10 sans correction à 8/10 après équipement par LCS.

Œil gauche : essai d'adaptation directement par lentille sclérale d'une flèche de 4900 :

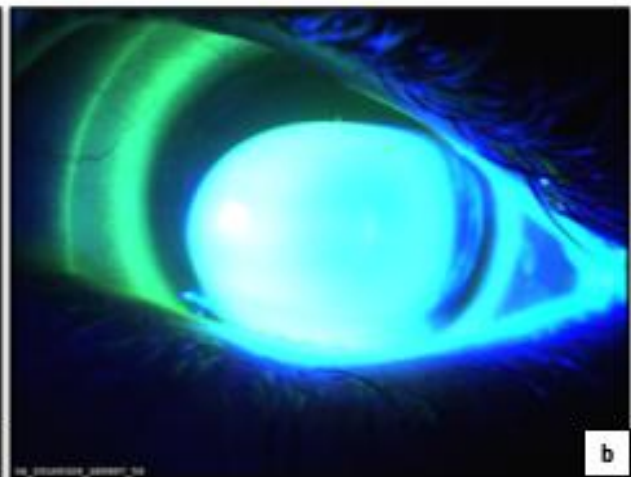


Figure 24: bonne image fluorescéine (a, b) au niveau des zones "CCZ, LCZ" de la lentille, avec bon alignement périphérique sans compression au niveau de la "SLZ" (c).
L'AV a passé de 0.3/10 sans correction à 8/10

Prescription
Flèche=4900 / LCZ= 0 /SLZ = 0/ Puissance = -7,00

2) Cas clinique 2 : Les lentilles sclérales pour la prise en charge des séquelles de brûlure oculaire:

Patiente de 48 ans, victime accidentellement lors de son activité professionnelle d'une brûlure oculaire par esprit de sel, elle est adressée pour prise en charge des séquelles de cette brûlure oculaire (Figure 25 et 26) à savoir une photophobie, un syndrome sec sévère avec une baisse profonde de l'acuité visuelle.

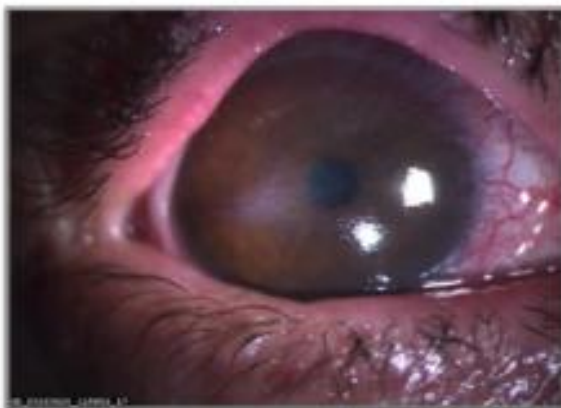


Figure 25: Hyperhémie conjonctivale de l'œil droit, avec une cornée dystrophique siégeant d'un appel vasculaire périphérique et axial au niveau de 2 quadrants.
L'AV = 1/10



Figure 26: Hyperhémie conjonctivale de l'œil gauche, avec une opacité cornéenne axiale et une néovascularisation importante
L'AV = 1/10 est limitée à la perception des mouvements des doigts.

Nous avons adapté la patiente par des lentilles sclérales ICD 16.5, le choix de la lentille initiale était en fonction des guides du fabricant mais la zone de clairance centrale était insatisfaisante à cause de l'irrégularité cornéenne. Nous avons opté pour une flèche plus élevée pour pouvoir assurer un réservoir de larme post lentille respectable permettant de pallier au problème du syndrome sec sévère.

Œil droit :

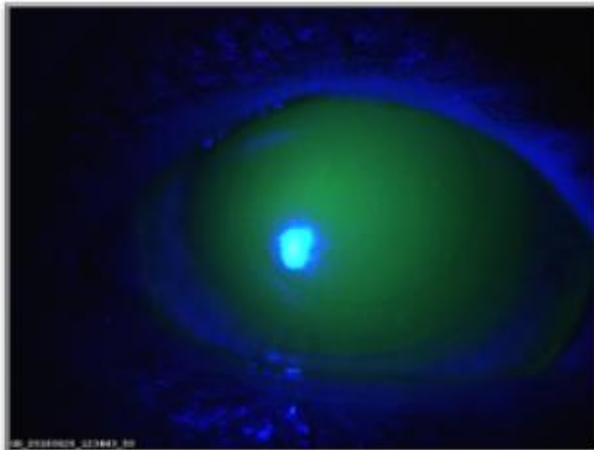


Figure 27: absence d'appui au niveau des zones CCZ et LCZ

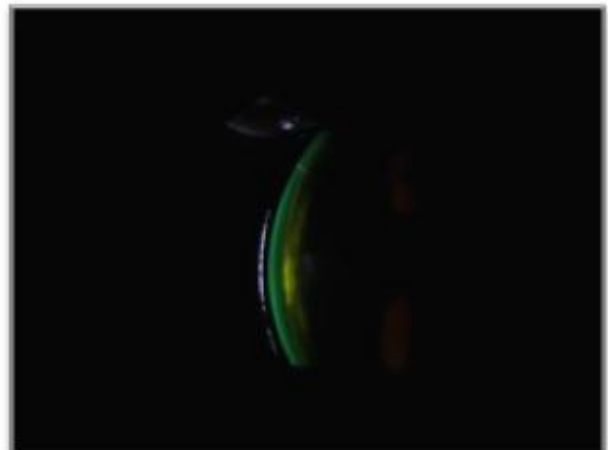


Figure 28: coupe sagittale lors de l'examen à la lampe à fente permettant l'évaluation du film lacrymal post lentille

Œil gauche :

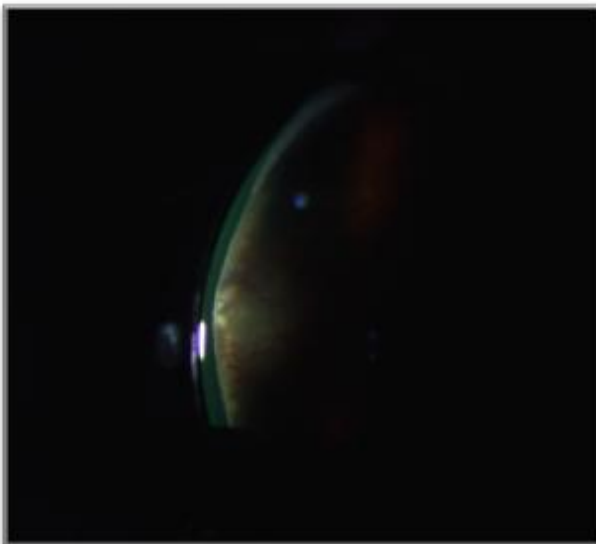


Figure 29: évaluation du film lacrymal post lentille à la lampe à fente, à noter la profondeur de l'opacité cornéenne

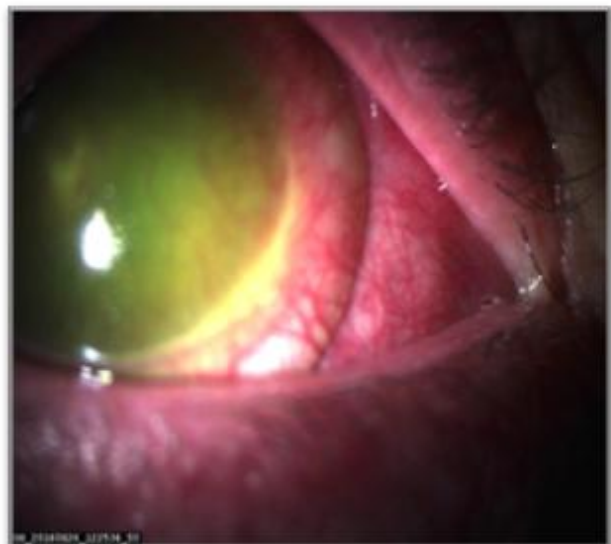


Figure 30: absence de compression des vaisseaux conjonctivaux au niveau de la SLZ

3) Cas clinique : les lentilles sclérales pour la prise de l'aphakie post traumatique :

Patient de 60 ans, qui a présenté à l'occasion d'un traumatisme contusif de l'œil droit une mydriase avec une luxation du cristallin dans le vitré postérieur extrait par voie endo-oculaire. La gestion de l'aphakie (figure 31) était faite par adaptation de l'œil droit par LCS et l'acuité visuelle a passé de compte les doigts à 3m à 10/10 avec lentille (figures 32 et 33).



Figure 31: Aphakie post traumatique



Figure 32: évaluation de l'épaisseur du film lacrymal post lentille à la lampe à fente

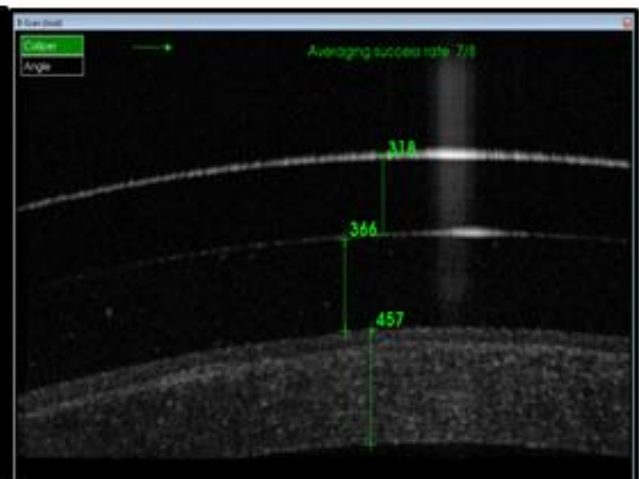


Figure 33: Evaluation OCT du film lacrymal post-lentille à la pose de celle-ci, mesuré à 366 μm

4) Cas clinique 4 : adaptation d'un kératocône "DMP like".

Patient de 20 ans, suivi pour une iridocyclite hétérochromique de Fuchs.

ð Topographie :

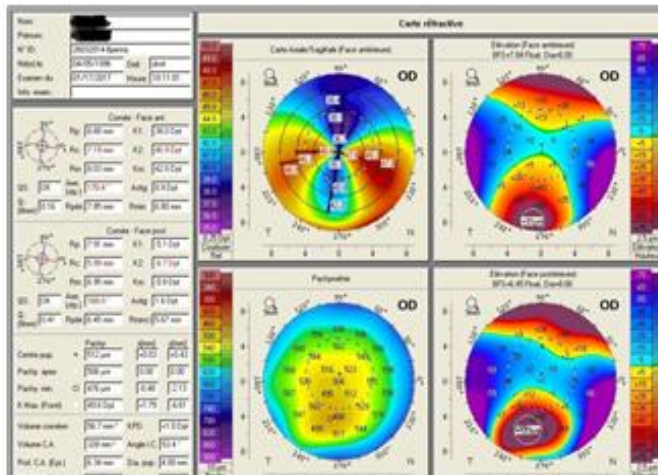


Figure 34: Kmax = 49,6 / Pachy min= 476 µm
Kératocône stade II « DMP like »

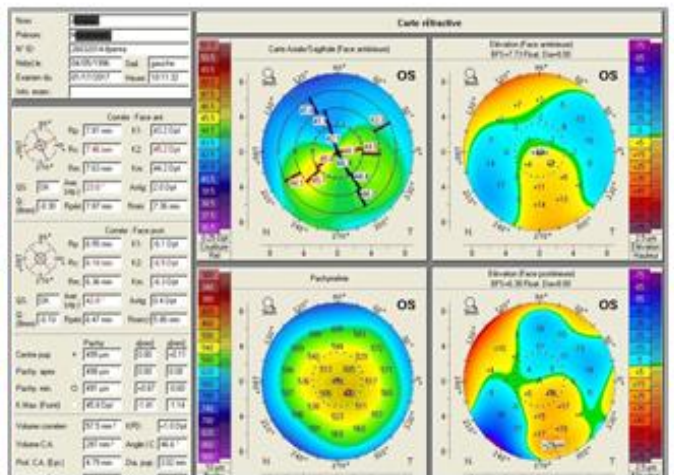


Figure 35: Kmax = 45,8 / Pachy min= 491 µm
Kératocône fruste

Nous avons essayé une adaptation par lentille sclérale ICD 16.5 d'une flèche de 4500, néanmoins le problème de cette lentille c'est la présence d'un appui important au niveau de la zone cornéenne périphérique correspondant au méridiens les plus cambrés. (Figure 36)

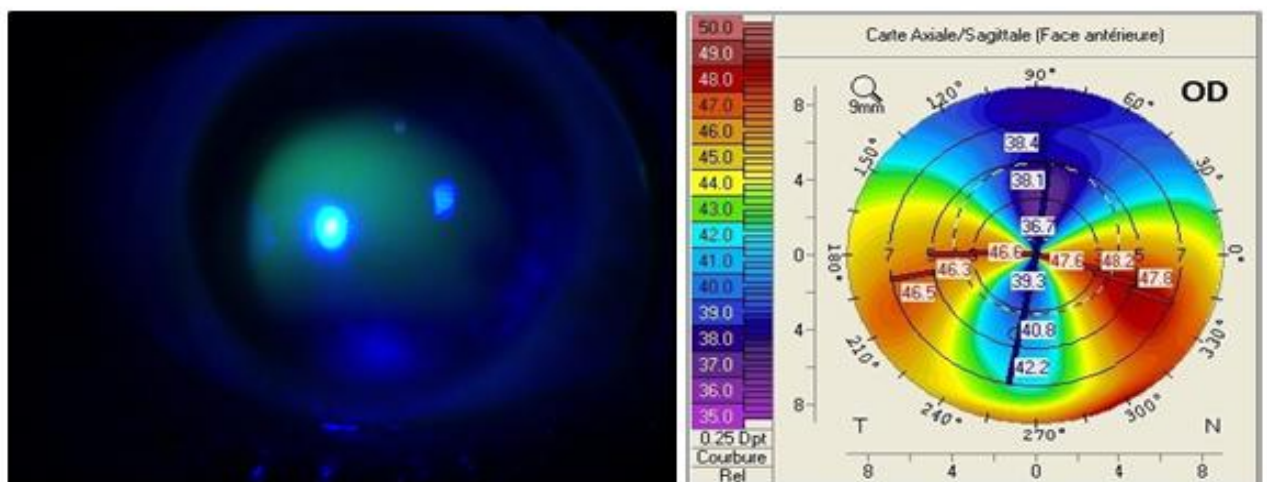


Figure 36: Appui important cornéen périphérique

Pour pallier à ce problème nous avons choisi une lentille sclérale avec une zone cornéenne périphérique permettant de mieux ajuster la clairance à ce niveau (figures 37).

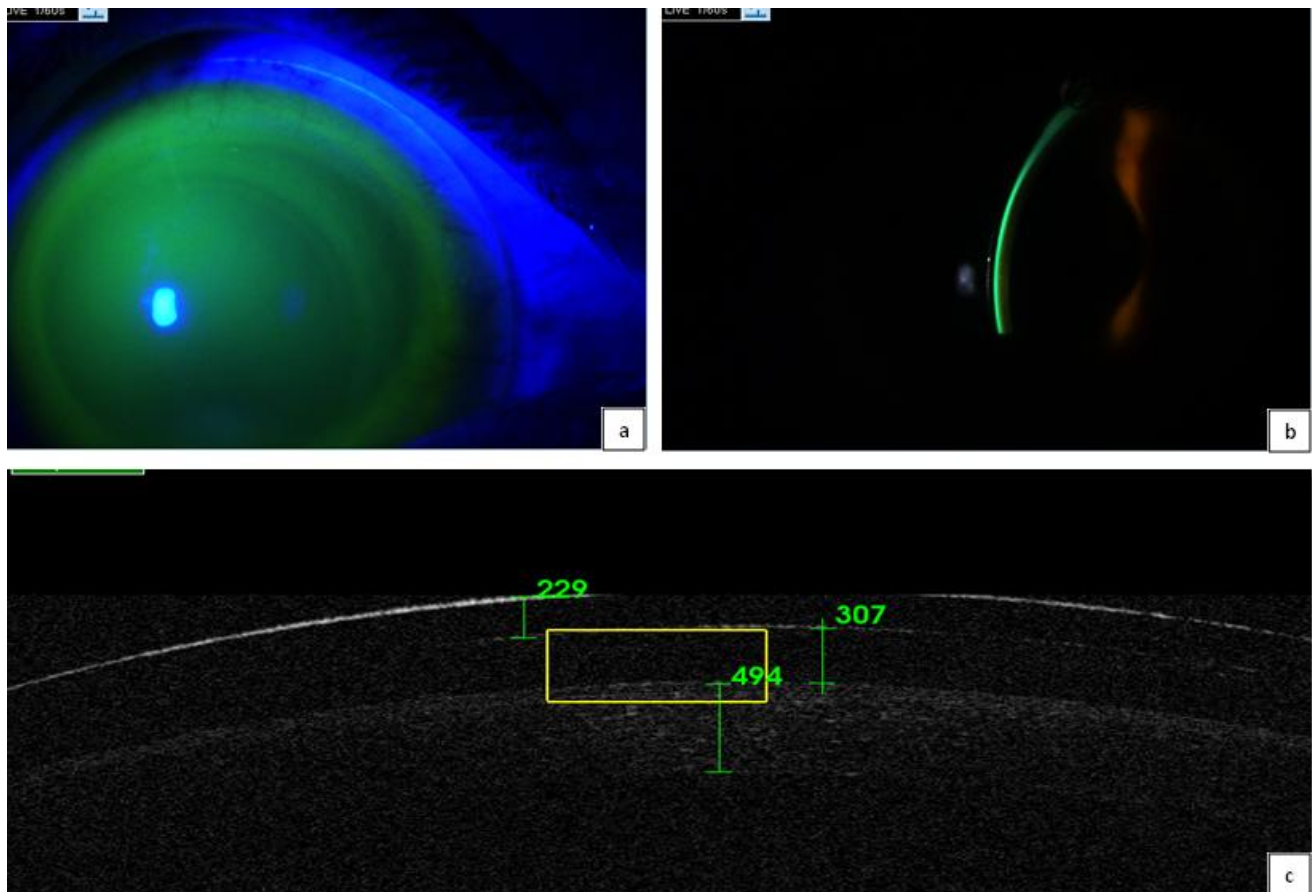


Figure 37: évaluation de la LCS (a ; b) à la lampe à fente objectivant l'absence d'appui au niveau des zones centrale, moyenne périphérique et limbique, en coupe fine le film lacrymal post lentille a presque la même épaisseur que la lentille. (c) mesure précise de l'épaisseur du réservoir de larme post lentille par OCT.

L'AV a passé de 2/10 avec une correction de +0.25 (-8.00 à 70°) à 7/10 avec lentille

DISCUSSION

I. Rappel anatomique

Récemment, la nécessité de lentilles sclérales est devenue plus importante. Une bonne connaissance de l'anatomie et de la forme de la partie de la surface oculaire antérieure est nécessaire pour permettre l'adaptation convenable d'une lentille sclérale.

A. La cornée

La cornée est une tunique transparente dont la transparence est maintenue par de nombreux facteurs : la qualité du film lacrymal, la régularité de la surface épithéliale, l'absence de vaisseaux et la pompe endothéliale régulatrice de l'hydratation. [5-7]

La Surface cornéenne antérieure est convexe et asphérique :

- ⦿ Taille adulte: 11-12 mm horizontal / 9-11 mm vertical
- ⦿ Épaisseur: 550 microns centre 700 microns périphérie
- ⦿ Pouvoir optique 40 -44 d (2/3 total)

La cornée assure, avec la sclère, une fonction de protection des milieux endoculaires et constitue une zone d'échange avec le monde extérieur, cette surface d'échange est augmentée grâce aux microvillosités épithéliales. La présence de glycoprotéines et glycolipides au sein de la double couche lipidique hydrophobe de la membrane des cellules épithéliales superficielles forme le glycocalyx qui interagit avec couche mucinique du film lacrymal. La perte de ce glycocalyx (par exemple à cause des conservateurs des collyres ou des produits d'entretien des lentilles) entraîne une instabilité du film lacrymal.

Pour une respiration coréenne normale il faut une valeur seuil de PO₂ de 75 mmHg :

- ⦿ La respiration aérobie se fait selon le cycle de Krebs (apport en O₂ adéquat) :

- 1 mole Glucose => 36 moles ATP
- Production: H_2O + CO_2

• Respiration Anaérobie (apport en O_2 insuffisant).

- 1 mole Glucose => 2 moles ATP
- Production: Lactate + H^+

La cornée entre en rapport en avant avec le film lacrymal qui est la deuxième ligne de défense de la surface oculaire après les paupières. L'épaisseur du film lacrymal demeure un sujet de controverse, elle est généralement entre 7 μm et 40 μm selon les auteurs, avec une sécrétion basale de 1 μl à 2 μl par minute.

Jusqu'à très récemment, le film lacrymal était considéré comme composé de trois couches distinctes (mucinique, aqueuse et lipidique), mais il ressemble plus à un gel très bien hydraté par l'eau avec un gradient de concentration de mucus depuis la couche superficielle de l'épithélium ; ou il adhère fortement par l'intermédiaire du glycocalyx ; à la couche externe moins concentrée en mucines solubles et recouverte par la couche lipidique qui limite l'évaporation des larmes. Ce gel est riche en cytokines et facteurs de croissance. Les larmes sont éliminées en partie par évaporation mais surtout par les conduits lacrymonasaux.

Le film lacrymal joue un rôle nutritif et protecteur de la surface oculaire (protection mécanique, chimique et immunologique).

Différentes circonstances pathologiques peuvent aboutir à une altération du film lacrymal, entraînant des symptômes d'œil sec. Les modifications du film lacrymal survenant lors du syndrome sec, des dysfonctionnements meibomiens, des conjonctivites allergiques, du port de lentilles de contact, dans les suites de la chirurgie réfractive ou de conjonctivites infectieuses, jouent un rôle extrêmement important et peuvent entraîner un certain nombre de symptômes et expliquer l'inefficacité des traitements pourtant spécifiques et apparemment adaptés. La

lentille sclérale dans ce cas-là trouve tout son intérêt thérapeutique, grâce à son effet protecteur vis-à-vis des paupières et du milieu extérieur ainsi qu'à son effet lubrifiant par le réservoir de larme pré-cornéen qu'elle assure.

La cornée est formée de 5 couches :

• L'épithélium cornéen (50 μm) [5–7]: En continuité avec l'épithélium conjonctival, de type stratifié non kératinisé formé de 5 à 6 couches cellulaires (2 à 3 couches de cellules superficielles 2 à 3 couches de cellules intermédiaires 1 couche de cellules basales adjacentes à la membrane de Bowman).

Seules les cellules basales prolifèrent pour générer des cellules filles qui vont se différencier en cellules intermédiaires et puis en cellules superficielles, pour se desquamer finalement dans le film lacrymal : c'est le Processus complet de renouvellement de l'épithélium cornéen qui se fait généralement en 7 à 14 jours.

Il constitue une barrière biologique avec des complexes de jonction et des cellules immunocompétentes notamment les cellules dendritiques présentes en périphérie et absentes au centre avec une Capacité de migration.

• La membrane de Bowman (8-14 μm) : c'est une couche acellulaire composée de fibres de collagène désorganisés dans une substance fondamentale de composition biochimique identique à celle du stroma. Synthétisé par les cellules basales de l'épithélium pendant la vie embryonnaire, et incapable de se régénérer. Toute rupture de la membrane de Bowman entraîne l'apparition d'un tissu cicatriciel générant des opacités définitives [5,7,6].

• Le stroma cornéen : il est constitué de 3 composants: les Kératocytes (2%), les Fibres nerveuses et la matrice extracellulaire qui elle-même constituée de :

- Collagène « 70% du poids sec », dont les fibres ayant un diamètre uniforme et un espacement uniforme garant de transparence cornéenne.

- Glycosaminoglycanes « Kératan sulfate + + + », ayant une grande capacité d'hydratation [5–7] .

Une étude clinique et expérimentale menée par des chercheurs de l'Université de Nottingham et dirigée par le Professeur Harminder Dua, a révélé la présence d'une autre membrane composant la cornée ; juste en dessous du stroma ; c'est la membrane de Dua [8].

Cette membrane est découverte en 2013 en injectant de l'air selon la technique du « big bubble » dans le stroma cornéen de 31 donateurs, elle est acellulaire, d'une épaisseur de 15 μm , composée de 5 à 8 lamelles de collagène de type I organisées de façon transversale, longitudinale et oblique. Elle est caractérisée également d'une grande solidité pouvant résister à une pression de 1.5 à 2 bars [8].

Cette découverte aura des impacts sur la recherche médicale ; concernant la chirurgie de la cornée postérieure; sur la compréhension de la biomécanique de la cornée, et de certaines pathologies cornéennes.

û La membrane de Descemet : c'est une membrane résistante, amorphe et élastique, fortement riche en glycoprotéines. Son épaisseur augmente avec l'âge et dans certains processus pathologiques [7].

û L'endothélium : Une seule couche de cellules endothéliales de forme hexagonale sur la face postérieure de la membrane de Descemet avec arrangement en mosaïque. La densité cellulaire est de 3500 Cellules / mm^2 chez l'adulte jeune, elle diminue avec l'âge [7].

La zone de transition entre la cornée et la sclère est représentée par le limbe scléro-cornéen, bien visible lors de l'examen au biomicroscope, il forme un anneau plus large en haut et en bas (1.5 mm) que sur les côtés (1 mm) [7].

• *Le limbe anatomique* est limité en avant par une ligne réunissant les terminaisons des membranes de Bowman et de Desmet. En arrière il est limité par l'éperon scléral.

• *Le limbe chirurgical* : représenté par la limite antérieure de l'espace décollable entre sclère et conjonctive. Cette limite se situe systématiquement à environ 0.5 mm en arrière de la limite antérieure du limbe anatomique.

Sur le plan microscopique limbe est également une véritable zone de transition [7]:

- *Sur le plan épithéliale* : transition entre épithélium pluristratifié pavimenteux cornéen et épithélium conjonctival cylindrique.
- *Le plan sous épithélial* : il n'existe que dans les 2/3 du limbe, correspond au limbe chirurgical, formé de la fusion d'éléments conjonctivaux provenant du chorion conjonctival de la capsule et du tenon et de l'épislère.
- *Plan profond* : transition entre tissu conjonctif stromal organisé de la cornée et le tissu conjonctif scléral anarchique, les fibres de collagène perdent leur orientation. La membrane de Desmet disparaît, la cellularité augmente. L'endothélium à cellules aplaties du trabéculum scléral fait suite à l'endothélium cornéen.

Le limbe a le rôle important d'apport nutritif à la cornée.

B. La conjonctive :

La conjonctive est une membrane muqueuse richement vascularisée qui couvre la surface antérieure du globe oculaire et la face postérieure des paupières supérieures et inférieures. Elle est responsable de la sécrétion du mucus, qui est essentiel pour la stabilité du film lacrymal et la transparence cornéenne. Elle contient des cellules immunocompétentes capables d'initier et de participer à la réaction inflammatoire. La conjonctive est divisée en trois régions [6]:

ð La conjonctive palpébrale : En continuité avec le revêtement cutané, elle comprend trois parties :

û *la conjonctive marginale* : qui débute en arrière de la ligne des orifices de la glande de Meibomius et se termine au sillon tarsal. Elle constitue la zone de transition entre l'épiderme et l'épithélium conjonctival qui n'est pas kératinisé ;

û *la conjonctive tarsale* : qui lui succède et est adhérente au tarse ;

û *la conjonctive orbitaire* : qui s'étend du tarse au cul- de- sac conjonctival.

ð Culs-de-sac conjonctivaux ou fornix : Ils représentent la zone de transition entre les conjonctives palpébrale et bulbaire.

ð La conjonctive bulbaire : Il s'agit d'une membrane fine et transparente. On en distingue deux parties :

û La partie sclérale : qui s'étend du cul-de-sac conjonctival au limbe. Elle est facilement clivable car séparée de la capsule de Tenon par le tissu conjonctif sous- conjonctival. À environ 3 mm du limbe, la conjonctive, la sclérotique et la capsule de Tenon sont fermement attachées et, à cet endroit, la conjonctive devient plus difficilement mobilisable ;

û La partie limbique qui réalise un anneau de 3 mm de large à la jonction entre les épithéliums conjonctival et cornéen.

La vascularisation - Innervation de la conjonctive :[6]

- û Vascularisation Artérielle: se fait à partir des artères palpébrales pour la conjonctive marginale et tarsale et de l'artère ciliaire antérieure pour la conjonctive bulbaire et le limbe.
- û Vascularisation Veineuse: par le réseau veineux palpébral et le réseau veineux ciliaire
- û Vascularisation Lymphatique: il n'existe pas de réseau lymphatique à l'intérieur de l'œil. En revanche, la conjonctive est riche en vaisseaux lymphatiques qui se répartissent en un réseau profond formé de vaisseaux de gros calibre et un réseau superficiel sous-épithélial. Les troncs externes se jettent vers les ganglions prétragien et parotidiens. Les troncs internes vers les ganglions sous-maxillaires.
- û Innervation Sensitive: par la branche ophtalmique de Willis du Trijumeau
- û Les nerfs ciliaires antérieurs pour le plexus cornéen innervant la conjonctive limbique.
- û Le nerf sous-orbitaire branche du maxillaire supérieur innerve le tiers moyen de la paupière inférieure.
- û Sympathique: par les fibres amyéliniques dans les parois vasculaires
- û Parasympathique: par les fibres amyéliniques issues du nerf facial et se terminant dans les parois vasculaires notamment du limbe.

C'est réellement la surface conjonctivale qui est la zone d'appui des lentilles sclérales. Mais comme la conjonctive suit la forme de la sclère, la partie antérieure de l'œil ; au-delà des limites de la cornée ; est dite de «forme sclérale». Le type de lentille qui y prend appui est appelé lentille sclérale, plutôt que lentille conjonctivale.

C. La sclère : [4,7]

Tunique la plus externe du globe oculaire qui entoure les 4/5 postérieur de celui-ci, elle est opaque et se transforme en cornée transparente à l'avant du globe. Duke-Elder (1961) indique que l'épaisseur de la sclère est de 0,8 mm au limbe, de 0,6 mm en avant des insertions des muscles droits, de 0,3 mm en arrière de ces insertions, de 0,4 à 0,6 mm à l'équateur du globe et de 1,0 mm près de la tête du nerf optique. Le rayon scléral est de l'ordre de 13,0 mm pour l'œil moyen (à titre de référence ; le rayon cornéen central est en moyenne de 7,8 mm). La longueur équatoriale du globe oculaire est de 24,1 mm en horizontal et de 23,6 mm en vertical. Ceci implique que la forme de la sclère n'est pas la même dans tous les méridiens. La sclère est relativement inactive, au plan métabolique, mais elle est plutôt résistante et dure. Il n'y a que peu de vaisseaux sanguins et de nerfs dans la sclère, et elle est par conséquent moins sensible que la cornée. Sous la couche épisclérale, au niveau de la couche supérieure, on trouve la substance propre de la sclère (ou stroma scléral). C'est la couche la plus épaisse de la sclère, et elle est constituée de fibres de collagène entrelacées. Les fibres stabilisent la sclère et, par conséquent, le globe oculaire. La sclère est opaque, du fait de l'alignement irrégulier des fibres.

A la face externe de la sclère on retrouve l'insertion des muscles oculomoteurs :

⚡ L'insertion des muscles droits en avant de l'équateur : selon une ligne ellipsoïde dite la spirale de Tillaux à une distance du limbe de 5.5mm, 6.5mm, 7 mm et 7.5 mm respectivement en allant du muscle droit interne au muscle droit supérieur.

Avec un diamètre cornéen moyen de 11,8 mm, cela signifie qu'à l'horizontale, 22 à 24 mm est le diamètre physique maximum que peut avoir une lentille sclérale pour l'œil moyen, avant d'interférer avec l'insertion du muscle droits, en supposant que la lentille ne bouge pas.

⚡ L'insertion des muscles obliques : elle est postérieure à l'équateur à 17 mm du limbe pour le petit oblique (quadrant postéro-externe et inferieur) et à 14 mm du limbe pour le grand oblique (quadrant postéro-externe et supérieur).

D. Le profil scléro-cornéen et Angles limbique et scléral

1. Le profil scléro-cornéen

C'est l'évaluation du prolongement de la courbure de la cornée par rapport à la courbure de la sclère, son but est de comprendre les serrages en lentilles souples et l'harmonie en lentilles sclérales [9].

En effet on a toujours pensé que la zone limbique et la première partie de la sclère ; au-delà du limbe ; étaient de forme bombée, mais il semble que ce ne soit pas toujours nécessairement le cas.

Le premier qui définit une classification du profil cornéo-sclérale fut Meier puis repris par Bussacker. Il a décrit initialement 3 profils de bases (figure 38) :

- û Lent : rayon de courbure scléral $>$ rayon cornéen
- û Standard : rayon de courbure scléral $>>$ rayon cornéen
- û Rapide : rayon de courbure scléral $>>>$ rayon cornéen

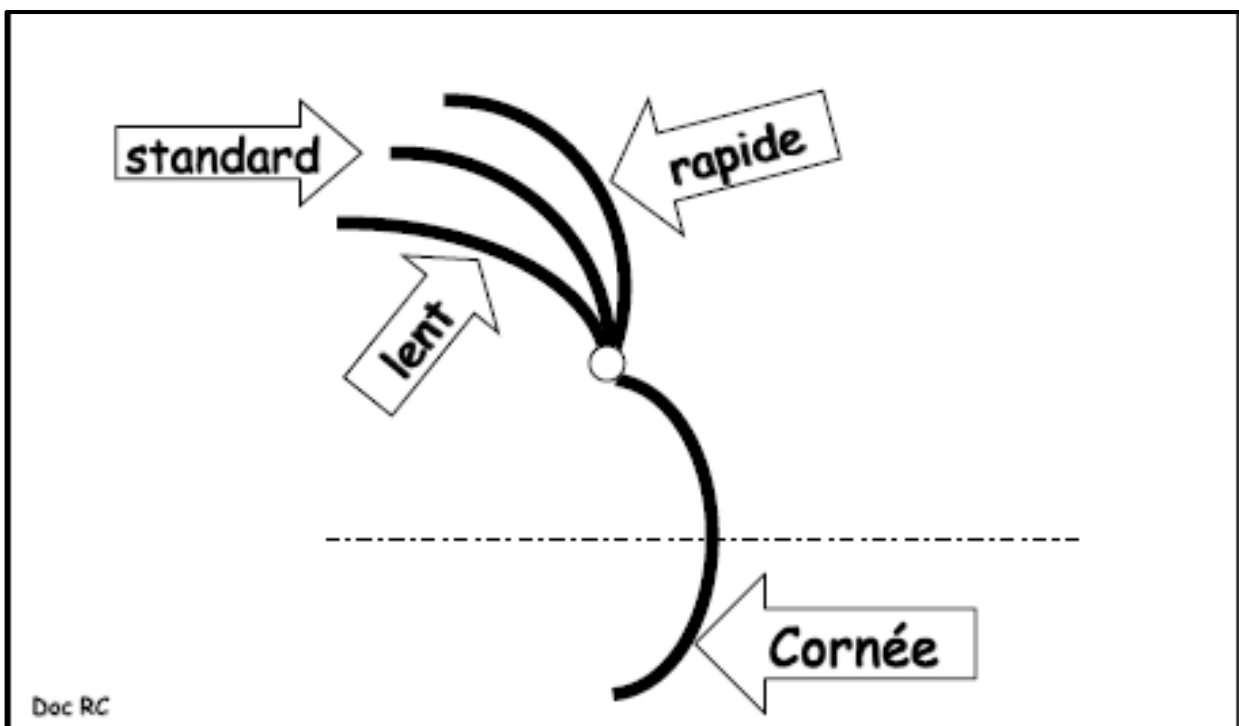


Figure 38 : Illustration du profil cornéen de base selon Meier

www.bbarthelemy.com

Et puis une classification en 5 profils selon qu'elle existe ou pas une rupture entre les 2 courbes celle de la cornée et celle de la sclère « ressaut limbique » [1,10].

(Figure 39)

- ⦿ Profil 1 : une transition graduelle (pas de ressaut) de la cornée vers la sphère, dans laquelle la portion sclérale est convexe
- ⦿ Profil 2 : une transition graduelle de la cornée vers la sphère, dans laquelle la portion sclérale est tangente.
- ⦿ Profil 3 : une transition marquée (avec ressaut) dans laquelle à nouveau la portion sclérale est convexe
- ⦿ Profil 4 : une transition marquée, dans laquelle la portion sclérale est tangente.
- ⦿ Profil 5 : une transition marquée, dans laquelle la portion sclérale est concave (très rare).

Les profils de l'échelle de Meier suivent une profondeur sagittale décroissante, dans laquelle le profil numéro 1 a la plus grande hauteur sagittale, et le profil numéro 5 a la hauteur sagittale la plus faible, paramètre important pour l'adaptation des lentilles sclérales [1,10].

Des études de Meier ainsi que d'autres études ont cherché à déterminer la fréquence des différents profils dans la population. Les résultats de ces études étaient remarquablement proches. Le profil 2 (graduel-tangent) suivi du profil 3 (marqué-convexe) étaient respectivement les numéros un et deux, suivis du profil 1 (graduel-convexe). Les profils 4 et 5, marqué-tangent et convexe-concave se rencontraient bien moins souvent, le dernier étant presque inexistant [1,10].

- δ L'évaluation clinique du profil cornéo-scléral : on demande au sujet de regarder en bas pendant que l'examineur relève la paupière supérieure pour dégager et éclairer l'œil avec un stylo lampe afin de mettre en exergue le profil.

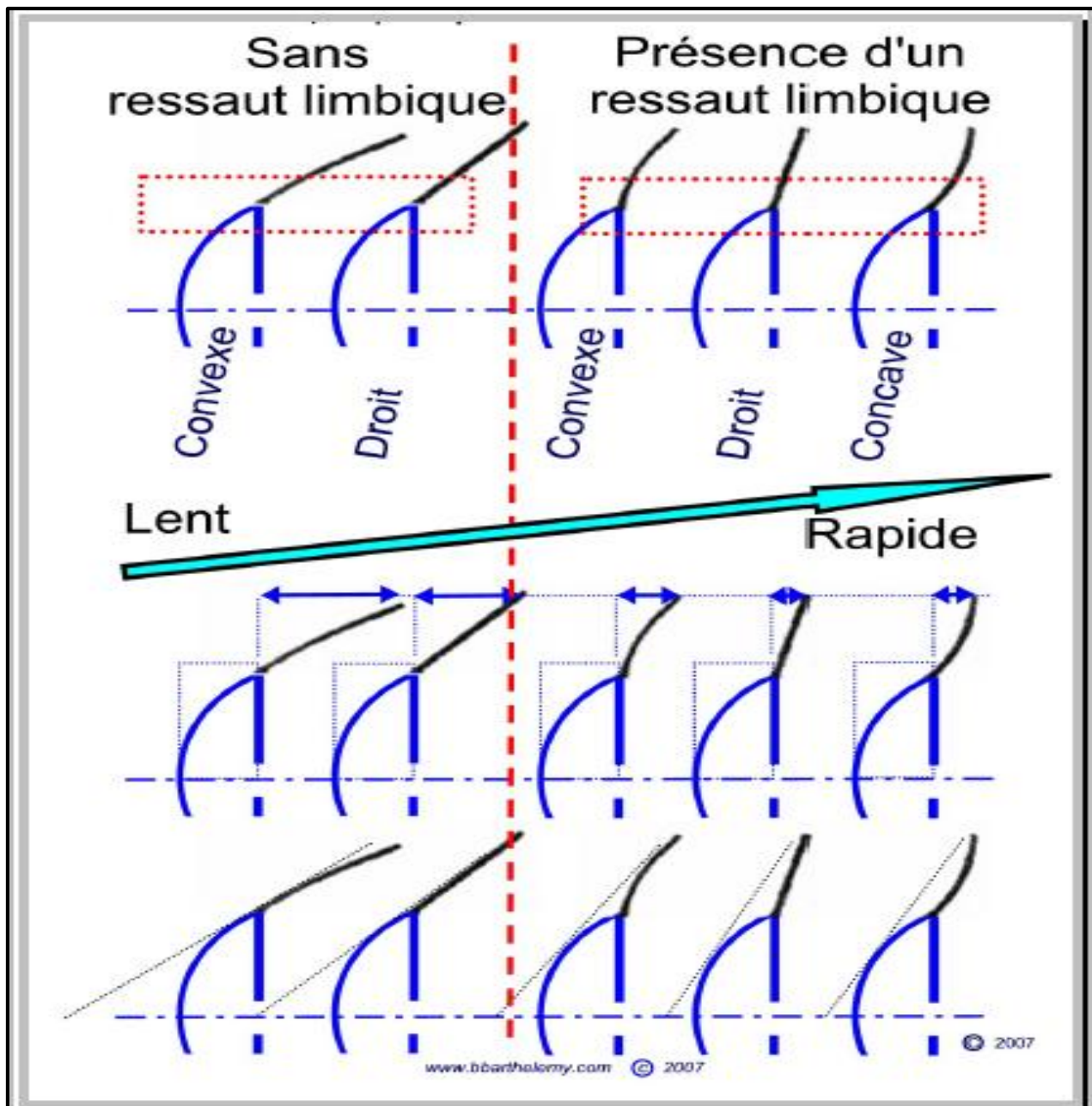


Figure 39 : Illustration du profil cornéen selon Meier repris par

Bussacker

www.bbarthelemy.com

δ Intérêt en contactologie :

Cette évaluation est intéressante pour donner une indication sur le choix du diamètre d'une lentille souple, elle permet : [9]

De comprendre s'il est préférable d'augmenter ou de diminuer la flèche d'une lentille en jouant sur le r_0 , le diamètre de la zone optique d'une lentille souple.

De réfléchir sur l'adéquation lentille-œil.

D'anticiper ou de comprendre le comportement de la lentille sur l'œil (aspect statique et dynamique).

⊙ En présence d'un profil lent : nous aurons plus de chance d'observer une lentille plate.

⊙ En présence d'un profil rapide nous aurons plus de chance d'observer une lentille serrée.

L'adaptation des lentilles de contact sclérales doit également tenir compte du profil cornéo-scléral étant donné que la périphérie de la lentille vient prendre appui sur la sclère [1,9].

2. Angles limbique et scléral

Théoriquement et en allant du fait que l'œil est un globe, nous pourrions nous attendre à ce que la zone limbique soit concave et que la forme sclérale antérieure soit convexe. Mais, contrairement à l'idée générale, dans la majorité des cas, la forme de la zone de transition entre la cornée et la sclère, et celle de la sclère antérieure est droite ou tangente, selon les mesures à l'OCT rapportées par l'étude du collège d'optométrie de la *Pacific University* « *The Scleral Shape Study* » qui a inclus 96 yeux de 48 patients normaux. Cela suggère que le choix de courbures plates peut être approprié pour la plupart des yeux lors de l'adaptation par lentilles de contact sclérales [1,10].

Cette étude a de plus mesuré l'angle tangent cornéo-scléral (angle limbique) entre 10,0 mm et 15,0 mm ainsi que l'angle scléral de 15,0 mm à 20,0 mm.

Grossièrement, les angles limbiques sont dans le même intervalle et ne sont pas statistiquement différents les uns des autres. Pour l'angle scléral, ce n'est pas le cas : en particulier entre la région nasale et la partie temporale-inférieure, il existe des différences remarquables. Il apparaît que sur les angles scléraux, le segment inférieur est presque le «point de référence», alors que les angles côté nasal sont en comparaison plus «plats», et que les angles côté temporal sont plus «combrés», avec des différences statistiquement significatives entre les uns et les autres [1,10].

Les résultats des études de la Pacific University suggèrent que la surface oculaire ; au-delà de la cornée ; est sans symétrie rotationnelle. Ceci implique l'utilisation le plus souvent des géométries de lentilles sans symétrie rotationnelle (lentilles sclérales toriques) pour l'adaptation de lentilles sclérale dont le diamètre > 15 mm [1,10], ou bien l'utilisation des lentilles micro-sclérales d'un diamètre entre 14 et 15 mm.

II. Les géométries des lentilles sclérales :

Bien qu'il existe différentes géométries des lentilles sclérales en fonction des différents fabricants, toutes ces lentilles partagent la même géométrie de base. Nous allons essayer d'exposer leurs principales caractéristiques.

A. Géométries sphériques :

Cette géométrie de se décompose en 3 zones (figure 40) : au centre nous avons la zone optique dite zone de clairance centrale (central clearance zone = CCZ) qui est définie par la flèche ou le creux de la lentille (figure 41), ensuite de part et d'autre du limbe nous avons la zone de clairance limbique (limbal clearance zone = LCZ) qui est une zone de transition et finalement les 2 à 3 mm au bord de la lentille représentent la zone d'appui scléral (scleral landing zone = SLZ), cette zone sclérale est potentiellement importante puisqu'elle représente la seule zone de contact de la lentille avec le segment antérieur de l'œil.

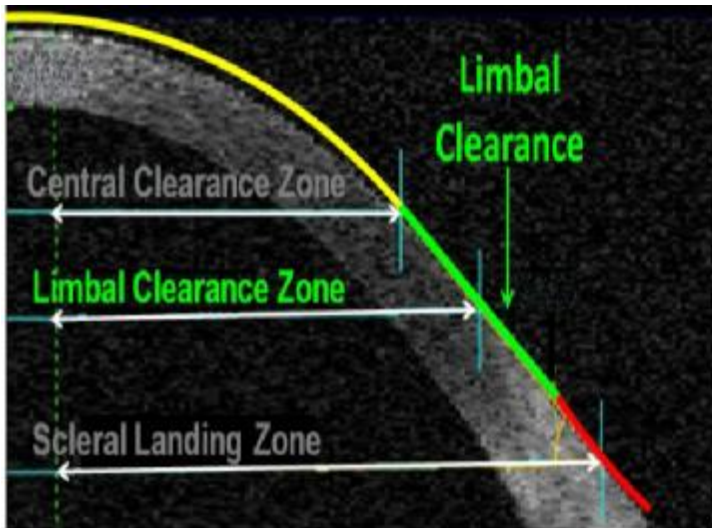


Figure 42 : géométrie de la lentille sclérale sphérique (d'après le site du laboratoire LCS)

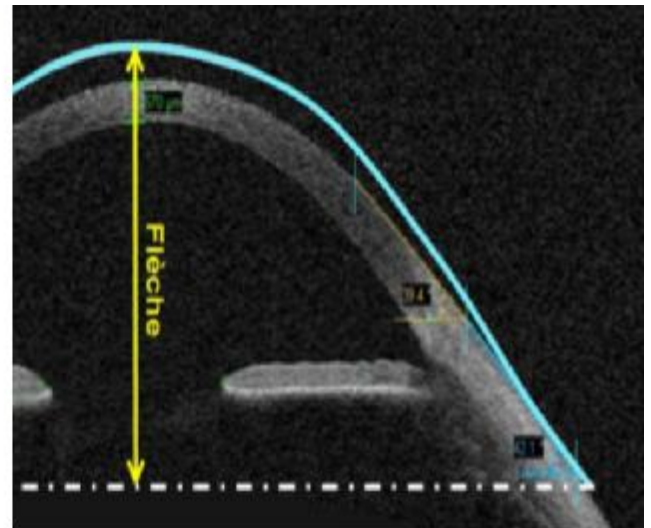


Figure 43 : représentation de la flèche d'une lentille sclérale (après le site du laboratoire LCS)

Dernièrement certains fabricants ont commercialisé des lentilles sphérique avec une 4^{ème} zone appelé la zone cornéenne périphérique (figure 42) où il ne devra pas être d'appui, ni d'excès de clairance. Cela permettra une adaptation plus précise et de meilleure qualité.

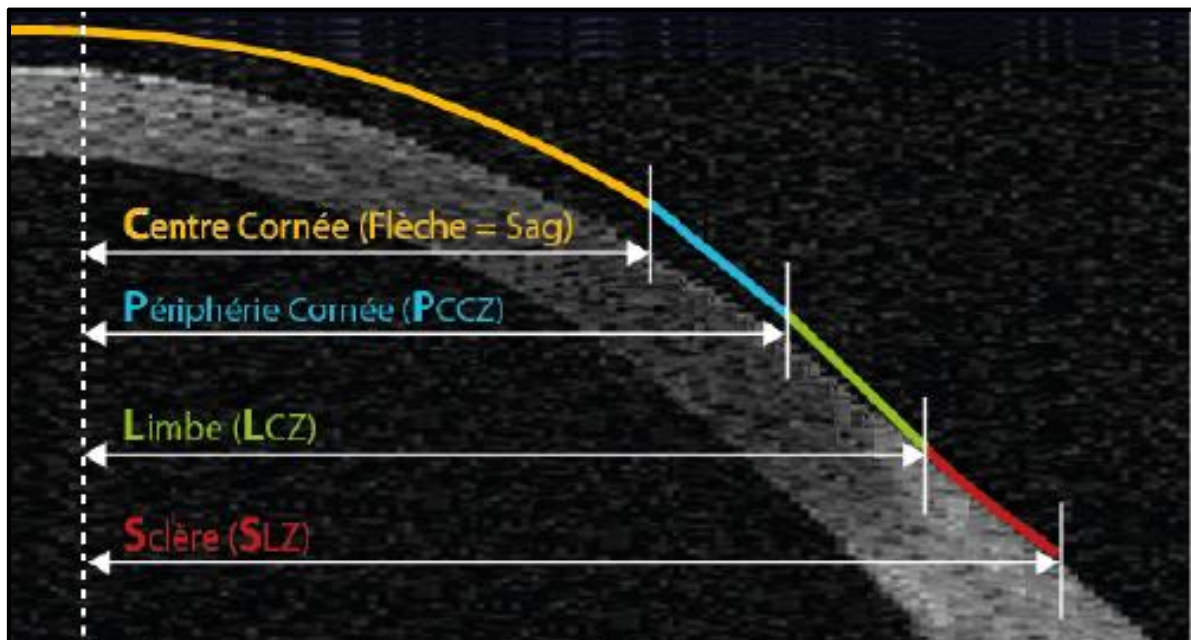


Figure 42 : géométrie de la lentille sclérale sphérique avec 4 zones (d'après le site du laboratoire LCS www.laboratoire-lcs.com)

B. Les géométries toriques :

Avec l'avènement récent des géométries spécialisées des lentilles sclérales, les adaptateurs disposent actuellement d'un choix variable parmi la gamme des lentilles toriques.

1. Les LCS à face postérieure torique :

La toricité de la face postérieure de ces lentilles ne concerne pas la zone centrale, mais plutôt la zone d'appui. Comme il en a été traité précédemment dans le chapitre rappel anatomique, la sclère semble ne pas présenter de symétrie rotationnelle ; au moins en partie ; pour la plupart des yeux, les lentilles toriques postérieures permettent d'offrir un équipement convenable en LCS, en évitant de créer des zones de pression trop localisées se traduisant par un «blanchissement» conjonctival, témoignant une réduction locale de l'apport sanguin conjonctival [1,10].

Les lentilles à face arrière torique présentent aussi l'avantage d'une meilleure stabilisation de la lentille sur l'œil, un meilleur respect de la surface oculaire en aidant à éviter les bulles d'air sous la lentille et que les vaisseaux sanguins conjonctivaux soient déformés par le bord de la lentille [1,10].

2. Les LCS à face antérieure torique :

La toricité concerne dans ce cas la zone optique "centrale" permettant ainsi d'améliorer la performance visuelle du patient.

Une combinaison de surfaces toriques antérieure et postérieure constituerait une géométrie bi-torique, associant les caractéristiques d'adaptation des deux géométries sus-décrites pour plus de confort avec une meilleure qualité de vision [1,10].

La LCS à face postérieure torique ouvre également la possibilité de corrections d'aberrations d'ordre élevé, comme la coma verticale, qu'on rencontre très fréquemment dans le kératocône. Ceci peut aider à améliorer la netteté de l'image des patients présentant des ectasies ou d'autres irrégularités cornéennes [1].

C.Géométries de lentilles de contact bifocales

Tout récemment, des lentilles sclérales bifocales sont disponibles sur le marché. Ces lentilles sont essentiellement plus utilisées pour des yeux non pathologiques, cependant des corrections additionnelles par un cylindre face antérieure (torique externe) sont possibles. La géométrie de ces lentilles s'intégrerait dans le groupe des «géométries de lentilles bifocales simultanées», pour lequel deux images avec différents plans focaux sont présentées en même temps à l'œil [1], comme par exemple pour la correction de la presbytie.

Ces lentilles ont l'avantage d'une meilleure stabilité par rapport aux LRGP alternées et que les zones concentriques peuvent être plus précisément associées aux zones cornéennes souhaitées et à la zone de la pupille, en comparaison avec des lentilles ayant parfois une mobilité excessive, sur la surface oculaire. Malgré la stabilité relative et le confort des lentilles souples bifocales simultanées, les lentilles sclérales bifocales restent supérieures grâce à leur qualité optique, parce qu'elles sont faites de matériaux présentant une excellente qualité optique.

III. La technique d'adaptation :

Des règles différentes peuvent s'appliquer pour des types de lentilles spécifiques, mais en général on va décrire une démarche basique d'adaptation valable pour tout type de lentille:

A. Le choix de la flèche de la lentille sclérale

Les lentilles sclérales sont adaptées en fonction de la profondeur sagittale ; les mesures kératométriques ne sont que d'une utilité limitée. Deux yeux ayant les mêmes mesures kératométriques peuvent avoir des hauteurs sagittales totalement différentes.

La hauteur sagittale totale moyenne de la zone à adapter pour un œil normal se situe aux alentours de 4200 μm [1].

La hauteur sagittale dépend d'un certain nombre de variables, incluant le diamètre de la lentille, le rayon de courbure, l'asphéricité de la cornée et la forme de la sclère antérieure. Ce n'est qu'avec l'OCT qu'on peut mesurer la hauteur sagittale totale de la surface oculaire antérieure. Cependant, en se basant sur les études réalisées et en utilisant une série de lentilles d'essai, on peut empiriquement déterminer la topographie de la surface antérieure [1,11].

B. La pose de la lentille

La pose du verre scléral se fait tête horizontale (figure 43) après avoir rempli le verre de sérum physiologique mélangé à la fluorescéine à l'aide d'une ventouse ou bien aux doigts (figure 44).

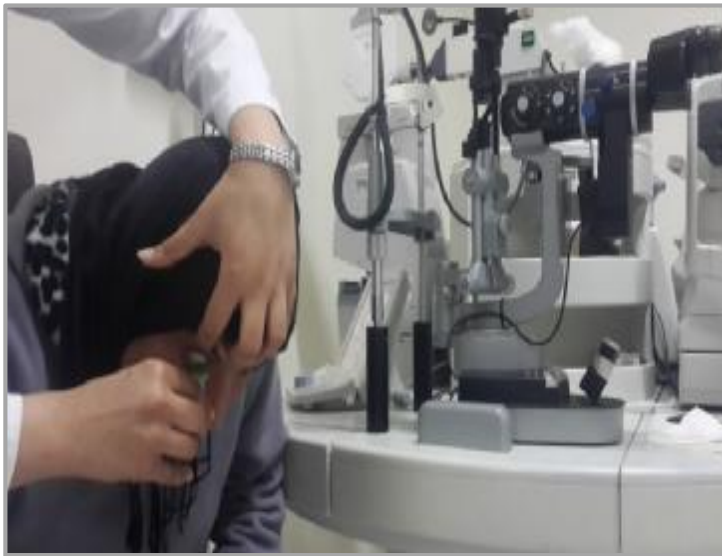


Figure 43 : technique de pose de la lentille sclérale
et position du patient
(Image de notre service)

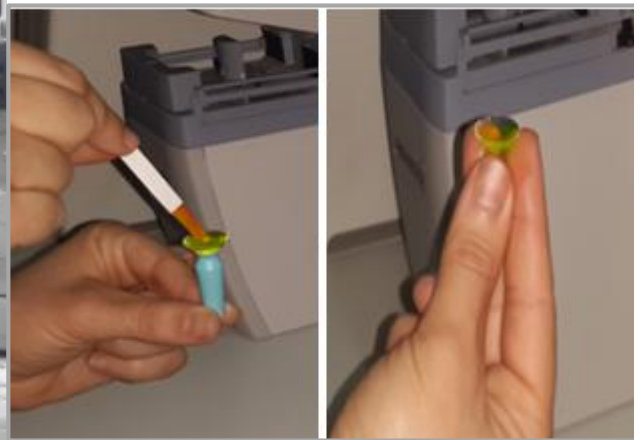


Figure 44 : verre sclérale rempli de sérum
physiologique avec la fluorescéine
(Image de notre service)

C. Evaluation à la lampe a fente

1. Evaluation du dégagement cornéen central

Il faut tout d'abord évaluer le dégagement cornéen central. Il n'existe pas de «règle» pour ce dernier, mais il semble qu'un dégagement ou un réservoir de larme post lentille entre 300µm et 400µm est habituellement suffisant, mais il peut facilement aller jusqu'à 500 µm et plus, si souhaité, pour les lentilles de diamètres les plus importants [1,11]. Sonsino et col a rapporté dans son étude qu'un dégagement central moyen de 380 µm $\pm$ 110 µm est idéal pour une adaptation réussie en LCS [12].

Par comparaison, et comme référence lors de l'évaluation du dégagement de la lentille sur l'œil, on peut se baser sur l'épaisseur centrale de la lentille si elle est bien connue [1,11,12], l'épaisseur de larmes entre la lentille et la cornée doit être approximativement égale à l'épaisseur de la lentille (figures 45 et 46).

La profondeur sagittale souhaitée diffère selon la pathologie ; par exemple, un patient avec kératocône stade IV a besoin d'une hauteur sagittale de lentille différente (plus importante) qu'un patient après greffe cornéenne "non proéminente". Dans les pathologies de la surface oculaire, on souhaite généralement des hauteurs sagittales importantes [1].

Il est souhaitable de commencer avec la lentille sclérale de faible hauteur sagittale recommandée pour une cornée donnée et pour une indication donnée, et d'essayer progressivement des lentilles diagnostiques de hauteurs sagittales plus importantes, jusqu'à ce que la lentille ne présente plus de contact apical avec la cornée et que le film lacrymal post lentilles soit convenable comme indiqué ci-dessus [1,11]. Certains adaptateurs préfèrent l'inverse : commençant avec une forte hauteur sagittale et diminuant progressivement [1].

Cette évaluation du dégagement central est jugée importante car une épaisseur réduite du film lacrymal post lentille peut causer une réduction de la quantité de l'oxygène dissout en disposition à la cornée [12,13], par contre un réservoir de larme épais en post-lentille peut être responsable d'un œdème de cornée [10].

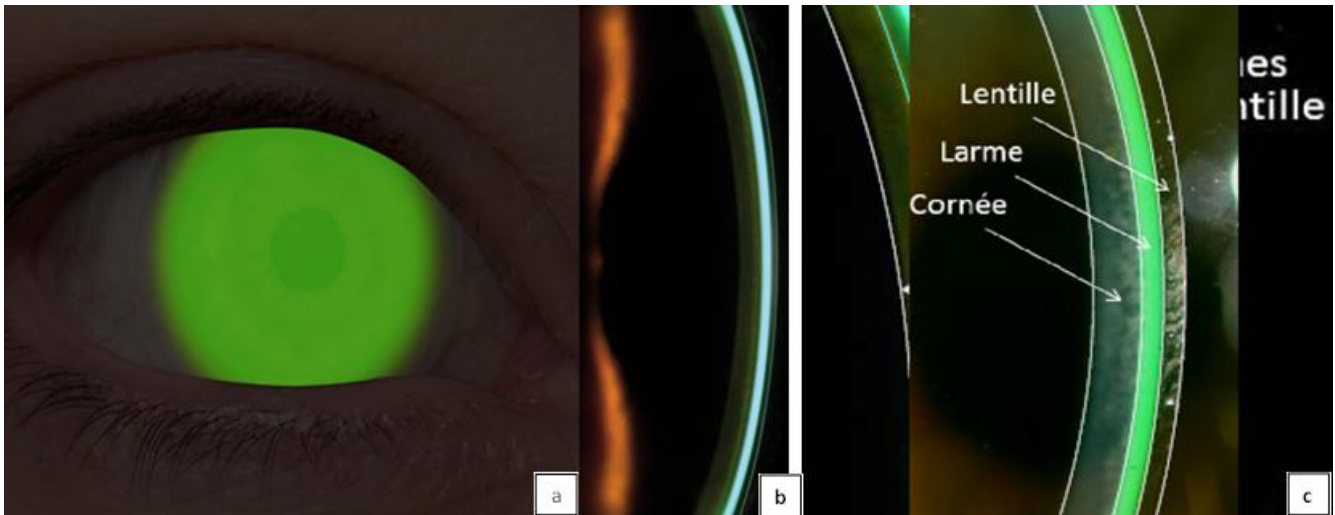


Figure 45 : évaluation du film lacrymal post lentille à la lampe à fente, (a) pas de contact avec la cornée à l'image prise par le filtre diffus, (b ; c) en coupe fine l'épaisseur du film lacrymal post lentille semble être égale à l'épaisseur de la lentille. (Images à partir du logiciel "IAdap" du laboratoire LCS www.laboratoire-lcs.com)

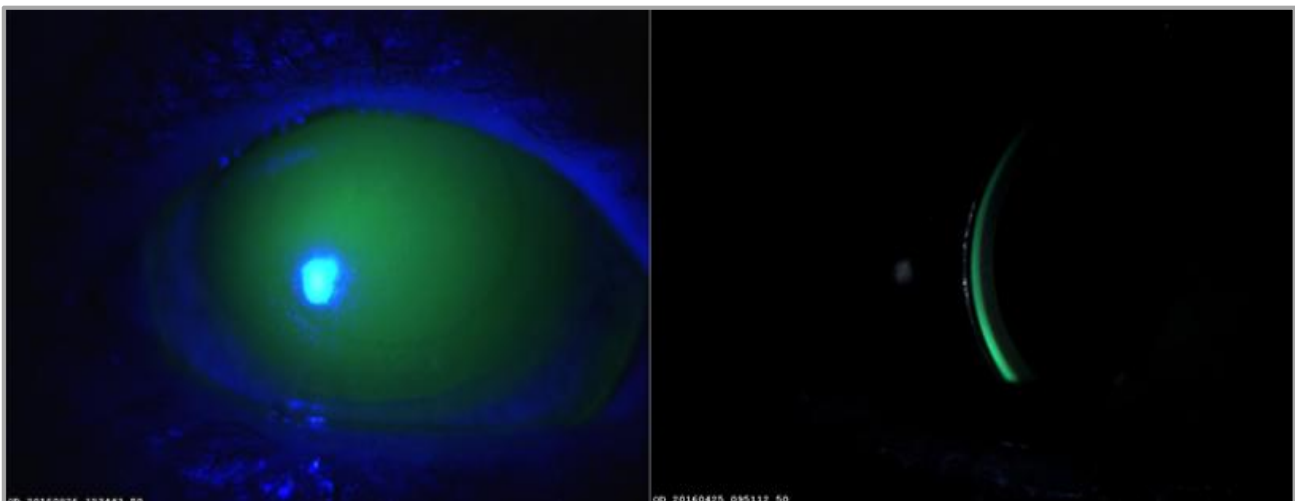


Figure 46 : Film lacrymal post lentille optimal, absence de contact entre la cornée et la lentille à L'évaluation par lumière bleue avec un faisceau diffus, en coupe fine l'épaisseur du film lacrymal post lentille et de la lentille semble être pareille. (Images de notre service)

Si l'on observe un contact cornéen avec des lentilles sclérales, cela signifie que la hauteur sagittale de la lentille est trop faible (figure 47). De façon générale, plus la zone de contact central est large, plus il faut augmenter la hauteur sagittale. D'autre part, des bulles d'air sous la lentille ; si elles ne résultent pas d'une pose défectueuse; sont signe d'un dégagement cornéen excessif (figure 48).



Figure 47 : Film lacrymal post lentille d'épaisseur réduite. (Images de notre service)

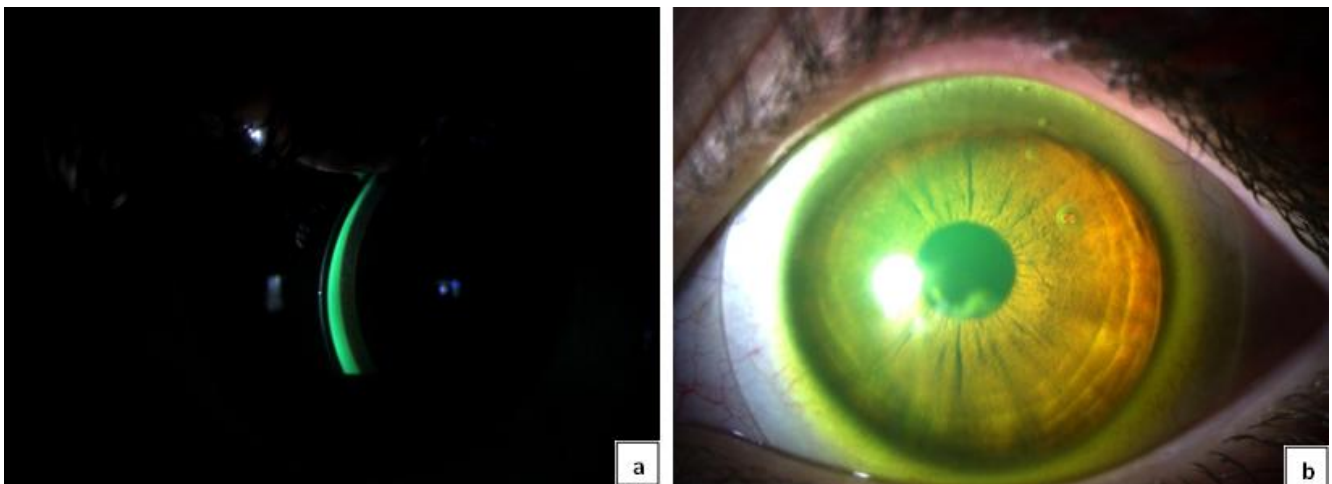


Figure 48 : Flèche excessive avec une épaisseur du film lacrymal post lentille qui dépasse celle de la lentille (a), (b) présence d'une bulle d'air malgré la technique de pose correcte témoignant d'un dégagement central important. (Images de notre service)

Les lentilles sclérales peuvent nécessiter un peu de temps pour se mettre en place, car elles peuvent «s'enfoncer» un peu dans la conjonctive, mais il y'a de grandes variations individuelles. Il est conseillé d'attendre 30 minutes voire une heure avant d'évaluation définitive de la lentille sur l'œil [1,11].

2. Evaluation du dégagement cornéen périphérique :

Une fois le dégagement cornéen central est validé, il faut ensuite ajuster le dégagement au-dessus du reste de la cornée et notamment le dégagement cornéen périphérique.

Au niveau de cette zone il ne faut pas qu'il y a un contact avec la cornée, ni un excès de clairance (figure 49). Dans les 2 cas il faut faire des modifications en augmentant ou en diminuant l'indice de cette zone pour avoir une clairance optimale, Néanmoins il faut prendre toujours en compte qu'une modification de ce paramètre entraine une modification de la clairance centrale dans le même sens, c'est pour cela qu'il faut ajuster la CCZ en parallèle. Certains fabricants font l'ajustement automatiquement de ces indices pour faciliter l'adaptation, donc il faut en plus vérifiez si c'est bien le cas pour éviter une double compensation de la hauteur sagittale [1,11].

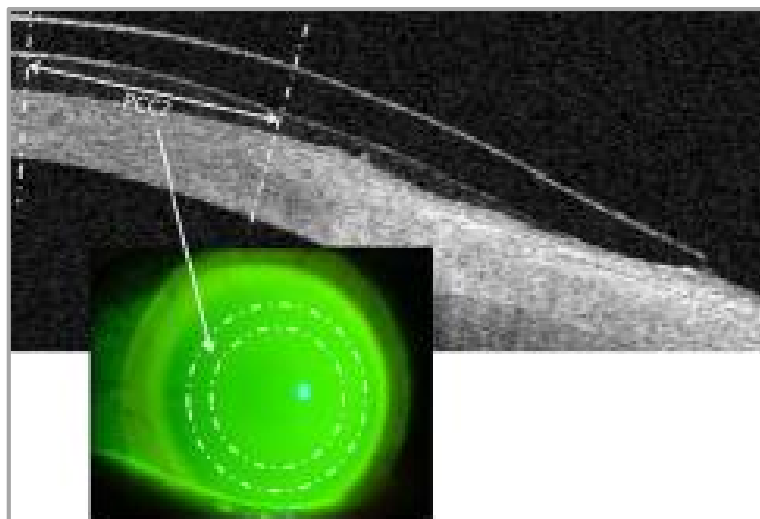


Figure 49 : Localisation de la zone cornéenne périphérique et sa clairance optimale évaluée par OCT (Image laboratoire LCS www.laboratoire-lcs.com)

3. Evaluation dégagement limbique :

La lentille doit également passer en pont sur la zone limbique (figures 50 et 51), zone essentielle pour le renouvellement épithéliale car contient des cellules souches. Tout type de compression et par conséquent de "staining" ou blanchissement limbique est considéré comme inacceptable. Les modifications du profil de la zone limbique se font de la même façon que la zone cornéenne périphérique et impliqueront également des changements de la zone centrale.

L'OCT là encore peut déterminer précisément l'importance du dégagement limbique, dans différents méridiens.

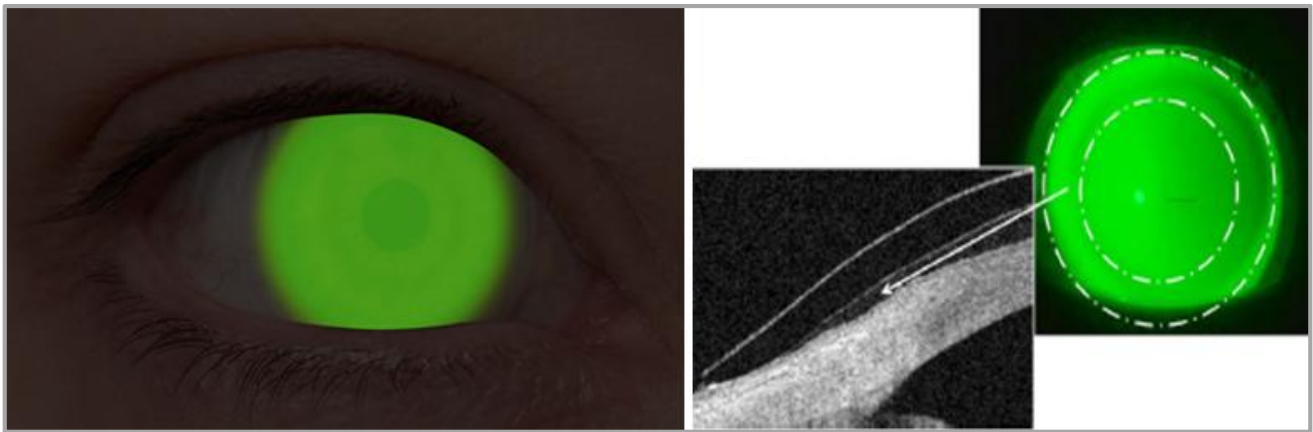


Figure 50 : Localisation de la zone de clairance limbique et sa clairance optimale évaluée par OCT (Images du logiciel IAdapt et du site du laboratoire LCS www.laboratoire-lcs.com)



Figure 51 : absence de contact au niveau du limbe témoignée par la présence de fluorescéine dans la zone limbique et péri-limbique (cercle rouge), l'évaluation est faite à la lampe à fente en lumière blanche et en utilisant le faisceau diffus. (Images de notre service)

4. Evaluation de la zone d'appui sclérale :

Lors de l'adaptation de cette zone l'objectif est de réaliser un alignement avec la sclère (figure 52). Sur le plan pratique l'aspect de cet alignement peut être prévu en examinant le profil cornéo-sclérale qui peut nous renseigner d'avance sur l'harmonie des surfaces lors de l'adaptation, comme il peut être évalué cliniquement à la lampe à fente, ou exceptionnellement par l'OCT [1].

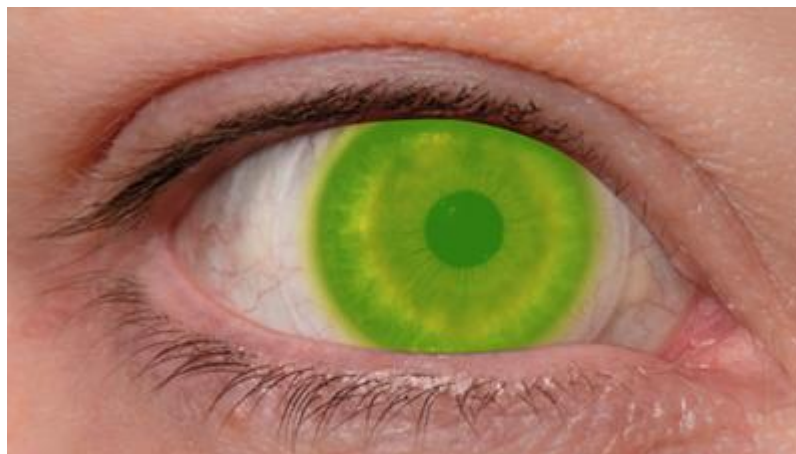


Figure 52 : lentille sclérale bien alignée sur la surface cornéenne sans compression de la conjonctive (Images du logiciel IAdapt: www.laboratoire-lcs.com).

La zone d'appui sclérale est étroitement liée au dégagement cornéen de telle sorte qu'une zone d'appui trop "cambrée" va soulever la lentille de la cornée, créant un dégagement plus important, tandis que s'il y a un contact cornéen central marqué, la zone d'appui sera soulevée de la surface sclérale, rendant son adaptation difficile à évaluer. Nous pouvons reconnaître une lentille plate également par la présence d'un anneau de contact sur la partie intérieure de la zone ou bien des bulles d'air à la périphérie.

Comme c'est alors la conjonctive bulbaire qui est concernée, il est très utile de contrôler la pression de la périphérie de la lentille sur cette conjonctive bulbaire. Des zones localisées de conjonctive entourant le limbe peuvent «blanchir» parce que la

compression de la lentille sur la conjonctive restreint le flux sanguin c'est le «blanchissement» conjonctival (figure 53).



Figure 53 : blanchissement conjonctival en rapport avec une compression de la conjonctive au niveau de la zone d'appui, nous notons la présence d'une interruption du flux de certains vaisseaux conjonctivaux. On peut déduire que c'est une zone d'appui très cambrée vu la fluorescéine qui arrive jusqu'à la zone d'appui témoignant du dégagement important (image de notre étude).

Le «blanchissement» dans une seule zone peut être acceptable par moments ; surtout s'il apparaît au mouvement du globe oculaire et disparaît lors du regard en position primaire; alors qu'un «blanchissement», autour de la cornée ou dans plus d'une direction semble être problématique (figure 54).

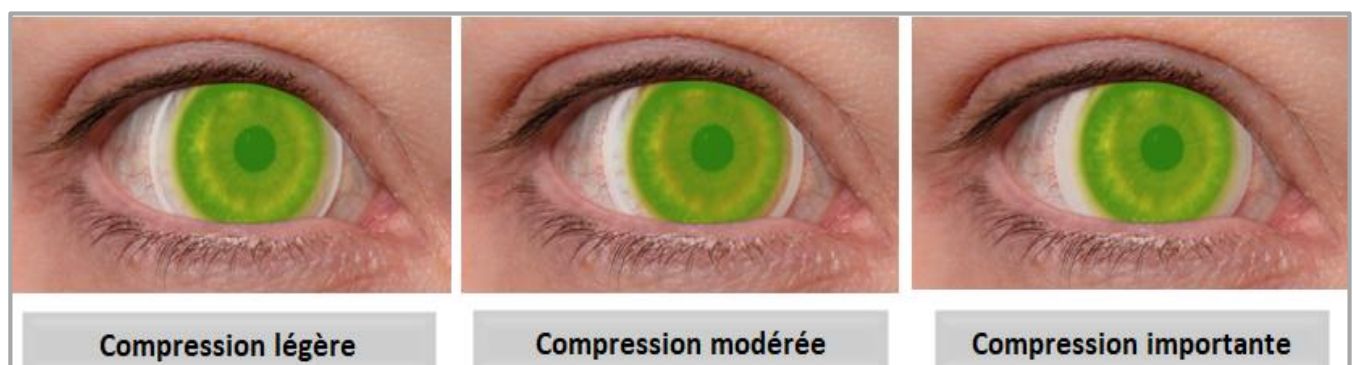


Figure 54 : importance du blanchissement conjonctival en fonction de l'importance de la compression conjonctivale (Images du logiciel IAdapt: www.laboratoire-lcs.com).

Le bord d'une lentille sclérale doit être un peu relevé (figure 55). Cependant, ce dégagement ne doit pas être trop important, car cela affecterait le confort. Bien la lentille sclérale doit être idéalement très peu mobile et que son mouvement spontané lors du clignement est inacceptable, un bon dégagement du bord peut favoriser un port de lentille sain, et on préférera que la lentille présente une certaine mobilité au «push-up test» surtout pour les LCS de grands diamètres. Un dégagement du bord trop important provoque la sensation d'inconfort. Des dégagements du bord réduits peuvent laisser un anneau complet ou partiel sur la conjonctive, après le retrait de la lentille, et les plus gros vaisseaux peuvent être perturbés par le bord de la lentille, provoquant une obstruction du flux sanguin dans ces vaisseaux. En l'absence de rougeur ou de staining cornéen, cela peut n'avoir pas de conséquence, selon des adaptateurs expérimentés, mais une perturbation prolongée peut entraîner un staining cornéen et une hypertrophie [1].



Figure 55 : zone d'appui sclérale optimale avec un bord de la lentille légèrement relevé (Image de notre étude).

L'évaluation du dégagement du bord peut se faire de plusieurs façons : en observant simplement le dégagement du bord en lumière blanche et en voyant s'il s'enfonce dans la conjonctive et/ou s'il se décolle, montrant alors une bande noire ou une ombre sous le bord de la lentille [1].

La fluorescéine peut être aussi très utile, certains adaptateurs observent le volume du ménisque de larmes présentes autour du bord de la lentille pour évaluer ce paramètre. D'autre évaluent le rythme d'échange du film lacrymal en ajoutant de la fluorescéine après la pose de la lentille sur l'œil. Ils attendent de voir en combien de temps la fluorescéine atteint le réservoir de larmes sous la lentille [1].

5. Cas particuliers des LCS toriques

L'adaptation des lentilles sclérales toriques se fait de la même façon que les lentilles sclérales sphériques. Les LCS à face postérieure torique sont indiquées en cas de décentrement inférieur de la LCS sphérique, une toricité de la sclère (La lentille peut se "balancer" dans ce cas-là sur le méridien le plus plat), une pinguécula ou un ptérygion, les lentilles dans ce cas-là sont gravées ou marquées pour pouvoir évaluer leur bon positionnement. En cas d'astigmatisme résiduel à la sur-réfraction, nous pouvons introduire un cylindre face avant (torique externe) pour le corriger.

D. La sur-réfraction :

Après avoir réalisé une adaptation optimale, vient ensuite l'étape de la détermination de la puissance réfractive.

Il faut réaliser à ce moment une réfraction sur la lentille et puis faire l'essai de correction. Il faut noter que la réfraction doit être ramenée à la distance verre-œil si elle dépasse un équivalent sphérique de 4,0 D.

IV. Les indications des lentilles de contact sclérales :

Après avoir été quasiment réservées pour la correction des cornées irrégulières, les indications des lentilles sclérales ont beaucoup évolué au cours de ces dernières années pour regrouper plusieurs pathologies que nous pouvons grossièrement les classer ainsi :

A. Les astigmatismes irréguliers :

La correction de l'astigmatisme irrégulier est l'indication principale pour l'adaptation de lentilles sclérales. L'ectasie cornéenne représente la grande part dans cette catégorie d'indication, elle-même peut être subdivisée en deux groupes :

1. L'ectasie cornéenne primaire :

Elle comprend des pathologies telles que le kératocône, le kératoglobe et la dégénérescence pellucide marginale. La lentille sclérale représente une solution prometteuse pour la prise en charge des patients ayant un kératocône tant sur le plan d'amélioration de l'acuité visuelle que de tolérance par rapport aux LRGP et de protection de la surface oculaire vu l'association fréquente du kératocône avec la conjonctivite allergique. La LCS représente également une alternative à la chirurgie surtout dans les kératocônes stades IV, permettant ainsi de la retarder au maximum pour éviter une deuxième chirurgie chez ces patients souvent jeunes cela d'une part, d'autre part les risques liés à la kératoplastie elle-même (infection, rejet de greffe...) sont plus importants que ceux liés au port de la lentille sclérale.

2. Les ectasies cornéennes secondaires :

Ce groupe comprend l'ectasie post-chirurgie réfractive y compris post-LASIK, post-kératectomie photoréfractive (PRK) et post-kératotomie radiaire (RK). Beaucoup d'auteurs ont rapporté l'efficacité des lentilles sclérales dans la prise en charge non seulement de l'ectasie cornéenne post chirurgie réfractive, mais également dans la gestion de ses autres complications à savoir les fluctuations visuelles post kératotomie radiaire et le syndrome sec oculaire surtout post LASIK en rapport avec le traumatisme des nerfs cornéens lors de la réalisation du capot [14].

Les greffes cornéennes, en particulier la technique de kératoplastie transfixiante, nécessite souvent une lentille post chirurgie pour restaurer complètement la vision.

3. Les autres causes d'astigmatisme irrégulier

Les autres indications pour cornée irrégulière, avec pour premier objectif de restaurer la vision, comprennent les taies de cornées post-traumatiques et post infection virales par l'Herpès simplex virus. Ces yeux avec des cicatrices importantes et des cornées fortement irrégulières peuvent obtenir une bonne vision avec des lentilles sclérales [1,10].

Les dégénérescences cornéennes ou dystrophies, comme la dégénérescence marginale de Terrien et la dégénérescence nodulaire de Salzmann, sont aussi des indications à l'équipement par ce type de lentille [1,10].

B. Les fortes amétropies :

Les fortes amétropies qui ne peuvent pas être équipés avec des LRGP ou des lentilles souples, peuvent bénéficier de lentilles sclérales.

Les lentilles sclérales peuvent être utilisées pour incorporer un prisme, des prismes horizontaux ou base en haut, puisqu'elles sont très stables sur l'œil. Ceci n'est généralement pas possible avec des lentilles cornéennes, du fait de la rotation de la lentille [1,10].

C. Les anomalies de surfaces oculaires.

L'utilisation des lentilles sclérales perméables à l'oxygène dans la prise en charge des pathologies de surface oculaires est considéré comme bénéfique, grâce au film liquidien qu'elles maintiennent au contact de la cornée, limitant ainsi l'évaporation des larmes et favorisant la cicatrisation des érosions épithéliales. Les lentilles sclérales protègent la cornée des agressions extérieures. Elles permettent également de réduire l'astigmatisme induit par les déformations de la surface cornéenne et donc une amélioration visuelle [15].

Le syndrome de Sjögren est devenu une indication courante de lentilles sclérales. Plusieurs auteurs ont rapporté l'efficacité et la bonne tolérance des lentilles sclérales dans la gestion des syndromes secs sévères [16]. En outre, de bons résultats peuvent être obtenus chez les patients utilisant le sérum autologues en association avec les lentilles sclérales [16,17], bien qu'il n'y ait pas eu de comparaison de l'utilisation des lentilles sclérales avec et sans sérum autologue.

Toujours dans cette catégorie de pathologies, nous trouvons aussi des affections comme le syndrome de Steven Johnson, la maladie du Greffon contre

l'Hôte chronique [4], la pemphigoïde cicatricielle oculaire, la kératite neurotrophique [18] et la kérato-conjonctivite allergique [10].

Les verres scléraux peuvent être une bonne indication dans d'autres anomalies de surface oculaire en rapport avec une fermeture incomplète des paupières, comme dans le colobome de la paupière, l'exophtalmie, l'ectropion et après une chirurgie de rétraction palpébrale [10,19]. De plus, dans des cas de trichiasis et d'entropion, les lentilles sclérales se sont montrées efficaces pour protéger la surface oculaire.

Les LCS ont également prouvé leur efficacité dans la prise en charges séquelles de brûlures oculaires thermique [20] et chimiques [10,21].

Plus récemment, l'utilisation thérapeutique des lentilles sclérales s'est élargie également à leur usage pour diffuser certains médicaments vers la surface oculaire, à savoir les antibiotiques surtout pendant le processus de cicatrisation dans le traitement des ulcères cornéens persistants [10,22,23].

V. Le suivi du port des lentilles de contact sclérales :

Malgré tous les avantages optiques et thérapeutiques de la lentille sclérale, ainsi que son confort de port, il se pose néanmoins le problème de leur manipulation qui s'avère plus difficile qu'avec des lentilles rigides perméables au gaz classiques. Cette difficulté de manipulation constitue le premier voire le seul facteur d'abandon des patients [24].

La lentille ne doit être commandée que lorsque la manipulation sera parfaitement maîtrisée par le patient que le praticien doit accompagner lors de la première pose [24].

A. La manipulation et entretien des lentilles de contact sclérales :

1. La manipulation

a) L'hygiène:

Comme dans toute manipulation de lentille, une hygiène absolue est requise :

Que ça soit pour pose ou retrait des LCS, le patient de faire un lavage soigneux des mains avec un savon neutre et doux, s'en suivra un rinçage rigoureux afin d'éliminer tout résidu de savon et puis un essuyage attentif avec une serviette.

Bien entendu, comme pour toutes les autres lentilles de contact, le maquillage se fera après la pose des lentilles, avec des produits et des gestes adaptés, et la lentille sera retirée avant le démaquillage [24].

b) Le matériel nécessaire :

- Il faudra disposer d'un miroir posé à plat devant le patient, suffisamment bas pour que le patient puisse se pencher au-dessus en ayant le visage parallèle au miroir.

û Il faudra également une solution saline sans conservateur (en unidose) isotonique aux larmes pour rincer la lentille de la solution d'entretien et pour la remplir avant la pose.

û Des larmes artificielles (acide hyaluronique sans conservateur) peuvent être nécessaires pour diminuer le risque de bulle de gaz à l'insertion.

û Une grande ventouse pour la pose (qu'il est préférable de la couper de son extrémité inférieure afin d'éviter l'effet succion de la lentille lors de l'insertion de cette dernière) et une petite ventouse pour le retrait[1,24].

c) La pose de la lentille :[1,24]

û Lors de la pose de la lentille sur l'œil, il est important de s'assurer que le visage du patient est tout à fait parallèle au plan horizontal (le miroir).

û La lentille sclérale doit être remplie de sérum physiologique et de larmes artificielles avant la pose (figure 56).

û Pour tenir la lentille : utiliser 3 doigts (le pouce, l'index et le majeur) pour former le trépied et poser la lentille dessus, ou bien utiliser la grande ventouse (figure 57), ou utiliser un petit élastique orthodontique posé sur le doigt et sur lequel le patient peut poser la lentille sans qu'elle bascule.

û Relever légèrement la paupière supérieure en utilisant l'autre main, et en pressant la paupière contre le rebord orbitaire, et glisser doucement le bord de la lentille sous la paupière supérieure.

û Maintenir la lentille dans cette position et glisser la paupière inférieure vers le bas, tandis que le patient regarde légèrement vers le bas (figure 58).

û Placer la lentille sur l'œil et relâcher la paupière inférieure. Cette paupière va alors glisser sur la partie inférieure du bord de la lentille. La paupière supérieure peut alors être également relâchée, et si une ventouse est utilisée pour tenir la lentille, on peut l'enlever.

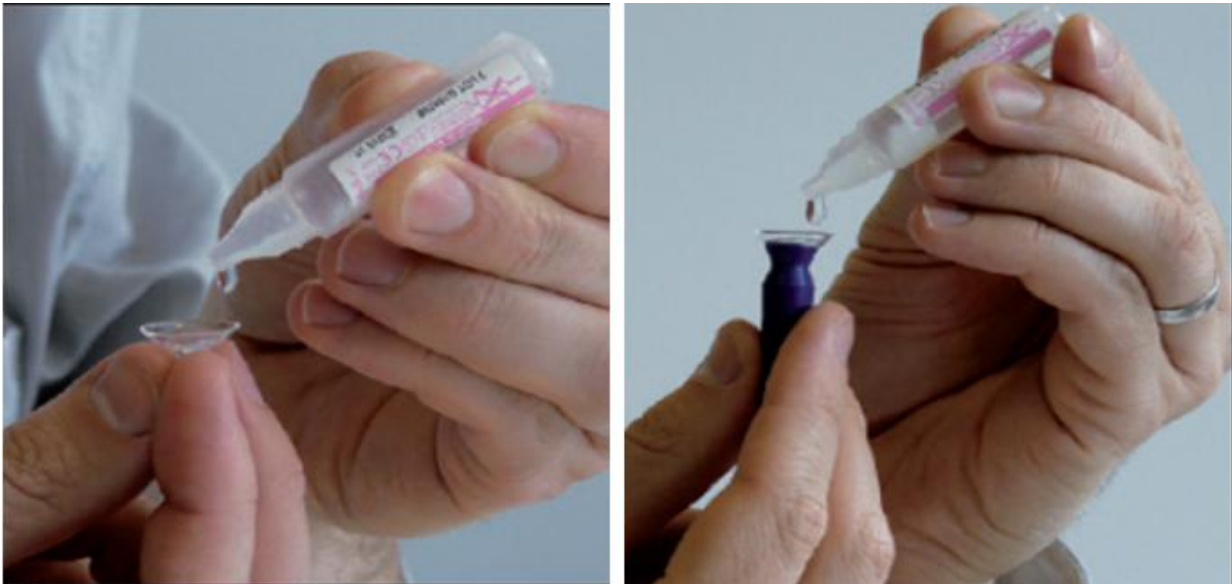


Figure 56: remplir la lentille de solution saline et de 2 gouttes de larmes artificielles pour minimiser le risque de bulle d'air à la pose de la LCS [24].

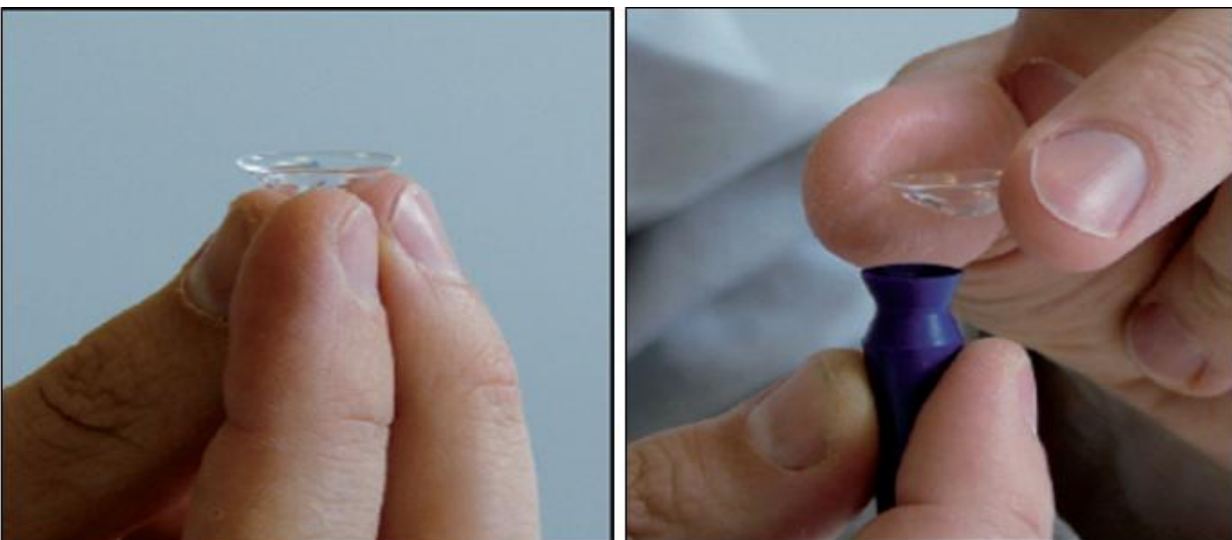


Figure 57 : La lentille sclérale tenue par les 3 doigts ou par ventouse [24]



Figure 58 : Pose de la lentille sclérale avec ventouse [24]

d) Le retrait de la lentille : [1,24]

Il est préférable d'instiller dans l'œil quelques gouttes de larmes artificielles avant le retrait de la lentille et de cligner plusieurs fois les yeux, afin de faciliter cette procédure de retrait. Cette dernière peut se faire de deux façons :

⬮ Retrait des lentilles sans ventouse :

Le patient se regardera dans le miroir, positionnera son index en dessous du rebord libre de la paupière inférieure et l'index de l'autre main au-dessus du bord libre de la paupière supérieure pour bloquer la lentille et lui éviter de remonter sous la paupière.

L'index posé sur la paupière inférieure exercera une légère pression en remontant la paupière vers le haut afin de décoller et soulever la lentille de l'œil. Après avoir perdu toute adhésion avec l'œil, la lentille va se libérer et il sera aisé de l'attraper entre le pouce et l'index. (Figure 59)



Figure 59 : retrait de la lentille sclérale sans ventouse [24]

Ū Retrait de la lentille avec ventouse :

Le patient se regardera dans le miroir, en maintenant la ventouse entre le pouce et l'index, le majeur appuyant sur le bord de la paupière inférieure. La paupière supérieure quant à elle sera maintenue par l'index de l'autre main.

La lentille sera ventousée par la suite soit dans sa partie basse ou haute en exerçant une pression sur elle, le patient regardera soit en haut pour le premier cas de figure ou en bas. Il tirera ensuite la lentille délicatement vers le haut, si elle ventousé au niveau de sa partie basse, ou vers le bas dans le cas contraire pour la libérer de toute adhésion avec l'œil.

La lentille pourra être glissée finalement de la ventouse et pourra être maintenue entre le pouce et l'index pour le nettoyage. (Figure 60)

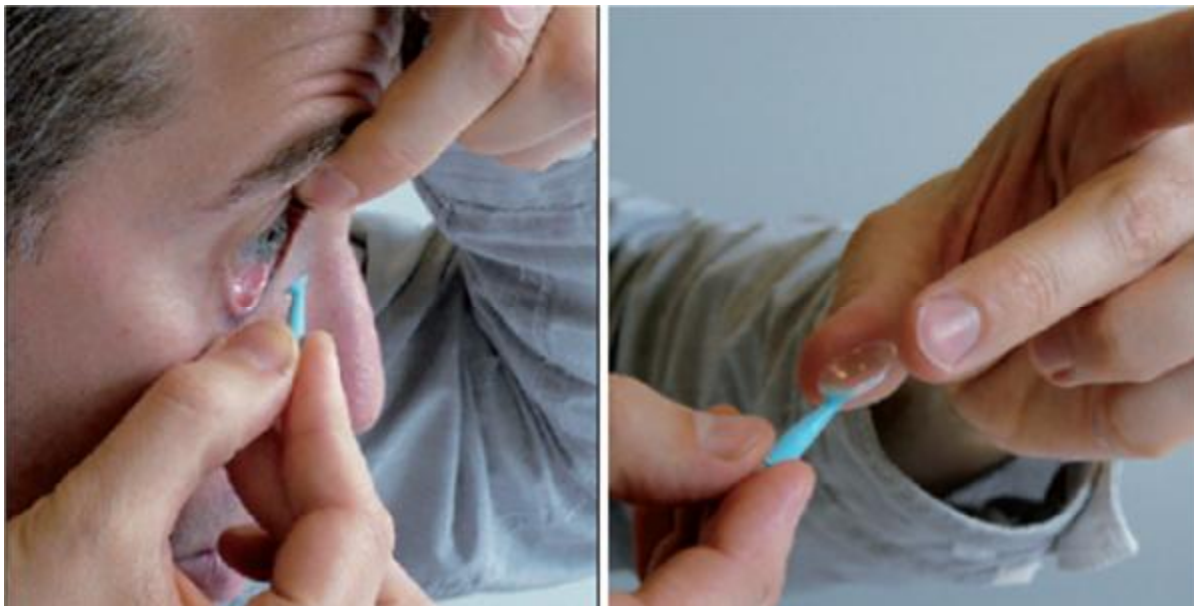


Figure 60 : retrait de la lentille sclérale sans ventouse [24]

2. L'entretien des lentilles de contact sclérales :

L'entretien est identique à celui des LRPG classiques, comme pour celles-ci, il est impératif de nettoyer les lentilles après leur usage. Un massage et un rinçage des lentilles avec une solution multifonctions pour LRPG seront utiles pour éliminer les dépôts de surface.

La conservation des LCS après leur usage doit être faite dans une solution de désinfection pour lentilles de contact à savoir par exemple une solution multifonction pour LRGP qu'il faut renouveler chaque nuit. Toutes les semaines les lentilles devront subir un traitement déprotéinisant dans ce cas-là

Les systèmes au peroxyde ont été également souvent mentionnés comme une bonne alternative, pour fournir un système d'entretien neutre et sûr pour l'œil. Les systèmes au peroxyde présentent l'inconvénient de pouvoir apporter à l'œil occasionnellement du peroxyde, provoquant une irritation, et ils ne sont pas recommandés pour une conservation de plus d'une nuit, puisqu'il n'y a plus d'effet désinfectant une fois que la solution a été neutralisée.

Des étuis de grande taille, fabriqués spécialement pour les lentilles sclérales, permettent l'utilisation de ces solutions.

Il faut proscrire la conservation des LCS dans une solution saline pendant la nuit, du fait du risque de développement de micro-organismes et du risque subséquent de kératite microbienne.

Les ventouses devront être nettoyées avec de l'eau et du savon et bien séchées.

B. Les complications de port des LCS :

Les complications en rapport avec l'adaptation et le port des lentilles de contact sclérales sont rares et sont les suivants :

1. La rougeur bulbaire :

Elle peut être liée à :

- ⊙ Un stress mécanique sur la conjonctive,
- ⊙ L'hypoxie cornéenne (œdème),
- ⊙ Des réactions toxiques
- ⊙ L'appui de la lentille sur la cornée ou sur le limbe.
- ⊙ Un effet "rebond" après retrait de la lentille (certains patients sont très sensible au stress mécanique engendré par l'appui scléral de la lentille malgré un dégagement périphérique satisfaisant, mais dans ces cas, la rougeur peut disparaître d'elle-même assez rapidement).

Il faut tout d'abord identifier si la rougeur est liée à un problème d'adaptation, auquel il faudra d'abord s'attaquer. Il faut également exclure des causes externes de rougeur bulbaire, y compris avec une implication microbienne et des réactions allergiques, parce que la rougeur peut ne pas être directement liée à la lentille [1].

2. Blanchissement conjonctival et staining :

Le blanchissement conjonctival est provoqué par une pression localisée sur la conjonctive soit Sectorielle, soit tout autour de la cornée [1].

Si le blanchissement est sectoriel, il peut résulter d'une forme sclérale irrégulière, une pinguécula, un ptérygion ou un bord de lentille très serré. Le staining apparait le plus souvent dans le méridien horizontal, il est préférable d'utiliser dans ces cas-là des lentilles toriques [1].

Si Le blanchissement est circum-cornéen, une zone d'appui de la lentille incorrecte (trop cambrée ou trop plate) peut être en cause. On peut proposer une

augmentation du diamètre de la lentille pour palier à ce problème surtout Si toute la zone sous la lentille sclérale est blanchie [1].

3. Le tissu conjonctival lâche :

Dans certains cas, la conjonctive tellement souple (une sorte de conjunctivochalasis) peut être aspirée sous la lentille au niveau de la zone de transition, du fait de la pression négative sous celle-ci. Cette complication est considérée comme bénigne, en effet elle est décrite par certains auteurs mais son incidence et ses conséquences ne sont pas encore connues [1,16].

L'excès de tissu conjonctival peut être enlevé par chirurgie, mais il a tendance à se reformer[1]. Nous pouvons également éviter ce problème en réduisant le diamètre de la lentille et/ou la zone de dégagement limbique.

4. Staining cornéen

Le staining cornéen n'est sans doute pas un problème fréquent avec le port de lentilles sclérales, car elles passent en pont au-dessus de toute la cornée ou presque.

Le staining cornéen localisé est souvent due à la manipulation de la lentille. Des staining de manipulation peuvent parfois se produire davantage chez les personnes âgées, chez les personnes présentant des troubles moteurs, ou ayant une mauvaise acuité visuelle. Lors du retrait, la lentille sclérale peut abraser la cornée, provoquant certainement un staining de type vertical (prise de fluorescéine verticale). Toujours dans le cadre des staining de manipulation, la mauvaise insertion de la lentille avec éventuellement la présence de bulle d'air peut provoquer des zones localisées de sécheresse, entraînant un staining cornéen. Des lentilles abîmées peuvent aussi provoquer des abrasions cornéennes.

En cas le staining cornéen complet, il faut penser à des causes telles que des réactions toxiques (produits d'entretien l'utilisation de solutions de confort avec

conservateur....) ou à l'hypoxie. Il faut réduire au strict minimum la présence de conservateurs ou autres substances chimiques dans le film derrière de la lentille [1].

5. La conjonctivite papillaire géante (GPC) :

Appelée également conjonctivite papillaire des lentilles de contact "CLPC", la GPC peut apparaître lors du port des LCS du fait des périodes prolongées de port des lentilles, et de la possibilité de formation de dépôts en surface de celle-ci [1,10]. Dans une série de 343 porteurs de lentilles sclérales la GPC représentait 1.7% des complications [13,16]. On pense que la GPC est provoquée par la combinaison d'irritation mécanique et/ou de réaction allergique ou toxique, soit à des substances contenues dans les solutions d'entretien, soit à des protéines dénaturées sur la surface de la lentille. Ces dernières peuvent également provoquer des problèmes mécaniques, puisque la paupière supérieure doit glisser sur une surface «rugueuse» à chaque clignement.

Pour prévenir ces problèmes, il faut maintenir la propreté de la lentille et la remplacer fréquemment. La GPC peut créer des problèmes d'excès de débris sur la surface de la lentille, ainsi que des problèmes de mouillabilité. Il faut toujours rechercher la présence d'une GPC à chaque contrôle et prendre des mesures préventives, si nécessaire [1].

6. Hypoxie et œdème :

Lors de l'adaptation par LCS ; et comme les LRGP ; il faut choisir un matériau à haute perméabilité à l'oxygène (Dk), répondant aux bases physiologiques de port des lentilles de contact qui sont les critères seuil de transmissibilité (Dk/e) de l'oxygène selon Holden et Mertz, révisées par Harvitt et Bonanno. Il s'agit en effet d'une transmissibilité à l'oxygène aux alentours de 35×10^{-9} pour le port journalier et 125×10^{-9} pour le port prolongé [25].

Il est conseillé, même avec les nouveaux matériaux de haute perméabilité à l'oxygène, de porter attention à l'œdème cornéen et à la transparence cornéenne pendant le port des LCS [1,10], car d'autres facteurs peuvent influencer leur transmissibilité, notamment :

- L'épaisseur de la lentille : des lentilles épaisses diminuent considérablement cette transmissibilité à l'oxygène, alors que des lentilles fines permettent un meilleur Dk/e, cependant il a été noté que les matériaux à haut Dk pouvaient favoriser des problèmes de débris, de mouillabilité. Il faudra porter une attention particulière au nettoyage et à la conservation de la lentille, ainsi qu'à son remplacement plus fréquent [1].
- Un réservoir de larme post-lentille trop épais pourra diminuer l'apport cornéen en oxygène.
- Une faible densité de cellules endothéliales : l'endothélium joue un rôle crucial dans l'apport d'oxygène à la cornée, Il a été rapporté qu'un comptage de cellules endothéliales de moins de 1000 cellules/ mm² pouvait entraîner une hypoxie surtout en cas d'adaptation post greffe de cornée. Une telle cornée devait être traitée avec beaucoup de précautions voire ne pas être équipée de lentilles sclérales pour éviter l'œdème [1].

L'œdème limbique résulte le plus souvent d'un stress mécanique ou d'une lentille qui adhère. Si la pression limbique est cause de l'œdème, l'augmentation du dégagement limbique devrait apporter une amélioration [1].

Il faut apprendre au patient à être attentif à une acuité visuelle diminuée, en particulier à la fin de la journée, pour surveiller les problèmes d'hypoxie et d'œdème de cornée qui en résulte, complication rapportée chez 7.4% des porteurs de lentilles sclérales dans la série de Tan et al [13].

7. Les kératites microbiennes et infiltrats :

La kératite microbienne est très rare en rapport avec le port de LCS, quelques sont décrits dans la littérature et sont en rapport avec un port prolongé [16]. Une attention toute particulière doit être portée à l'hygiène et à l'entretien des lentilles, surtout si la surface oculaire antérieure est affaiblie notamment en cas d'équipement à but thérapeutique [1,10].

Des cas d'infiltrats cornéens avec le port de lentilles sclérales sont également rapportés. Ils font partie de la cascade de l'inflammation, qui peut être déclenchée par de nombreux événements, un manque d'échanges du film lacrymal sous la lentille sclérale peut être également en partie responsable du développement d'infiltrats cornéens.

L'emplacement de l'infiltrat, sa dimension et le staining à la fluorescéine, ainsi que la rougeur bulbaire, la sensation douloureuse et des réactions en chambre antérieure sont tous des éléments importants pour retenir ou exclure une cause microbienne pour cette inflammation [1].

8. Mucus et débris

L'accumulation de mucus dans le réservoir de larmes sous la lentille est une caractéristique assez commune du port de lentilles sclérales, le frottement mécanique de la conjonctive au niveau de la zone d'appui sclérale entraîne une libération de la mucine trans-épithéliale et des lipides à partir des membranes cellulaires pouvant être à l'origine de dépôts de mucine et de lipide. Cette accumulation semble plus prévalente chez les patients présentant des pathologies de surface oculaire [1].

Si cela se produit, le confort et la vision peuvent en être affectés. Certains patients doivent retirer, nettoyer à la main et remplacer la lentille une ou deux fois par jour. Visser et col. ont rapporté dans une série de 178 patients utilisant de grandes

lentilles sclérales que 50% d'entre eux devaient retirer et remettre leurs lentilles une à deux fois par jour [26].

Le problème des débris dans le film lacrymal sous la lentille semble être moins fréquent avec les lentilles sclérales de diamètre plus petit, sans doute du fait du réservoir de larme réduit dans ce cas-là.

Un remplacement plus fréquent de la lentille peut aussi réduire une partie du problème.

En cas de problèmes sérieux de mouillabilité et de débris sur la surface antérieure, vérifier s'il n'y a pas un dysfonctionnement des glandes de Meibomius qu'il faut traiter, ou s'il n'y a pas une GPC car cela peut provoquer des débris de surface en excès, ou encore si le patient utilise un traitement local pouvant interférer avec la dynamique du film lacrymal.

9. Néovascularisation

La néovascularisation cornéenne est une véritable complication de l'adaptation des lentilles sclérales, elle représentait 13.3% des complications rapporté par Tan et col [13,16].

En dehors de l'hypoxie sur le long terme, la néovascularisation peut résulter de périodes prolongées de stress mécanique dans la zone limbique (faible dégagement limbique de la lentille), ou d'un appui scléral trop important responsable d'une forte adhérence de la lentille à la surface oculaire pendant toute la durée de port [1].

10. Les fluctuations de vision :

Des problèmes de vision sont souvent causés par les aberrations optiques retrouvées essentiellement chez des patients adaptés pour kératocône (la lentille passe en pont sur la cornée, à la différence des LRGP géométrie kératocône qui prennent appui sur le cône réduisant ainsi l'importance des aberrations de haut

grade). Un réservoir lacrymal post-lentille excessif peut aussi provoquer des plaintes en relation avec la vision, d'où l'intérêt de bien respecter l'épaisseur recommandée du film lacrymal en arrière de la LCS.

Le dessèchement de la surface de la lentille est une autre cause assez commune de problèmes de vision, habituellement passagers. On peut alors réaliser un nettoyage supplémentaire, utiliser des gouttes de larmes artificielles et des solutions de confort.

La vision trouble après le retrait de la lentille peut être provoquée par l'hypoxie et l'œdème.

VI. Comparaison de nos résultats avec les principales séries de la littérature

Plusieurs publications ont traités ce sujet de LCS, dans ce chapitre, nous allons comparer nos résultats avec ceux des principales séries de littérature.

A. Les données épidémiologiques :

Tableau 3: résumant les principales caractéristiques épidémiologiques des études portant sur les lentilles sclérales.

Auteur/ année	Nombre des yeux	Age moyen (ans)	indication	Suivi moyen (mois)
P. Rossi et al. (2015) [4]	31	52	GVH	20
Dimit et al. (2013) [27]	65	-	KK + ASO et autres	-
Visser et al. (2013) [28]	213	47.7	KK, PG, ASO, autres causes d'astigmatismes irréguliers	2.3
Romero-Jiménez (2013) [29]	30	33.8	Cornées irrégulières	6-9
Alipour et al. (2012) [30]	19	42.4	Syndrome sec modéré à sévère	18.25
Baran et al. (2012) [31]	89	-	KK, DMP, post-CR	6
Kalwerisky et al. (2012)[20]	16	44 ± 14.5	Brûlures oculaires thermiques	4-54
Rathi et al. (2012) [32]	20	12.85	KK et ASO (≤ 16 ans)	-
Pecego et al. (2012) [33]	107	47.5	KK, PG, Taies de cornée	3-17
Rathi et al (2011) [34]	43	27.94	KK; Post KR, Stevens Johnson (SJS)	20.76
Shah-Desai et al. (2011) [35]	14	10.3	blépharoptosis	-
Stason et al. (2010) [36]	141	44	Ectasie cornéenne, astigmatisme, ASO	6
Gungor et al. (2008) [39]	47	7.75	Vices réfractifs + ASO	24
Margolis et al. (2007)[40]	10	-	Kératoconjonctivite atopique	20.5
Visser et al. (2007) [26]	284	45	KK ; PG	5
Rosenthal and Croteau (2005) [37]	875	-	Ectasie primaire, Post CR, ASO,	-
Pullum et al. (2005) [19]	1560	-	Ectasie primaire, post CR, ASO, Aphakie, Forte myopie	
Romero-Rangel et al. (2000)[38]	76	44.6 ± 14.5	ASO	33.6 ± 28.5
Vreugdenhil et al. (1998)[41]	29	42	Cornée irrégulière	7.3 ± 3.8
Tan et al. (1995) [13]	517	40.8	KK, Aphakie, Forte myopie, Cornée irrégulière, ASO	11.8 ans
Notre série	98	28± 12.66	KK ; PG ; Forte amétropie ; DMP ; ASO	10.71± 2.96

Légende : "KK" kératocône ; "PG" post greffe de cornée ; "ASO" anomalie de surface oculaire ; "GVH" maladie du greffon contre l'hôte ; "DMP" dégénérescence marginale pellucide ; "CR" chirurgie réfractive, "KR" kératotomie radiaire

Dans notre série le kératocône représentait 64.3% des indications du port des LCS, résultat qui concorde avec ce qui est décrit dans la littérature. Segal et col. (66 yeux de 48 patients) a rapporté une fréquence d'indication d'adaptation des LCS pour kératocône de 74,6% [42], ce taux était de l'ordre de 36% dans la séries de Tan et col. (343 patients) [13].

Les résultats de l'étude de Pullum et col. (530 patients) ont montré que la réhabilitation de l'acuité visuelle post greffe de cornée représente la deuxième indication majeure de lentille sclérale après les ectasies cornéennes primaires avec un taux de 15.8% [43]. Dans notre série l'amélioration de la vision post kératoplastie transfixiante représentait 14.3 % des indications de port des lentilles sclérales.

La correction des fortes amétropies représentait 5.4% des indications dans notre série. Pullum et col. [43] ont rapporté que l'aphakie et la forte myopie représentaient respectivement 10.3% et 8.9% de l'ensemble des indications de l'équipement par des LCS.

Nos résultats rejoignent à nouveau les données de la littérature concernant l'utilisation des LCS à visée thérapeutique pour la prise en charge des anomalies de surfaces oculaires, Pullum et Buckley ont rapporté que seulement 8% de patient ont été équipés par LCS pour cette indication parmi les 530 inclus dans l'étude [43]. Ce taux était de 5.1% dans la série de Segal et col [42], alors qu'il était de l'ordre de 5.4% dans notre série.

B. L'acuité visuelle :

Tableau 4: résumant les principaux résultats fonctionnels des études portant sur les lentilles sclérales.

Auteur/ année	AV avant équipement par LCS	AV après équipement par LCS	Valeur du <i>p</i>
P. Rossi et al. (2015) [4]	0.21 ± 0.26	0.1 ± 0.14	<i>P</i> = 0.002
Picot et al (2015) [44]	0.68	0.15	<i>P</i> < 0.001
Schornack et al (2014) [18]	0.32 ± 0.37	0.12 ± 0.19	<i>P</i> < 0.001
Rathi et al. (2011) [34]	1.13 (ectasie) 0.84 ± 0.92 (SJS)	0.29 (ectasie) 0.56 ± 0.89 (SJS)	<i>P</i> < 0.001
Margolis et al. (2007) [40]	0.65	0.24	<i>P</i> = 0.001
Notre série	1.11 ± 0.3 (OD) 1.13 ± 0.42 (OG)	0.19 ± 0.2 (OD) 0.23 ± 0.38 (OG)	<i>P</i> = 0.000

"SJS" Stevens-Johnson Syndrome

Nous notons une amélioration statistiquement significative de l'acuité visuelle après équipement par LCS chez nos patients, cet amélioration est rapportée également par les grandes séries de littératures portant sur ce sujet de LCS (tableau 4). Le maximum de réhabilitation d'acuité visuelle était observé surtout au niveau de groupes de patients adaptés pour cornée irrégulière et notamment le kératocône. Ce résultat concorde avec ce qui est publié par d'autres auteurs, Pullum et Backley rapportent que 77% des porteurs des LCS avaient une acuité visuelle $\geq 20/60$, mais seulement 27% de ceux présentant une pathologie de surface oculaire ont atteint ce résultat visuel [42,43].

Kok et Visser [15] rapportent l'utilisation de LCS pour 50 yeux de 37 patients, 32 avec une cornée irrégulières et 15 avec un syndrome sec sévère de différentes étiologies. L'acuité visuelle s'est améliorée en moyen de 20/70 à 20/30 avec également les meilleurs résultats notés dans le groupe de patients adaptés pour cornée irrégulière, la gestion avec succès du syndrome sec sévère était rapportée au niveau de 13 yeux de 10 patients.

C. La qualité de vie :

Tableau 5 : comparant le temps moyen de port des LCS et le score NEI-VFQ 25 moyen avant et 6 mois après port des LCS entre différentes études.

Auteur/ année	Temps moyen de port (heures/ jour)	Score moyen avant port des LCS	Score moyen après port des LCS	Valeur du p
Stason 2010 [36]	-	57.0	77.8	P < 0.0001
Picot et al (2015) [44]	14 ± 3	48.1	80.2	P < 0.0001
Rossi et al. (2015) [4]	11	43.1	83.1	P = 0.003
Notre série	9.89 ± 1.63	39.94 ± 11.33	87.28 ± 9.87	P = 0.000

Toutes les études s'accordent sur l'amélioration significative de la qualité de vie des patients par le port des LCS, le questionnaire NEI-VFQ 25 a révélé une amélioration statistiquement significative du score général composite.

Stason et al a rapporté que l'amélioration du score moyen NEI-VFQ 25 était similaire entre le groupe de patient adaptés pour des ectasies cornéennes, plus particulièrement le kératocône et celui de patients adaptés pour la gestion des problèmes de surface oculaire [36].

Bien que le kératocône est une maladie rarement cécitante, elle entraine une dégradation progressive de la qualité de vie des patients avec le temps, au fur et à mesure de son évolution [45,46], ce qui explique l'augmentation notable de leur score de qualité de vie après équipement par LCS et surtout leur ressenti d'une meilleure autonomie.

CONCLUSION

La plupart des auteurs s'accordent sur l'efficacité et la sécurité du port des lentilles de contact sclérales. Notre étude rejoint les grandes séries de littérature sur différents plans, que ce soit épidémiologique, fréquence d'indication et surtout résultats fonctionnels et tolérance de port.

Malgré tous ces avantages, l'utilisation des LCS reste relativement limitée par l'expérience du praticien, le temps d'adaptation et la nécessité d'une précision d'évaluation pour limiter l'apparition de certaines complications évitables pouvant influencer le résultat fonctionnel et le confort de port. La difficulté de manipulation, surtout initialement, pour le patient peut être également un facteur limitant la prescription de ces équipements malgré leur résultat satisfaisant. De ce fait le médecin est amené à faire apprendre au patient les règles de manipulation, d'hygiène et d'entretien de ces lentilles pour une meilleure sécurité de port.

Bien que les complications soient rares, leur recherche à chaque contrôle est obligatoire et le patient doit être conscient de la nécessité de consulter devant des signes de fluctuations visuelles ou d'inconfort.

Actuellement, et grâce aux résultats des LCS dans l'adaptation des cornées les plus difficiles pour résoudre des problèmes optiques ou thérapeutiques de surface oculaire, de nouvelles géométries de LCS avec différents matériaux de haute perméabilité à l'oxygène sont mises de plus en plus sur le marché, pour rendre l'équipement spécifique pour chaque type de cornée et pour chaque indication, des logiciels d'aide à l'adaptation sont également mis à disposition des praticiens pour les accompagner et leur faciliter la procédure d'adaptation.

Résumé

Introduction : Grâce à l'utilisation des matériaux de haute perméabilité à l'oxygène et au développement des géométries des LCS, leurs indications ne cessent pas de s'élargir pour s'étendre à la prise en charge de nombreuses pathologies de surface oculaire en plus de la correction optique des cornées irrégulières.

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'efficacité et la tolérance des LCS dans la prise en charge optique et thérapeutique des différents problèmes cornéens et de surface oculaire.

Matériel et méthodes : nous avons réalisé une étude prospective est observationnelle menée d'avril 2016 à août 2017. Les patients adaptés par des lentilles mini-sclérales ont été inclus. Les critères de jugement principaux étaient l'acuité visuelle et le score de qualité de vie (NEI-VFQ25) après 6 mois de port.

Résultats : nous avons recensé 98 yeux de 56 patients, l'indication majeure d'adaptation par LCS était le kératocône 64.3%, les autres indications sont représentées par l'adaptation post kératoplastie transfixiante, les autres astigmatismes irréguliers, les fortes amétropies et les pathologies de surface oculaire. Le recul moyen était de 10.71 mois. Le temps de port moyen était de 9.89 ± 1.63 heures. L'acuité visuelle a passé de 1.11 ± 0.37 et de 1.13 ± 0.42 LogMar à 0.19 ± 0.20 et 0.23 ± 0.38 LogMar respectivement au niveau des yeux droit et gauche après port de LCS ($p= 0.000$). Les scores des différentes sous catégories du questionnaire NEI-VFQ 25 étaient significativement plus élevés 6 mois après l'équipement, notamment un score moyen de 87.28 ± 9.87 avec, versus 39.94 ± 11.33 sans LCS ($p= 0.000$).

Nous n'avons pas noté de complications en rapport avec le port de LCS, en dehors du tissu conjonctival lâche au niveau de la zone limbique en inférieur, qu'on a pu juguler par excision chirurgicale du conjontivochalasis et une nouvelle adaptation.

Discussion : Nos résultats rejoignent ceux des grandes séries publiées dans ce sujet. Les meilleurs acuités visuelles ont été notées essentiellement après correction des astigmatismes irréguliers et notamment le Kératocône, de ce fait elles sont devenues une alternative ou une étape préalable à la greffe de cornée. En ce qui concerne les pathologies de surface oculaire, en plus du gain en acuité visuelle, le gain en confort et en rétablissement de l'homéostasie de cette surface était plus important avec moins de complications de port, d'où leur inclusion parmi l'arsenal thérapeutique des pathologies de surface les plus sévères à côté des options classiques de traitement.

Conclusion : les lentilles sclérales ont prouvé leur efficacité et leur sécurité dans la prise en charge de leurs deux principales indications rapportées dans la littérature " optique pour les cornée irrégulière et thérapeutiques pour les problèmes de surface oculaire". De nouvelles études supplémentaires sont nécessaires pour comparer les nombreuses lentilles actuellement disponibles et évaluer les stratégies d'ajustement optimales pour chaque type de lentilles sclérales pour une facilité d'adaptation et un meilleur confort de port.

REFERENCES

1. Eef van der Worp. Un guide pour l'adaptation des lentilles sclérales [Internet]. yumpu.com. [cited 2017 Aug 3]. Available from: <https://www.yumpu.com/fr/document/view/17416813/un-guide-pour-ladaptation-des-lentilles-sclerales>
2. Laroche J-M, Baëchelé F, Delcampe A, Drouin M, Ortega M, Hoang-Xuan T. Vers une réhabilitation des verres scléraux ? J Fr Ophtalmol. 2004 Oct;27(8):877–82.
3. Jacobs DS. Update on scleral lenses. Curr Opin Ophthalmol. 2008 Jul;19(4):298–301.
4. Rossi P, Delcampe A, Gueudry J, Duncombe A, Gabison E, Doan S, et al. Traitement des sécheresses oculaires sévères secondaires à la maladie du greffon contre l'hôte chronique par lentilles sclérales perméables à l'oxygène. J Fr Ophtalmol. 2015 Nov;38(9):793–9.
5. Malet F, George M-N, Vayr F, Pouliquen Y, Société française d'ophtalmologie. Les lentilles de contact [rapport présenté à la] Société française d'ophtalmologie. Issy-les-Moulineaux: Elsevier, Masson; 2009.
6. Pisella P-J. Surface oculaire: rapport 2015. 2015.
7. Anatomie.pdf [Internet]. [cited 2017 Aug 31]. Available from: <http://www.fnro.net/ophtalmologie/Telechargement/files/Anatomie.pdf>
8. Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J. Human corneal anatomy redefined: a novel pre-Descemet's layer (Dua's layer). Ophthalmology. 2013 Sep;120(9):1778–85.
9. bbarthelemy index [Internet]. [cited 2017 Aug 31]. Available from: <http://www.bbarthelemy.com/>

10. van der Worp E, Bornman D, Ferreira DL, Faria-Ribeiro M, Garcia-Porta N, González-Meijome JM. Modern scleral contact lenses: A review. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 2014 Aug;37(4):240–50.
11. Lentille ICD [Internet]. [cited 2017 Sep 4]. Available from: <https://www.laboratoire-lcs.com/formations/icd>
12. Sonsino J, Mathe DS. Central vault in dry eye patients successfully wearing scleral lens. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom*. 2013 Sep;90(9):e248–251; discussion 1030.
13. Tan DT, Pullum KW, Buckley RJ. Medical applications of scleral contact lenses: 1. A retrospective analysis of 343 cases. *Cornea*. 1995 Mar;14(2):121–9.
14. Parminder A, Jacobs DS. Advances in scleral lenses for refractive surgery complications. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015 Jul;26(4):243–8.
15. Kok JH, Visser R. Treatment of ocular surface disorders and dry eyes with high gas-permeable scleral lenses. *Cornea*. 1992 Nov;11(6):518–22.
16. Bavinger JC, DeLoss K, Mian SI. Scleral lens use in dry eye syndrome. *Curr Opin Ophthalmol*. 2015 Jul;26(4):319–24.
17. Hussain M, Shtein RM, Sugar A, Soong HK, Woodward MA, DeLoss K, et al. Long-term use of autologous serum 50% eye drops for the treatment of dry eye disease. *Cornea*. 2014 Dec;33(12):1245–51.
18. Schornack MM, Pyle J, Patel SV. Scleral lenses in the management of ocular surface disease. *Ophthalmology*. 2014 Jul;121(7):1398–405.
19. Pullum KW, Whiting MA, Buckley RJ. Scleral contact lenses: the expanding role. *Cornea*. 2005 Apr;24(3):269–77.

20. Kalwerisky K, Davies B, Mihora L, Czyz CN, Foster JA, DeMartelaere S. Use of the Boston Ocular Surface Prosthesis in the management of severe periorbital thermal injuries: a case series of 10 patients. *Ophthalmology*. 2012 Mar;119(3):516–21.
21. Laballe R, Merle H. [Ocular burn and scleral lenses]. *J Fr Ophtalmol*. 2015 Apr;38(4):e59-60.
22. Rosenthal P, Cotter JM, Baum J. Treatment of persistent corneal epithelial defect with extended wear of a fluid-ventilated gas-permeable scleral contact lens. *Am J Ophthalmol*. 2000 Jul;130(1):33–41.
23. Lim P, Ridges R, Jacobs DS, Rosenthal P. Treatment of persistent corneal epithelial defect with overnight wear of a prosthetic device for the ocular surface. *Am J Ophthalmol*. 2013 Dec;156(6):1095–101.
24. CDO182_Dos_Lentilles_sclerales_F.LeCherpieBalat.pdf [Internet]. [cited 2017 Oct 23]. Available from: http://www.contacto.fr/IMG/pdf/CDO182_Dos_Lentilles_sclerales_F.LeCherpieBalat.pdf
25. cdo96p16.pdf [Internet]. [cited 2017 Oct 27]. Available from: <http://www.contacto.fr/IMG/pdf/cdo96p16.pdf>
26. Visser E-S, Visser R, van Lier HJJ, Otten HM. Modern scleral lenses part I: clinical features. *Eye Contact Lens*. 2007 Jan;33(1):13–20.
27. Dimit R, Gire A, Pflugfelder SC, Bergmanson JPG. Patient ocular conditions and clinical outcomes using a PROSE scleral device. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 2013 Aug;36(4):159–63.

28. Visser E-S, Van der Linden BJ, Otten HM, Van der Lelij A, Visser R. Medical applications and outcomes of bitangential scleral lenses. *Optom Vis Sci Off Publ Am Acad Optom.* 2013 Oct;90(10):1078–85.
29. Romero-Jiménez M, Flores-Rodríguez P. Utility of a semi-scleral contact lens design in the management of the irregular cornea. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* 2013 Jun;36(3):146–50.
30. Alipour F, Kheirkhah A, Jabarvand Behrouz M. Use of mini scleral contact lenses in moderate to severe dry eye. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* 2012 Dec;35(6):272–6.
31. Baran I, Bradley JA, Alipour F, Rosenthal P, Le H-G, Jacobs DS. PROSE treatment of corneal ectasia. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* 2012 Oct;35(5):222–7.
32. Rathi VM, Mandathara PS, Vaddavalli PK, Srikanth D, Sangwan VS. Fluid filled scleral contact lens in pediatric patients: challenges and outcome. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc.* 2012 Aug;35(4):189–92.
33. Pecego M, Barnett M, Mannis MJ, Durbin-Johnson B. Jupiter Scleral Lenses: the UC Davis Eye Center experience. *Eye Contact Lens.* 2012 May;38(3):179–82.
34. Rathi VM, Mandathara PS, Dumpati S, Vaddavalli PK, Sangwan VS. Boston ocular surface prosthesis: An Indian experience. *Indian J Ophthalmol.* 2011;59(4):279–81.
35. Shah-Desai SD, Aslam SA, Pullum K, Beaconsfield M, Rose GE. Scleral contact lens usage in patients with complex blepharoptosis. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2011 Apr;27(2):95–8.

36. Stason WB, Razavi M, Jacobs DS, Shepard DS, Suaya JA, Johns L, et al. Clinical benefits of the Boston Ocular Surface Prosthesis. *Am J Ophthalmol*. 2010 Jan;149(1):54–61.
37. Gungor I, Schor K, Rosenthal P, Jacobs DS. The Boston Scleral Lens in the treatment of pediatric patients. *J AAPOS Off Publ Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2008 Jun;12(3):263–7.
38. Margolis R, Thakrar V, Perez VL. Role of rigid gas-permeable scleral contact lenses in the management of advanced atopic keratoconjunctivitis. *Cornea*. 2007 Oct;26(9):1032–4.
39. Rosenthal P, Croteau A. Fluid-ventilated, gas-permeable scleral contact lens is an effective option for managing severe ocular surface disease and many corneal disorders that would otherwise require penetrating keratoplasty. *Eye Contact Lens*. 2005 May;31(3):130–4.
40. Romero-Rangel T, Stavrou P, Cotter J, Rosenthal P, Baltatzis S, Foster CS. Gas-permeable scleral contact lens therapy in ocular surface disease. *Am J Ophthalmol*. 2000 Jul;130(1):25–32.
41. Vreugdenhil W, Geerards AJ, Vervaet CJ. A new rigid gas-permeable semi-scleral contact lens for treatment of corneal surface disorders. *Contact Lens Anterior Eye J Br Contact Lens Assoc*. 1998;21(3):85–8.
42. Segal O, Barkana Y, Hourovitz D, Behrman S, Kamun Y, Avni I, et al. Scleral contact lenses may help where other modalities fail. *Cornea*. 2003 May;22(4):308–10.
43. Pullum KW, Buckley RJ. A study of 530 patients referred for rigid gas permeable scleral contact lens assessment. *Cornea*. 1997 Nov;16(6):612–22.

44. Picot C, Gauthier A-S, Campolmi N, Delbosc B. Qualité de vie des patients équipés en verres scléraux. *J Fr Ophtalmol*. 2015 Sep;38(7):615–9.
45. Kymes SM, Walline JJ, Zadnik K, Sterling J, Gordon MO. Changes in the Quality of Life of People with Keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2008 Apr;145(4):611–7.
46. Tatematsu-Ogawa Y, Yamada M, Kawashima M, Yamazaki Y, Bryce T, Tsubota K. The disease burden of keratoconus in patients' lives: comparisons to a Japanese normative sample. *Eye Contact Lens*. 2008 Jan;34(1):13–6.