

# Les avancées en **CONTACTOLOGIE**

Coordinatrice : Louissette BLOISE  
Avant-Propos : Marc LABETOUILLE  
Préface : Florence MALET

Hélène BERTRAND-CUINGNET  
Louissette BLOISE  
Julien BULLETT  
Jean-Philippe COLLIOT  
Valérie ELMALEH  
Françoise ERNOULD  
Matthieu LECONTE  
Marie-Aude LUREAU-CORNUOT  
Florence MALET  
René MÉLY  
Aurore MUSELIER-MATHIEU  
Catherine PEYRE  
Perrine ROSSI  
Marie-Caroline TRONE  
Katherine VIS



Société Française des Ophtalmologistes  
Adaptateurs de Lentilles de Contact



Bulletin des Sociétés  
d'Ophtalmologie de France



Société d'Ophtalmologie de Paris



Société Française d'Ophtalmologie



Rapport 2019 - 2020

SFOALC, BSOF, SOP, SFO

# Les avancées en **CONTACTOLOGIE**



Société Française des Ophtalmologistes  
Adaptateurs de Lentilles de Contact



Bulletin des Sociétés  
d'Ophtalmologie de France



Société d'Ophtalmologie de Paris



Société Française d'Ophtalmologie

**MED-LINE**  
Editions

Éditions Med-line  
74, boulevard de l'hôpital  
75013 Paris

*Suivi éditorial* : Françoise Dussart  
*Maquette* : Meriem Rezgui

Les avancées en contactologie  
© SFOALC/BSOF 2020  
ISBN : 978-2-84678-279-1

Achevé d'imprimer par Pulsio en Mars 2020 - Dépôt légal : Avril 2020.

L'éditeur ne pourra être tenu pour responsable de tout incident ou accident, tant aux personnes qu'aux biens, qui pourrait résulter soit de sa négligence, soit de l'utilisation de tous produits, méthodes, instructions ou idées décrits dans cet ouvrage. En raison de l'évolution rapide de la science médicale, l'éditeur recommande qu'une vérification extérieure intervienne pour les diagnostics et la posologie. Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement des auteurs ou de leurs ayants droits ou ayants cause, est illicite (loi du 11 mars 1957, alinéa 1er de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal.

Rapport 2019 - 2020

SFOALC, BSOF, SOP, SFO

# Les avancées en **CONTACTOLOGIE**

Coordinatrice : Louissette BLOISE

Avant-Propos : Marc LABETOULLE

Préface : Florence MALET

Hélène BERTRAND-CUINGNET

Louissette BLOISE

Julien BULLETT

Jean-Philippe COLLIOT

Valérie ELMALEH

Françoise ERNOULD

Matthieu LECONTE

Marie-Aude LUREAU-CORNUOT

Florence MALET

René MÉLY

Aurore MUSELIER-MATHIEU

Catherine PEYRE

Perrine ROSSI

Marie-Caroline TRONE

Katherine VIS



Société Française des Ophtalmologistes  
Adaptateurs de Lentilles de Contact



Bulletin des Sociétés  
d'Ophtalmologie de France



Société d'Ophtalmologie de Paris



Société Française d'Ophtalmologie

**MED-LINE**  
Editions



## **Avant-propos**

### **Pr Marc Labetoulle**

Cet ouvrage marque un double tournant dans l'histoire des rapports des diverses sociétés savantes d'ophtalmologie en France. Il porte en effet le sceau de quatre d'entre elles, les raisons de cette quadruple filiation sont à la fois simples et exceptionnelles par leur enchaînement : il fut d'abord présenté le samedi 9 novembre 2019, lors de la réunion organisée par la Société d'Ophtalmologie de Paris (SOP), en tant que rapport commun aux Bulletins des Sociétés d'Ophtalmologie de France (BSOF) et à la Société Française des Ophtalmologistes Adaptateurs de Lentilles de Contact (SFOALC). Il sera ensuite présenté le 9 mai 2020, lors du congrès annuel de la Société Française d'Ophtalmologie (SFO), en prélude à ce qui sera, dès les années suivantes, le « rapport joint SOP-SFO », c'est-à-dire la réunion du traditionnel rapport annuel des BSOF, organisé par la SOP, et du second rapport de la SFO.

Dorénavant, chacun des dits rapports joints SOP-SFO fera en effet l'objet d'une première présentation orale en séance plénière lors de la réunion traditionnelle de la SOP du samedi matin de novembre, puis d'une nouvelle séance de communications autour de la même thématique, lors du congrès de la SFO de l'année qui suit, permettant aussi au rapporteur et à tous les auteurs de faire profiter par deux fois, et au plus grand nombre, de leur expertise.

Nous remercions vivement le Dr Louissette Bloise, actuelle présidente de la SFOALC, d'avoir accepté de relever le défi qu'est la coordination d'un tel ouvrage de synthèse. Elle a permis de faire profiter à tous, à l'issue d'un travail collégial de qualité, de cette mise au point précise, complète et pratique sur les avancées en contactologie. Tous les co-auteurs méritent largement nos remerciements pour leur contribution précieuse.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement le Dr Florence Malet, d'avoir proposé il y a quelques années qu'un sujet porté par la SFOALC soit aussi présenté comme rapport des BSOF, montrant ainsi la voie d'une rationalisation des efforts et d'une mise en commun des talents, au profit de la communauté ophtalmologique francophone.

Bienvenue à cet ouvrage charnière dans sa conception, sur un sujet qui mérite l'attention de tous.

**Pr Marc Labetoulle,**  
Président de la Société d'Ophtalmologie de Paris



# Préface

Dr Florence Malet

Il y a exactement 10 ans que le rapport de la Société Française d'Ophtalmologie sur les lentilles de contact était publié à l'attention de nos confrères ophtalmologistes. Ce fut un immense plaisir pour nos collègues et amis rédacteurs, doublé d'appréhension lors de la présentation de cet ouvrage minutieusement préparé, dont le thème constituait une première.

En 2019, il nous est apparu utile et nécessaire, au vu des nombreuses évolutions dans le domaine de la contactologie, d'envisager une actualisation complète sur les lentilles et leurs indications, même si, parallèlement, la Société Française de Contactologie (SFOALC) publie tous les deux ans un rapport dédié sur un thème spécifique choisi.

Lorsque la Société d'Ophtalmologie de Paris (SOP) a choisi le thème « Les avancées en Contactologie » pour son rapport annuel (BSOF 2019) et a souhaité en confier la rédaction à la SFOALC, nous en avons été très honorés et avons accepté de suite ce travail qui tombait à une date si symbolique et permettait ainsi une large diffusion de l'ouvrage à l'ensemble de nos confrères ophtalmologistes. Nous remercions le Conseil d'Administration de la SOP et du BSOF, et tout particulièrement le Professeur Marc Labetoulle entouré des Professeurs Christophe Baudouin, Jean-Paul Renard, Antoine Labbé et du Docteur Pierre Larricart, d'avoir retenu ce sujet dont l'intérêt médical est patent, pour une prise en charge des porteurs dans les meilleures conditions en termes de connaissance, de sélection, de suivi et de traitement éventuel des pathologies induites ou associées.

Si le nombre des porteurs de lentilles dans le monde est toujours en progression et se situe autour de 160 millions d'individus, il faut reconnaître que c'est l'intérêt esthétique de ce mode de correction qui prime pour la grande majorité des amétropes.

Les évolutions récentes de la contactologie sont cependant également marquées par un abord plus thérapeutique. Les pathologies de surface, sévères et invalidantes, chez des patients dont la qualité de vie est fortement altérée, bénéficient du développement large des verres scléaux. Les nouvelles techniques d'imagerie s'attachant à la topographie de la sclère, jusque-là non ou mal évaluée, permettent d'adapter au mieux verre scléral et surface oculaire en ménageant un espace de larmes optimisant une surface cornéenne épithéliale

altérée et /ou irrégulière. Mais le plus grand bénéfice pour le porteur est le caractère antalgique procuré par la présence de ce verre quasiment immobile séparant le globe oculaire des annexes palpébrales. Cette double fonction, antalgique mais également optique, est source d'une amélioration notable du confort de vie et de vue de ces patients.

Toujours dans cette tendance des lentilles ayant une orientation thérapeutique, de nouveaux concepts optiques de lentilles se développent pour tenter de réduire la problématique mondiale que représente l'augmentation du nombre d'enfants myopes. Si les mécanismes déclenchants et évolutifs de la myopie restent complexes, multiples et encore source d'hypothèses, il a pu être mis en évidence que des systèmes optiques, tels des géométries de lentilles par exemple, permettant une défocalisation des images rétiniennes, pouvaient ralentir l'élongation du globe oculaire donc l'évolution de la myopie. Des évaluations sont en cours ; elles nécessitent un suivi dans le temps assez long avec des contrôles objectifs. Ces mécanismes optiques seront peut être complétés de thérapeutiques médicamenteuses mettant au repos l'accommodation.

Les évolutions de la vie moderne avec le développement intensif des tablettes, des écrans d'ordinateurs sont source de symptômes de fatigue visuelle largement rapportée par la population. Ces signes sont cependant plus fréquents chez les amétropes qu'ils soient porteurs de verres correcteurs ou de lentilles de contact. Nos connaissances physiopathologiques et cliniques de la sécheresse oculaire et de l'inconfort de port lié à une augmentation de l'évaporation des larmes, nous permettent actuellement d'offrir bien des solutions grâce à une prise en charge plus adaptée et complémentaire associant nouveaux matériaux, géométries innovantes des lentilles et traitement local spécifique.

Toutes ces adaptations exigent des connaissances anatomiques et physiologiques, nécessitent des contrôles spécifiques et orientés par une expertise médicale. Ce rapport sur les avancées en lentilles de contact doit permettre d'avoir à portée de main un outil pratique répondant aux nouvelles demandes d'adaptation au quotidien.

Le travail présenté ici est coordonné par Louise Bloise, présidente de la SFOALC. Son implication et son dynamisme dans le domaine de la contactologie sont largement reconnus et appréciés. Sa présence, dès la première heure, dans la rédaction de chapitres de livres sur ce sujet démontre, s'il en était besoin, ses compétences et sa rigueur d'écriture. Je la remercie très vivement de son amitié et d'avoir accepté ce projet avec cœur et enthousiasme. Son groupe de travail et de co-rédacteurs est constitué de nombreux collègues, mobilisés régulièrement en tant qu'auteurs ou orateurs dans les événements contactologiques. C'est

avec plaisir que nous retrouvons dans l'ouvrage des auteurs préalablement impliqués dans la rédaction du rapport de la SFO en 2009, auxquels se sont joints de nouveaux collègues spécialistes en lentilles, assurant ainsi la continuité de la transmission des connaissances.

« La connaissance est le seul instrument de production qui n'est pas sujet à la dépréciation ».

*JM. Clarck*

Toutes mes félicitations à cette équipe rédactionnelle.

Tous mes remerciements à la SOP et au BSOF.



## Avant-Propos

Pr Marc Labetoulle .....5

## Préface

Dr Florence Malet.....7

## Quelques données épidémiologiques en introduction

Dr Florence Malet.....13

## Partie 1

# LES LENTILLES DE CONTACT

## Les lentilles souples

Dr Louissette Bloise,

Dr Katherine Vis.....19

## Les lentilles souples spéciales

Dr Jean-Philippe Colliot .....49

## Les lentilles souples thérapeutiques

Dr René Mély.....65

## Les lentilles rigides

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet.....77

## Les lentilles hybrides

Dr Jean-Philippe Colliot.....95

## Les lentilles sclérales

Dr Françoise Ernould.....129

## Les lentilles d'orthokératologie

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet,

Dr Louissette Bloise,

Dr Jean-Philippe Colliot.....137

## LES PATHOLOGIES

### Le kératocône

Dr Marie-Caroline Trone .....149

### L'astigmatisme irrégulier

Dr Julien Bullet.....163

### La sécheresse et les pathologies de la surface oculaire

Dr Valérie Elmaleh,  
Dr Aurore Muselier-Mathieu.....171

### La freination de la myopie

Dr Perrine Rossi,  
Dr Matthieu Leconte..... 187

### La presbytie

Dr Catherine Peyre,  
Dr Marie-Aude Lureau-Cornuot.....197



# Quelques données épidémiologiques en introduction

Dr Florence Malet

Les avancées en contactologie sont l'objet de ce rapport. Il est néanmoins toujours intéressant de les resituer dans leur contexte évolutif et international. Ainsi, grâce à l'idée de Philip Morgan, en 2000, de réaliser chaque année une étude prospective sur les habitudes de prescriptions de lentilles dans différents pays, nous pouvons analyser au mieux les tendances dans le choix des lentilles par les adaptateurs au fil du temps. Le même type de recueil de données a donc été réalisé annuellement dans différents pays et collecté par un coordinateur par pays. Les données ont été analysées dans les Universités de Manchester et Waterloo permettant une évaluation de différents paramètres, comme la démographie des porteurs, les types de lentilles portées, les matériaux utilisés, etc.

En 2000, 5 pays avaient participé à ce recueil de données de prescriptions. Dix-huit ans plus tard, 70 pays au total avaient collaboré à cette base de données à une ou plusieurs reprises; et 383 000 fiches avaient pu être analysées. Chaque année, la synthèse des résultats est publiée sous le titre « *International Contact Lens Prescribing* » dans la revue *Contact Lens Spectrum* (Morgan, *et al.*, 2019). L'analyse porte annuellement sur environ

20 à 24 000 prescriptions. L'an dernier 47 pays ont participé, ce qui permet, compte tenu de la quantité d'informations fournies, d'en retirer des tendances.

La France participe à ces études prospectives depuis 2010 et nous pouvons donc ainsi évaluer les modifications de nos prescriptions et nous positionner par rapport aux tendances internationales de ces 10 dernières années.

Dès la première année de notre participation, les particularités de notre pays avaient été soulignées (Morgan, *et al.*, 2011). En effet, à la différence d'autres pays européens, les adaptations en lentilles sont réalisées en France uniquement par des ophtalmologistes. Il était souligné que la prescription de lentilles rigides était deux fois plus élevée que la moyenne internationale et que la prescription des lentilles jetables journalières était faible mais que le nombre de lentilles en silicone hydrogel en port journalier prescrites était élevé. Parmi les autres particularités, il avait été remarqué que les ophtalmologistes français ne prescrivaient quasiment jamais de port permanent en lentilles souples et que nous équipions 80 % des presbytes en lentilles bi ou multifocales ; différence marquante avec les prescriptions de lentilles pour presbytes des

autres pays qui se faisaient alors en lentilles monofocales simples et/ou en monovision.

Qu'en est-il aujourd'hui, dix ans plus tard, en termes de démographie des porteurs, de types de lentilles prescrites, avec l'arrivée de nouveaux concepts de lentilles et des indications nouvelles ?

## ① Démographie des porteurs de lentilles en 2018

L'âge moyen des porteurs inclus est de 33,3 ans +/- 14,8 ans. Les variations sont importantes entre des pays comme l'Arabie Saoudite où l'âge de l'adaptation tourne autour de 24 ans alors qu'en Angleterre, ou en Australie, il est proche de 40 ans (en France : 36,6 ans +/-15,8).

Logiquement, avec les années, la population de presbytes équipés en lentilles augmente dans ces derniers pays. Le pourcentage de femmes parmi les porteurs de lentilles reste majoritaire (67 %) par rapport aux hommes et il ne varie quasiment pas dans les différents pays inclus, dont le nôtre. Le pourcentage de première adaptation en lentilles, par rapport à un renouvellement, est globalement de 35 % avec un type de port défini comme régulier : c'est-à-dire un port minimum de 4 jours par semaine. Ces paramètres concernant les nouvelles adaptations et la durée de port par semaine sont deux éléments stables, sans grand changement depuis une dizaine d'années.

## ② Lentilles prescrites

### 2.1. Les lentilles rigides

Les lentilles rigides cornéennes représentent 10 % des prescriptions, tous types de lentilles confondus. Le Japon était leader en termes de prescription de ce type de lentilles dans les années 2000 avec 36 %, pour n'être actuellement qu'à 14 % avec un report des prescriptions sur les lentilles souples jetables journalières. Le marché européen reste actif sur les lentilles rigides et nous prescrivons en France quasiment autant de lentilles rigides que les Pays-Bas (21 %), l'Autriche et l'Allemagne, bastions de ces adaptations considérées comme plus techniques. Il est admis que ces adaptations nécessitent un niveau de formation supplémentaire. Par ailleurs, le risque d'accident infectieux nettement plus faible sous ce type de lentilles (en moyenne 1 à 2/10 000 porteurs/an en rigides *versus* 16 à 18/10 000/an en souples (Stapleton *et al.*, 2008 ; Cheng *et al.*, 1999) explique ce choix de nature médicale, notamment en France, où les ophtalmologistes s'orientent naturellement vers des lentilles plus sécuritaires.

Le matériau sélectionné pour ces lentilles est à très haute perméabilité à l'oxygène dans notre pays (Dk supérieur à 90) dans 95 % des cas, mais c'était déjà notre choix il y a 10 ans dans 85 % des cas (particularité française, là encore, de sélection du matériau le plus physiologique). À noter la tendance française actuelle marquée par une augmentation du

nombre de prescription de lentilles rigides ces dix dernières années, passant de 16 à 21 %. Le taux de nouvelles adaptations en rigides de 41 % en 2018, n'est égalé que par nos collègues suisses. Cette augmentation de prescription des rigides va à l'inverse du marché anglo-saxon : les praticiens anglais n'ont réalisé en 2018 que 1 % des nouvelles adaptations en rigides.

Parmi les autres lentilles rigides dont le développement important est récent, notons les verres scléaux qui représentent 1,4 % des prescriptions à ce jour mais dont l'expansion est surtout américaine. Quant à l'orthokératologie, développée depuis une dizaine d'années, la pénétration était de 4 % en 2010 en France, contre 20 % dans des pays comme le Canada, les Pays-Bas, l'Espagne. Depuis, ce segment s'est largement développé dans l'Hexagone pour rejoindre, en 2018, les valeurs de ces pays précurseurs. Le développement de l'orthokératologie en Chine est très important et très contrôlé ; la vente de ces lentilles étant interdite dans des boutiques d'optique. Les adaptations se font dans des centres d'optométrie spécifiquement dédiés : elles se font en lentilles rigides dans 95 % des cas, dont 85 % avec des lentilles de géométrie d'orthokératologie. Le problème mondial que constitue l'augmentation de la prévalence de la myopie chez les enfants et adolescents, et touchant particulièrement le continent asiatique, explique naturellement le développement exponentiel d'adaptations en lentilles dont la géométrie peut freiner l'évolution de cette pathologie.

Les lentilles souples tout récemment développées avec un concept similaire de freination de la myopie ne représentent que 0,7 % des lentilles souples prescrites en 2018. Ces chiffres devraient largement augmenter au cours des prochaines années.

## 2.2. Les lentilles souples

Le matériau silicone hydrogel, lancé dans le début des années 2000, a complètement conquis le marché des lentilles souples prescrites au niveau international avec 76 % des prescriptions. Il est à noter que, dès 2010, la France prescrivait un pourcentage important de ces lentilles par rapport à la moyenne générale internationale.

En termes de renouvellement, le remplacement fréquent des lentilles est globalement majoritaire chez les porteurs (64 %). Il existe, en revanche, de très grandes disparités de prescriptions concernant les lentilles souples jetables journalières. Dans les pays nordiques (Danemark, Norvège), le choix de cet équipement concerne 70 % des porteurs, contre 12 % seulement aux Pays-Bas, pays où le nombre de porteurs par habitant est un des plus élevés d'Europe. Cet écart montre bien les différences existantes entre les habitudes et choix des lentilles par les différents prescripteurs en fonction des pays. Il ne semble pas s'agir d'un choix économique : le Danemark, par exemple, prescrit 2 fois plus de lentilles jetables journalières que les États-Unis.



Certes, il existe des biais dans les résultats de ces publications annuelles basées sur un volontariat des recueils de données par les prescripteurs. Notamment, on peut facilement objectiver que ce sont les prescripteurs de lentilles les plus motivés et les plus chevronnés qui y participent. Néanmoins, cela reste un

outil unique d'analyse du développement de la contactologie à l'échelle internationale.

Les contactologues français continuent à participer à cette étude annuelle, démontrant l'évolution et l'actualisation de leurs choix de prescriptions de lentilles toujours guidés par des orientations médicales strictes.

## Références

- ▶ Cheng KH, Leung SL, Hoekman HW, Beekhuis WH, Mulder PG, Geerards AJ, Kijlstra A. Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity. *Lancet* 1999;354(9174):181-5.
- ▶ Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Efron N, Jones L, Aighamdi W, *et al.*, International contact lens prescribing in 2018. *Contact Lens Spectrum*, January 2019:26-31. <https://www.clspectrum.com/issues/2019/january-2019>.
- ▶ Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Helland M, Efron N, Groupcheva CN, *et al.*, International contact lens prescribing in 2010. *Contact Lens Spectrum* January 2011. <https://www.clspectrum.com/issues/2011/january-2011/international-contact-lens-prescribing-in-2010>
- ▶ Stapleton F, Keay L, Edwards K, Naduvilath T, Dart JK, *et al.* The incidence of contact Lens-related microbial keratitis in Australia. *Ophthalmology* 2008;115(10):1655-62.

## LES LENTILLES DE CONTACT

### Les lentilles souples

Dr Louissette Bloise,  
Dr Katherine Vis  
page **19**

### Les lentilles souples spéciales

Dr Jean-Philippe Colliot  
page **49**

### Les lentilles souples thérapeutiques

Dr René Mély  
page **65**

### Les lentilles rigides

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet  
page **77**

### Les lentilles hybrides

Dr Jean-Philippe Colliot  
page **95**

### Les lentilles sclérales

Dr Françoise Ernould  
page **129**

### Les lentilles d'orthokératologie

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet,  
Dr Louissette Bloise,  
Dr Jean-Philippe Colliot  
page **137**





# Les lentilles souples

Dr Louissette Bloise, Dr Katherine Vis

## ① Matériaux des lentilles souples

L'hydroxyéthylméthacrylate (HEMA), découvert par Otto Wichterle en 1961, reste la base de la plupart des lentilles souples aujourd'hui, qu'elles soient en hydrogel ou en silicone hydrogel.

L'ISO 11539, standard pour la classification des lentilles de contact, utilise 6 codes pour décrire le type de matériau. Cette norme internationale décrit une méthode de classification des lentilles de contact ainsi que des matériaux utilisés pour leur fabrication. Elle permet une identification spécifique et non nominative, sous forme simplifiée, des principaux éléments chimiques constitutifs des matériaux (Tableau I, II, III).

**Tableau I : Classification des lentilles de contact ISO 11539**

<b>Préfixe</b>	Optionnel en dehors des Etats-Unis. Ex, Eta., Hila., Omo...
<b>Radical</b>	Lentilles souples : Filcon, teneur en eau > 10 % Lentilles rigides : Focon, teneur en eau < 10 %
<b>Séries</b>	A : Formule d'origine, puis B, C, ... en cas de révision du matériau
<b>Groupe (chiffre romain)</b>	Groupe FDA : I, II, III, IV (cf. Tableau II) V : silicone hydrogel
<b>Dk (chiffre arabe)</b>	0 à 6 (cf. Tableau III)
<b>Modifications</b>	m en cas de modification chimique de la surface

**Tableau II : Groupe FDA**

<b>I</b>	Non Ionique	Teneur en eau < 50 %
<b>II</b>		Teneur en eau > 50 %
<b>III</b>	Ionique	Teneur en eau < 50 %
<b>IV</b>		Teneur en eau > 50 %



Tableau III : Valeurs du Dk

	Dk
0	< 1
1	1 à 15
2	16 à 30
3	31 à 60
4	61 à 100
5	101 à 150
6	150 à 200

Exemple : Filcon II 3 signifie qu'il s'agit d'une lentille souple non ionique à teneur en eau > 50 % et avec un Dk compris entre 31 et 60.

### 1.1. Le matériau hydrogel

L'hydrogel est un polymère capable de conserver une certaine quantité d'eau de 24 à 85 % (Tighe, 2002). Ce polymère est constitué de différents monomères unis les uns aux autres par des liaisons covalentes :

- des monomères hydrophiles comme l'HEMA, le glycérylméthacrylate (GMA), l'acide méthacrylique (MA) et la phosphorylcholine (PC) ;
- des monomères hydrophobes et des agents de réticulation pour accroître la résistance mécanique et thermique du matériau.

Les lentilles en hydrogel sont classifiées par la FDA en 4 groupes (Stone R.) selon leur ionicité et leur teneur en eau (Tableau II). Cette classification dépend du dosage des différents monomères et a pour but de prévoir les interactions avec les différents composants du film lacrymal et des solutions d'entretien. Plus la teneur en eau est élevée, plus l'interaction avec les protéines des larmes est élevée.

Il y a peu ou pas de matériau appartenant au groupe III, c'est-à-dire ionique à faible teneur en eau, sur le marché français (Tableau IV).

L'offre de ces lentilles a peu évolué à part pour les lentilles à renouvellement journalier. Les évolutions notables sont :

- la modification d'un matériau existant (Nelfilcon A) par l'adjonction de molécule viscosifiante dans le blister (HPMC), mouillante (PEG) dans le matériau et le blister, hydratante (PVA) dans le matériau, et ce, pour améliorer le confort dès la pose, en début de journée et tout au long de la journée ;
- des innovations telles que :
  - le Nefilcon A ou Hypergel™ qui est un polymère d'hydrogel associé à un surfactant ;
  - l'association d'un polymère Filcon IV avec du Hyaluronate de sodium (mucoprotéine) qui est relargué au clignement et au contact de l'œil (chaleur).

### 1.2. Le matériau silicone hydrogel

Le silicone hydrogel est un matériau biphasique avec une phase hydrogel composée de monomères type HEMA (permettant l'apport d'éléments nutritifs et l'évacuation des déchets du métabolisme cornéen, une bonne mobilité et mouillabilité) et une phase silicone permettant le passage des molécules d'oxygène. La combinaison du silicone et des composants hydrophiles est complexe pour obtenir un matériau optiquement transparent et masquer la nature hydrophobe et lipophile du silicone, sans perdre les bénéfices de celui-ci.

**Tableau IV : Classement des lentilles en hydrogel à renouvellement (selon la FDA) présentes sur le marché français en 2019 d'après le Contaguide *on line* et les informations des laboratoires**

Matériau	Teneur en eau (%)	Dk (Fatt)	Lentilles	Dk/e*	Filtre UV
<b>Groupe I : Matériau non ionique à faible teneur en eau &lt; 50 %</b>					
GMA + HEMA	49	15	C2 NVS Aura S	11,50 à 13	
Hioxifilcon B	49	15	C2	12,5	oui
Polymacon (HEMA)	38,6 38,6	9 8,4	SofLens® 38 SofLens®MF	25,7 8,4	
<b>Groupe II : Matériau non ionique à forte teneur en eau &gt; 50 %</b>					
Alfafilcon A HEMA + NVP	66	32	Soflens® 66 Torique	16,4	
Filcon II 2	59	30	Gentle 59	21,4 à 25 selon la géométrie	
Filcon II 2 avancé	58	25,5	Ophthalmic RXm		
Filcon II 3	80	60	Gentle 80	42,8 à 50 selon la géométrie	
Hilafilcon B HEMA + NVP	59	22	SofLens® 59	15,7	
Hioxifilcon A HEMA + GMA	57	19	Miru 1 Day Menicon Flat Pack	25	
Mipafilcon	72	35	Menisoft	42,5	
Nelfilcon A + HPMC + PEG + PVA	69	26	DAILIES® AquaComfort Plus®	26	
Nelfilcon A + PVA	69	26	FreshLook® 1-Day	26	
Nesofilcon A	78	42	Biotrue®		
Omafilcon A HEMA +PC	59	25	Proclear®	17 à 42 selon la géométrie	
<b>Groupe IV: Lentilles ioniques à forte teneur en eau &gt; 50 %</b>					
Etafilcon A HEMA + MA + Lacreon	58	21 à 28 selon effets de courbe et de bords corrigés	ACUVUE® 2 1-Day ACUVUE® MOIST	25 à 33 selon effets de courbe et de bords corrigés	oui
Hyaluronate gel	60	32	Safegel™ 1 Day	40	oui
Metafilcon A	55	23	OPHTHALMIC 55 progressive	18	
Ocufilecon B HEMA + MA	55	19	Biomedics®	17 à 27 selon la géométrie	oui
pHEMA	55	19	VELVET	19	

HEMA : Hydroxyéthylméthacrylate / GMA : Glycérilméthacrylate / MA : Acide méthacrylique / PC : Phosphorylcholine / HPMC : Hydroxypropylméthylcellulose / PEG : Polyéthylène glycol / PVA : PolyVinyl Alcohol / NVP : N-vinylpyrrolidone.

\* Le Dk/e est donné pour une épaisseur de lentille de - 3 dioptries et dépend aussi de la géométrie (ex. : torique et multifocale).



Pour contrecarrer cette hydrophobie et cette lipophilie, les fabricants ont opté pour différentes solutions :

- traiter la surface en chambre plasma par :
  - oxydation plasmatisque (transformation du silicone en îlots de silicate) ;
  - création d'un « coating » de 25 nm ;
- incorporer des agents mouillants dans la matrice ;
- utiliser des matériaux naturellement mouillables.

Le premier silicone utilisé est dérivé du TRIS (Balafilcon A, Lotrafilcon A), puis sont apparues des associations de TRIS et de macromères de siloxane (Senofilcon) ou encore des longues chaînes de macromères (Comfilcon, Asmofilcon).

Le développement des lentilles en silicone hydrogel s'est fait en plusieurs étapes d'abord avec une course au Dk, puis une quête de confort pour remédier aux effets secondaires provoqués par ce nouveau matériau (Cf. Inconvénients / complications).

Le comportement de ce matériau vis-à-vis des dépôts et des solutions d'entretien est différent de celui des hydrogels. Un groupe V a été ajouté à la classification de la FDA (Hutter, 2007). Des sous-groupes ont aussi été proposés mais, à ce jour, ils n'ont pas été retenus (Tableau V).

Sur les tableaux IV et V, on note un développement plus important en silicone hydrogel qu'en hydrogel avec, ces dernières années, une augmentation des propositions pour le renouvellement journalier.

Pour améliorer le confort, maintenir l'hydratation tout au long de la journée, certains fabricants utilisent des technologies brevetées comme :

- les technologies Lacreon™ HydraLuxe™, HydraClear® et HydraClear® Plus. Elles ont comme point commun l'intégration du PVP dans le matériau qui est différent selon les lentilles ; ce qui explique le nom différent de ces technologies. Le PVP est un agent hydratant amphiphile, c'est-à-dire qu'il peut se lier à des composants hydrophiles et lipophiles, qui, eux, sont hydrophobes ;
- la technologie MoistureSeal® est un procédé de fabrication consistant en un ajout retardé de PVP, autour et dans la structure de silicone lors de la polymérisation ;
- ComfortMoist™ ;
- la technologie MeniSilk™. Cette innovation fait appel à un nouveau monomère hydrophile, agent mouillant hydratant, dont le nom chimique n'est pas divulgué ;
- l'HydraGlyde® consiste en l'adjonction d'une molécule tensio-active hydratante amphiphile EOBO 45 (Oxyde Ethylène - Oxyde Butylène) dans le blister de la lentille avant stérilisation, permettant ainsi de modifier la tension de surface de la lentille pour améliorer sa mouillabilité ;
- la technologie du gradient d'eau consiste en une augmentation progressive de la teneur en eau du cœur (33 %) vers la surface (> 80 %) de la lentille ;
- la technologie SmarTears™ correspond à l'adjonction de phosphatidylcholine au cœur de la lentille qui est libérée lorsque les larmes en ont besoin (Pitt, 2011). La migration se fait au travers du gradient d'eau jusqu'aux larmes. Ce phospholipide est naturellement présent dans les larmes et a pour rôle de stabiliser la couche lipidique non polaire, responsable de la limitation de l'évaporation de la phase mucino-aqueuse.

**Tableau V : Classement des lentilles en silicone hydrogel (groupe V) à renouvellement fréquent présentes sur le marché français en 2019 d'après le Contaguide on line et les informations fournies par les laboratoires.**

Matériau	Teneur en eau (%)	Dk (Fatt)	Lentilles	Dk/e*	Filtre UV	Renouvellement
<b>Présentes avant 2009</b>						
Asmofilcon A Nanogloss Menisilk	40	129	PremiO	161		15 jours
Balafilcon A Oxydation plasmatisque	36	91	PureVision®	91 à 101		1 mois
Comfilcon A	48	128	Biofinity®	116 à 160		1 mois
Lotrafilcon A SmartShield	24	140	AIR OPTIX® Night&Day® AQUA	175		1 mois
Lotrafilcon B SmartShield	32	110	AIR OPTIX® AQUA	108 à 138		1 mois
Senofilcon A HydraClear Plus	38	103	ACUVUE OASYS®	129 à 147	oui	15 jours
<b>Après 2009</b>						
Asmofilcon A Nanogloss Menisilk	40	129	Miru	161		1 mois
Balafilcon A + ComfortMoist	36	91	PureVision 2 HD	91		1 mois
Delefilcon A Gradient d'eau SmarTears	33 à 80	140	DAILIES TOTAL 1®	156		1 Jour
Filcon V 3	75	60	Saphir	50 à 40		1 mois
Lotrafilcon B SmartShield HydraGlyde	32	110	AIR OPTIX® plus HydraGlyde®	108 à 138		1 mois
Midafilcon A	56	64	Miru 1 Day UpSide	91		1 jour
Narafilcon A HydraClear	46	100	1-Day ACUVUE® TrueEye®	118	oui	1 jour
Samfilcon A MoistureSeal	46	114	ULTRA®	114 à 163		1 mois
Senofilcon A HydraLuxe	38	103	ACUVUE® OASYS® 1- day	121 à 129	oui	1 jour
Senofilcon C HydraMax	41	103	ACUVUE®Vita™	147	oui	1 mois
Somofilcon A	56	60	clariti® OPHTALMIC HR	57 à 86	oui	1 jour
Stenfilcon A	54	80	MyDay®	80 à 100	oui	1 jour

\* le Dk/e est donné pour une épaisseur de lentille de - 3 dioptries et dépend aussi de la géométrie (ex. : torique et multifocale).  
Les traitements de surface nécessaires pour masquer l'hydrophobie du silicone à la surface de la lentille sont notés en **bleu**.  
Les différentes technologies permettant d'améliorer l'hydratation sont notées en **rouge**.

De la composition chimique d'une lentille découlent ses propriétés physiologiques, mécaniques, de surface et optiques et par extension ses propriétés biochimiques et biophysiques qui sont les propriétés de la lentille dans son environnement ; c'est-à-dire au contact de la surface oculaire.

## ② Propriétés des lentilles souples

### 2.1. Propriétés chimiques

#### • La perméabilité et la transmissibilité à l'oxygène

Différents coefficients expriment ces propriétés :

- le **Dk**, ou perméabilité à l'oxygène, est une propriété du **matériau** indiquant sa capacité à transmettre l'oxygène (D : coefficient de diffusion, k : coefficient de solubilité de l'O<sub>2</sub> dans le matériau). Selon le matériau, le passage de l'oxygène au travers de la lentille est fonction :
  - ▶ de la teneur en eau pour les lentilles en hydrogel ;
  - ▶ de la quantité de silicone pour les lentilles en silicone hydrogel.
- le **Dk/e**, ou transmissibilité à l'oxygène, est une propriété de la lentille qui dépend de son épaisseur et indique le volume net d'O<sub>2</sub> parvenant à la cornée. Les seuils de transmissibilité à l'oxygène pour un port journalier et nocturne sécuritaire ont été définis par Harvitt et Bonanno en 1999 (Harvitt et Bonanno, 1999) et restent toujours d'actualité :
  - ▶ port journalier  $Dk/e = 35$  ;
  - ▶ port nocturne  $Dk/e = 125$

#### • La teneur en eau

La proportion de la masse d'eau contenue dans une lentille est exprimée en pourcentage et est toujours plus élevée pour les lentilles en hydrogel qu'en silicone hydrogel.

La composition du matériau influence le taux et le degré de déshydratation. Une lentille peut subir une déshydratation (perte d'eau) au cours d'une journée de port. Ce phénomène augmente dans les environnements secs et venteux et avec la diminution du clignement (Martin-Montanez *et al.*, 2014).

Les lentilles en silicone hydrogel se déshydratent moins que celles en hydrogel, et il n'existe actuellement aucune relation claire entre le confort et la déshydratation des lentilles cornéennes.

Une lentille déshydratée va voir ses caractéristiques modifiées (Gonzalez-Méijome *et al.*, 2007) : diminution de l'épaisseur, risque de serrage et réduction de son diamètre avec, pour les hydrogels, une diminution de la perméabilité à l'oxygène. En effet, le symptôme subjectif de sécheresse semble se produire plus fréquemment chez les porteurs de lentilles souples ; celles-ci subissant une plus grande déshydratation pendant le port. En clinique, les porteurs de lentilles en silicone hydrogel ont une sensation de sécheresse moindre que les porteurs d'hydrogel malgré une durée de port plus longue dans la journée et une teneur en eau moins importante. Les lentilles en silicone hydrogel se déshydratent à un taux plus lent et à un degré moindre que les hydrogels grâce à une meilleure mouillabilité de surface, une diminution des interactions hydrophobes avec les paupières et une diminution de la quantité de dépôts protéiques.

## 2.2. Propriétés mécaniques

Les polymères constituant les lentilles souples sont des matériaux viscoélastiques qui ont des réponses très variées aux contraintes externes en fonction de leur structure moléculaire (Rocher-Dubois *et al.*, 2009). La présence de silicone dans le matériau entraîne une augmentation de la « rigidité » de la lentille et il existe un rapport inverse entre la teneur en eau et la « rigidité » de la lentille (Horst *et al.*, 2012).

Les propriétés mécaniques sont définies par :

- le module de Young ou d'allongement ( $10^9$  Pa) : manière dont la longueur d'un objet change sous l'effet d'une traction. Il dépend de la chimie du matériau. De ce fait, les hydrogels ont des modules plus faibles que les silicone hydrogels ;
- le module de rigidité représente la contrainte de compression liée à la déformation.

On utilise le module de Young pour les lentilles souples et le module de rigidité pour les lentilles rigides.

- la déformabilité (Vayr, 2009) exprime la raideur ou la souplesse d'une lentille. Plus un matériau est déformable, plus il est confortable mais moins il est efficace optiquement sur des cornées irrégulières.

## 2.3. Propriétés de surface

- **La mouillabilité** représente le comportement d'un liquide sur une surface solide. Plus une lentille souple est mouillable, mieux le film lacrymal peut s'étaler à sa surface. Elle permet de maintenir un film lacrymal stable et épais sur toute la surface

de la lentille entre chaque clignement. La mesure de la mouillabilité se fait *in vitro* en mesurant l'angle de contact. Plus les angles sont faibles, meilleure est la mouillabilité. Cette mesure devrait permettre de comparer des matériaux entre eux et de donner une idée de leurs performances, sachant que la composition du liquide choisi est différente de celle des larmes et qu'il n'y a pas l'impact des solutions d'entretien. Le reflet clinique de cette propriété est l'état de lubrification.

- **Le coefficient de friction** (ou de lubrification) est la valeur quantitative reflétant la lubrification (qualité) de la surface de la lentille. C'est une valeur extrêmement importante. Il exprime la facilité des paupières à se déplacer sur la lentille. Il n'y a pas de différences entre les lentilles en hydrogel et en silicone hydrogel, mais la friction peut augmenter avec la quantité de dépôts présents sur la lentille de contact (Sterner *et al.*, 2016). Les valeurs de ces propriétés de surface sont fournies par le fabricant, par un laboratoire concurrent ou par un laboratoire indépendant mais il n'existe pas de test standard, chaque fabricant utilisant des méthodes de mesure différentes ; ce qui rend les comparaisons difficiles. La stabilité du film lacrymal garantit une bonne lubrification et minimise l'attraction des dépôts.

## 2.4. Propriétés optiques

- **Transmission optique (transparence) et indice de réfraction** sont liés à la structure et à la stabilité du matériau qui dépendent des agressions extérieures (température, hygrométrie, mais aussi du pH des larmes).

- **Filtre UV.** Un monomère (benzotriazol) ajouté au polymère de la lentille permet de bloquer les radiations UV. Toutes les lentilles n'en possèdent pas (Tableau IV et V).

Tous ces développements sur les matériaux ont pour but d'obtenir des lentilles les plus proches de la physiologie de la surface oculaire pour une biocompatibilité maximale. Ces petites différences au niveau des propriétés de chacune pourraient sembler futiles mais font cependant des différences importantes pour les porteurs permettant d'en satisfaire le plus grand nombre.

### ③ Types de renouvellement

Concernant les lentilles souples, tous les types de renouvellement sont disponibles, du remplacement journalier jusqu'au remplacement annuel.

#### 3.1. Les lentilles à renouvellement journalier (LJJ)

Actuellement, le renouvellement journalier est de plus en plus utilisé (en 2018, 28 % de nos prescriptions, selon l'étude de Philip Morgan sur les habitudes de prescription dans 33 pays du monde rassemblant plus de 24 000 porteurs) et fait maintenant partie de nos prescriptions habituelles (Morgan *et al.*, 2019).

Ces adaptations de lentilles jetables journalières obéissent aux mêmes règles que pour toute autre lentille souple : à savoir nécessité de choisir le matériau et le rayon de courbure.

Actuellement, la gamme des lentilles jetables journalières disponibles en matériau silicone hydrogel est large et ce matériau est à privilégier lors d'un port régulier. Non seu-

lement le risque hypoxique est réduit mais le risque infectieux est également plus faible du fait de la non réutilisation des lentilles. Certaines lentilles sont disponibles en 2 rayons de courbure ce qui permet d'adapter des cornées plates. Les gammes se déclinent en sphériques, en toriques et en multifocales (cf. chapitre Gammes).

La nouveauté est la disponibilité en tous axes pour les cylindres jusqu'à - 1,75 D, chez les myopes (jusqu'à - 6,00 D). Le cylindre de - 2,25 D n'est disponible que pour les myopes jusqu'à - 6,00 D et dans les axes proches de 180° et 90°. De même, chez les hypermétropes, le cylindre maximal est à - 1,75 D et seulement dans les axes proches de 180° et de 90°.

Concernant les lentilles multifocales, elles sont toutes à vision de près centrale et nous avons le choix d'une addition unique jusqu'à 3 additions.

#### 3.2. Les lentilles à renouvellement 15 ou 30 jours

Les gammes vont jusqu'à des paramètres extrêmes avec possibilité, même en silicone hydrogel, de puissances sphériques de - 30,00 D à + 30,00 D avec diamètre et rayon de courbure modulables ; ceci dans les laboratoires spécialisés. Il est possible également d'équiper de forts astigmatismes puisque certaines lentilles ont des cylindres jusqu'à 8 dioptries et avec tous les axes par 1°. D'ailleurs, ces paramètres extrêmes font reléguer en second plan les équipements en lentilles à renouvellement annuel. Pour les laboratoires dont les lentilles sont couramment utilisées, les puissances vont tout de même de - 20,00 D à + 15,00 D et se déclinent en toriques, en multifocales et multifocales toriques pour lesquelles

les géométries sont diverses permettant ainsi de changer de système de progression afin d'adapter le plus possible de presbytes.

Si l'on veut équiper des patients nécessitant des forts Dk/e (par exemple pour du port prolongé, nocturne ou à but thérapeutique), seules les lentilles à renouvellement 15 ou 30 jours, qui ont les Dk/e les plus élevés (> 125 Unités Fatt), peuvent le permettre.

### 3.3. Les lentilles trimestrielles et annuelles

Les lentilles trimestrielles existent aussi en matériau silicone hydrogel mais le matériau hydrogel prédomine pour les lentilles annuelles. Cette catégorie de lentilles est à réserver aux réfractions extrêmes et s'adresse plutôt aux patients ne supportant pas les lentilles rigides qui elles, permettent d'adapter ces cas hors norme en toute sécurité et avec un meilleur résultat optique. Leurs puissances peuvent s'étendre de - 40 D à + 40 D. Il faut essayer d'adapter avec des renouvellements les plus courts possibles (idéalement mensuel) et préférer les lentilles trimestrielles aux annuelles ainsi que le matériau silicone hydrogel. Ce type de renouvellement nécessite un entretien particulier avec déprotéinisation hebdomadaire, quel que soit l'entretien journalier utilisé ; oxydant ou solution multifonctions.

## ④ Gammes et paramètres des lentilles

Les tableaux VI, VII et VIII présentent les gammes disponibles selon l'amétropie et le type de renouvellement. On remarque que les lentilles jetables journalières ont des paramètres étendus, quelle que soit l'amétropie, couvrant désormais une grande majorité de nos adaptations en lentilles souples.

Les lentilles toriques à renouvellement 15 jours ou 30 jours peuvent avoir des cylindres jusqu'à - 8,00 D et donc avec des axes par 1°. L'adaptation de ces forts astigmatismes implique une bonne connaissance des systèmes de stabilisation des différentes lentilles car la moindre rotation impacte la qualité visuelle, et il sera nécessaire de changer de géométrie de lentilles à la moindre instabilité. À noter également que la forte toricité de ces lentilles entraîne une diminution du Dk/e du fait de la surépaisseur engendrée par la géométrie prismatique. Il est préférable d'éviter, dans ces cas, un temps de port très prolongé dans la journée.

Pour soulager l'accommodation :

- **Biofinity Energys™ (CooperVision) Dk /e 160 :**
  - possède une *Digital Zone Optics™*
    - modulation de la puissance dans la ZO grâce à des courbes à asphéricité multiples créant un effet plus positif au centre ;
    - pour diminuer l'effort accommodatif sans gêne en VL.



**Tableau VI : Gamme des lentilles sphériques en fonction du renouvellement**

-40	-30	-20	-10	Plan	+10	+20	+30	+40	
			LJJ						
	←			L.15 à 30 j		→			
←				L. trimestrielles		→			
	←			L. annuelles		→			

Lentilles Jetables Journalières de -15,00 à + 8,00 D  
 Lentilles 15 et 30 jours de -30,00 à + 30,00 D  
 Lentilles trimestrielles de - 40,00 D à + 40,00 D  
 Lentilles annuelles de - 30,00 D à + 30,00 D

**Tableau VII : Gamme de lentilles toriques en fonction de leur renouvellement**

-40	-30	-20	-10	Plan	+10	+20	+30	+40	
			LJJ						
	←			L15 à 30 j		→			
←				L trimestrielles		→			
	←			L annuelles		→			

Lentilles Jetables Journalières : sphères de - 9,00 à + 6,00 D ; Cylindre jusque - 2,25 D  
 Lentilles 15 et 30 jours : sphères de - 30 à + 30 D ; Cylindre jusque - 8,00 D  
 Lentilles trimestrielles : sphères de - 40 à + 40 D ; Cylindre jusque - 8,00 D  
 Lentilles annuelles : sphères de - 30 à + 30 D ; Cylindre jusque - 11,00 D

**Tableau VIII : Gamme de puissances des lentilles pour presbytie en fonction du renouvellement. Elles sont à vision de près ou de loin centrale avec 2 ou 3 additions (Low, Medium ou High) ou additions multiples par pas de 0,50.**

-40	-30	-20	-10	Plan	+10	+20	+30	+40
				LJJ				
				L.15 à 30 j				
				L. trimestrielles				

Lentilles Jetables Journalières de - 10,00 à + 6,00 D

Lentilles 15 et 30 jours de - 30,00 D à + 30,00 D

Lentilles trimestrielles de - 40,00 D à + 40,00 D

• **Ophthalmic SRT (Screen Relax Technology) Dk / e 100 (nouveau 2019) :**

- avec présence d'une VI et VP en périphérie de la ZO ;
- optimisation de la ZO par addition périphérique modulée en fonction de l'amétropie ;
- permettant une relaxe accommodative par prise d'exophorie.

Pour la correction de la presbytie nous avons à notre disposition de nombreuses lentilles multifocales uniquement basées sur la vision simultanée. Les additions peuvent être soit à profil unique, soit multiples (2, 3 ou 4 additions) ; ceci pour les renouvellements fréquents et elles sont en majorité à vision de près centrale. Il existe une lentille mensuelle à vision de près décentrée en nasal.

Pour les lentilles à renouvellement supérieur à 1 mois, les additions sont plus « personnalisées » allant de + 0,50 D à + 4,00 D par 0,25 D ou par 0,50 D. Il existe le plus souvent un choix soit de vision de loin centrale,

soit de vision de près centrale et le panachage se fait en fonction de la dominance visuelle. Afin d'optimiser la qualité visuelle et en fonction des besoins de chaque patient, il est même possible de corriger chaque œil avec un système différent.

Concernant la géométrie des lentilles journalières, il n'y a qu'un seul diamètre disponible pour chaque fabricant et parfois 2 rayons de courbure disponibles. La plupart des lentilles 15 ou 30 jours couramment utilisées ont des diamètres uniques (de 13,80 mm à 14,20 mm pour les lentilles sphériques et de 14,20 mm à 14,50 mm pour les lentilles toriques). Certains fabricants ont pris le parti de fournir des lentilles sur mesure en hydrogel ou en silicone hydrogel (mensuelles et trimestrielles) où le rayon de courbure est choisi en fonction du diamètre retenu de 13 mm à 16 mm (à compter de 11,50 mm pour les enfants). L'association du renouvellement mensuel et du silicone hydrogel est à privilégier dans ces cas particuliers (Tableau IX).

**Tableau IX : Ce qui a changé en 10 ans en contactologie**

Utilisation du silicone hydrogel en 1 <sup>er</sup> intention
Peu de port continu
Augmentation des paramètres en lentilles jetables journalières
Augmentation des puissances en lentilles 15 jours et 30 jours
Augmentation des gammes pour presbytes

## ⑤ Indications des lentilles souples

L'indication première est évidemment optique et nous avons vu l'éventail de corrections possibles avec le choix du matériau et du renouvellement pour toutes les amétropies, mêmes complexes. Chaque adaptation est personnalisée et répond aux exigences du patient et à son mode vie.

- **Pour une utilisation exceptionnelle** ou lors de la pratique de sports ou chez les sujets allergiques, la solution la plus appropriée est l'utilisation de lentilles jetables journalières. Elles sont à privilégier chez l'adolescent chez qui l'entretien peut laisser à désirer. Actuellement, du fait de la diversité et de l'évolution des gammes, ces lentilles sont de plus en plus utilisées en première intention et si le port est régulier, mieux vaut préférer le matériau en silicone hydrogel dont les parts de marché ont augmenté ces dernières années (en France selon Ph. Morgan en 2018, il y avait 3,5 fois plus de prescription de lentilles journalières en silicone hydrogel qu'en hydrogel) (Morgan *et al.* 2019). D'ailleurs, L. Jones dans un *Contact Lens Update* de décembre 2018, argumente le choix du silicone hydrogel en lentilles journalières dans la même mesure que pour les lentilles à renouvellement mensuel ; le confort et la santé oculaire devant être pris en compte avant d'évoquer un surcoût possible (Jones, 2018). Il convient de penser à

l'utilisation de lentilles jetables journalières en double prescription, en complément d'une lentille mensuelle, voire parfois d'une lentille rigide pour des occasions exceptionnelles ou lors de voyages en avion.

- **Le port nocturne ou prolongé** pour des raisons professionnelles ou personnelles ne doit se faire qu'avec des lentilles en silicone hydrogel à très haut Dk/e. En effet, il existe des disparités entre les différentes lentilles en silicone hydrogel car le pourcentage de silicone est variable. Or c'est lui qui permet d'obtenir des Dk élevés afin d'éviter les complications anoxiques observées avant l'avènement du silicone hydrogel en 1999. Le Dk/e minimal pour éviter l'hypoxie cornéenne et permettre un port nocturne est de 125 unités Fatt. Peu de lentilles répondent à ces critères (moins d'une dizaine) (Harvitt et Bonanno, 1999). Il est nécessaire d'en tenir compte lors du port très prolongé dans la journée ou lors du port nocturne et bien informer nos patients des règles à respecter telles que suspendre le port nocturne lors d'épisodes infectieux ORL.

- **Les lentilles cosmétiques** répondent à 2 usages différents. L'usage esthétique (demande de changement de la couleur des yeux, avec ou sans amétropie) se fait souvent en dehors de nos cabinets ou par achat direct sur internet sans aucune médicalisation. C'est dans ce cadre que l'on observe le plus d'incidents mais surtout des accidents parfois graves. Parmi les facteurs de risque les plus

importants de kératite grave on retrouve, entre autres, l'absence d'adaptation par un ophtalmologiste (Becmeur *et al.*, 2017). Les lentilles cosmétiques peuvent aussi être utilisées à des fins médicales pour masquer une anomalie cornéenne disgracieuse telle que taie, cicatrice cornéenne ou délabrement irien. L'adaptation la plus simple se fait par des lentilles journalières ou mensuelles teintées et dans les cas les plus complexes, seules les véritables lentilles prothétiques sur mesure seront envisagées. Elles sont à renouvellement annuel et ont un coût beaucoup plus élevé.

## ⑥ Contre-indications des lentilles souples

### 6.1. Contre-indications absolues

- **Une sécheresse oculaire** majeure ou un dysfonctionnement meibomien important contre-indique le port de lentilles souples pour des raisons d'inconfort et du fait d'un risque infectieux accru en cas de lésions épithéliales cornéennes. (Cf. Sécheresse et lentilles).

- **La prise de rétinoïdes oraux.**

- **Une hygiène douteuse.** Un équipement en lentilles, quelles qu'elles soient doit être proscrit chez des patients non responsables ou dont l'hygiène est incertaine.

- **Certaines pathologies** telles que : plaie, kératotomie radiaire (surtout pour les lentilles en hydrogel), bulle de filtration...

### 6.2. Contre-indications relatives

- **Le diabète.** Un patient diabétique doit éviter le port nocturne et prendre soin de l'entretien, si celui-ci est nécessaire, en fonction de ses lentilles ou mieux, opter pour la solution des lentilles jetables journalières.

- **Les astigmatismes irréguliers, donc pathologiques,** doivent bénéficier de l'adaptation de lentilles rigides simples ou spécifiques avec lesquelles la réhabilitation visuelle est bien meilleure.

- **Les très fortes amétropies,** même si les gammes ont des paramètres extrêmes, doivent plutôt être adaptées avec des lentilles rigides d'emblée, du fait d'une meilleure acuité visuelle et d'une meilleure oxygénation cornéenne. En effet, dans ces cas, la lentille souple sera épaisse et donc loin de satisfaire les critères requis pour une bonne oxygénation tout au long de la journée chez des patients qui ne portent pratiquement jamais leurs lunettes et gardent ainsi leurs lentilles très longtemps dans la journée.

Toutes ces contre-indications aux lentilles souples sont à l'inverse, d'excellentes indications pour des lentilles rigides pour la plupart, voire des lentilles hybrides.

## ⑦ Complications des lentilles souples

### 7.1. Les complications non infectieuses

- **Les complications hypoxiques,** fréquentes il y a encore une vingtaine d'années, ont disparu suite à l'avènement du matériau silicone hydrogel. Elles consistaient en une hyperhémie limbique, des microkystes cornéens épithéliaux, des opacités cornéennes et au maximum des complications néovasculaires. Elles survenaient surtout lors du port permanent en hydrogel.

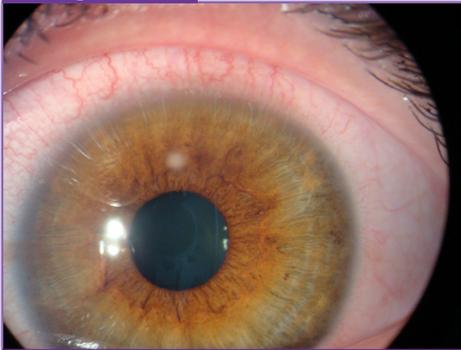
- **Les complications réfractives** ont également disparu en lentilles souples. Elles étaient l'apanage de lentilles épaisses en hydrogel, portées parfois la nuit, souvent toriques qui

se déformaient ou étaient encrassées faute d'un entretien adapté car fastidieux.

• **Les complications inflammatoires**, en revanche, restent très présentes. On les voit sous formes d'infiltrats non infectieux qui peuvent prendre divers aspects selon leur morphologie, leur localisation et leur étiologie (Mély, 2009 ; Szczotka-Flynn *et al.*, 2014).

– **Les Contact Lens Induced Peripheral Ulcer (CLPU)**. Ces infiltrats uniques ou multiples sont situés à la périphérie de la cornée, de taille inférieure à 1,5 mm, de forme régulière ronde (Figure 1) ou ovale. Ils se limitent en profondeur au stroma antérieur et prennent la fluorescéine au stade précoce. La membrane de Bowman reste intacte.

Figure 1



Aspect biomicroscopique typique d'un infiltrat périphérique non infectieux induit par les lentilles de contact (CLPU).

– **L'infiltrative keratitis (IK)**. Ces infiltrats sont polymorphes, de petite taille et souvent multiples (Figure 2). Ils ont la forme d'une kératite ponctuée superficielle. Les signes cliniques sont plus modérés.

**Le Contact Lens Acute Red Eye (CLARE)**

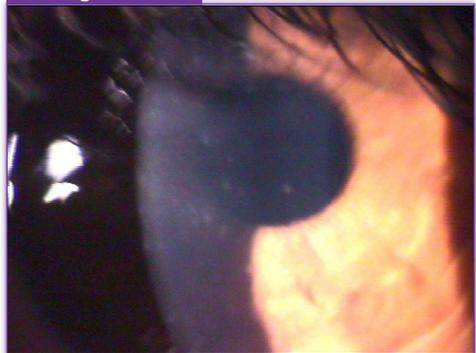
Cette kératoconjonctivite induite par la lentille de contact est une réaction inflammatoire aiguë et douloureuse, souvent unila-

térale, apparaissant au réveil après un port nocturne de lentilles de contact. On retrouve souvent un épisode infectieux ORL concomitant. L'examen clinique objective une hyperhémie conjonctivale importante, souvent accompagnée d'infiltrats cornéens polymorphes multiples et parfois diffus.

Les facteurs de risque de ces différentes formes cliniques d'infiltrats non infectieux sont le port permanent (risque x 2,37 comparé au port journalier), les matériaux en silicone hydrogel (risque x 1,85 par rapport aux hydrogels) et les solutions multifonctions (risque x 2,37 par rapport aux peroxydes) (Chalmers *et al.*, 2011). Ceci explique que les lentilles de contact jetables journalières comportent un risque tout à fait négligeable, si elles ne sont pas réutilisées (Chalmers *et al.*, 2015).

Le diagnostic différentiel de ces infiltrats non infectieux est essentiellement clinique et important à connaître car la phase de début peut ressembler à un infiltrat infectieux. La grille d'Aasuri (Tableau X) établit un score de sévérité permettant de différencier les deux formes à partir de dix critères cliniques : un score inférieur à 8 est en faveur d'un infiltrat non infectieux (Aasuri *et al.*, 2003).

Figure 2



Infiltrative keratitis : petits infiltrats centraux polymorphes de la cornée.

**Tableau X : Grille d'Aasuri permettant de calculer un score de gravité en fonction de l'importance des signes cliniques. Un score supérieur à 8 fait suspecter une kératite infectieuse.**

Critères cliniques	0	1	2	3
Symptômes	aucun	discrets	modérés	sévères
Œdème palpébral	absence	—	présence	—
Injection conjonctivale	absence	localisée	généralisée	—
Forme de l'infiltrat	—	ronde	—	irrégulière
Taille de l'infiltrat		≤ 1 mm	> 1 mm	≥ 2 mm
Défect épithélial	absence	présence	—	—
Cornée autour de l'infiltrat	claire	œdème	œdème et plis de Descemet	—
Dépôts endothéliaux	absence	présence	—	—
Hypopion	absence	—	présence	—
Effet de l'interruption du port des lentilles	amélioration	pas de changement	aggravation des signes	aggravation des signes et des symptômes

• **Les complications allergiques.** Dès le début d'une adaptation, le terrain allergique doit être évalué car celui-ci multiplie par 5 la fréquence de ces complications (Tagliaferri *et al.*, 2014). On observe essentiellement deux entités (Creuzot-Garcher et Malet, 2009) :

- **La conjonctivite gigantomacillaire (GPC).** C'est une cause fréquente d'abandon des lentilles souples, que ce soit en port journalier ou en port prolongé. Elle résulte à la fois d'une réponse immuno-allergique immédiate et retardée due aux dépôts présents sur les lentilles, mais aussi mécanique par friction de la lentille sur la conjonctive tarsale supérieure (d'où l'importance d'utiliser des modules de rigidité plus faibles). Les facteurs favorisants sont le jeune âge, l'atopie, des lentilles mal entretenues ou présentant des dépôts, et le port prolongé. Les symptômes sont l'intolérance de plus en plus marquée des lentilles, augmentant dans la journée, des démangeaisons et

des brûlures, une mobilité accrue des lentilles présentant des dépôts, et un signe important : l'apparition de sécrétions muqueuses qui peuvent gêner la vision. **Le diagnostic se fait à l'éversion de la paupière supérieure.** On note la présence de papilles sur la conjonctive tarsale, dont la taille augmente avec le stade, et qui peuvent être géantes (> 1 mm) au stade 4 (Figures 3 et 4).

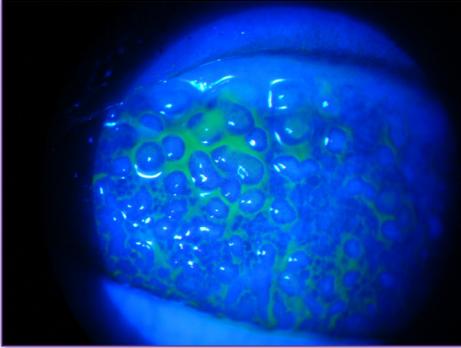
**Figure 3**



Conjonctivite gigantomacillaire (GPC) diffuse visible paupière supérieure éversée.

R. Mély

Figure 4



R. Mély

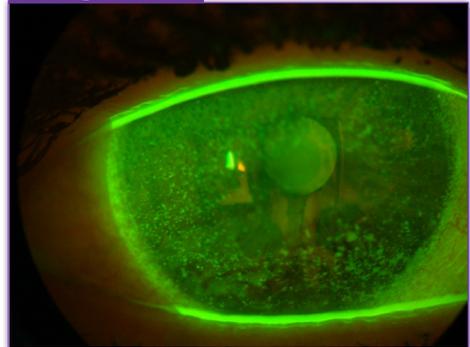
GPC diffuse (même image que la Figure 3) avec fluorescéine.

L'œdème de la conjonctive palpébrale entraîne un décentrement de la lentille et une mobilité accrue qui est souvent un motif de consultation alors que l'aspect de la cornée et de la conjonctive bulbaire est souvent normal (d'où l'intérêt de retourner les paupières). L'aspect de la GPC est à différencier de celui de la kératoconjunctivite atopique, de la kératoconjunctivite vernale ou des poussées de conjonctivite perannuelle ou saisonnière chez un porteur de lentilles. Le traitement est double dès lors que les symptômes sont significatifs. Sur le plan contactologique : modifier l'entretien et opter pour un entretien par oxydant, diminuer la fréquence de renouvellement des lentilles et si possible équiper en lentilles jetables journalières. Il est à noter que les lentilles les plus récentes ont un module de rigidité plus faible. La GPC est moins fréquente. Proscrire le port nocturne définitivement. Sur le plan médicamenteux : utiliser les collyres anti histaminiques et/ou des antidégranulants mastocytaires sans conservateurs. Traiter les facteurs adjuvants tels qu'un

dysfonctionnement meibomien associé ou une sécheresse. Les corticoïdes sont à éviter si possible.

- **Le *Solution Induced Corneal Staining (SICS)***. Ce sont des piquetés cornéens diffus prenant la fluorescéine, classiquement sous forme annulaire, et qui s'observent avec les lentilles en silicone hydrogel généralement 2 à 4 heures après la pose (Figure 5). Parfois, ce tableau est totalement asymptomatique mais il peut induire, à la longue, un inconfort et des variations d'acuité visuelle. Il faut donc le rechercher car il peut exister des incompatibilités entre la lentille et la solution d'entretien utilisée. Les solutions oxydantes sont les moins pourvoyeuses de *corneal staining* et d'inflammation (Zhang *et al.*, 2017). L'alternative est la prescription de lentilles jetables journalières dès lors que nous sommes en présence d'une atteinte diffuse ou profonde. L'entretien des lentilles est une étape importante bien souvent négligée par le patient alors qu'un changement de solution d'entretien est simple et à privilégier avant toute réadaptation de lentille.

Figure 5



R. Mély

*Solution Induced Corneal Staining (SICS)* : piqueté cornéen annulaire dense dû à la solution d'entretien.

### • *Les complications mécaniques*

Elles se voyaient plus souvent il y a une vingtaine d'année lors de l'apparition des toutes premières lentilles en silicone hydrogel dont le module de rigidité était élevé. Elles consistaient en quelques entités distinctes d'étiologies variées :

- le *Superior Epithelial Arcuate Lesion* (SEAL) : lésion cornéenne arciforme supérieure due à la pression par la paupière supérieure surajoutée à celle de la lentille ;
- le *corneal warpage* (déformation cornéenne induite par les lentilles). Il se voit plutôt en lentilles rigides mais il peut être dû à des lentilles souples de forte puissance donc épaisses ;
- les *mucin balls* (billes de mucine). Ce sont des particules sphériques opalescentes en arrière de la lentille qui indentent l'épithélium cornéen sans effraction. Elles se voient plutôt lors de port de lentilles en silicone hydrogel à fort module d'élasticité ou en cas de port permanent sur une cornée plutôt cambrée.

Pour ces diverses formes cliniques, actuellement plus rares, la conduite à tenir consiste à utiliser des lentilles à faible module de rigidité ou à plus faible teneur en silicone ; sinon à opter pour une lentille jetable journalière.

Néanmoins, quelle que soit la lentille en silicone hydrogel le *smile staining* dû à une sécheresse sous lentille peut être observé. Il se présente sous forme d'ulcération fine en forme de sourire au niveau du 1/3 inférieur de la cornée. Celle-ci est due à une mauvaise qualité de larmes, un clignement incomplet ou une blépharite entraînant une sécheresse sous la lentille.

Le traitement est totalement différent. Il consiste à modifier l'hydratation de la lentille, réduire le temps de port et utiliser des collyres mouillants.

Au niveau conjonctival, lorsque le rayon de courbure de la lentille est trop serré, il peut y avoir une empreinte conjonctivale circulaire parallèle au limbe associée à une compression des vaisseaux limbiques et une hyperhémie au-delà de la zone de serrage. La lentille doit être réadaptée plus plate, d'où l'intérêt de bénéficier de deux ou plusieurs rayons de courbure dans ces cas précis.

### • *Les complications dues à la sécheresse*

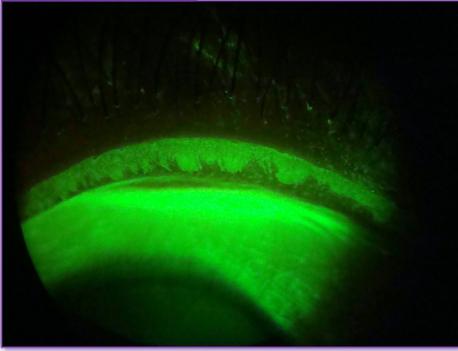
La sécheresse est un symptôme qui a toujours été présent dans la pathologie contactologique mais on constate une recrudescence de ce phénomène de par les conditions de vie actuelles : pollution, climatisation, utilisation prolongée d'écrans au travail ou lors des loisirs.

Deux tableaux cliniques sont évocateurs de sécheresse lors du port de lentilles de contact :

- *le Lid Wiper Epitheliopathy* (LWE ou épithéliopathie du bord des paupières)

Chez le porteur de lentilles, la portion située juste en arrière du bord libre est en rapport étroit avec la partie périphérique de la lentille. Elle peut être le siège d'une irritation sous forme de piquetés linéaires d'aspect peigné caractéristiques, visibles avec la fluorescéine ou mieux avec le vert de lissamine (Figure 6). La fréquence est augmentée en cas de sécheresse associée ou également lors de clignements incomplets. Le traitement fait appel à des substituts lacrymaux associés à une rééducation du clignement, en ayant au préalable vérifié l'intégrité de la surface de la lentille (Efron *et al.*, 2016).

Figure 6



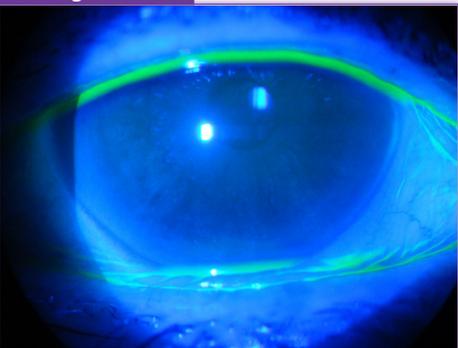
R. Mély

**Lid Wiper Epitheliopathy (LWE) : aspect peigné de la face conjonctivale au-delà du bord libre.**

#### - les lid parallel conjunctival folds (LIPCOF)

Ce sont des petits plis de la conjonctive bulbaire inférieure dans les quadrants inférieurs nasal et temporal, parallèles au bord palpébral et qui s'observent plus souvent chez les porteurs de lentilles avec une symptomatologie de sécheresse oculaire (Figure 7). Ce phénomène est corrélé au LWE. Tous deux sont dus à une friction accrue qui viendrait d'une insuffisance de mucine dans les larmes plus ou moins associée à un dysfonctionnement meibomien. Ce sont 2 éléments prédictifs d'une sécheresse qui imposent le choix d'une lentille à friction et module moindres et à renouvellement plus fréquent, en veillant à l'absence de dépôts.

Figure 7



R. Mély

**LIPCOF : plis de la conjonctive bulbaire inférieure.**

## 7.2. Les complications infectieuses

L'apport du silicone hydrogel et le renouvellement plus fréquent n'ont pas rendu le service escompté quant à la diminution des complications infectieuses, même si les complications hypoxiques ont disparu. Les kératites infectieuses peuvent être de 3 origines : bactérienne, parasitaire ou fongique.

- **La kératite bactérienne.** 90 % des agents pathogènes sont soit des cocci à Gram + (*staphylocoque*, *streptocoque*, *entérocoque*) soit des bacilles à Gram - (*pseudomonas*, *enterobacter*, *hémophilus*). Pour qu'il y ait infection, il faut un facteur déclenchant, tel qu'un épithélium altéré qui permet à l'infection de se propager rapidement au niveau stromal. Les bactéries à Gram - sont les plus virulentes et donnent des lésions plus importantes notamment chez le porteur de lentilles de contact (*Pseudomonas aeruginosa* ou pyocyanique). Le tableau clinique est celui d'un œil rouge douloureux avec photophobie, larmoiement, œdème palpébral. L'examen objective une kératite ou un abcès : ulcération épithéliale surmontant un infiltrat blanc gris. Un infiltrat crémeux associé à un œdème péri-lésionnel important et des sécrétions verdâtres et à évolution rapide doit faire soupçonner la présence de *pseudomonas* (Chaumeil et Malet, 2009). L'évolution peut être gravissime en l'absence de traitement et entraîner la perforation. Il est essentiel, dès le stade débutant, de noter la localisation de l'ulcère et les signes associés afin de déterminer la gravité et la conduite à tenir (Tableau XI). La positivité de plusieurs critères, *a fortiori*, s'il existe des stigmata d'atteinte de la chambre antérieure, implique une prise en charge hospitalière afin de réaliser le diagnostic et le traitement rapidement.

Tableau XI : Critères de gravité d'une kératite ou d'un abcès bactérien

Critères locaux	Critères généraux
Règle des 1-2-3 : abcès ou kératite	Monophtalmie
Tyndall > 1	Enfant
Diamètre > 2 mm	Immunodépression
< 3 mm de l'axe optique	Non observance du traitement
Endophtalmie ou sclérite	
Post greffe ou en postopératoire de réfractive	
Atteinte bilatérale	

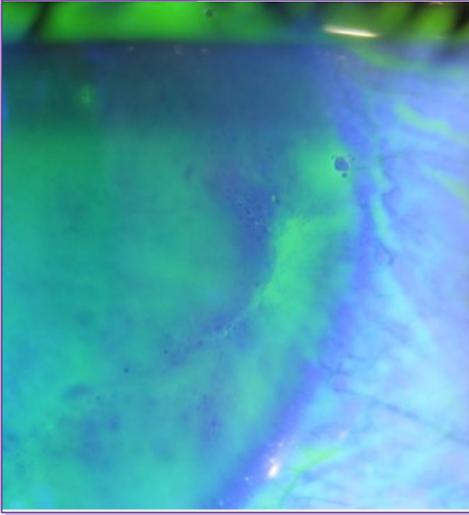
Le diagnostic est microbiologique (par PCR, *polymerase chain reaction*) et se fait par grattage cornéen profond des berges et de la base de l'abcès, de façon bien codifiée. Les boîtiers de lentilles, les lentilles elles-mêmes et éventuellement la solution de nettoyage doivent être analysés (Bourcier *et al.*, 2015a). Le traitement peut être réalisé en cabinet pour une kératite simple (quinolone, +/-aminoside ou rifamycine) mais il nécessite souvent une hospitalisation afin d'instaurer un traitement nécessitant souvent des collyres renforcés à un rythme soutenu et pour une longue durée. Les corticoïdes sont utilisés seulement après le début du traitement antibiotique adapté suite au résultat microbiologique mais jamais s'il existe un risque de perforation ou une mycose associée. Le pronostic de ces kératites s'est amélioré du fait de l'hospitalisation avec une prise en charge rapide mais il reste plus péjoratif pour les bactéries à Gram - qui peuvent conduire à la perforation. Le risque de kératite bactérienne par année est de 2/10 000 porteurs avec une fourchette de 1,2 en cas de port diurne en lentilles rigides, contre 25,4 en port prolongé et lentilles en silicone hydrogel (Alipour *et al.*, 2017). Le risque infectieux bactérien est équivalent pour un port continu de 30 jours en silicone hydrogel à celui d'un port continu de 6 jours en hydrogel. La perte de vision est semblable quel que soit le maté-

riau. Le port nocturne entraîne plus de risque qu'un port journalier (Stapelton *et al.*, 2013).

- **La kératite amibienne.** C'est une infection cornéenne rare mais d'incidence croissante dont le principal facteur de risque est le port de lentilles de contact dans les pays occidentaux. L'incidence annuelle dans les pays développés est de 1 à 33 cas par million de porteurs : 80 % en lentilles souples et 12 % en lentilles rigides (Alipour *et al.*, 2017).

L'amibe : *Acanthamoeba*, existe soit sous forme kystique lors de conditions défavorables et peut survivre des années, soit sous forme libre et alors omniprésente dans le sol, l'air, l'eau douce ou salée mais aussi l'eau du robinet ou les bouteilles d'eau de table capsulées et dans les étuis des lentilles de contact. Le facteur de risque majeur est le port de lentilles dans 83 à 100 % des cas. On retrouve toujours un mésusage par utilisation d'eau du robinet (lors de l'utilisation de solution saline « maison »), baignades avec les lentilles, utilisation de la salive, mains sales ou non séchées (Chaumeil et Malet, 2009). Un défaut de l'épithélium cornéen permet la pénétration de l'amibe et sa prolifération. La phase clinique précoce se résume à une kératite, des microkystes, des infiltrats ou des dendrites. L'aspect peut ressembler à un herpès cornéen et être traité comme tel, retardant le traitement adéquat (Figure 8).

Figure 8



F. Malet

Kératite amibienne : lignes épithéliales superficielles dans la forme précoce, ressemblant aux dendrites de l'herpès.

La douleur intense et la kératonévrite radiaire associées au contexte de survenue sont des éléments évocateurs d'une atteinte amibienne. Si le traitement n'est pas instauré ou mal adapté, au bout de 2 mois il peut apparaître un anneau immunitaire stromal qui signe l'étiologie amibienne. Les formes tardives entraînent une fonte stromale avec toutes les complications qui s'ensuivent allant jusqu'au pôle postérieur. Le diagnostic microbiologique qui se fait sur le grattage cornéen a bénéficié d'avancées technologiques avec la PCR. Le diagnostic paraclinique a été facilité par l'OCT de cornée qui met en évidence les nerfs cornéens infiltrés par les cellules inflammatoires et apparaissent comme des filaments blanchâtres (Chidambaram *et al.*, 2018).

Le traitement consiste en l'utilisation de chlorhexidine ou de PHMB associée à l'hexamidine sous forme de collyres délivrés par les hôpitaux, à un rythme soutenu jour et nuit les premiers jours. Un traitement général

sera instauré à visée antalgique et parfois un recours à des anti-mycosiques. Dans les cas sévères, une kératoplastie peut être envisagée (10 à 35 % des cas). Les formes superficielles guérissent avec peu de séquelles (AV > 6/10<sup>e</sup> pour 90 % des patients) au prix d'un traitement d'environ 2 mois. Pour les formes profondes, dans plus de 60 % des cas l'acuité est réduite (comptage des doigts uniquement).

Une étude a montré que *Acanthamoeba* avait un tropisme particulier pour les lentilles cosmétiques principalement au niveau de la partie colorée, celle-ci étant plus irrégulière et rugueuse qu'une lentille incolore (Lee *et al.*, 2018). C'est la kératite infectieuse la plus sévère, la plus douloureuse et avec le plus de séquelles. Toute kératite d'allure herpétique chez un porteur de lentille doit faire rechercher une kératite amibienne (Bourcier *et al.*, 2015 [b]).

#### • La kératite fongique

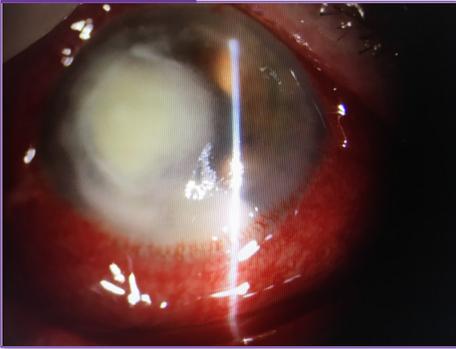
C'est une affection plus rare mais gravissime. Le processus de départ est identique, à savoir une effraction épithéliale mais dans ce cas, il peut y avoir eu contact avec des végétaux ou de la terre ou dans un contexte d'immunodépression.

L'agent infectieux se présente sous forme de filaments, tels le *fusarium* et l'*aspergillus* ou de levures comme le *candida* (fréquent lors du port de lentilles thérapeutiques) qui sont présents dans l'environnement oculaire de façon opportuniste sans atteinte pathologique. Le tableau clinique est typique d'une atteinte cornéenne à savoir douleur, rougeur, larmoiement et photophobie moins aiguë que lors d'une atteinte bactérienne. Lors de l'atteinte filamentueuse, l'examen biomicroscopique révèle un infiltrat à surface bombée souvent central aux bords duveteux (dus aux

filaments) associé à des micro abcès satellites et parfois entouré d'un anneau immunitaire de Wessely. Dans 20 % des cas, on note un hypopion témoin d'une infection profonde et évoluant vers une perforation et une endophthalmie, d'autant plus qu'il y a eu utilisation de corticoïdes.

Une infection par les levures survient sur une cornée pathologique (d'où la fréquence lors du port de lentilles thérapeutiques) et se caractérise par de petites ulcérations jaunâtres ovales associées à un œdème stromal. Au cours de l'évolution, il peut y avoir une réaction de chambre antérieure avec plis de Descemet radiaires (Figure 9).

Figure 9



J. Blot

#### Abcès fongique à *Aspergillus*.

Le diagnostic se fait par examen direct et culture du grattage profond du fond et des berges de l'ulcère. Il sera associé à un examen bactériologique car les infections bactériennes coexistent dans 1/3 des cas. La microscopie confocale *in vivo* a permis plus récemment de détecter les filaments et de les différencier des amibes (Chidambaram *et al.*, 2018). Il n'existe aucun collyre antifongique, donc le traitement fait appel à des collyres préparés, associés à des traitements généraux puissants. Le traitement des formes superficielles consiste en l'utilisation de collyres tandis que les formes

profondes nécessitent l'adjonction d'un traitement général et les formes graves souvent d'injections intra vitréennes. Les corticoïdes sont contre-indiqués à la phase précoce. Un traitement chirurgical sera nécessaire en cas de complications graves (greffe voire énucléation) (Bourcier *et al.*, 2015c). La kératite fongique est plus grave que la kératite bactérienne et le pronostic est relativement mauvais (50 à 70 % de guérison mais 10 à 25 % de perte du globe oculaire) (Bourcier *et al.*, 2017).

Ces complications qui peuvent être graves en compromettant l'acuité visuelle, restent encore fréquentes avec les lentilles de contact souples beaucoup plus qu'avec des lentilles rigides, malgré le port de lentilles jetables journalières et l'utilisation du silicone hydrogel. La gravité vient du retard pris pour la mise en route d'un traitement adapté après errance diagnostique. Le patient a subi parfois de multiples traitements antibiotiques ou antiviraux. Dès qu'existe un incident chez un porteur de lentilles de contact, il est impératif de se renseigner sur le type de port, et hélas sur les dérives éventuelles. La prévention reste la seule solution pour diminuer la fréquence de ces complications parfois invalidantes. Elle passe par une information médicale à la fois lors de la première adaptation mais aussi lors de chaque contrôle. Notre devoir est de sensibiliser les porteurs aux règles d'hygiène élémentaires (lavage et séchage des mains) et au respect strict des consignes de port (éviter le port nocturne, respecter les renouvellements, proscrire le contact avec l'eau).

Il est nécessaire d'utiliser des solutions d'entretien bactéricides, fongicides et amœbicides alors que l'entretien est parfois banalisé, d'autant plus si l'achat des produits se fait par internet.

## ⑧ Solutions d'entretien

Les solutions d'entretien ont évolué en même temps que les matériaux mais avec un décalage dans le temps. Elles ont dû s'adapter aux nouvelles problématiques des matériaux en silicone hydrogel qui n'ont pas le même comportement vis-à-vis des composants lacrymaux, ni la même mouillabilité que les hydrogels. Pour toujours plus de sécurité, les biocides sont présents en association dans les solutions et de nouveaux décontaminants sont apparus.

Leur cahier des charges reste inchangé, elles doivent décontaminer ce qui est garanti par la norme internationale ISO 14729-2001, éliminer les déchets métaboliques ou inertes présents à la surface de la lentille, réduire le risque infectieux et la maintenir dans cet état jusqu'à la prochaine utilisation. Mais elles doivent être bien tolérées par la surface oculaire et compatible avec le matériau pour une bonne tolérance. La composition des solutions d'entretien n'a pas changé. C'est l'adjonction de molécules (de confort) et la présence de plusieurs biocides qui ont modifié l'offre ces dernières années. Elle comporte des agents décontaminants, nettoyants, déprotéinisants, mouillants, viscosifiants, des sels, des tampons et des enzymes ayant pour fonction de décontaminer et conserver, nettoyer, déprotéiniser, et maintenir le pH. Deux grandes familles de produits existent : les solutions multifonctions et les solutions oxydantes.

### 8.1 Les différents types de solution d'entretien

- **Les solutions multifonctions** (Jones et Powell, 2013)

#### - Avec conservateur

Avant 2012, (Tableau XII) elles ne comportaient qu'un seul biocide de la famille des biguanides type PHMB ou des ammoniums IV, type Polyquaternium-1.

Après 2012, (Tableau XIII) certaines associent 2 biocides ce qui augmente l'efficacité sans augmenter leur concentration permettant ainsi une meilleure tolérance.

Les biocides ou conservateurs ont des propriétés physiques, des poids moléculaires et des mécanismes d'action différents. Ils sont absorbés par le matériau et libérés pendant le port. Ce relargage peut affecter la physiologie de la surface oculaire et se traduire par des piquetés cornéens et une efficacité antimicrobienne réduite.

#### - Sans conservateur

L'agent décontaminant est ici de l'oxychlorite dont l'action est potentialisée par du peroxyde d'hydrogène à très faible dose (0,001 %) non toxique (gamme Regard, Horus Pharma).

Attention aux produits « blancs » (marques de distributeurs) que l'on trouve sur internet, ou vendus par les opticiens, qui sont des produits avec 1 seul biocide et très peu d'agents de confort.

- **Les solutions oxydantes** (Tableau XIV) sont des solutions à base de peroxyde d'hydrogène à la même concentration (3 %) qui doivent être neutralisées. Elles se différencient entre elles par leur mode de présentation (disque de platine ou comprimé de catalase), leur temps de neutralisation et leurs étuis.

**Tableau XII : Solutions multifonctions avec 1 conservateur**

Noms	Biocides	Nettoyants	Lubrifiants	Autres
COMPLETE Easy Rub®	PHMB 0,0001 %	Poloxamer		EDTA, Phosphates,...
MeniCare Soft	PHMB 0,0001 %	Macrogol, glycérol H60, Hydroxystéarate	Propylène glycol	Confortec, ...
OPTI-FREE® Unidoses	Polyquad 0,0011 %			EDTA
ReNu® MF	PHMB 0,00005 %	Poloxamine	Poloxamine	EDTA, ...
ReNu® MF MultiPlus	PHMB 0,0001 %	Poloxamine Hydranate	Poloxamine	EDTA
SOLO CARE Aqua®	PHMB 0,0001 % + étui MicroBlock	Poloxamer	Dexpanthénol Sorbitol	EDTA

**Tableau XIII : Solutions multifonctions avec 2 conservateurs depuis 2012**

Noms	Biocides	Nettoyants	Lubrifiants	Autres
Biotrue®	Polyquaternium Polyaminopropyl biguanide	Poloxamine Sulfobétaine	Acide hyaluronique	EDTA, ...
COMPLETE RevitaLens®	Polyquaternium Alexidine	Tetronic 904		EDTA,...
OPTI-FREE® Express®	Polyquaternium-1 Myristaminopropyl	Tetronic 1304		EDTA,..
OPTI-FREE® - PureMoist®	Polyquaternium-1 Myristaminopropyl	Tetronic 1304	EOBO-41 (HydraGlyde)	EDTA,...

Tableau XIV : Les solutions oxydantes

	AoSept® Plus	AoSept® Plus HydraGlyde	EasySept® Plus Oxyclean	Oxysept® 1 étape	JAZZ® Peroxyde Everclean®
<b>Composition</b>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3 % Poloxamer 407	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3 % Poloxamer 407 HydraGlyde	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3 % Poloxamer 181 Propylène Glycol Carbamide	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3 % HPMC	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3 % ActiClean : • Déprotéinisant • Activateur du H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> • Chlorophylle • Vitamine B12
<b>Neutralisation</b>	Disque de Platine	Disque de Platine	Disque de Platine	Catalase Comprimé Vitamine B12	Catalase Comprimé
<b>Début de la neutralisation</b>	D'emblée	D'emblée	D'emblée	20 mn	D'emblée
<b>Mode d'emploi</b>	1 étape	1 étape	1 étape	1 étape	1 étape
<b>Temps minimum de décontamination recommandé</b>	6 h	6 h	4 h	6 h	2 h
<b>Coloration</b>	Aucune	Aucune	Aucune	Rose	Vert
<b>Massage &amp; rinçage</b>	NON	NON	NON	NON	NON
<b>Temps de conservation dans l'étui</b>	14 J	14 J	0	0	48 h
<b>Temps de conservation du flacon après ouverture</b>	90 J	90 J		60 J	60 J
<b>Renouvellement des étuis</b>	A chaque nouveau flacon	A chaque nouveau flacon	< 3mois		2 mois

Figure 10



Étuis pour solution oxydante



Étuis plats pour solution multifonctions



Étuis pour solution à base de Povidone iodée

Différents étuis.

Figure 11



Dissolution du comprimé



Début du cycle



Fin du cycle

Cycle de désinfection avec la Povidone iodée.

Ces dernières années des agents de confort et lubrifiants apparaissent dans ces solutions, toujours dans le but d'améliorer le confort à la pose et tout au long de la journée.

• *Le produit à base de povidone iodée* est difficile à classer. Il peut être assimilé à des solutions oxydantes (car il faut le neutraliser et de par l'efficacité sur les amibes). Ce produit est composé :

- d'une solution liquide de rinçage et de dissolution ;
- et d'un comprimé avec une couche externe de povidone iodée qui se dissout progressivement et d'un noyau interne de protéase (nettoyage) et d'acide ascorbique qui va neutraliser la povidone.

Il nécessite aussi un étui spécifique (Figures 10 et 11).

## 8.2. Le choix de la solution

Il est fait en fonction de ses propriétés physiques. Le pH influence le confort à la pose et l'état d'hydratation de la lentille. L'osmolalité gère la pression osmotique qui permettra de retenir (hypo) ou de faire sortir (hyper) l'eau du matériau. La viscosité augmente la mouillabilité de la surface permettant d'augmenter le temps de port confortable. La tension de surface est liée à la présence des surfactants, agents nettoyants qui maintiennent une surface propre améliorant ainsi la mouillabilité et le confort de port tout le long du mois. La solution idéale devrait avoir un pH neutre, une osmolalité et une tension de surface faible, avec une viscosité plutôt élevée.

### 8.3. Les dépôts

On trouve à la surface des lentilles des dépôts qui proviennent de l'environnement (maquillage, rouille...), facilement reconnaissables, et du film lacrymal (protéines, lipides et mucines) non prévisibles. Ces derniers se déposent dès la première minute de port et s'accumulent avec le temps, en fonction de la composition des matériaux. Ils peuvent être responsables d'une baisse d'acuité visuelle, d'inconfort et de troubles oculaires de type conjonctivite gigantomégaépiéithéliale (GPC). Leur présence dépend de la teneur en eau et de l'ionocité du matériau, de la durée du port, de l'ancienneté de la lentille et de facteurs individuels. Les facteurs influençant la présence sont différents en fonction du type de dépôt (Tableau XV). La question est « ces dépôts sont-ils tous mauvais ? » (Subbaraman, 2016).

#### • Les protéines

Les protéines sont produites par la glande lacrymale et sont très nombreuses dans le film lacrymal. Celles présentes à forte concentration sont le lysozyme, la lactoferrine, la lipocaline et les IgA sécrétoires. Le port de la lentille ne les affecte pas. Sauf en cas d'intolérance, on note alors une augmentation des cytokines et de la lipocaline mais elles adhèrent à la surface de la lentille. Elles se déposent dès la 1<sup>re</sup> minute de pose, augmentent avec le temps et se dénaturent sous l'effet du pH, des variations de température, des ultraviolets, de l'hydrophobie du matériau et de la présence de lipides oxydés. La quantité totale n'est pas nocive, c'est la quantité de protéines dénaturées qui pose problèmes (Jones *et al.*, 2013). Le lysozyme dénaturé est responsable de GPC (Skotnitsky *et al.*, 2002) et d'altérations des

cellules épithéliales de la cornée (Subbaraman *et al.*, 2015). La lactoferrine, elle, a la capacité de réduire la viabilité des bactéries à Gram - (*Pseudomonas aeruginosa*).

#### • Les lipides

Les lipides sont produits par les glandes de Meibomius. On y trouve : des stérols esters, des triacylglycérides, des diesters, des acides gras libres, des phospholipides, la sPLA2, la phosphatidylcholine, la sphingomyéline. La présence de la lentille provoque une diminution des phospholipides, du cholestérol total et de la sPLA2 au niveau du film lacrymal. Ils se déposent dès le 1<sup>er</sup> jour pour atteindre un plateau entre le 15<sup>e</sup> et le 20<sup>e</sup> jour.

Une étude (Lorentz *et al.*, 2007) a montré que les dépôts lipidiques pourraient améliorer la mouillabilité de la surface de la lentille, c'est d'ailleurs leur fonction première dans le film lacrymal. Le cholestérol, lui, aurait un effet antimicrobien sur certaines bactéries (*Streptococcus Pneumoniae* ou pneumocoque) (Marquart *et al.*, 2007).

#### • Les mucines

Les mucines proviennent des cellules cornéennes et conjonctivales et sont dégradées par le port de la lentille.

Aujourd'hui, le rôle des dépôts est remis en question. Sont-ils tous mauvais ? C'est leur modification au contact de la lentille (dénaturation des protéines, oxydation des lipides) qui est néfaste. L'avenir est peut-être au développement de lentilles qui ne pourraient se lier qu'aux protéines natives et aux bons lipides uniquement, et aux solutions d'entretien capables d'éliminer de façon sélective les protéines dénaturées et d'empêcher l'oxydation des lipides.

Tableau XV : Facteurs influençant la présence de dépôts protéiques et lipidiques (Nichols, 2013)

Protéines	Lipides
Teneur en eau : Le lysozyme a une affinité pour les matériaux à forte teneur en eau et l'albumine pour ceux à faible teneur en eau.	Teneur en eau : les lipides préfèrent les matériaux à forte teneur en eau.
Ionicité du matériau : elles préfèrent les matériaux ioniques.	Ionicité : ils préfèrent les matériaux non ioniques
Les lentilles en hydrogel du groupe IV les attirent plus que les lentilles en silicone hydrogel.	Ils sont attirés par la présence de silicone et par celle des dépôts protéiques. Les LRPG et les lentilles en silicone hydrogel les attirent plus que les lentilles en hydrogel.

## 9 Conseils d'entretien en 2019

La solution d'entretien fait partie intégrante de la prescription des lentilles. Elle doit donc être notée sur l'ordonnance et respectée par l'opticien car son choix n'est pas fait au hasard mais en fonction de la tolérance au cours de l'adaptation, du matériau, du mode de port et du porteur.

### • Avec les solutions multifonctions

Il est préférable d'utiliser les produits avec 2 conservateurs pour une meilleure efficacité et une moindre toxicité (moins de PHMB). Il faut conseiller le massage et le rinçage des lentilles permettant d'éliminer les dépôts et les germes de façon mécanique.

#### - Lors de la pose :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- masser et rincer les lentilles en précisant bien **avec la solution d'entretien** ;
- poser les lentilles ;
- vider l'étui ;
- laisser sécher l'étui ouvert et retourné sur un mouchoir en papier (Figure 12).

#### - Lors du retrait :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- retirer les lentilles ;
- masser et rincer les lentilles en précisant **avec la solution d'entretien** ;
- remplir avec la solution d'entretien neuve et entièrement renouvelée ;
- fermer l'étui.

### • Avec les solutions oxydantes

#### - Lors de la pose :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- pas de massage ni de rinçage avec la solution (risque de détérioration du matériau et de toxicité oculaire) ;
- poser les lentilles ;
- laisser sécher l'étui ouvert et retourné sur un mouchoir en papier (Figure 12).

#### - Lors du retrait :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- retirer les lentilles ;
- déposer les lentilles dans les étuis spécifiques des solutions oxydantes.



Figure 12



Séchage impératif des étuis.

En cas de neutralisation par comprimé de catalase, ne pas oublier de le mettre dans l'étui ;

- respecter les temps de neutralisation qui varient en fonction de la solution.

### 9.1. Avec la povidone iodée

- Lors de la pose :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- masser et rincer les lentilles avec la solution incolore ;
- laisser sécher l'étui ouvert et retourné sur un mouchoir en papier.

- Lors du retrait :

- se laver les mains avec du savon et les sécher ;
- retirer les lentilles ;
- déposer les lentilles dans les paniers ;
- mettre un comprimé dans l'étui ;
- remplir avec la solution, secouer l'étui et la solution devient orange et sera neutre à la fin du cycle (4 h).

### 9.2. Les étuis

Ils doivent être régulièrement renouvelés, en général à chaque renouvellement du flacon ; surtout avec les solutions oxydantes ayant une neutralisation avec disque de platine. En effet, en vieillissant le disque de platine perd de son efficacité et la neutralisation sera incomplète pouvant provoquer des problèmes de tolérance locale.

## Références

- ▶ **Aasuri MK, Venkata N, Kumar VM.** Differential diagnosis of microbial keratitis and contact lens-induced peripheral ulcer. *Eye Contact Lens* 2003;29:S60-2.
- ▶ **Alipour F, Khareshi S, Soleimanzadeh M, Heidarzadeh S.** Contact lens-related complications: A review. *J Ophthalmic Vis Res* 2017;12:193-204.
- ▶ **Becmeur Ph, Abry F, Bourcier T, Meyer N, Sauer A for The French Study Group for Contact Lens-Related Microbial Keratitis.** Risk factors for contact lens-related microbial keratitis: A multicenter case-control study. *J Fr Ophtalmol* 2017;40:224-31.
- ▶ **Bourcier T, Letsch J, Sauer A, Saleh M, Aboubacar A, Labetoulle M, et al.** Kératites amibiennes. In : Pisella PJ, Baudoin C, Hoang-Xuan T. *Surface oculaire. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie.* Elsevier Masson, Paris 2015c;6:305-12.
- ▶ **Bourcier T, Sauer A, Dory A, Denis J, Sabou M.** Kératites fongiques. *EMC- Ophtalmologie* 2017 [article 21-200-D-27.]
- ▶ **Bourcier T, Sauer A, Letscher-Bru V, Candolfi E, Labetoulle M.** Kératites fongiques. In : Pisella PJ, Baudoin C, Hoang-Xuan T. *Surface oculaire. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie.* Elsevier Masson, Paris 2015a;6:313-8.
- ▶ **Bourcier T, Sauer A, Saleh M, Dory A, Prevost G, Labetoulle M.** Infections bactériennes. In : Pisella PJ, Baudoin C, Hoang-Xuan T. *Surface oculaire. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie.* Elsevier Masson, Paris 2015b;6:265-74.
- ▶ **Chalmers RL, Wagner H, Mitchell GL, Lam DY, Kinoshita BT, et al.** Age and other risk factors for corneal infiltrative and inflammatory events in young soft contact lens wearers from the Contact Lens Assessment in Youth (CLAY) study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:6690-6.
- ▶ **Chalmers RL, Hickson-Curran SB, Keay L, Gleason WJ, Albright R.** Rates of adverse events with hydrogel and silicone hydrogel daily disposable lenses in a large postmarket surveillance registry: the TEMPO Registry. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2015;56:654-63.
- ▶ **Chaumeil C, Malet F, Complications infectieuses.** In: Malet F. *Les lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie.* Elsevier Masson, Paris 2009;19:870-932.
- ▶ **Chidambaram JD, Prajna NV, Palepu S, Lanjewar S, Shah M, et al.** In vivo confocal microscopy cellular features of host and organism in bacterial, fungal, and *Acanthamoeba* keratitis. *Am J Ophthalmol* 2018;190:24-33.
- ▶ **Creuzot Garcher C, Malet F.** Complications allergiques. In : Malet F. *Les lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie.* Elsevier Masson, Paris 2009;20:938-49.
- ▶ **Efron N, Brennan NA, Morgan PB, Wilson T.** Lid wiper epitheliopathy. *Prog Retin Eye Res* 2016;53:140-74.
- ▶ **González-Méijome JM, Lopez-Aleman A, Almeida JB, Parafita MA, Refojo MF.** Qualitative and quantitative characterization of the in vitro dehydration process of hydrogel contact lenses. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;83(2):512-26.
- ▶ **Harvitt DM, Bonanno JA.** Re-Evaluation of the oxygen diffusion model for predicting minimum contact lens Dk/t values needed to avoid corneal anoxia. *Optom Vis Sci* 1999;76(10):712-9.
- ▶ **Horst CR, Brodland B, Jones LW, Brodland GW.** Measuring the modulus of silicone hydrogel contact lenses. *Optom Vis Sci* 2012;89:1468-76.
- ▶ **Hutter JC.** FDA Group V: Is a single grouping sufficient describe SiHy performance? *Siliconehydrogel.org: editorial* Novembre 2007.
- ▶ **Jones L, Powell CH.** Uptake and release phenomena in contact lens care by silicone hydrogel lenses. *Eye Contact Lens* 2013;39:29-36.
- ▶ **Jones L, Brennan NA, González-Méijome J, Laly J, Maldonado-Codina C, et al.** The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the contact lens materials, design, and care subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(11):TFOS1-6.



- ▶ **Jones L.** Myth1: Daily Disposable Silicone Hydrogels - Necessary or Not? Contact Lens Update December 2018. <https://contactlensupdate.com>
- ▶ **Lee SM, Lee JE, Lee DI, Yu HS.** Adhesion of Acanthamoeba on cosmetic contact lenses. J Korean Med Sci 2018;33(4):e26.
- ▶ **Lorentz H, Rogers R, Jones L.** The impact of lipid on contact angle wettability. Optom Vis Sci 2007;84(10):946-53.
- ▶ **Marquart ME, Monds KS, McCormick CC, Dixon SN, Sanders ME, et al.** Cholesterol as treatment for pneumococcal keratitis: cholesterol-specific inhibition of pneumolysin in the cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci 2007;48:2661-6.
- ▶ **Martin-Montanez V, Lopez-Miguel A, Arroyo C, Mateo ME, Gonzalez-Méijome JM, et al.** Influence of environmental factors in the in vitro dehydration of hydrogel and silicone hydrogel contact lenses. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2014;102:764-71.
- ▶ **Mély R.** Complications inflammatoires aiguës non infectieuses. In: Malet F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. Elsevier Masson, Paris 2009:932-7.
- ▶ **Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Efron N, Jones L, et al.** International contact lens prescribing in 2018. Contact Lens Spectrum 2019;34:26-32.
- ▶ **Nichols JJ.** Deposition on silicone hydrogel lenses. Eye Contact Lens 2013;39:20-3.
- ▶ **Pitt WG, Jack DR, Zhao Y, Nelson JL, Pruitt JD.** Loading and release of a phospholipid from contact lenses. Optom Vis Sci 2011;88(4):502-6.
- ▶ **Rocher-Dubois I, Serval-Rogala B, Monteil P, Lefevre J-Ph.** Matériaux et fabrication des lentilles. In: Malet F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. Elsevier Masson, Paris 2009;31-56.
- ▶ **Stapleton F, Keay L, Edwards K, Holden B.** The epidemiology of microbial keratitis with silicone hydrogel contact lenses. Eye Contact Lens 2013;39:79-85.
- ▶ **Sterner O, Aeschlimann R, Zurcher S, Osborn Lorenz K, Kakkassery J, et al.** Friction measurements on contact lenses in a physiologically relevant environment: effect of testing conditions on friction. Invest Ophthalmol Vis Sci 2016;57:5383-92.
- ▶ **Skotnitsky C, Sankaridurg PR, Sweeney DF, Holden BA.** General and local contact lens induced papillary conjunctivitis (CLPC). Clin Exp Optom 2002;85:193-7.
- ▶ **Subbaraman LN.** Is contact lens deposition good or bad? Contact Lens Update. 25 juin 2016. <https://contactlensupdate.com>
- ▶ **Subbaraman LN, McCanna DJ, Oh S, Ng A, Jones L, et al.** Lysozyme activity on contact lenses and the impact of denatured lysozyme on human corneal epithelial cells. British Contact Lens Association Annual Meeting 2015.
- ▶ **Szczotka-Flynn L, Jiang Y, Raghupathy S, Bielefeld RA, Garvey MT, et al.** Corneal inflammatory events with daily silicone hydrogel lens wear. Optom Vis Sci 2014;91:3-12.
- ▶ **Tagliaferri A, Love TE, Szczotka-Flynn LB.** Risk factors for contact lens induced papillary conjunctivitis associated with silicone hydrogel contact lens wear. Eye Contact Lens 2014;40:117-22.
- ▶ **Tighe B.** Soft lens material. In: Contact lens practice. Efron N. Butterworth-Heinemann, Edinburg 2002:71-84.
- ▶ **Vayr F.** Adaptation en lentilles souples. Dans les Lentilles de contact. Malet F. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. Elsevier Masson, Paris 2009;8:232-59.
- ▶ **Zhang X, Marchetti C, Lee J, Sun Y, Debanne S, et al.** The impact of lens care solutions on corneal epithelial changes during daily silicone hydrogel contact lens wear as measured by in vivo confocal microscopy. Cont Lens Anterior Eye 2017;40:33-41.



# Les lentilles souples spéciales

Dr Jean-Philippe Colliot

Les astigmatismes irréguliers sont, au mieux, corrigés par les lentilles rigides car l'absorption de l'irrégularité par le ménisque de larmes sous la lentille est le moyen le plus efficace de compenser les aberrations engendrées par la déformation cornéenne.

Cependant, certains patients ne parviennent pas à supporter les lentilles rigides, il faut alors trouver une autre solution contactologique pour éviter une kératoplastie que l'on réservera aux cornées trop amincies ou dont l'opacité centrale, non améliorable par les lentilles, est responsable des troubles visuels.

Après avoir envisagé les lentilles de grand diamètre, cornéennes, sclérales ou hybrides et le *piggy-back* (Romero-Jiménez *et al.*, 2015), si l'adaptateur n'a pu trouver de solution, restent certaines lentilles souples développées pour équiper les patients atteints d'astigmatisme irrégulier (si le stade évolutif du kératocône n'est pas trop évolué) (Rico-Del-Viejo *et al.*, 2017). Le principe est de masquer les irrégularités par une lentille épaisse, de compenser l'astigmatisme par une géométrie torique antérieure et d'optimiser la face postérieure en modulant l'excentricité sur toute la circonférence ou par secteurs.

L'épaisseur de ces lentilles étant inversement proportionnelle à leur transmissibilité, certaines particularités sont à prendre en compte, en particulier une mobilité supérieure à celle d'une lentille conventionnelle pour permettre un renouvellement du film lacrymal sous lentille et assurer ainsi une oxygénation cornéenne acceptable.

La qualité de vie des patients ayant une cornée irrégulière et adaptés en lentilles souples est, pour certains, comparable à celle procurée par l'équipement en lentilles rigides (Yildiz *et al.*, 2015 ; Lagina, 2015). La compensation des aberrations d'ordre élevé procurée par une lentille rigide est à mettre en balance avec le confort subjectif d'une lentille souple.

---

## ① Indications principales

---

Les indications principales sont :

- les kératocônes unilatéraux ;
- les kératocônes très décentrés ;
- les dégénérescences marginales pellucides ;
- les anneaux intra-cornéens (Carballo-Alvarez *et al.*, 2014 ; Carracedo *et al.*, 2018) ;

- les kératoplasties ;
- les échecs d'autres adaptations ;
- le port occasionnel sur une cornée irrégulière.

En France, nous disposons principalement de deux lentilles de ce type : la **KeraSoft® Thin** qui a remplacé la KeraSoft® IC (laboratoire CVE) et la **Rose-K2 Soft™** (laboratoire Menicon). D'autres lentilles existent à l'étranger avec ces indications (Altun *et al.*, 2015 ; Gumus et Kahraman, 2016 ; Sultan *et al.*, 2016 ; Yilmaz *et al.*, 2016).

## ② Caractéristiques techniques

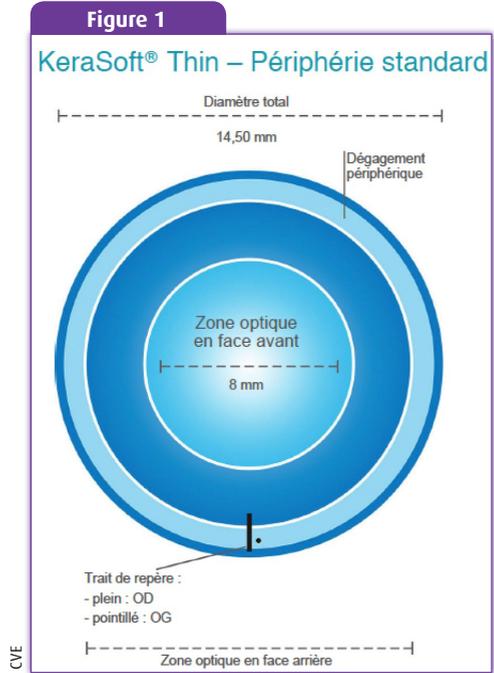
### 2.1. La lentille KeraSoft® Thin

La lentille KeraSoft® Thin est en Etofilcon A (filcon II 3), avec une hydrophilie de 77 % et un Dk de 60. L'épaisseur au centre est de 400 µ pour la KeraSoft® IC, soit une transmissibilité Dk/e de 15 ; et de 200 µ pour la KeraSoft® Thin, soit un Dk/e de 30. Lentille tri-courbe, sa face avant est asphérique, et dans la version torique, le tore est en face avant et la stabilisation se fait avec un prisme ballast.

La zone optique en face avant (8 mm) est plus petite qu'en face arrière. Elle possède une marque laser verticale de stabilisation à 6 h (trait plein pour l'œil droit et pointillé pour l'œil gauche) (Figure 1).

Le diamètre standard est de 14,5 mm mais peut varier de 13,5 à 16 mm, par pas de 0,5 mm. Les rayons de courbure vont de 7,40 à 9,40 mm, par pas de 0,20 mm et la gestion du dégagement périphérique est indépendante avec 4 pas de resserrage (STEEP

et 4 pas d'ouverture (FLAT) qui peuvent être modifiés par secteurs (2 modifications simultanées possibles).



**Géométrie de la lentille KeraSoft® Thin standard (même géométrie que la KeraSoft® IC, l'épaisseur de la lentille est de 200 µ au lieu de 400).**

Les puissances sphériques sont de - 30 à + 30 D, par pas de 0,25, et cylindriques de - 0,5 D à - 15 D, par pas de 0,25 ∂ et tous axes par 1°.

### 2.2. La lentille Rose K2 Soft™

La lentille Rose K2 Soft™ est en matériau « Définitive 74 » (du fabricant Contamac) d'hydrophilie 49 %, de Dk 60 (remplaçant la première version en Dk 49).

L'épaisseur au centre est de 250 µ, que l'on peut, si besoin, augmenter à 600 µ par pas de 10 µ, soit une transmissibilité Dk/e de 0,25 pour la plus fine.

La zone optique postérieure est asphérique et la face antérieure torique. La marque laser verticale de stabilisation est à 6 h. Le diamètre standard est de 14,80 mm modulable de 14,30 à 15,30 mm, par pas de 0,10 mm. Les rayons de courbure vont de 7,40 à 9,00 mm, par pas de 0,20 mm et la gestion du dégagement périphérique *edge-lift* va de + 2 (très rapide) à - 2 (très lent), par pas de 1.

Le resserrage d'un secteur est possible avec la technologie pour cornée asymétrique (ACT) qui a trois grades resserrant, par pas de 1 mm. Les puissances sphériques sont de - 30 à + 30 D, par pas de 0,25 D, et cylindriques de - 0,25 à -10 D, par pas de 0,25 et tous axes par 1°.

### ③ Protocole d'adaptation

#### 3.1. Pour la KeraSoft® IC comme pour la KeraSoft® Thin

Il dépend de la topographie cornéenne. Le fabricant a défini **5 profils** avec, pour chacun, 4 stades évolutifs (normal, débutant, modéré et avancé) (Figure 2).

Un examen en fente fine décalée à 90° de l'observation permet de déterminer le profil :

- **Le profil de type 1** est une ectasie centrale légère pour laquelle un rayon de courbure de 8,40 à 8,80 mm doit être choisi en première intention, avec une périphérie standard ;

**Figure 2**

Descriptif des profils cornéens et des stades évolutifs.

Ectasie naturelle	Topographie	Normal	Débutant	Modéré	Avancé
Kératocône central Périphérie cambrée					
Kératocône central Périphérie plate					
Cône décentré vers le bas					
Dégénérescence pellucide marginale					
Post-chirurgie			Les cornées opérées présentent souvent une géométrie inversée, mais cela n'est pas systématique.		

Laboratoire CVE



- **Le profil de type 2** est celui d'un kératocône marqué, plus avancé que le type 1, toujours central mais pouvant être légèrement décalé en inférieur. On choisira un rayon de 7,80 à 8,00 mm et on aplatira si besoin la périphérie, éventuellement par secteurs ;
- **Le profil de type 3** est un kératocône décentré en inférieur pour lequel un rayon de 8,40 à 8,60 mm est conseillé en première intention ; la cornée périphérique est plate ;
- **Le profil de type 4** est la dégénérescence marginale pellucide (DMP) et l'on prendra un rayon plat de 8,60 à 8,80 mm, puis on resserrera la périphérie ;
- **Le profil de type 5** est celui d'une cornée oblate après chirurgie réfractive ou après kératoplastie. La kératométrie centrale est plate, le 1<sup>er</sup> rayon à essayer est 8,60 mm et la périphérie sera resserrée ;

Si le profil n'est pas déterminé, la première lentille à choisir est celle de  $r_0$  **8,20 à périphérie standard** (Figure 3).

### 3.1.1. Les critères d'adaptation

Ils sont particuliers : la mobilité doit être plus importante que celle d'une lentille souple classique, de 1 à 2 mm, et doit toujours recouvrir la cornée. Toutefois, il est acceptable que le bord de la lentille affleure le limbe au clignement. Vingt minutes de port sont nécessaires avant d'apprécier le mouvement et le trait repère qui ne doit pas tourner de plus de 10°, on peut alors effectuer la surréfraction sphéro-cylindrique. Une gêne apparaissant après quelques heures de port signifie que la lentille est trop serrée. L'adaptation est dynamique et doit concerner **4 paramètres** : le mouvement, la rotation, le centrage et le confort (moyen mnémotechnique : MoRoC-CoAv) (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques d'une adaptation optimale

Mouvement < 2 mm	Mo	Ces lentilles taillées/détourées sont plus mobiles que les lentilles conventionnelles : un mouvement allant jusqu'à 2 mm est acceptable, tant que le confort est préservé.
Trait repère vertical	Ro	La rotation d'une KeraSoft® IC est un excellent indicateur d'une adaptation incorrecte, à l'inverse des lentilles conventionnelles toriques, où l'on effectuera une simple modification de l'axe. Ici, le trait repère doit être aussi proche que possible de la position verticale.
Centrage	C	Le centrage de la lentille s'évalue facilement en observant la zone optique en face avant. Un décentrement est un bon indicateur d'une adaptation plate. La lentille doit être la mieux centrée possible.
Confort	Co	La lentille doit être confortable. En général, une lentille inconfortable est le signe d'une adaptation plate, tandis qu'un inconfort en un point précis indique une lentille serrée.
Vision stable	AV	Il est important que l'acuité visuelle soit vérifiée avant et après clignement. Une vision plus nette après clignement indique une lentille trop serrée. À l'inverse, si la vision est plus mauvaise après clignement, l'adaptation est plate

Figure 3

	Topographie	Profil cornéen	Débutant	Modéré	Avancé	Trucs et astuces
Kératocône central Périphérie cambrée			8.60 mm 14.50 mm STD	8.40 mm 14.50 mm STD	8.00 mm 14.50 mm STD	Des rayons 7.60mm et 7.40mm sont disponibles sur demande mais sont en général nécessaires que dans les cas très avancés. Des périphéries STEEP1 peuvent être nécessaires dans certains cas.
Kératocône central Périphérie plate			8.60 mm 14.50 mm STD	8.20 mm 14.50 mm FLT2	8.00 mm 14.50 mm FLAT 2  Non inclus dans le set d'essai	La plupart du temps, ces cas nécessitent une périphérie FLAT.
Cône décentré vers le bas			8.60 mm 14.50 mm STD	8.40 mm 14.50 mm STD	8.20mm 14.50mm STD	Si les lentilles persistent à se décentrer vers le bas, il est possible d'utiliser un management sectoriel contrôlé (SMC) en resserrant le secteur inférieur uniquement.
Dégénérescence pellucide marginale			8.60 mm 14.50 mm STD	8.40 mm 14.50 mm STD	Nécessite un management sectoriel contrôlé (SMC)	Dans les cas avancés, le design SMC utilisé nécessitera en général un secteur supérieur FLAT et un secteur inférieur STEEP.
Post-chirurgie			8.60mm 14.50mm STP2	Si les informations concernant le profil cornéen sont limitées, essayez le profil 8.60/14.50/STD. Ce type de cornée nécessite en général une périphérie STEEP. Les ectasies consécutives à une greffe ou une chirurgie réfractive nécessitent une périphérie SMC.		

Laboratoire CVE

 Choix de la 1<sup>re</sup> lentille d'essai.

Tableau II : Adaptation dynamique (CVE)

	Adaptation	Optimale	Lentille serrée	Lentille plate
	Mo	Jusqu'à 2 mm	Moins de 0,50 mm Indentation conjonctivale	Plus de 2,00 mm La lentille peut former un bec
	Ro	Pas de rotation  Trait repère vertical	Rotation  Stable en regard primaire et en regard vers le haut	Rotation  Instable, ou rotation en regard vers le haut
	C	Centrée	Centrée	Décentrée Zone optique face avant limite limbe, ou franchit le limbe
	Co	Confortable	Confort initial	Inconfortable
			Puis dégradation du confort en un point précis	
	AV	Stable	Plus nette après clignement	Moins nette après clignement

CVE

Tous ces paramètres sont liés et sont de même importance. Lorsqu'ils sont optimaux, ils permettent d'obtenir la meilleure acuité visuelle (Tableau II).

Les lentilles sont très mobiles. Le trait à 6 h est non seulement un repère pour l'axe du cylindre mais également pour juger de l'adaptation : il doit être le plus proche possible de 6 h. La zone optique de la face avant est facilement visualisable et doit être centrée.

Une lentille inconfortable est le signe d'une adaptation plate, tandis qu'un inconfort en un point précis indique une lentille serrée (Tableau II).

Attention, une lentille trop serrée peut avoir le comportement d'une lentille trop plate, et *vice versa*.

Une vision plus nette après clignement indique une lentille trop serrée. À l'inverse, si la vision est plus mauvaise après clignement, l'adaptation est plate.

La première des choses à faire pour ajuster une adaptation est d'agir sur le rayon de courbure de la lentille avec une périphérie standard :

- Sélectionnez et insérez la lentille de premier choix puis évaluez la lentille dans les 5 minutes suivant la pose (Tableau III).

Tableau III : Procédure d'évaluation

	Adaptation optimale	Revoir l'adaptation	Adaptation incorrecte
Mouvement	<b>1 mm vertical post-clignement</b> Mouvement jusqu'à 2 mm acceptable si la lentille est confortable	<b>&lt; 1 ou &gt; 2 mm</b> < 1 mm → essayez un pas + plat > 2 mm → essayez un pas + serré	<b>Lentille trop mobile ou immobile</b>  Si l'adaptation est trop plate, essayez 0.40 mm + serré Si l'adaptation est trop serrée, essayez 0.40 mm + plat
Rotation	<b>Trait repère vertical</b> Une rotation stable de 10° est acceptable si aucune autre lentille d'essai ne permet de réduire l'angle	<b>Jusqu'à 10° de rotation</b> Swing irrégulier au clignement : trop plat Swing limité au clignement: trop serré	<b>&gt;10°</b> Swing irrégulier au clignement : trop plat Swing limité au clignement: trop serré
Centrage	<b>Centrée</b>  Un faible décentrement est acceptable si l'AV est bonne	<b>Se décentre en position primaire 1</b> <b>La zone optique avant flirte avec le limbe en regard vers le haut</b> Essayez un pas plus cambré	<b>La zone optique avant franchit le limbe en position primaire</b>  Essayez une lentille d'au moins un pas plus serré
Confort	<b>Confortable</b>  Confort permanent	<b>Inconfort général</b>  Bords ressentis : trop plate Inconfort localisé en un point : trop cambré	<b>Très inconfortable</b>  Le confort ne s'améliore pas avec le temps
AV	<b>Stable - sans fluctuations</b> L'AV ne doit pas fluctuer au clignement	<b>Fluctuations au clignement</b> Plus mauvaise après clignement : Adaptation plate Plus nette après clignement : Adaptation trop serrée	<b>Très mauvaise vision</b>  Mauvaise vision, non améliorable avec la surréfraction

CVE

- Adaptation en zone **ROUGE** : retirez la lentille et faites un essai 1 à 2 pas plus serré ou plus plat.
- Adaptation en zone **VERTE** ou **ORANGE** : débutez la surréfraction pendant que la lentille se stabilise.
- Acuité visuelle en zone **ROUGE** : retirez la lentille et reconsidérez la lentille de premier choix.
- Acuité visuelle en zone **ORANGE** : évaluez si la lentille est trop plate ou trop serrée et ajustez d'un pas.

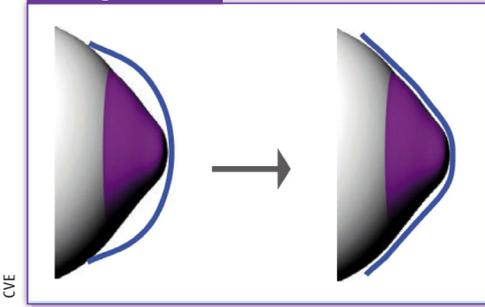
Lorsque l'adaptation **VERTE** est atteinte, patientez 15-20 minutes avant de finaliser la surréfraction et prenez note de la distance verre-œil.

Dans les cas de cornées irrégulières, il est **possible de resserrer ou d'aplatir la périphérie** indépendamment du rayon central (Figures 4-5).

On détermine la lentille de profil standard qui donne la meilleure adaptation en termes de rotation et de mouvement : la *Best Peripheral Fit* (BPF). Si une autre lentille donne une meilleure acuité visuelle, elle est notée *Best Central Fit* (BCF).



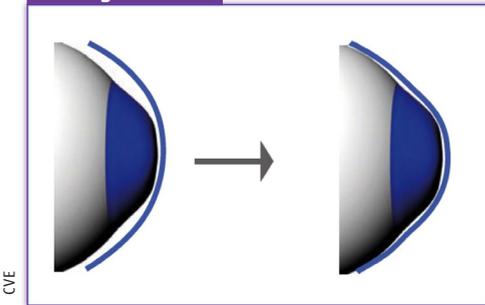
Figure 4



En aplatissant la périphérie, la lentille se moule mieux à la cornée centrale.

Exemple : Si toutes les lentilles Standard donnent une rotation stable, cela signifie que la périphérie de la cornée est plus plate que son sommet, comme en cas de *nipple cones* (cônes pointus).

Figure 5



Lorsqu'une lentille Standard provoque un bec ou une rotation instable et que resserrer le rayon améliore l'adaptation mais induit une acuité visuelle plus nette après clignement, on utilise une périphérie plus serrée.

La différence BPF - BCF est reportée sur une table de périphéries qui indique le grade de modification de la périphérie (Tableau IV). Chaque pas de périphérie équivaut à une modification du rayon de courbure périphérique de 0,20 mm.

Tableau IV : Table des périphéries (CVE)

BPF-BCF	Périphérie à commander
- 0,80 mm	STP4
- 0,60 mm	STP3
- 0,40 mm	STP2
- 0,20 mm	STP1
STD	STD
+0,20 mm	FLT1
+0,40 mm	FLT2
+ 0,60 mm	FLT3
+ 0,80 mm	FLT4

*Note* : lorsque l'on effectue un changement de périphérie, cela affecte uniquement la zone postérieure de la lentille. La zone optique en face avant n'est pas modifiée.

Il est possible d'adapter la périphérie par secteurs (management sectoriel contrôlé SMC). Deux secteurs peuvent être modifiés en respectant un angle minimum de 30° entre chaque secteur, et sont séparés par des zones mixtes (Figure 6).

Un management sectoriel contrôlé est nécessaire lorsqu'une bonne adaptation ne peut être obtenue ni avec une lentille standard, ni en modifiant la périphérie. Ces cas incluent :

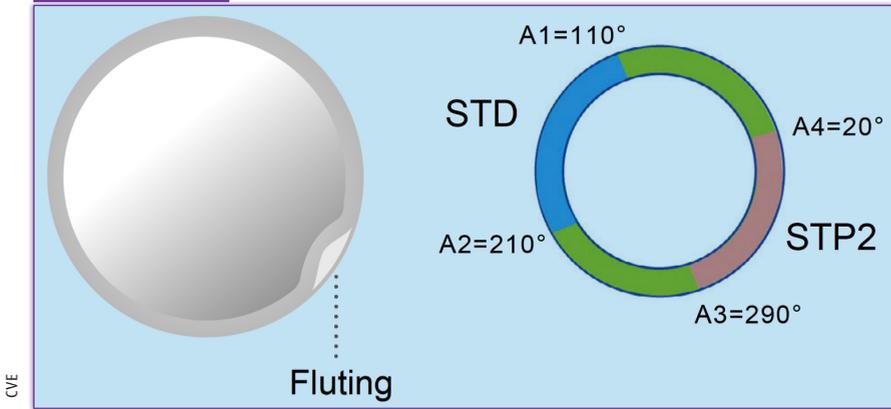
- un cône bas et une DMP (dégénérescence marginale pellucide) ;
- une cornée très irrégulière (post-greffe) (Figure 7) ;

Figure 6



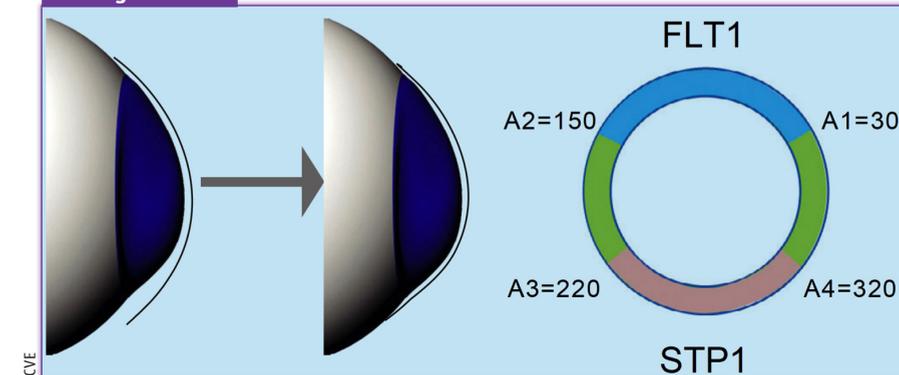
Management Sectoriel Contrôlé™ (SMC). Pour les cornées les plus irrégulières, une modification jusqu'à deux secteurs périphériques est possible, indépendamment du rayon de courbure central.

Figure 7



SMC personnalisé : bec à 4 h sur cornée post-greffe. Si la lentille requiert un serrage entre 20° et 290°, le SMC s'exprime de cette manière : 8.60/14.50 STD : A1 = 110° A2 = 210° STP2 : A3 = 290° A4 = 20°.

Figure 8



Management Sectoriel Contrôlé (SMC) Classique – Cône décentré vers le bas/DP. (Ce SMC s'exprime ainsi : 8.40/14.50 FLT1 : A1 = 30° A2 = 150° STP1 : A3 = 220° A4 = 320°.



- une lentille présentant une bonne adaptation générale mais qui persiste à se décentrer ou à franchir le limbe en regard supérieur ;
- une lentille optimale en périphérie STD provoquant des images fantômes ;
- une cornée présentant un cône décentré (Figure 8).

### 3.2. Pour la lentille Rose K2 Soft™

#### 3.2.1. L'adaptation se fait en 6 étapes

##### • Étape n°1 : détermination du rayon de courbure $r_0$

Sélectionner le rayon de courbure  $r_0$  le plus plat permettant d'obtenir une acuité visuelle optimale. Pour les kératocônes et anneaux intra-cornéens : choisir une lentille d'essai de  $r_0$  de 0,80 mm à 1,00 mm plus plat que la kératométrie moyenne ( $Km + 0,8 \text{ mm} < r_0 < Km + 1 \text{ mm}$ ).

Pour les greffes de cornées, DMP, ectasie post-LASIK et LASIK : choisir une lentille d'essai dont le rayon correspond au Km.

La mobilité doit être de 0,5 à 1,5 mm, la rotation inférieure à 20°, la sclère ne doit pas blanchir sous le bord.

##### • Étape n°2 : adaptation périphérique indépendamment du rayon $r_0$

Cinq dégagements périphériques sont disponibles : *edge-lift* (EL) Standard, rapide et très rapide (pour aplatir l'adaptation) ou lent et très lent (pour resserrer l'adaptation). À l'étape de l'adaptation centrale, la lentille pourra apparaître trop PLATE ou trop SERRÉE.

Dans certains cas où la vision est acceptable mais l'adaptation est SERRÉE, il est possible d'avoir :

- des microbulles se formant au limbe ;
- une lentille pas suffisamment mobile ;
- un marquage scléro-conjonctival visible au retrait ;
- un infiltrat limbique, qui apparaît après plusieurs heures de port ;
- un confort initial bon mais qui se détériore après plusieurs heures de port.

→ *Commander une lentille avec un dégagement plus rapide EL (+).*

Pour les cas où la vision est acceptable mais l'adaptation est PLATE : la lentille a une mobilité excessive, plus particulièrement en position haute, elle peut se décoller dans un quadrant (le plus souvent en partie inférieure) et reste inconfortable.

→ *Commander une lentille avec un dégagement plus lent EL (-).*

Les lentilles trop plates peuvent causer une rotation de plus de 20° du trait repère par rapport à la position 6 h.

*Conseil d'adaptation :* Pour les cônes très serrés centrés (*nipple*) ou ovales, un aplatissement de la périphérie, c'est-à-dire un dégagement plus rapide EL (+) peut être nécessaire.

##### • Étape n°3 : choix du diamètre

L'objectif est que le bord de la lentille s'étende à environ 1,5 mm au-delà du limbe. Pour des petits diamètres cornéens horizontaux (HVID), diminuer le diamètre de la lentille pour obtenir 1,5 mm au-delà du limbe. Pour des plus grands diamètres cornéens horizontaux, augmenter le diamètre de la lentille pour obtenir 1,5 mm au-delà du limbe.

Si la lentille entraîne une marque conjonctivale significative, diminuer le diamètre (et/ou augmenter l'*edge-lift*).

*Conseil d'adaptation* : en cas de doute, rester plutôt sur un diamètre trop grand que trop petit.

#### • Étape n°4 : centrage

L'objectif est que la lentille soit bien centrée autour du limbe.

Regard vers le haut, la lentille ne doit pas se positionner significativement basse. Le trait repère doit se situer dans les 20° par rapport à la position 6 h.

Pour améliorer le centrage :

- diminuer le rayon  $r_0$  ;
- augmenter le diamètre  $\varnothing T$  ;
- diminuer l'*edge-lift*.

#### • Étape n°5 : mobilité

L'objectif est que la mobilité de la lentille soit comprise entre 0,50 et 1,50 mm au cliquement.

*Conseil d'adaptation* : On juge de la mobilité de la lentille après lui avoir laissé le temps de se stabiliser mais pas plus de 5 min. Le patient regardant droit devant ou légèrement vers le haut, placer la paupière inférieure contre le bord inférieur de la lentille pour la pousser vers le haut et évaluer le temps qu'elle met pour revenir à sa position initiale. Cela permet d'estimer plus précisément l'aspect plat ou serré. La lentille doit revenir à sa position naturelle de repos en quelques secondes.

- Pour augmenter la mobilité, augmenter l'*edge-lift*, diminuer le diamètre et/ou aplatir le rayon  $r_0$ .
- Pour diminuer la mobilité, diminuer l'*edge-lift*, augmenter le diamètre et/ou serrer le rayon  $r_0$ .

#### • Étape n°6 : réfraction

La meilleure acuité visuelle obtenue lors de la réfraction est le principal critère de sélection du rayon  $r_0$ .

**L'impossibilité d'obtenir une vision satisfaisante lors de l'adaptation est une contre-indication au protocole d'adaptation de la ROSE K2 Soft™.** L'acuité visuelle est un excellent indicateur pour s'assurer de la bonne relation entre la face interne de la lentille et la cornée. Le rayon  $r_0$  peut varier afin d'obtenir la meilleure acuité visuelle puis le choix de l'aplatissement périphérique et/ou du diamètre cornéen pour une meilleure adaptation si besoin. **De manière générale, adapter avec un rayon  $r_0$  plus plat donne une meilleure acuité visuelle.**

Lors de l'adaptation, la réfraction complémentaire sphéro-cylindrique doit être effectuée au minimum après 5 à 10 minutes de port.

- Répéter l'opération après 20 minutes pour confirmer l'adaptation et la réfraction finales.
- Effectuer la réfraction complémentaire finale avec les lumières allumées et une lunette d'essai, le diamètre pupillaire pouvant affecter la réfraction.

Si la réfraction complémentaire exige un cylindre supérieur à 2,00 D, le placer sur la lunette d'essai et le faire tourner par le porteur jusqu'à obtenir la meilleure vision. Répéter la procédure 2 fois après avoir tourné le cylindre de sa position donnant la meilleure vision.

Une fois le cylindre et l'axe correctement déterminés, ajouter + 1  $\Delta$  et - 1  $\Delta$  de sphères puis affiner avec + 0,50 et - 0,50  $\Delta$  jusqu'à obtenir la meilleure sphère. Le trait repère doit se situer dans les 20° par rapport à la position 6 h. Toute rotation, qu'elle soit nasale ou temporale, doit être compensée par



Figure 9

## Résumé du protocole d'adaptation

### 1. Détermination du rayon de courbure $r_0$ .

Sélectionnez le  $r_0$  le plus plat qui donne la meilleure acuité visuelle.

- ➔ Kératocônes et anneaux intra-cornées :  $Km + 0.80 \text{ mm} < r_0 < Km + 1.00 \text{ mm}$ .
- ➔ Pour les greffes de cornées, DMP, Ectasie Post LASIK, LASIK :  $r_0 = Km$ .

### 2. La mobilité de la lentille doit être comprise entre 0.50 et 1.50 mm après 3 à 5 minutes au clignement et le trait repère doit se situer dans les 20° par rapport à la position 6 heures.

- Si la mobilité est faible, aplatir en augmentant le rayon de courbure  $r_0$ .
- Si la mobilité est excessive, resserrer en diminuant le rayon de courbure  $r_0$ .

### 3. Déterminer la réfraction complémentaire sphéro-cylindrique.

#### 4. Relever l'acuité visuelle visuelle.

- Si l'acuité visuelle est insatisfaisante, il est recommandé de ne pas poursuivre.
- Si l'acuité visuelle est satisfaisante, le protocole d'adaptation peut continuer.

#### 5. Faire cligner fort.

- Pour les cas où l'acuité visuelle est meilleure juste après clignement.
  - ➔ Aplatir en augmentant le rayon de courbure  $r_0$  et observer la mobilité et le trait repère.
  - ➔ Si la lentille s'avère plate, resserrer la périphérie en diminuant l'*edge-lift* (EL).
- Pour les cas où l'acuité visuelle s'améliore peu à peu après clignement.
  - ➔ Resserrer en diminuant le rayon de courbure  $r_0$  et observer la mobilité et le trait repère.
  - ➔ Si la lentille s'avère serrée, aplatir la périphérie en augmentant l'*edge-lift* (EL).
- Pour les cas où l'acuité visuelle et l'adaptation sont bonnes, garder le même  $r_0$ .

#### 6. Prescrire la lentille via commande auprès de l'opticien (Communiquer paramètres, réfraction complémentaire sphéro-cylindrique, *edge-lift*, position du trait repère).

#### 7. Lors de la visite de contrôle, s'assurer de bien noter s'il ya une réfraction complémentaire et la position du trait repère.

#### 8. Revoir le patient après 2 semaines de port dans le cas d'une réfraction complémentaire.

- Si la réfraction complémentaire est identique: => Commander la lentille définitive (paramètres + réfraction complémentaire sphéro-cylindrique + position trait repère).
- Si la réfraction complémentaire est différente:
  - ➔ Refaire la mesure de la réfraction complémentaire et revoir le patient 3 à 7 jours plus tard. - Si elle est identique, commander la lentille définitive.
  - Si elle est différente, il est recommandé de ne pas poursuivre.

l'adaptateur ou du moins être indiquée dans la commande afin que le laboratoire procède à la modification. Utiliser la notation "NASAL" ou "TEMPORAL".

Après pose de la lentille commandée, laisser la lentille se stabiliser pendant 5 minutes et effectuer une réfraction complémentaire sphéro-cylindrique. Noter le résultat de la réfraction et remettre les lentilles au patient. (Figure 9).

### 3.2.2. Premier examen de suivi (après 2 semaines de port)

S'assurer au préalable que les lentilles ont été portées au moins 1 heure et effectuer ensuite une réfraction complémentaire sphéro-cylindrique. Si la réfraction complémentaire est proche de la réfraction complémentaire à la livraison, la commande d'une nouvelle lentille avec la correction rectifiée est requise. Si la réfraction complémentaire obtenue est significativement différente de la réfraction constatée à la livraison, effectuer une réfraction complémentaire au moins 3 jours plus tard. S'assurer d'obtenir 2 réfractations identiques lors de 2 examens consécutifs avant de commander toute nouvelle lentille.

### 3.2.3. Conseil d'adaptation

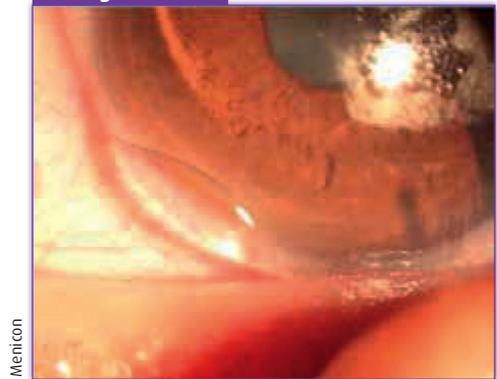
- Mettre le maximum convexe pour éviter les sur-corrrections fréquentes constatées chez ces porteurs.
- L'acuité visuelle obtenue lors de l'adaptation permet d'obtenir de manière précise l'acuité visuelle finale avec la ROSE K2 Soft™.
- Ne pas poursuivre l'adaptation si la meilleure acuité visuelle obtenue lors du 1<sup>er</sup> essai n'est pas satisfaisante.

- La réfraction complémentaire automatique est imprécise avec ROSE K2 Soft™ et ne permet pas de déterminer correctement la puissance de la lentille.

### 3.2.4. Technologie cornéenne asymétrique (ACT)

En raison de la forme inhabituelle de certaines cornées, la lentille ROSE K2 Soft™ peut, dans certains cas, présenter un décollement au bord (Figure 10). Ceci se produit généralement dans la moitié inférieure de la lentille entre 4 h et 8 h, même si le reste de la lentille semble parfaitement adapté.

Figure 10



#### Conseil d'adaptation

La cambrure inférieure cornéenne peut décentrer la lentille en position basse et le décollement peut ne pas apparaître tant que la lentille n'est pas recentrée à l'aide de la paupière. Dans ce cas, s'orienter vers la géométrie standard ACT 1.0.

La géométrie ACT de la ROSE K2 Soft™ permet à la lentille d'être plus serrée dans le méridien de l'axe défini lors de l'adaptation, indépendamment du prisme ballast à 270°.

#### Trois grades ACT sont proposés :

- Standard ACT (1.0) : dans le cas où le décollement de la lentille n'apparaît pas regard droit devant, mais se révèle lorsque le patient regarde en haut, en bas ou latéralement ;

- Double ACT (2.0) : dans le cas où le décollement de la lentille est pleinement évident en regard droit devant ;
- Triple ACT (3.0) : en cas de décollement majeur (3 mm).

Sauf contre-indication du prescripteur, l'axe de la géométrie ACT sera placé à 270°, identique à l'axe du prisme ballast.

- les peroxydes, notamment ceux qui contiennent un déprotéinisant dans le comprimé de neutralisation quotidien ;
- enfin, un nettoyage avec les comprimés de Povidone iodée pour lentilles souples permet d'agir à la fois sur les dépôts gras et protéiques.

#### ④ Protocole d'entretien

Les solutions d'entretien doivent respecter la fragilité cornéenne particulière des porteurs et garder une surface nette pendant les 3 mois de durée de vie de la lentille.

Sont préconisées :

- les solutions multifonctions (Multi Purpose, MPS) en prenant soin de bien masser les lentilles à la dépose, au mieux avec un savon spécial pour lentilles souples dans le creux de la main, pendant 20 secondes, avant de les rincer avec la MPS puis de laisser tremper toute la nuit ;

#### ⑤ Conclusion

Les lentilles souples épaisses pour kératocône ne sont indiquées qu'en dernière intention pour les cornées irrégulières, mais elles rendent dans ces conditions d'immenses services en permettant d'équiper les sujets intolérants. Leur géométrie très étudiée requiert un suivi strict du protocole pour obtenir un bon confort et une acuité visuelle acceptable, en particulier en gardant une mobilité importante, associée à une optimisation de leur matériau et de leur épaisseur pour favoriser une oxygénation cornéenne suffisante en port journalier. L'adaptation de la zone périphérique peut être indépendante de la zone centrale et s'adapter ainsi aux asymétries d'une cornée remaniée.

#### Références

- Altun A, Kurna SA, Sengor T, Altun G, Olcaysu OO, Simsek MH. Success of hydrocone (TORIS-K) soft contact lens for keratoconus and traumatic keratopathy. *Pak J Med Sci* 2015;31(4):995-8.
- Carballo-Alvarez J, Puell MC, Cuiña R, Diaz-Valle D, Vazquez JM, Benitez-Del-Castillo JM. Soft contact lens fitting after intrastromal corneal ring segment implantation to treat keratoconus. *Cont Lens Anterior Eye* 2014;37(5):377-81.
- Carracedo G, Canales J, Gonzalez P, Recchioni A, Carpena-Torres C, Carballo-Álvarez J. The effect of soft contact lens thickness in visual function after intracorneal ring segments surgery. *Cont Lens Anterior Eye* 2018;41(2):180-6.

- ▶ **Gumus K, Kahraman N.** A new fitting approach for providing adequate comfort and visual performance in keratoconus: Soft HydroCone (Toris K) lenses. *Eye Contact Lens* 2016;42(4):225-30.
- ▶ **Lagina AL.** Soft contact lens optimizes visual goals for a patient with keratoectasia. *Optom Vis Sci* 2015;92(11):e409-13.
- ▶ **Rico-Del-Viejo L, Garcia-Montero M, Hernández-Verdejo JL, García-Lázaro S, Gómez-Sanz FJ, Lorente-Velázquez A.** Nonsurgical procedures for keratoconus management. *J Ophthalmol* 2017;2017:9707650.
- ▶ **Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, González-Mejóme JM, Flores-Rodriguez P, Villa-Collar C.** Which soft lens power is better for piggyback in keratoconus? Part II. *Cont Lens Anterior Eye* 2015;38(1):48-53.
- ▶ **Sultan P, Dogan C, Iskeleli G.** A retrospective analysis of vision correction and safety in keratoconus patients wearing Toris K soft contact lenses. *Int Ophthalmol* 2016;36(6):799-805.
- ▶ **Yildiz EH, Erdurmus M, Elibol ES, Acar B, Vural ET.** Contact lens impact on quality of life in keratoconus patients: rigid gas permeable versus soft silicone-hydrogel keratoconus lenses. *Int J Ophthalmol* 2015;8(5):1074-7.
- ▶ **Yilmaz I, Ozcelik F, Basarir B, Demir G, Durusoy G, Taskapili M.** Clinical performance of toris K contact lens in patients with moderate to advanced keratoconus: A real life retrospective analysis. *J Ophthalmol* 2016;2016:2358901.

## 6 Cas clinique (Figures 11, 12, 13, 14)

Maria, 44 ans, porte des lentilles souples toriques (Balafilcon) à droite et à gauche. Elle cumule une pseudoaphaquie, une aniridie équipée avec un anneau et une kératoplastie transfixiante.

Son acuité visuelle à droite est de 10/10° avec - 3,25 (110°- 1,25) et en lentille - 3,25 (110° - 0,75).

L'œil gauche est à 9/10° avec + 0,5 (145° - 3,5) et une kératométrie relativement serrée (7,5 / 7,11 mm).

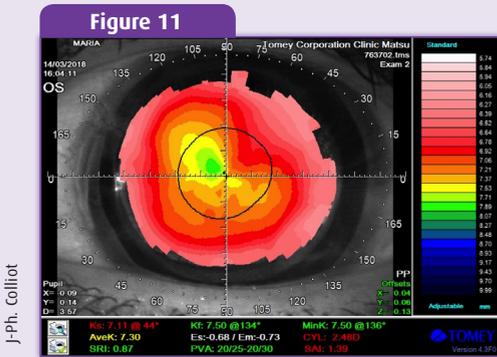
Elle souhaite une lentille pouvant être portée occasionnellement à gauche.

L'essai de la lentille la plus serrée de la boîte de Rose K2 Soft™,  $r_0$  7,4 ; Ø 14,8 ; P - 6 donne une zone centrale plate et un décentrement supérieur, avec en périphérie le bord de la lentille devant le rebord palpébral inférieur.

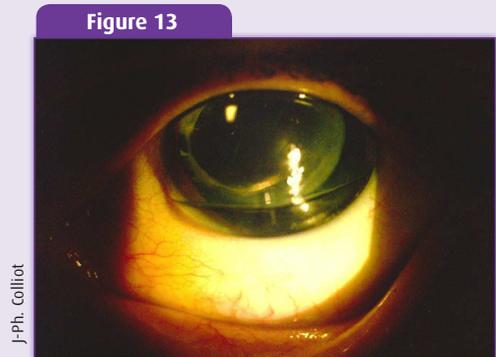
La surréfraction donne 9/10° avec + 3,5 (115°- 2,75).

Il est prescrit un resserrement (très lent) de la périphérie soit EL = - 2, combiné avec un resserrement asymétrique inférieur de 3 mm (ACT 3).

Résultat : 10/10° avec  $r_0$  7,4 ; EL -2 ; ACT 3 ; Ø 14,9 ; P - 1 (144° -3,25). La solution d'entretien sera un peroxyde d'hydrogène.



Maria, 44 ans, kératoplastie de l'œil gauche Topographie.



Le bord de la lentille Rose K2 Soft™ en position primaire se situe en avant des cils.



Derrière le greffon, implant et iris artificiel.



Un resserrement de l'edge-lift (-2) et de la partie inférieure de la lentille (ACT 3) a permis de remettre le bord en contact avec la conjonctive inférieure.



# Les lentilles souples thérapeutiques

Dr René Mély

## ① Historique

Si le principe de l'application d'un pansement sur la surface oculaire remonte à l'Antiquité, il faut attendre la fin du XIX<sup>e</sup> siècle pour que de véritables lentilles thérapeutiques voient le jour. Dans un article publié en 1886 dans les *Bulletins et mémoires de la Société française d'ophtalmologie*, Xavier Galezowski rapporte les résultats encourageants qu'il avait obtenus avec des plaquettes de gélatine imprégnées de cocaïne et d'une solution antiseptique qu'il utilisait comme pansement après chirurgie de la cataracte (Galezowski, 1886).

Les lentilles sclérales qui ont été découvertes peu après par Fick à Zurich en 1887, furent utilisées dès l'origine dans certaines indications thérapeutiques (contention de plaies oculaires, kératite lagophtalmique, prévention du symblépharon, ulcères et érosions de cornée) (Ehrich, 1992) et elles conservent jusqu'à nos jours une place de choix dans le traitement de certaines pathologies sévères de la surface oculaire. Peu après l'invention des hydrogels (Wichterle *et al.*, 1961) les lentilles souples prirent la place majeure qu'elles occupent encore aujourd'hui dans les appli-

cations thérapeutiques courantes des lentilles de contact.

Les premiers travaux sur l'usage thérapeutique des hydrogels furent publiés par Gasset et Kaufmann (Gasset et Kaufmann, 1970). Enfin, la mise sur le marché des lentilles en silicone hydrogel à partir de 1999 a mis à notre disposition un matériau souple, hautement perméable aux gaz et bien adapté au port permanent qui est le plus souvent requis par les lentilles thérapeutiques.

## ② Rappels physiologiques

La cornée est dépourvue de vaisseaux sanguins, ses besoins en oxygène sont assurés par diffusion depuis l'oxygène atmosphérique dissous dans le film lacrymal. Lorsque les paupières sont closes pendant le sommeil, l'oxygène ne parvient à la cornée que par diffusion depuis les vaisseaux sanguins de la conjonctive palpébrale (Bürki, 1991). Cette situation peut conduire à une certaine hypoxie qui se manifeste par un œdème dit « physiologique » de la cornée qui peut atteindre 3 à 4 % au réveil.

Selon les critères de Holden et Mertz une transmissibilité à l'oxygène ( $Dk/e$ ) de  $87 \times 10^{-9}$  est le minimum requis pour éviter un œdème de la cornée dépassant ce seuil physiologique (Holden et Mertz, 1984). Ces critères ont été réévalués par Harvitt et Bonanno qui ont estimé qu'un seuil de transmissibilité à l'oxygène de  $125 \times 10^{-9}$  est nécessaire pour assurer une oxygénation satisfaisante de l'ensemble de la cornée (Harvitt et Bonanno, 1999).

L'hypoxie chronique de la cornée est source de nombreuses complications telles que la néo-vascularisation cornéenne et les altérations de l'endothélium. Le rôle joué par l'hypoxie dans la physiopathologie de l'infection cornéenne est controversé. Force est cependant de constater que l'avènement des lentilles en silicone-hydrogel à haute perméabilité à l'oxygène n'a pas diminué le risque infectieux (Schein *et al.*, 2005, Sauer *et al.*, 2016).

L'oxygénation de la cornée joue d'autre part un grand rôle dans les processus de régénération cellulaire. Une cicatrisation épithéliale plus rapide a ainsi été observée avec des lentilles thérapeutiques en Lotrafilcon A par rapport aux lentilles en Etafilcon A dans une étude prospective portant sur 100 patients traités par kératectomie photoréfractive (Engle *et al.*, 2005).

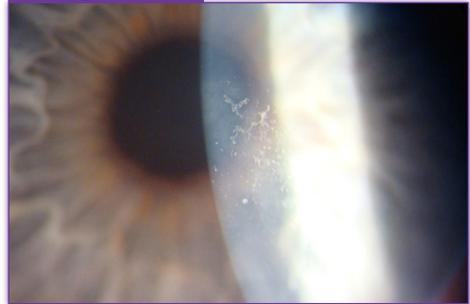
Les lentilles de contact en hydrogel ne sont guère en mesure de dépasser une transmissibilité à l'oxygène de  $30$  à  $40 \times 10^{-9}$ , ce qui est très largement inférieur aux critères requis par Holden et Harvitt pour le port permanent. En dehors de très rares indications, l'usage de ces matériaux à faible  $Dk/e$  doit donc être proscrit dès lors qu'un port nocturne s'avère nécessaire. Parmi les lentilles souples, seules les lentilles en silicone hydrogel assurent actuellement une oxygénation suffisante de la cornée dans cette indication.

## ③ Mode d'action et indications

### 3.1. Effet antalgique

L'effet antalgique s'explique par l'absence d'effet abrasif du clignement de la paupière sur la plaie cornéenne, les terminaisons nerveuses se trouvant ainsi protégées par la lentille (Höh, 1993). Cet effet est largement mis à profit dans les suites d'une chirurgie réfractive et tout particulièrement la photokératectomie réfractive (PKR) qui constitue de nos jours l'indication la plus fréquente des lentilles thérapeutiques. C'est aussi une indication classique des lentilles thérapeutiques en cas de kératite bulleuse, de kératalgies récidivantes, (Figures 1, 2, 3), d'érosions traumatiques ou iatrogènes de la cornée ou de kératite filamenteuse. L'effet antalgique favorise de manière générale une réhabilitation rapide des patients et permet ainsi de réduire leur incapacité temporaire de travail (Vandorselaer *et al.*, 2001 ; Gilad *et al.*, 2004).

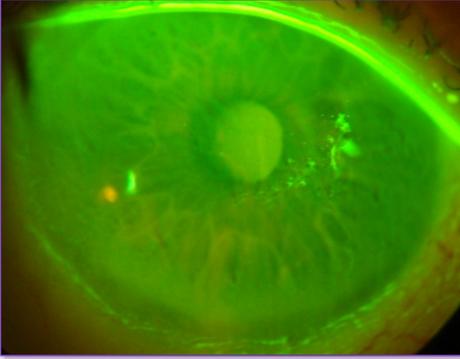
Figure 1



Dystrophie de la membrane basale épithéliale chez un patient souffrant d'une kératalgie récidivante.

R. Mély

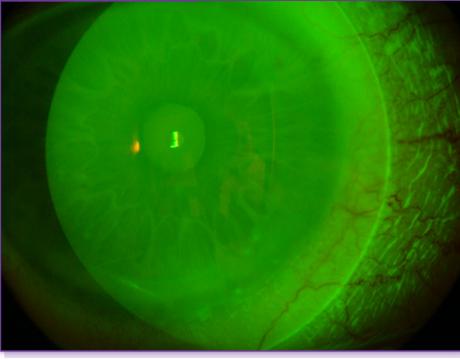
Figure 2



R. Mély

Patient de la figure 1 avec de petites érosions de la cornée prenant la fluorescéine lors d'une crise douloureuse.

Figure 3



R. Mély

Une lentille thérapeutique a permis de soulager rapidement le patient de la figure 1. Aspect de sa cornée après 1 mois de port de lentille thérapeutique.

### 3.2. Protection de la cornée

La protection mécanique de la cornée favorise le processus de guérison de l'épithélium. Protégées par la lentille, les cellules épithéliales peuvent migrer sans entrave et échappent à toute irritation mécanique. L'humidité ambiante est par ailleurs favorable au processus de régénération de la surface oculaire et élimine tout risque de dessiccation en attendant que l'intégrité de l'épithélium soit rétablie (Höh, 1993).

Les érosions cornéennes d'étiologies diverses, les suites de brûlures chimiques ou thermiques et les ulcérations trophiques trouvent ainsi des conditions particulièrement favorables à leur guérison. Dans les plaies lamellaires et perforantes de la cornée, les lentilles thérapeutiques peuvent agir comme une attelle et permettre l'occlusion de petites fistules. Cette technique peut être particulièrement utile dans les petites plaies centrales de la cornée où une suture cornéenne peut conduire à une baisse de l'acuité visuelle. L'occlusion d'une fistule avec hypotonie du bulbe dans les suites d'une intervention filtrante repose sur le même principe. Cette indication fait appel à des lentilles en hydrogel de très grand diamètre et c'est l'une des rares situations où nous ne disposons pas encore de lentilles à haut Dk. Les lentilles thérapeutiques peuvent également protéger la cornée dans certains dysfonctionnements de la motricité palpébrale tels qu'un trichiasis (Figure 4), un entropion, ou une kératite lagophtalmique, en attendant qu'une intervention chirurgicale permette de résoudre le problème.

Figure 4



R. Mély

Patiente consultant en urgence pour entropion. Une lentille de contact thérapeutique en port permanent a permis de la soulager immédiatement en attendant une cure chirurgicale.

De même, elles peuvent présenter un intérêt dans les suites immédiates d'une chirurgie palpébrale en protégeant la cornée de l'irritation mécanique due aux fils. Des lentilles de grand diamètre ont également été utilisées avec succès pour protéger la cornée dans les ulcérations cornéennes provoquées par une conjonctivite vernale (Quah *et al.*, 2006).

### 3.3. Le rôle de réservoir de médicaments

Lorsqu'un collyre est instillé dans un œil ne portant pas de lentilles de contact, il est rapidement éliminé par les voies lacrymales et seule une très faible quantité du principe actif parvient à pénétrer dans la cornée. L'idée de prolonger la durée d'action des collyres sur la surface oculaire en utilisant des lentilles comme réservoir de médicaments est ancienne puisqu'elle remonte au XIX<sup>e</sup> siècle (Galezowski, 1886). Deux voies d'application sont utilisées : la lentille peut être trempée préalablement dans le collyre avant la pose ou le collyre peut être instillé dans l'œil porteur de lentille.

Ce cas de figure est très fréquent, un traitement médicamenteux topique adjuvant étant souvent administré chez les porteurs de lentilles thérapeutiques. La capacité d'un matériau de stocker une substance médicamenteuse donnée puis de la relarguer dépend de nombreux facteurs liés tant à la substance elle-même (taille de la molécule, charge ionique, nature hydro- ou liposoluble...) qu'aux propriétés du matériau de la lentille (charge ionique, teneur en eau, traitement de surface, présence de silicone...).

Les lentilles en hydrogel et surtout en collagène ont souvent été utilisées comme réservoir de médicaments mais leur faible perméabilité à l'oxygène n'est pas adaptée au port permanent. Une étude *in vitro* portant sur la ciprofloxacine (Karlgaard *et al.*, 2003) a montré que cette substance était aussi bien stockée par les hydrogels que par les silicone hydrogels. La fixation de la ciprofloxacine au matériau est en partie irréversible, les matériaux ioniques et surtout les silicone hydrogels libèrent beaucoup moins de ciprofloxacine que les hydrogels non ioniques. Cette différence ne semble pas avoir de conséquences cliniques, la quantité de ciprofloxacine relarguée permettant dans tous les cas de dépasser très largement le seuil de concentration minimale inhibitrice (CMI). De nouveaux matériaux en silicone hydrogel permettant un relargage de médicaments s'étalant sur plusieurs semaines font l'objet d'une évaluation *in vitro* (Kim *et al.*, 2008 ; Qin *et al.*, 2017) mais aucune lentille de ce type n'est actuellement commercialisée.

### 3.4. Lentilles occlusives

Des lentilles occlusives à pupille noire destinées à supprimer une diplopie rebelle en préservant l'esthétique du patient sont commercialisées par certains laboratoires. Elles peuvent aussi être utilisées dans le traitement de l'amblyopie chez l'enfant si les méthodes conventionnelles ne sont pas applicables (Frogozo, 2016).

## ④ Types de lentilles utilisées

### 4.1. Lentilles en collagène

Les lentilles en collagène ont été introduites en 1985 à des fins thérapeutiques (Fyodorov *et al.*, 1985). Elles sont constituées de collagène porcin ou bovin (type I) ou de collagène placentaire humain (type IV). Leur Dk est de  $26 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ ml O}_2/\text{sec ml mmHg}$ . Ces lentilles se dissolvent spontanément en 12 à 72 heures. Elles sont utilisées comme simple pansement ou comme réservoir de médicaments (Kleinmann *et al.*, 2007). Dans les kératites microbiennes, elles renforcent le traitement antibiotique, favorisent la cicatrisation et neutralisent les collagénases (Wiloughby *et al.*, 2002). Leur usage est peu répandu.

### 4.2. Lentilles souples hydrophiles conventionnelles

Dix ans à peine après la découverte des lentilles souples en HEMA, les premiers travaux sur leurs applications thérapeutiques ont été publiés par Gasset et Kaufmann. Le port permanent de ces lentilles à faible Dk était cependant source de nombreuses complications hypoxiques. L'introduction de len-

tilles à forte hydrophilie permit d'augmenter la transmissibilité à l'oxygène des lentilles souples et de limiter ces complications. La mise sur le marché de lentilles à usage unique à prix modéré contribua à un élargissement des indications thérapeutiques. Aucune de ces lentilles en hydrogel (Tableau I) ne parvient néanmoins à dépasser une transmissibilité à l'oxygène de  $30 \text{ à } 40 \times 10^{-9}$ , ce qui est très largement inférieur au seuil minimum requis par Holden pour le port permanent. En dehors de très rares indications, l'usage de ces matériaux à faible Dk/e doit donc être proscrit au profit des lentilles en silicone hydrogel dès lors qu'un port nocturne s'avère nécessaire.

### 4.3. Lentilles en silicone hydrogel

Introduits en 1999, ces nouveaux matériaux ont révolutionné la contactologie. Leur transmissibilité à l'oxygène dépasse pour certaines lentilles largement le seuil minimal de  $87 \times 10^{-9}$  tel qu'il a été défini par Holden, ce qui autorise un port permanent sans risque d'hypoxie. Les lentilles en silicone hydrogel sont ainsi rapidement devenues les lentilles thérapeutiques de première intention (Tableau II). La sécurité qu'elles offrent et leur coût modéré ont contribué à un élargissement des indications.

**Tableau I : Lentilles de contact thérapeutiques en hydrogel commercialisées en France**

Nom (fabricant)	Matériau	Teneur en eau	Dk Dk/e	Rayons (mm)	Diamètre (mm)
Trabeculens (LCS)	Contaflax 67	67 %	Dk 30 Dk/e 10	9,0	17,50
Orbis-T Igel 77 (SwissLens)	Filcon II 3	77 %	Dk 39	9,2 à 12,0	17/ 18
Lentille Pansement (CVE)	Filcon II 3	77 %	Dk 60 Dk/e 53	8,4/8,7/9,0	16 /18

**Tableau II : Lentilles de contact thérapeutiques en silicone hydrogel commercialisées en France**

Nom (fabricant)	Matériau	Teneur en eau	Dk Dk/e	Rayons (mm)	Diamètre (mm)
Air Optix® Night & Day® (Alcon)	Lotrafilcon A	24 %	Dk 140 Dk/e 175	8,4/8,6	13,80
PureVision (Bausch & Lomb)	Balafilcon A	36 %	Dk 91 Dk/e 101	8,6/8,3	14,00
Acuvue® Oasys® (Johnson & Johnson)	Senofilcon A	36 %	Dk 103 Dk/e 147	8,4/8,8	14,00
Orbis-T Definitive 74 (SwissLens)	Efracfilcon A	74 %	Dk 60 Dk/e 75	9,2 à 12	17/18
Orbis-XL	Efracfilcon A	74 %	Dk 60 Dk/e 75	11 à 14	21

## ⑤ L'adaptation des lentilles souples thérapeutiques

### 5.1. Consentement éclairé, choix de la lentille

La fiche d'information sur les lentilles thérapeutiques rédigée sous l'égide de la Société Française d'Ophtalmologie (SFO) et du Syndicat National des Ophtalmologistes de France (SNOF) doit impérativement être lue et signée par le patient avant toute adaptation. L'original sera conservé dans le dossier du patient.

Dans le même ordre d'idée, le choix de la lentille se limitera pour des raisons médico-légales et dans la mesure du possible à celles qui possèdent une AMM et un marquage CE pour un usage thérapeutique. L'utilisation d'une lentille hors AMM doit toujours pouvoir être justifiée. Dès lors qu'un port permanent s'avère nécessaire, il convient de privilégier les lentilles en silicone hydrogel, seules lentilles souples à posséder un Dk/e adapté. Les recommandations du fabricant quant au mode de port et à la fréquence de renouvellement doivent impérativement être respectées.

### 5.2. Règles d'adaptation

Les règles d'adaptation des lentilles thérapeutiques ne diffèrent pas fondamentalement de celles du type de lentille utilisé. Parmi les contre-indications habituelles, il importe avant tout d'éliminer une infection du segment antérieur. En dehors de cas exceptionnels où la lentille est sciemment utilisée comme réservoir d'antibiotiques dans une infection avérée, toute suspicion d'infection contre-indique une adaptation de lentilles thérapeutiques. La détermination des rayons de courbure de la cornée n'est pas toujours possible sur une cornée pathologique. Dans ce cas, il peut être utile de pratiquer cette mesure à titre indicatif sur l'œil adelphe car les rayons de courbure des deux yeux diffèrent peu en règle générale. Un contrôle de l'adaptation doit être pratiqué 30 minutes après la pose de la lentille. Une adaptation trop plate est à éviter afin de réduire au minimum toute irritation mécanique de la surface oculaire. L'excellente perméabilité à l'oxygène des lentilles en silicone hydrogel autorise une adaptation plus serrée, sans excès toutefois, afin de ne pas entraver l'élimination des dé-

chets accumulés sous la lentille. Une bonne observance thérapeutique et un suivi régulier des patients sont des facteurs de succès essentiels. Il est prudent de revoir le patient le lendemain de l'adaptation et en cas de brèche épithéliale, un contrôle étroit est recommandé lors de la période initiale (Mély, 2009). Lorsque l'épithélium est intact et en l'absence de symptômes, un contrôle hebdomadaire puis mensuel en cas de traitement au long cours peut être suffisant.

## ⑥ Traitement adjuvant

### 6.1. Considérations générales

Un traitement adjuvant est souvent jugé utile voire nécessaire. Il convient toutefois d'avoir à l'esprit que cette prescription se situera presque toujours, chez un porteur de lentilles de contact, en dehors du cadre de l'autorisation de mise sur le marché (« hors AMM ») du collyre considéré. Les lentilles de contact en hydrogel et en silicone hydrogel sont en mesure de stocker le principe actif et les conservateurs des produits utilisés (Karlgaard *et al.*, 2003 ; Dracopoulos *et al.*, 2008) ce qui renforce aussi bien l'effet thérapeutique que l'effet toxique éventuel du collyre instillé. La cytotoxicité des drogues utilisées doit donc être considérée avant toute application sur une surface oculaire fragile (Burstein, 1980). Dans la mesure du possible, les conservateurs, et tout particulièrement le chlorure de benzalkonium, doivent être proscrits (Noecker, 2001).

### 6.2. Antibiotiques

Un traitement antibiotique prophylactique est recommandé en cas d'érosion de la cornée, de plaies perforantes (Vandorselaer *et al.*, 2001) et de syndrome sec sévère (Aquavella, 1995). Une administration de 2 à 3 gouttes par jour d'un collyre à base de fluoroquinolone est le plus souvent suffisante (Mély, 2009). Il ne s'agit cependant pas d'une protection certaine contre le risque infectieux (Wroblewski *et al.*, 2006).

### 6.3. Anti-inflammatoires

En cas de douleurs sévères, l'administration topique d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) peut dans certains cas être utile (Vandorselaer *et al.*, 2001), mais elle est rarement nécessaire en raison de l'excellent effet antalgique de la lentille elle-même (Gilad *et al.*, 2004). Une application prolongée est déconseillée du fait de la cytotoxicité de ces produits (Hersh *et al.*, 1990) et la plus grande prudence s'impose donc, surtout si l'on considère qu'il s'agit d'une prescription hors AMM.

Les corticostéroïdes peuvent exceptionnellement être indiqués, ils sont à utiliser avec la plus grande parcimonie.

### 6.4. Substituts lacrymaux

L'utilisation de substituts lacrymaux est particulièrement utile, voire nécessaire, en cas de sécheresse oculaire. Ces collyres sont également utiles pour favoriser l'élimination de débris et de déchets métaboliques sous la lentille. Les conservateurs doivent être proscrits.

## 6.5. Les avantages des lentilles thérapeutiques

Si les lentilles thérapeutiques sont très utiles voire irremplaçables dans le traitement de nombreuses affections cornéennes telles que les kératites bulleuses ou les ulcères trophiques, d'autres pathologies telles que les lésions traumatiques ou iatrogènes de la surface oculaire peuvent être traitées par une antibiothérapie locale associée ou non à un simple pansement oculaire. L'intérêt d'un pansement oculaire a cependant été souvent remis en question, plusieurs études randomisées n'ayant pas trouvé d'amélioration significative de la douleur ou d'effet favorable sur le processus de guérison (Arbour *et al.*, 1997 ; Michael *et al.*, 2002). Si l'on considère de plus l'hypoxie cornéenne relative induite par l'occlusion palpébrale, l'attitude de certains auteurs qui préconisent l'abandon du pansement au profit d'un simple traitement antibiotique paraît justifiée. L'apparition de lentilles jetables hyper transmissibles à l'oxygène d'un prix modique offre une alternative très intéressante dans le traitement de ces affections mineures et devrait nous amener à élargir les indications de ce type de traitement. L'avantage incontestable des lentilles thérapeutiques est en effet une excellente analgésie (Gilad *et al.*, 2004 ; Montero *et al.*, 2003 ; Szaflik *et al.*, 2004 ; Vandorselaer *et al.*, 2001). Outre cet effet antalgique, les lentilles thérapeutiques présentent, contrairement au pansement oculaire, l'avantage de ne pas affecter la qualité de la vision et, en ce qui concerne les lentilles en silicone hydrogel, de ne pas induire d'hypoxie cornéenne. L'incapacité temporaire de travail s'en trouve réduite à un minimum, 80,39 % des patients traités par lentilles thérapeutiques dans l'étude publiée par Vandorselaer ont ainsi été en mesure de reprendre immédiatement leur activité professionnelle.

## ⑦ Les complications

Les lésions endothéliales et les néovascularisations cornéennes d'origine hypoxique ne sont plus guère à craindre avec les silicone hydrogels, certains matériaux dépassant largement le seuil de transmissibilité à l'oxygène de  $125 \times 10^{-9}$  requis par Harvitt et Bonanno. Les complications de type inflammatoire semblent cependant plus fréquentes avec les nouveaux matériaux à haut Dk. Selon une importante revue de la littérature (Szczołka-Flynn et Diaz, 2007), les infiltrats non infectieux sont plus fréquents chez les porteurs de lentilles en silicone hydrogel que chez les porteurs de lentilles en hydrogel. Il faut cependant interpréter ces chiffres avec grande prudence car la plupart de ces études sont biaisées par le temps de port qui est en général de 30 nuits pour les lentilles en silicone hydrogel et de 6 nuits pour celles en hydrogel étudiées. Sur le plan physiopathologique, ces réactions inflammatoires semblent souvent liées à une contamination des lentilles par des bactéries commensales peu pathogènes (Sankaridurg *et al.*, 2000). Il est prudent d'interrompre le port des lentilles et d'administrer un traitement antibiotique local (Cohen, 2000). Ces lésions guérissent rapidement sans laisser de séquelles, les infiltrats inflammatoires de la cornée devant avant tout être différenciés des ulcères infectieux de la cornée.

L'incidence annuelle des kératites infectieuses survenant chez les porteurs de lentilles thérapeutiques serait de 52 cas pour 10 000 porteurs (Liesegang, 1997), soit un risque deux à trois fois plus élevé que chez les porteurs de lentilles en hydrogel en port permanent (Cheng *et al.*, 1999). Cela ne paraît pas surprenant si l'on considère qu'il s'agit d'une surface oculaire pathologique favorisant l'invasion bactérienne

de la cornée et que le port permanent constitue en soi un facteur de risque supplémentaire. Le respect des indications, des mesures d'hygiène strictes lors de la pose des lentilles et un traitement antibiotique prophylactique devraient néanmoins permettre de diminuer ce risque. Ainsi, dans une très large étude rétrospective multicentrique portant sur 25 337 yeux traités par PKR entre 1995 et 2004, et tous traités par lentille thérapeutique et antibiothérapie prophylactique (Wroblewski, 2006), seuls 5 cas de kératite infectieuse ont été relevés. Il est impossible néanmoins d'en déduire une incidence annuelle. Comme le confirment de récentes études (Sauer *et al.*, 2016), les lentilles en silicone hydrogel n'ont hélas pas permis de réduire le risque infectieux.

## ⑧ Conclusion

Bien que les premières publications sur les lentilles thérapeutiques soient apparues à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, leur usage ne s'est véritablement répandu qu'après l'introduction des lentilles en hydrogel à partir de 1960. Depuis,

les lentilles de contact thérapeutiques ont fait preuve de leur utilité dans le traitement d'un certain nombre d'affections du segment antérieur. Elles permettent de soulager la douleur, favorisent la cicatrisation de la cornée, protègent la surface oculaire et peuvent être utilisées comme réservoir de médicaments. Leur utilisation impose le plus souvent un port permanent, source d'hypoxie cornéenne dès lors que la transmissibilité à l'oxygène ( $Dk/e$ ) des lentilles utilisées est inférieure à  $87 \times 10^{-9}$  voire  $125 \times 10^{-9}$ . Le  $Dk/e$  des lentilles en hydrogel conventionnelles ne dépassant pas  $40 \times 10^{-9}$ , leur utilisation en port permanent est devenue, à l'exception de quelques rares indications, obsolète. Seuls certains matériaux utilisés dans la fabrication des lentilles de contact rigides ainsi que celles en silicone hydrogel, atteignent ou dépassent ces seuils de transmissibilité à l'oxygène et elles doivent être utilisées en première intention. Le risque de complications est faible mais doit toujours être considéré avant toute adaptation.



## Références

- ▶ **Aquavella JV.** Therapeutic contact lenses. In: Kastl PR, ed. Contact Lenses. The CLAO guide to basic science and clinical practice. Vol. 3. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company; 1995. p. 67-77.
- ▶ **Arbour JD, Brunette I, Boisjoly HM, et al.** Should we patch corneal erosions? Arch Ophthalmol 1997;115(3):313-7.
- ▶ **Bürki E.** Augenärztliche Kontaktlinsenanpassung. Stuttgart:Enke Verlag;1991.
- ▶ **Burstein NL.** Corneal cytotoxicity of topically applied drugs, vehicles and preservatives. Surv Ophthalmol 1980;25:15-30.
- ▶ **Cheng KH, Leung SL, Hoekman HW, Beekhuis WK, Mulde PG, Geerards AJ, Kijlstra A.** Incidence of contact-lens-associated microbial keratitis and its related morbidity. Lancet 1999;354(9174):181-5.
- ▶ **Cohen EJ.** Management of small corneal infiltrates in contact lens wearers. Arch Ophthalmol 2000;118:276-7.
- ▶ **Dracopulos A, Dixon DG, Jones LW, et al.** In vitro assessment of medical device toxicity: interactions of benzalkonium chloride with silicone-containing and p-hema-containing hydrogel contact lens materials. Eye Contact Lens 2007;33(1):26-37.
- ▶ **Ehrich W.** Zur Geschichte der Kontaktlinse : die ersten 50 Jahre – Verbandschalen, Verbandlinsen, Albinismuslinsen, Medikamententräger. Contactologia 1992;14:90-5.
- ▶ **Engle AT, Laurent JM, Schallhorn SC, et al.** Masked comparison of silicone hydrogel lotrafilcon A and etafilcon A extended-wear bandage contact lenses after photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2005;31(4):681-6.
- ▶ **Frogozo M.** Occlusion Contact Lenses for Amblyopia. Contact Lens Spectrum 2016;31:50.
- ▶ **Fyodorov SN, Moroz ZI, Kramskaya ZI, et al.** Complex medical treatment of endothelial corneal dystrophy with the use of therapeutic collagen bandages. Vestn Oftalmol 1985; 6:33-6.
- ▶ **Galezowski X.** Sur la plaie cornéenne dans l'extraction de la cataracte et sur les moyens de prévenir la suppuration. Bull mém Soc Franç Ophthalmol 1886;4:217-26.
- ▶ **Gasset AR, Kaufmann HE.** Therapeutic uses of hydrophilic contact lenses. Am J Ophthalmol 1970;69:252-9.
- ▶ **Gilad E, Bahe I, Rotberg B, Weinberger D.** Therapeutic contact lens as the primary treatment for traumatic corneal erosions. Isr Med Assoc J 2004;6 (1):28-9.
- ▶ **Harvitt D, Bonanno J.** Re-evaluation of the oxygen diffusion model for predicting minimum contact lens Dk/t values needed to avoid corneal anoxia. Optom Vis Sci 1999;76(10):712-9.
- ▶ **Hersh PS, Rice BA, Baer JC, et al.** Topical non steroidal agents and corneal wound healing. Arch Ophthalmol 1990;108:577-83.
- ▶ **Höh H.** Verbandlinsen, Verbandschalen und Kontaktschalen – derzeitiger Stand und Perspektiven. Contactologia 1993;15:83-94.
- ▶ **Holden BA, Mertz GW.** Critical oxygen levels to avoid corneal oedema for daily and extended wear contact lenses. Invest Ophthalmol Vis Sci 1984;25:1161-7.
- ▶ **Karlgard CC, Jones LW, Moresoli C.** Ciprofloxacin interaction with silicon-based and conventional hydrogel contact lenses. Eye Contact Lens 2003;29(2):83-9.
- ▶ **Kim J, Conway A, Chauhan A.** Extended delivery of ophthalmic drugs by silicone hydrogel contact lenses. Biomaterials 2008;29:2259-69.
- ▶ **Kleinmann G, Larson S, Hunter B, Stevens S, Mamalis N, Olson RJ.** Collagen shields as a drug delivery system for the fourth-generation fluoroquinolones. Ophthalmologica 2007;221(1):51-6.
- ▶ **Liesegang TJ.** Contact lens related microbial keratitis. Part I: Epidemiology. Cornea 1997;16:125-31.
- ▶ **Mély R.** Lentilles thérapeutiques In: Malet F. Les lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. Elsevier Masson, Paris 2009:722-42.

- ▶ **Michael JG, Hug D, Dowd MD.** Management of corneal abrasion in children: a randomized clinical trial. *Ann Emerg Med* 2002;40 (1):67-72.
- ▶ **Montero J, Sparholt J, Mély R.** Retrospective case series of therapeutic applications of Lotrafilcon A silicone hydrogel soft contact lenses. *Eye Contact Lens* 2003;29:72-5.
- ▶ **Noecker R.** Effects of common ophthalmic preservatives on ocular health. *Adv Ther* 2001;18(5):205-15.
- ▶ **Quah SA, Hemmerdinger C, Nicholson S, Kaye SB.** Treatment of Refractory Vernal Ulcers with Large-Diameter Bandage Contact Lenses. *Eye Contact Lens* 2006;32(5):245-7.
- ▶ **Qin G., Zhu Z, Li S, McDermott A.M, Cai C.** Development of Ciprofloxacin-loaded contact lenses using fluororous chemistry. *Biomaterials* 2017;124:55-64.
- ▶ **Sankaridurg PR, Sharma S, Willcox M, Naduvilath TJ, Sweeney DH, Holden BA, et al.** Bacterial colonization of disposable soft contact lenses is greater during corneal infiltrative events than during asymptomatic extended lens wear. *J Clin Microbiol* 2000;38:4420-4.
- ▶ **Sauer A, Meyer N, Bourcier T.** Risk factors for contact lens-related microbial keratitis: A case-control multicenter study. *Eye Contact Lens* 2016;42 (3):158-62.
- ▶ **Schein OD, McNally JJ, Katz J, et al.** The incidence of microbial keratitis among wearers of a 30-day silicone hydrogel extended-wear contact lens. *Ophthalmology* 2005;112(12):2172-9.
- ▶ **Szaflik JP, Ambroziak AM, Szaflik J.** Therapeutic use of Lotrafilcon A silicone hydrogel soft contact lens as a bandage after LASEK surgery. *Eye Contact Lens* 2004;30:59-62.
- ▶ **Szczotka-Flynn L, Diaz M.** Risk of corneal inflammatory events with silicone hydrogel and low dk hydrogel extended contact lens wear: a meta-analysis. *Optom Vis Sci* 2007;84(4):247-56.
- ▶ **Vandorselaer T, Youssfi H, Caspers-Valu LE.** Traitement des érosions cornéennes traumatiques par l'association d'une lentille de contact, d'un collyre anti-inflammatoire non stéroïdien (AINS) et d'un collyre antibiotique : solution sûre, efficace et confortable. *J Fr Ophtalmol* 2001;4(10):1025-33.
- ▶ **Wichterle O, Lim D, Dreifus MK.** Problémú kontaktních čoček. *Cesk Oftalmol* 1961;17:70-5.
- ▶ **Willoughby CE, Batterbury M, Kaye SB.** Collagen corneal shields. *Surv Ophthalmol* 2002;47(2):174-82.
- ▶ **Wroblewski KJ, Pasternak JF, Bower KS, et al.** Infectious keratitis after photorefractive keratectomy in the United States army and navy. *Ophthalmology* 2006;113(4):520-5.





# Les lentilles rigides

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet

---

## Introduction

---

Selon l'enquête annuelle *International Contact Lens Prescribing* de Phil Morgan (Morgan *et al.*, 2019) réalisée depuis 2000, la France reste chaque année très largement au-dessus de la moyenne parmi de nombreux pays, pour la prescription et le renouvellement des lentilles rigides. Cette spécificité témoigne à la fois de l'expertise des ophtalmologistes adaptateurs et du souci de sécurité, de qualité de vision et de pérennité pour les porteurs. En effet, les lentilles rigides peuvent aider et accompagner le porteur à chaque moment de son existence, puisqu'elles sont prescrites aussi bien chez le bébé qu'aux âges les plus avancés.

---

## ① Matériaux

---

L'autre spécificité française, révélée par cette enquête sur les pratiques, est l'usage privilégié par les ophtalmologistes français des matériaux à très haut Dk, et leur utilisation quasi exclusive en cas de port prolongé.

Les lentilles de dernière génération sont fabriquées en fluoro-silicoacrylates, matériaux faisant partie du groupe III de la classification (ISO) des « Focon » ou matériaux rigides. Le silicone apporte l'oxygène, la fluorination améliore la mouillabilité et la résistance aux dépôts de mucus et de protéine (Vayr, 2009). Les très hauts Dk allient sécurité et confort et autorisent le port prolongé. Les matériaux comme le Boston XO2, Paragon HDS 100, Optimum Extrême (Contamac) offrent tous un Dk ISO supérieur à 100. Le record de perméabilité est à 160, longtemps tenu par le silanoxylstyrène-fluorométhacrylate ou matériau Z (Menicon) et qui autorisait un port prolongé jusqu'à un mois, vient d'être battu par l'Acuity 200 au Dk de 211.

Le matériau est du Fluoroxifocon A, produit par Acuity Polymers.inc (Tableau I) dont la perméabilité à l'oxygène est de 211. Il est compatible avec tous les produits d'entretien pour lentilles rigides et avec les traitements plasma et Hydra-PEG. Il est à ce jour proposé en option par le laboratoire LCS pour ses lentilles rigides ou sclérales, pour adapter les cornées régulières et irrégulières (Tableau I).

**Tableau I : Acuity 200 (LCS)**

ACUITY 200 (Fluoroxifocon A) Lentille perméable aux gaz (LRPG)	
Fabricant	Acuity Polymers, Inc
Matériau	Fluoroxifocon A
Méthode de production	Tournage
Filtre UV	oui
Rayons de courbure (variable selon la flèche)	4,0 mm à 11,5 mm
Rayons de courbure (Chord)	6,0 mm à 6,5 mm
Géométrie	Standard et inverse, surface antérieure asphérique
Diamètres	7,0 - 21,0 mm
Puissance	- 40, 00 à + 40,00 D
Cylindre	Jusqu'à 9 dioptries
Addition	+ 1,00 à + 4,00
Indice de réfraction	1,43
Perméabilité à l'oxygène	211
Gravité	1,18
Dureté	78
Modulus (Mpa)	933
Teinte	Pas de teinte, bleu, vert
Hydrophilie	< 1 %
Angle de mouillabilité	48°
Type de lentille	RGP et Sclérales
Indications	Les lentilles GP Acuity 200 et GP Acuity 200 avec HPT sont indiquées en port quotidien pour corriger les amétropies telles que myopie, hypermétropie et presbytie avec ou sans astigmatisme, pour les cornées non pathologiques ; mais aussi pour les cornées irrégulières telles que kératocône, dégénérescence marginale pellucide, post kératoplastie ou post chirurgie réfractive.

Tableau II : Tableau comparatif de certains matériaux

Gamme Boston Polymer Technology			
	Boston ES	Boston EO	Boston XO
Matériau	Enflufocon A	Enflufocon B	Hexafocon A
Dk Fatt/Iso	18 / 15	58 / 44	100 / 75
Angle de mouillabilité	52°	49°	49°
Indice de réfraction	1,443	1,429	1,415
Dureté	85,4	83	79,3
Couleur	Bleu/vert	bleu	Bleu/violet
Filtre UV	oui	oui	oui
Résistance à la casse	+++	++	++
Résistance à la déformation	+++	++	++
Port prolongé	+	++	+++
Film lacrymal lipidique	+++	+	+
Film lacrymal protéique	+++	+	+

Tableau III : Gamme Optimum (Contamac)

Gamme Optimum Contamac				
	Optimum Classic	Optimum Confort	Optimum Extra	Optimum Extrême
Matériau	Roflufocon A	Roflufocon C	Roflufocon D	Roflufocon E
Dk Fatt/Iso	26 / 19,5	65 / 49	100 / 75	125 (Fatt)
Angle de mouillabilité	12°	6°	3°	6°
Indice de réfraction	1,45	1,437	1,431	1,432
Dureté	83	79	75	77
Couleur	Bleu/vert	Bleu/vert	Bleu/vert	
Filtre UV	oui	oui	oui	oui
Résistance à la casse	+++	+++	++	++
Résistance à la déformation	+++	+++	++	++
Port prolongé	+	++	+++	+++
Film lacrymal lipidique	++	++	+	+
Film lacrymal protéique	++	++	+	+

La contrepartie de ces matériaux plus tendres, est une déformabilité plus rapide nécessitant un renouvellement plus fréquent, et un encrassement parfois rebelle qui requiert alors de modifier le matériau initial.

Le choix du matériau est fait en fonction de l'âge, du mode de port et de la qualité des larmes. Si toutes les gammes pédiatriques, comme par exemple Aéria® Kids (LCS), Pack Z junior (Menicon), PRE enfant, PRE AMYOPIC (Precilens), sont réalisées avec des matériaux à très haut Dk, à l'âge de la presbytie et des modifications de la qualité et de la quantité des larmes, diminuer le Dk peut aider à réduire l'encrassement de la lentille (ex : Optimum 65 pour l'Aéria® multifocale (LCS) ou l'EXPERT progressive® (Precilens).

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

Parmi les matériaux proposés actuellement, la gamme Optimum (Tableau III) en Roflucon A 26, C 65, D 100, E 125 (Contamac) offre plusieurs alternatives entre oxygénation et mouillabilité, mais aussi stabilité et reproductibilité. De plus, l'indice de réfraction élevé permet la réalisation de lentilles plus minces, appréciable pour les amétropies fortes car cela améliore le centrage et la stabilité.

## ② Gammes et paramètres

Les lentilles rigides à profil spécifique comme pour l'orthokératologie, et les lentilles pour les cornées pathologiques comme les lentilles pour kératocône, les lentilles sclérales et semi sclérales seront présentées dans d'autres chapitres.

### 2.1. Géométries

De nombreuses géométries sont maintenant disponibles pour optimiser les adaptations : priorité aux géométries sphéro-asphériques se déclinant ensuite avec des profils, toriques internes, toriques externes, bitoriques, dégagements toriques et géométries « confort ».

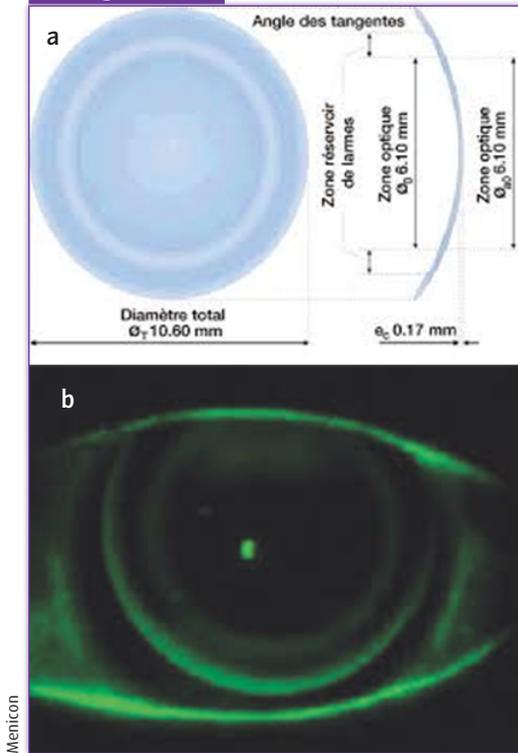
**Les géométries inverses** sont apparues pour répondre aux cornées devenues oblates dans les suites de la chirurgie réfractive (Menicon Plateau, Aéria® oblate (LCS)). Pour ces lentilles, le protocole d'adaptation diffère. Le rayon central de première intention est K - 0,20 mm, le rayon périphérique ou *edge-lift*, s'adapte ensuite. Le protocole d'adaptation du laboratoire fabricant devant être respecté.

Les évolutions se font vers une amélioration du confort par l'utilisation de diamètres plus grands, la modification du design des bords, la variation possible des dégagements, la présence de réservoir de larmes périphérique [géométrie Comfort de Menicon (Figure 1 a et b), PRE AMYOPIC (Precilens)]. Pour être pérenne, une adaptation en lentilles rigides se doit d'être parfaite, elle se juge sur le centrage de la lentille, la fluidité de la mobilité, et une image fluo harmonieuse. Le confort et la qualité de vision sont alors présents et l'adaptation partie pour de nombreuses années.

### 2.2. Gammes

Les lentilles rigides pouvant être comparées en contactologie au « sur-mesure », il est difficile de détailler les gammes tellement les possibilités sont larges si l'on réunit toutes les offres, que ce soit en matériaux, géométries, puissances, rayons, diamètres et dégagements.

Figure 1



1 a. Géométrie Comfort de Menicon.

1 b. En lumière fluo, on voit bien l'anneau périphérique « réservoir de larmes » entourant la zone optique centrale, puis la zone périphérique de la lentille alignée sur la cornée.

La plupart de ces lentilles sont présentées dans le Contaguide que l'on peut consulter en ligne (<http://www.contaguide.com>) ou en version papier. Une première sélection objective les lentilles existantes en fonction du type de correction souhaitée : amétropies sphériques, presbytie, astigmatisme, puis chaque lentille avec ses paramètres précis : matériaux, Dk, géométrie, diamètres, rayons, puissances, mode de port et de renouvellement et règles d'adaptation spécifiques du fabricant.

En fonction des habitudes de chacun, la recherche peut se faire aussi par laboratoire, cependant certains fabricants n'ont pas souhaité y être référencés (comme SwissLens, LCS).

### 2.3. Apport de la topographie

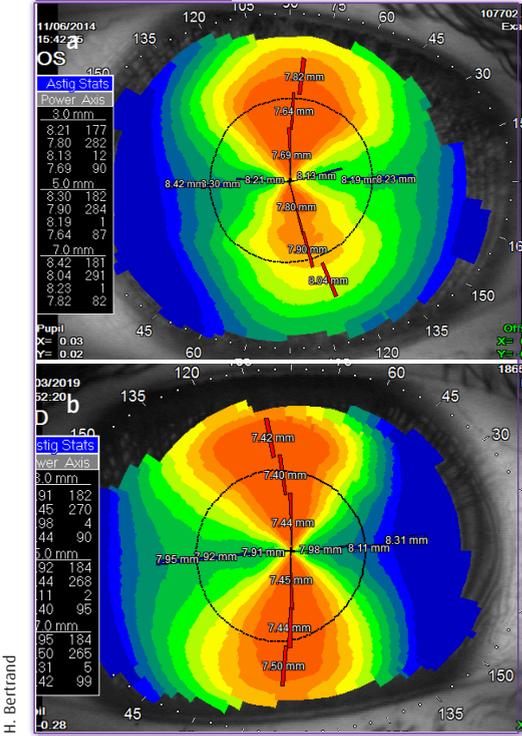
La topographie n'est pas indispensable pour l'adaptation des lentilles rigides, mais elle est un complément précieux, surtout en cas d'astigmatisme, car elle analyse l'ensemble de la cornée. Elle doit être fiable. Pour cela, les paupières sont largement ouvertes et les rivières lacrymales réduites, épongées entre chaque mesure. En cas de film lacrymal fragile, une goutte de substitut lacrymal peut être instillée.

Après avoir éliminé la présence d'un kératocône, l'étude de l'astigmatisme cornéen oriente le choix de la première lentille : si un astigmatisme central (Figure 2 a) peut être équipé par une lentille sphérique, pour un astigmatisme cornéen de limbe-à-limbe (Figure 2 b) une lentille à dégagements toriques (Ex : Aéria® DT, PRE DT) ou une géométrie torique interne sera choisie dès deux dioptries d'astigmatisme. De même, connaître la topographie cornéenne facilite l'interprétation des images fluo en cas d'asymétrie cornéenne et oriente l'optimisation.

La topographie objective l'excentricité et le diamètre de la cornée, ces éléments sont décisifs pour choisir entre une indication d'orthokératologie ou de lentille rigide.

Enfin, les topographies sont intégrées et analysées par les logiciels d'adaptation donnant de nombreux renseignements complémentaires.

Figure 2



Topographie d'astigmatisme central (a) et d'astigmatisme limbe-à-limbe (b).

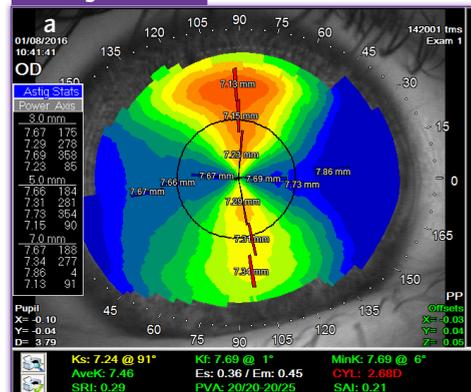
## 2.4. Apport des logiciels d'adaptation

Les laboratoires ont développé des logiciels pour faciliter l'adaptation de leurs lentilles. Chaque logiciel est spécifique du laboratoire et ne présente que les lentilles de celui-ci. Après avoir importé les topographies et complété la réfraction et le diamètre cornéen, il suffit de sélectionner l'onglet lentilles rigides pour faire apparaître la lentille de première intention. Ensuite, si nécessaire, l'optimisation se fait en complétant les menus déroulants, en fonction de l'image fluo, la mobilité et la réfraction complémentaire.

Ainsi, le laboratoire LCS propose le logiciel iAdapt™, de même Menicon propose Easyfit et Click & Fit pour Precilens. Si actuellement ces logiciels ne sont pas compatibles avec tous les topographes, ils sont en constant perfectionnement avec des mises à jour régulières.

Les logiciels de travail et d'adaptation sont des aides précieuses, ils éditent des ordonnances claires et facilement lisibles, limitant les erreurs de transmission et de commande. Ils gardent aussi l'historique des adaptations et de leur évolution. Mais il ne faut pas se laisser guider sans garder un esprit critique : est-ce que la lentille proposée est celle à laquelle vous aviez pensé en première intention, et sinon pourquoi ? L'ophtalmologiste garde la main et peut modifier la lentille. Les assistances techniques des laboratoires sont toujours disponibles par mail ou par téléphone pour répondre à nos questions et nous conseiller. Il est possible de leur envoyer des photos ou des vidéos permettant une meilleure analyse des images fluo (Figure 3 a,b,c,d).

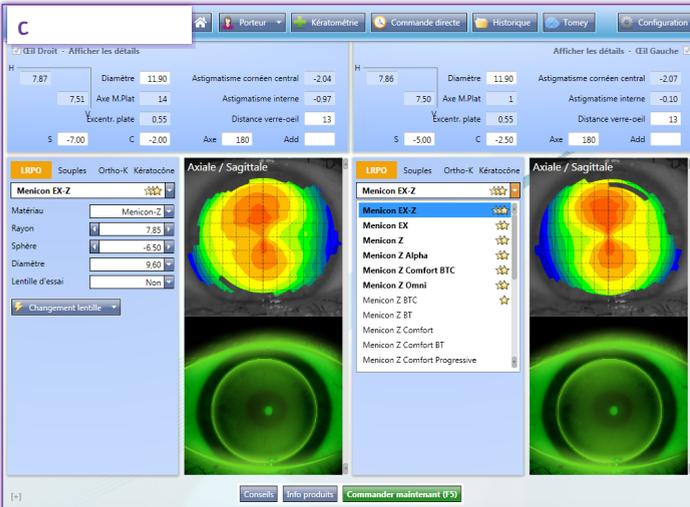
Figure 3



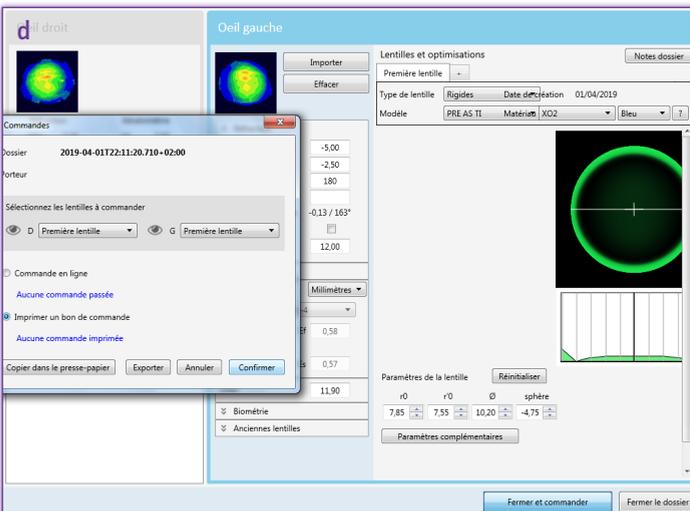
Adaptation à partir d'une même topographie en fonction des laboratoires et de leur logiciel.



Logiciel iAdapt™ de LCS.



Logiciel Easyfit de Menicon.



Logiciel Click & Fit de Precilens.

### ③ Avantages des lentilles rigides

#### 3.1. Sécurité

La transmission de l'oxygène autorisée par les hyper Dk est incomparable. Le diamètre toujours inférieur à celui de la cornée et la mobilité des lentilles rigides permettent le renouvellement des larmes cinq fois plus qu'en lentilles souples, limitant l'hypoxie et par conséquent les risques infectieux. Selon l'étude du Pr Boursier sur les kératites microbiennes (Becmeur *et al.*, 2017), l'adaptation en lentilles rigides et l'adaptation par un médecin ophtalmologiste sont des facteurs protecteurs dans la prévention de ces kératites sous lentilles de contact. Cependant, l'adaptation doit être parfaite : aucun point de kératite ponctuelle superficielle ne peut être toléré et les règles d'entretien et de déprotéinisation doivent être respectées.

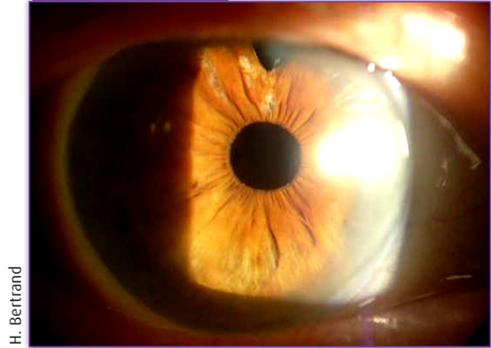
Les lentilles rigides sont les lentilles de première intention chaque fois qu'il faut privilégier une sécurité maximale, pour le port prolongé ou pour les enfants, mais aussi, les yeux uniques, les cornées fragiles ou traumatisées, les patients à risque infectieux, et enfin les amétropies fortes quand les lentilles sont portées de longues heures pendant de nombreuses années.

#### 3.2. Port prolongé

Dans l'enquête sur les prescriptions internationales (Morgan *et al.*, 2019), en France, le port prolongé n'est réalisé qu'en lentilles rigides. En effet, les lentilles rigides à haut Dk sont les seules lentilles autorisées en port prolongé, jusqu'à un mois pour certaines. Elles permettent d'adapter les âges extrêmes de la vie (Figure 4). Les critères d'Harvitt et Bonnano

qui sont les plus exigeants, reconnus pour le port prolongé, imposent un Dk/e minimal de 125. Bien que les adaptations soient de plus en plus rares chez les personnes âgées, quand l'habileté manuelle ou l'autonomie se réduit, les lentilles rigides rendent de grands services pour corriger des amétropies fortes, comme les aphaquies. Pouvoir dormir avec les lentilles limite les manipulations et optimise la vision et le confort de vie, repoussant la dépendance.

Figure 4



H. Bertrand

Madame G., 89 ans, aphaque, adaptée à l'âge de 40 ans.

Le port prolongé est utilisé surtout chez les bébés et les très jeunes enfants nécessitant d'être adaptés en lentilles de contact. En évitant les manipulations biquotidiennes et en permettant d'avoir la meilleure qualité de vision dès le réveil, le port prolongé garantit une meilleure stimulation visuelle ainsi qu'un réel confort. Bien que le port prolongé soit reconnu comme pourvoyeur de kératites microbiennes, en cas de lésion cornéenne et d'irritation, les lentilles rigides sont plus précocement symptomatiques. L'intolérance va rapidement faire pleurer l'enfant et les parents avertis enlèveront les lentilles. Cependant, il faut leur rappeler régulièrement qu'en cas d'infection ORL le port prolongé est interdit.

### 3.3. Qualité de vision

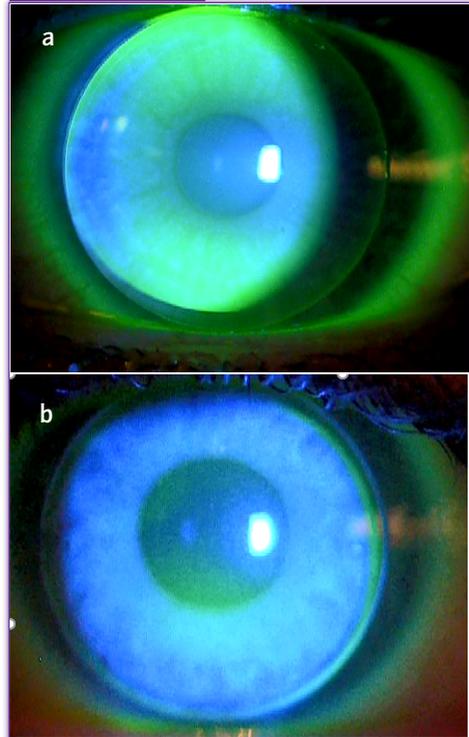
La qualité de vision est un atout très important des lentilles rigides. L'effet « bocal » souvent décrit au cours du premier essai est vite oublié. Les porteurs de lentilles rigides bénéficient d'une meilleure définition de l'image tout au long de la journée que les porteurs de lentilles souples. Cela est vrai chez les astigmates, qui après plusieurs essais en lentilles souples insatisfaisants, nous disent « enfin je vois net ! » Ceci se confirme aussi chez les myopes forts et les presbytes. Comme toutes les lentilles, en cas d'amétropie forte, elles apportent la restitution de la taille réelle des images par rapport aux verres correcteurs.

### 3.4. Astigmatismes cornéens

L'astigmatisme cornéen est l'indication privilégiée des lentilles rigides grâce à la qualité de vision inégalée qu'elles procurent et au développement des géométries toriques internes. Trop longtemps considérées comme des lentilles techniques pour hyper-spécialiste, elles ont pu se développer avec des règles d'adaptation simples basées sur la kératométrie, l'assistance technique des laboratoires, les logiciels d'adaptation. Leur succès tient surtout aux résultats satisfaisants en termes d'acuité et de confort. Réservées auparavant aux astigmatismes  $> 3$  D, les géométries toriques internes (Figure 5 a et b) s'adaptent maintenant dès 2 D si nécessaire. Et ce, pour améliorer la stabilité et le centrage, limiter les pertes ou la capture de poussière sous les lentilles, les points d'appui sur la cornée ou syndrome 3 h - 9 h et donc améliorer l'acuité et le confort. À titre d'exemple un patient dont la réfraction est : OD +1,25 (-3,75 à 20°) / OG +1,00 (-3,75 à 165°) avec un astigmatisme cornéen pur, ne

peut avoir une bonne qualité de vision qu'en lentilles rigides. Cependant, il va être surpris par notre choix, s'attendant à la prescription de lentilles souples jetables, il faudra expliquer les raisons du choix et l'accompagner au cours de l'adaptation.

Figure 5

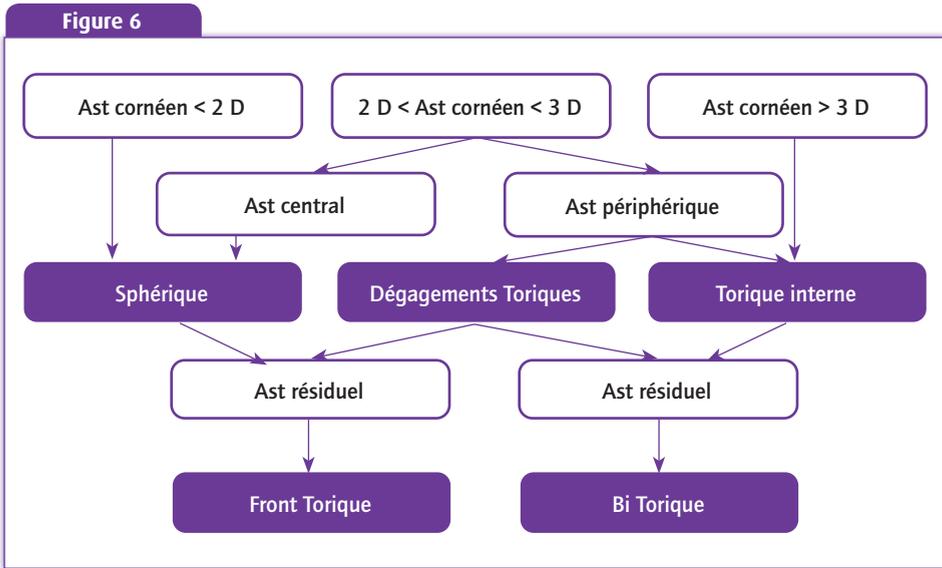


Lentille sphérique sur cornée torique (a) et lentille torique interne sur cornée torique (b) en lumière bleu cobalt et fluorescéine.

H. Bertrand

En cas d'astigmatisme résiduel, le passage en lentille bitorique se fait facilement en renseignant l'axe de stabilisation et le cylindre complémentaire.

Certains laboratoires proposent des lentilles à dégagements toriques, à privilégier quand l'astigmatisme cornéen n'est pas très important mais s'étend en périphérie.



Arbre décisionnel en fonction de l'astigmatisme.

Les géométries toriques externes destinées aux cornées sphériques en cas d'astigmatisme cristallinien sont utiles si l'amétropie sphérique est importante, sinon elles ne sont pas utilisées en première intention en raison d'une stabilité médiocre (Figure 6).

### 3.5. Presbytie

L'approche de la presbytie est toujours une source d'inquiétude pour les porteurs de lentilles, et ceux-ci sont soulagés d'apprendre qu'ils pourront poursuivre le port de leurs précieuses lentilles à l'âge où la quantité et la qualité des larmes diminuent. D'autant qu'ils sont toujours confrontés aux besoins visuels de la vie active : conduite, travail sur écrans, smartphone... Les lentilles rigides ne doivent pas être réservées qu'aux anciens porteurs mais proposées aussi aux nouveaux, pour la qualité de vision qu'elles peuvent leur offrir.

Les lentilles rigides sont une solution de première intention pour les presbytes avec astigmatisme cornéen, quand le cylindre domine par rapport à la sphère.

La gamme des lentilles rigides pour presbytes offre tous les modes de fonctionnement possibles. Que ce soit en vision simultanée, avec le choix des dominances en vision centrale, et le choix des tailles des zones optiques, ou en vision alternée. Ce sont les seules à pouvoir proposer une correction bifocale s'appuyant sur la translation de la lentille, utile aux porteurs qui souhaitent une parfaite vision de loin ou de près sans compromis. Cependant, si ces lentilles bifocales n'offraient pas de vision intermédiaire, ce défaut peut être maintenant résolu avec la lentille EXPERT Progressive® (Précilens) qui intègre une zone de vision intermédiaire (Figure 7).

Figure 7

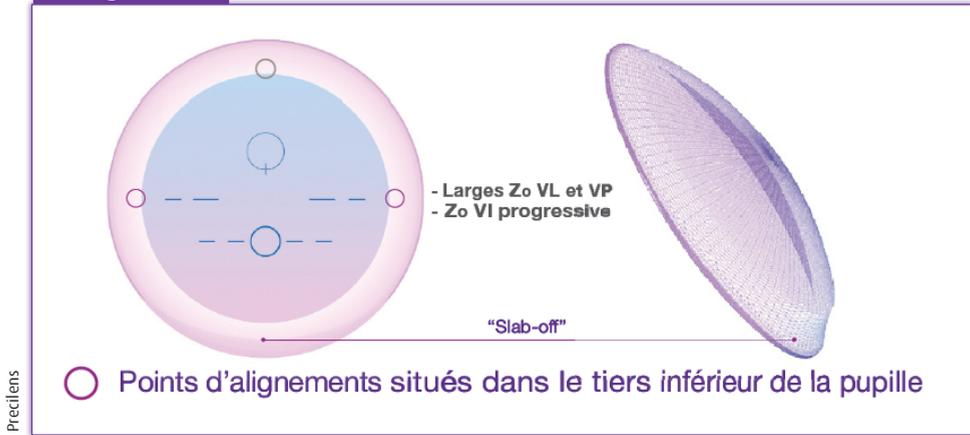
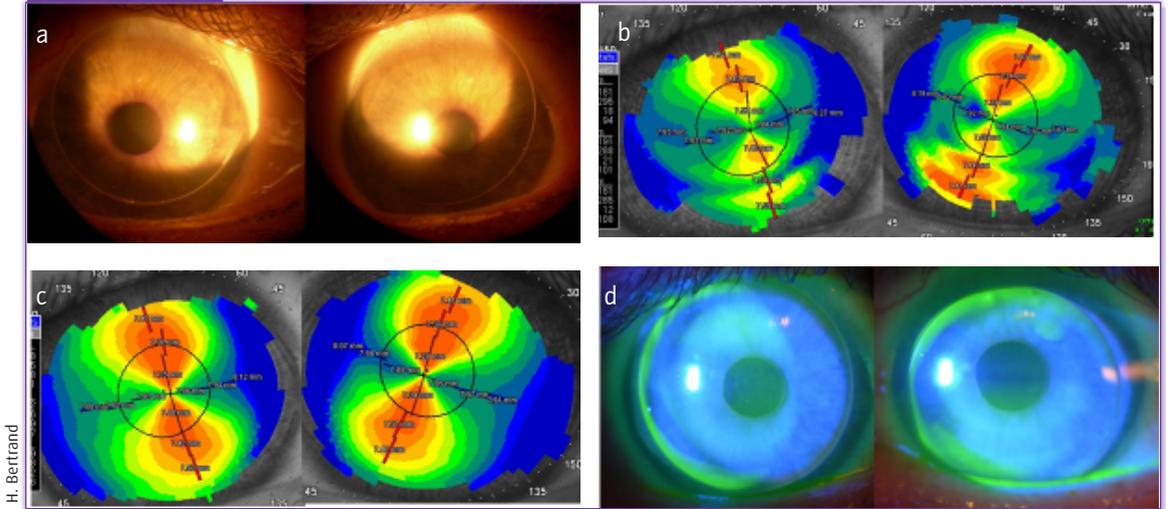


Schéma de la lentille EXPERT Progressive®.

S'il s'agit d'un ancien porteur qui, l'âge avançant, nécessite d'être équipé en lentilles corrigeant la presbytie, cela doit être considéré comme une nouvelle adaptation. L'interrogatoire cerner les habitudes actuelles du porteur et ses besoins visuels. La réfraction se fera en saturant l'hypermétropie mais sans négliger l'astigmatisme. Outre la qualité et la quantité des larmes, au fil du temps le tonus palpébral s'est aussi modifié et un léger ptosis est fréquent chez les porteurs de lentilles rigides au long cours, favorisant la capture et l'ascension de la lentille, surtout pour celles des myopes forts dont la face antérieure est plate. Une lentille suspendue sous la paupière ne permettra pas la translation nécessaire, tout comme une lentille ventousée au limbe inférieur en fin de journée du fait de l'absence de clignement. Il faut suspendre le port de lentilles quelques jours si nécessaire avant de revoir la réfraction, la kératométrie et la topographie pour éliminer tout retentissement cornéen (Figure 8).

Pour les nouveaux porteurs qui découvrent les lentilles rigides, l'usage de diamètres plus grands ou de géométrie « confort » avec une zone réservoir en périphérie (par exemple Menicon Z Comfort Progressive) peut faciliter l'adaptation. Il faut mettre en avant la qualité de vision et la moindre quantité de larmes nécessaire, insister sur l'importance du clignement surtout depuis l'usage intensif des écrans, prescrire des substituts lacrymaux pour favoriser l'accoutumance et optimiser le confort. Le port doit être progressif mais régulier et le porteur encouragé et accompagné.

Dans le cadre de la presbytie, on retrouve les indications privilégiées classiques des lentilles rigides que sont les amétropies fortes, les astigmatismes cornéens, les patients à haute exigence visuelle, les patients à risque infectieux important, et ceux pour lesquels on souhaite un port prolongé sécuritaire, mais aussi les échecs des lentilles souples en termes de qualité de vision.

**Figure 8**


H. Bertrand

8. a. Réadaptation d'anciennes lentilles fixées et b. Topographies correspondantes.  
8. c. Topographie 15 jours après le retrait et d. Adaptation en lentilles pour presbyte toriques internes.

La gamme des lentilles rigides pour presbytes est d'une grande richesse puisque l'on y retrouve toutes les géométries sauf les géométries inverses pour cornées oblates. Il est impératif après avoir actualisé la réfraction et recherché les dominances en vision de loin et de près, de suivre les règles d'adaptation de chaque fabricant. Les optimisations réfractives ne se feront qu'une fois la lentille parfaitement adaptée pour le centrage et la mobilité.

Les lentilles à vision simultanée concentriques progressives, permettant une vision intermédiaire, sont les plus prescrites. Elles sont adaptées en vision de près centrale ou en vision de loin centrale en première intention, en fonction des besoins et des habitudes des porteurs.

Les lentilles segmentées bifocales seront appréciées par les porteurs ayant une exigence visuelle élevée, de fortes amétropies, des additions fortes ou ceux ayant besoin d'une bonne vision nocturne (Peyre, 2013).

### 3.6. Les enfants

Les lentilles rigides sont les lentilles de première intention pour les jeunes pour toutes les raisons qui viennent d'être exposées. Elles allient respect physiologique, sécurité, simplicité d'adaptation et de surveillance, et surmesure.

- **Le sur-mesure** est intéressant car quand les plus jeunes nécessitent une adaptation, ce sont des indications médicales avec des paramètres souvent hors norme en puissance ou en kératométrie (microcornée par exemple).

- **Le respect physiologique** est assuré par la très haute perméabilité à l'oxygène des matériaux : toutes les lentilles enfants, formules junior ou kids des laboratoires sont à très haut Dk (matériau Z ou Boston XO2), et à renouvellement annuel impératif.
- **La sécurité** est meilleure car, en cas d'irritation ou d'infection, les lentilles rigides sont rapidement « bruyantes ». L'intolérance est plus rapide et le retrait plus précoce que pour un porteur de lentilles souples, la prise en charges d'éventuelles complications est donc plus rapide.
- **La simplicité d'adaptation** peut surprendre, mais les règles d'adaptation sont les mêmes que pour les adultes, et les jeunes enfants ont une sensibilité cornéenne moindre, tolérant immédiatement très bien les lentilles rigides, même en unilatéral.

Les plus jeunes peuvent dormir avec dès le premier soir. Les grands diamètres sont plus volontiers utilisés pour stabiliser les lentilles et éviter les pertes ou les luxations.

Les autokératoréfractomètres portables permettent des mesures précises des rayons de courbure, et dès l'âge de 5 ans, la topographie est réalisable. Les manipulations sont plus faciles que pour des lentilles souples car le diamètre est plus petit, elles ne se plient ou ne se retournent pas, pouvant aussi être glissées sous la paupière pendant le sommeil. L'usage d'une ventouse facilite le retrait.

- **La surveillance.** Il suffit d'une goutte de fluorescéine pour s'assurer de la bonne adaptation et de l'intégrité cornéenne. La fluorescéine est bien tolérée par les enfants et la lumière bleue ne les éblouit pas. Pour les enfants de moins de 10 ans, seules les indications strictement médicales

doivent être retenues : myopies fortes > 8 dioptries, aphaquies, strabismes accommodatifs et anisométries fortes > 3 dioptries ne pouvant être corrigées par lunettes. Chaque fois que les lentilles permettent de repousser les limites des lunettes et d'apporter une meilleure efficacité visuelle, elles doivent être proposées. Pour les plus jeunes, passée l'adaptation, la gestion des lentilles est assurée par les parents. Comme exposé plus haut, l'usage des hyper Dk permet le port prolongé, limite les manipulations souvent mal vécues par les parents autant que par les enfants, et permet une stimulation visuelle de qualité dès le réveil. Un accompagnement au long cours de ces familles sera mis en place avec un soutien orthoptique pour la rééducation des amblyopies, et un soutien psychologique pour passer certains caps si nécessaire. C'est un travail d'équipe. Il n'y a pas d'âge minimum et il est souvent plus facile d'adapter un bébé qu'un enfant de 3 ans.

### 3.6.1. Freination de la myopie

L'augmentation de la myopie au niveau mondial est décrite comme épidémique, avec une prévalence estimée à 54 % en Europe et 65 % en Asie, à l'horizon 2050 (Holden, 2016). La myopie < 8 dioptries ne fait pas partie des indications médicales reconnues, mais réduire son évolution de 50 % a une incidence importante pour l'avenir du myope. En effet, entre 4 et 8 dioptries, le risque de décollement de rétine est multiplié par 4 et le risque de maculopathie par 10. Là aussi les lentilles rigides ont une place de choix dans la lutte pour la freination de la myopie en réduisant le défocus hypermétrope, facteur favorisant de l'augmentation de la longueur

axiale. Pour les myopies inférieures à 6 dioptries, apparaissant en fin de primaire ou au collège, l'orthokératologie qui libère du port d'une correction dans la journée, offrant de nouveau l'emmétropie, a pris le pas sur les lentilles rigides et doit être proposée en première intention car c'est un mode de correction parfaitement adapté à cette tranche d'âge. La pratique de l'orthokératologie nécessite l'usage d'un topographe pour l'adaptation et la surveillance et un port quotidien nocturne de la part de l'enfant. Mais pour ceux qui ne sont pas éligibles à l'orthokératologie, si le sommeil est insuffisant ou de mauvaise qualité, si l'excentricité est trop faible ou si la myopie est  $> 6$  D, il est désormais possible de proposer une lentille rigide à très haut Dk, avec gradient de puissance pour créer la défocalisation myopique. De port diurne quotidien de 12 heures par jour minimum, elle offre de nombreux paramètres en diamètres, rayons et puissances jusqu'à  $-20,00$  D (Lentille PRE AMYOPIC de Précilens) (Figure 9). Cette lentille est une alternative à l'orthokératologie plus sécuritaire et plus complète que celle possible en lentilles souples défocalisantes, permettant aussi de corriger les astigmatismes cornéens jusqu'à 3 D.

### 3.6.2. L'enfant astigmaté

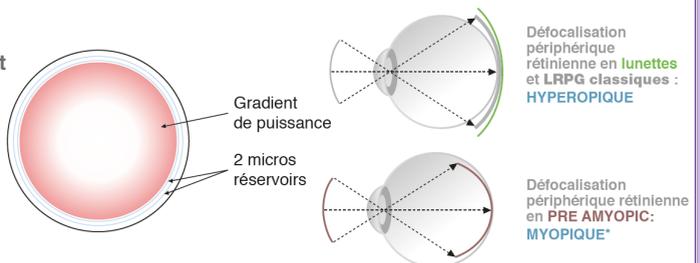
Pour l'adaptation des cornées astigmatées chez l'enfant, l'arbre décisionnel et le choix des géométries sont les mêmes que pour les adultes mais toujours en privilégiant les grands diamètres pour améliorer la stabilité et limiter les pertes.

Il faut vaincre la réticence des parents qui associent lentilles rigides à vieilles lentilles inconfortables, mais les arguments pour les convaincre en gardant un discours médical sont nombreux. Certains laboratoires ont élargi leur aides et garanties aux géométries toriques internes et externes (exemple : le Pack Z junior de Menicon ou la gamme PRE Enfant de Précilens).

Que ce soit pour les adaptations classiques ou pour la freination de la myopie, les laboratoires offrent des conditions particulières pour l'adaptation des plus jeunes. Ils garantissent une haute perméabilité à l'oxygène et des efforts commerciaux au niveau du prix ou des garanties en cas de casse ou de perte [exemple Aéria® Kids (LCS), Pack Z Junior (Menicon), PRE Enfant ou PRE AMYOPIC (Précilens)].

Figure 9

- **Gradient de puissance**  
Crée la défocalisation myopique en rétine périphérique permettant de contrôler l'évolution de la longueur axiale et de la myopie.
- **2 micros réservoirs périphériques**  
Permettent une plus grande stabilité de la lentille, une bonne vision et un confort augmenté.



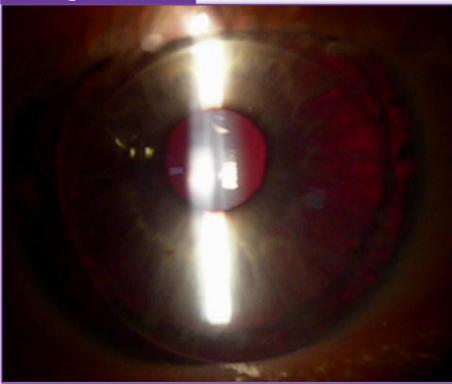
Lentille PRE AMYOPIC.

### 3.7. Les nystagmus

Le nystagmus, chez l'enfant comme chez l'adulte, s'accompagne souvent d'amétropies fortes, que ce soit myopie ou hypermétropie associées à des astigmatismes importants, des pathologies oculaires amblyogènes (dystrophie rétinienne, albinisme), et donc des acuités visuelles basses. Les positions de blocages de ces nystagmus sont souvent décentrées par rapport aux lunettes.

La correction par lentilles libère de la contrainte de centrage et permet au porteur d'utiliser sa position de confort. Les lentilles rigides sont là aussi de première intention, qualité de vision et sécurité pour ces porteurs dont l'acuité visuelle est réduite, la stabilité de la vision est indépendante du mouvement de la lentille entraînée par le nystagmus chez l'astigmate, mais aussi facilité de manipulation (Figure 10).

Figure 10



H. Bertrand

Patient souffrant de nystagmus sur albinisme équipé en lentilles rigides.

## ④ Inconvénients

### 4.1. Le confort

#### • Lors de l'adaptation

La vulgarisation des lentilles a mis au premier plan les lentilles souples, leur renouvellement fréquent ou quotidien et leurs avantages, synonymes de confort, de liberté et de modernité. Les lentilles rigides évoquent malheureusement encore trop souvent une image de lentille « dure » difficile à tolérer, ou rappellent aux parents le souvenir de leur première adaptation en lentilles. Or les inconvénients peuvent être limités et vite oubliés face aux avantages, si les lentilles sont adaptées avec professionnalisme et si les porteurs sont accompagnés pour leurs débuts.

#### • Comment limiter les inconvénients à l'adaptation ?

Les lentilles rigides demandent une accoutumance. Il faut prévenir le porteur que le confort n'est pas immédiat. Le port doit être régulier quotidien et rapidement progressif : 2 à 3 heures les premiers jours, puis en augmentant le temps de port sur une dizaine de jours. Tous les fabricants de lentilles rigides offrent des garanties. Un contrôle à un mois de port permet d'optimiser l'adaptation. Ce contrôle doit s'effectuer le plus tard possible dans la journée.

L'acuité visuelle satisfaisante n'est pas le seul garant d'une bonne adaptation. L'image fluo, le centrage, la mobilité et l'*edge-lift* participent à la pérennité. Aucune atteinte épithéliale ne doit être



tolérée. Cependant, le confort ressenti ou exprimé est très subjectif, il est intéressant de demander au porteur de noter le confort sur une échelle de 1 à 10, 10 étant la meilleure note. Si la note est inférieure à 7, malgré une adaptation satisfaisante, la poursuite du port est incertaine. Le confort à un mois est donc important pour l'avenir de l'adaptation et il faut tout faire pour l'optimiser en accompagnant et remotivant le porteur. La prescription de substituts lacrymaux, à utiliser à volonté à la moindre gêne, aide à passer le cap des premières semaines.

- **Chez un ancien porteur**

Si un inconfort apparaît chez un ancien porteur, il faut en rechercher la cause et éliminer d'abord les facteurs indépendants des lentilles par un interrogatoire minutieux du patient. Les conditions de travail des porteurs ont changé. Le travail sur deux écrans en simultané, l'usage intensif des smartphones, réduisent de manière importante la fréquence du clignement, donc créent un syndrome évaporatif et provoquent un ventousage des lentilles en inférieur ou un syndrome 3 h - 9 h. Toute modification de la réfraction ou des phories, modification de la qualité ou de la quantité des larmes par un traitement hormonal ou diurétiques, peut provoquer un inconfort. De même, les variations de tonus ou de la dynamique palpébrale : ptosis, rétraction palpébrale, chirurgie palpébrale vont perturber le centrage et la mobilité des lentilles.

## 4.2. Pertes, luxations et poussières captives

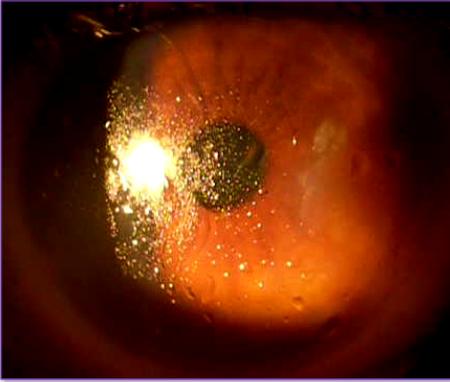
Le risque de perte est plus fréquent avec des lentilles rigides, de par leur diamètre plus petit que celui des lentilles souples, et de par leur mobilité à chaque clignement. Que ce soit pour les pertes, les luxations ou les poussières captives, cela se produit le plus souvent dans les premiers temps, puis les paupières deviennent « vigilantes » et les pertes se font plus rares. Pour les limiter, il faut adapter le diamètre en fonction de la taille des fentes palpébrales et optimiser le centrage, la mobilité et les dégagements périphériques, changer pour une géométrie torique interne si nécessaire. Les bonnes habitudes de manipulation (bien installé, loin du lavabo) évitent aussi pertes et casses. L'usage d'une petite ventouse facilite le retrait d'une lentille luxée sur la conjonctive et permet aussi de récupérer, sans l'abîmer, la lentille tombée dans le mauvais sens. Le port de verres solaires à l'extérieur protège du vent des poussières et de l'éblouissement. Cependant, les lentilles rigides sont contre-indiquées pour la pratique de tous les sports aquatiques, des sports violents, comme le rugby ou le basket, ou comportant des sauts, comme la gymnastique.

## 4.3. Encrassement

Ces adaptations au long cours se poursuivent sur plusieurs décennies et sont soumises aux modifications physiologiques des larmes du porteur, ainsi qu'aux modifications de son environnement ou de ses conditions de travail. Certains porteurs adaptés depuis

de nombreuses années se trouvent confrontés brutalement à des conflits de surface (Figure 11) altérant leur qualité de vision, et nécessitant le retrait et le nettoyage des lentilles.

Figure 11



H. Bertrand

Dépôt par conflit de surface.

Plusieurs pistes sont alors à explorer.

- **L'hygiène palpébrale** : les produits de maquillage ont eux aussi évolué, les produits « *waterproof* » encrassent plus vite les lentilles. Le maquillage du bord libre inférieur obstrue les glandes de Meibomius et encrasse les lentilles si le massage au retrait n'est pas suffisant. Le démaquillage quotidien est impératif après avoir enlevé les lentilles. Certains soins de paupières permettent d'améliorer la qualité des larmes comme la pose de masque (à appliquer chaud) sur les paupières pour fluidifier les sécrétions (ex : Thera Pearl®) associée au massage du bord des paupières avec des solutions ou des lingettes adaptées. Ces soins doivent être poursuivis régulièrement au long cours.

- **L'optimisation de l'entretien** : le temps de massage de la lentille au retrait est incontournable. Il peut être complété par l'usage d'une solution de nettoyage (Oté Clean, Spray & Clean). La déprotéinisation hebdomadaire classique peut devenir plus fréquente. Parmi les produits d'entretien quotidien récents, le Cleadow GP à base de povidone, inclut une déprotéinisation quotidienne.
- **Une diminution de la perméabilité à l'oxygène du matériau** peut solutionner un conflit de surface rebelle, comme passer du matériau Z au matériau EX en gardant la même géométrie de lentille.
- **Le traitement Hydra-PEG®**, à base de polyéthylène glycol peut être appliqué lors du renouvellement des lentilles pour améliorer la mouillabilité, la lubrification et le confort, et limiter les dépôts. Il provoque un effet « *mucine like* » qui enrobe la lentille. Il est appliqué sur demande lors du renouvellement des lentilles (LCS) et est efficace 1 an. Cependant, les porteurs ne doivent pas masser les lentilles qui ont ce traitement de surface. Les lentilles ne doivent jamais être conservées à sec et il faut respecter les solutions d'entretien compatibles.

## Conclusion

Le profil des lentilles a changé, celui des porteurs également. L'époque où ils gardaient leurs lentilles rigides 5 à 10 ans sans renouvellement est terminée. Lors de l'adaptation il faut expliquer pour motiver, puis accompagner.



Ensuite, une surveillance régulière est nécessaire pour actualiser les géométries et anticiper les besoins du patient. Mais plus que jamais, grâce à l'expertise médicale qui encadre leur adaptation, les lentilles rigides apportent sécurité et qualité de vision, quel

que soit l'âge et quelle que soit l'amétropie. Sans parler des cas de cornées pathologiques où elles rendent de grands services. En constante évolution, elles sont à la pointe de l'actualité, comme pour la presbytie ou la freination de la myopie.

## Références

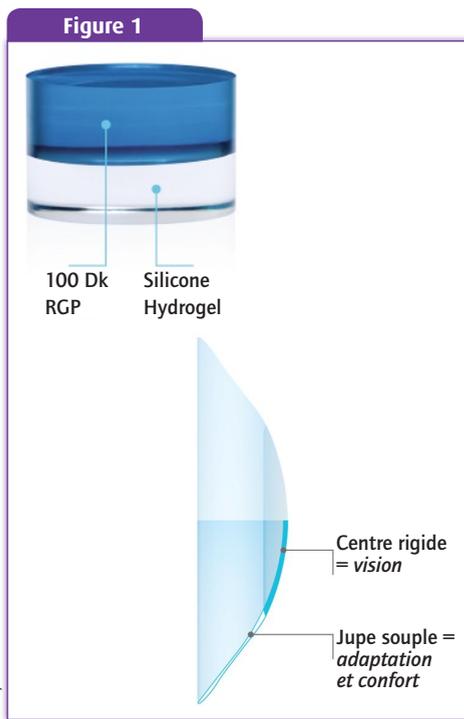
- **Becmeur Ph, Abry F, Boursier T, Meyer N, Sauer A.** The french study Group for contact lens-related microbial keratitis. *J Fr Ophtalmol* 2017;40(3):224-31.
- **Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, et al.** Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123 (5):1036-42.
- **Morgan PB, Efron N, Jones L, Merchan B NL, Grupcheva CN, Jones D, et al.** International contact lens prescribing. *Contact Lens Spectrum* 2019;34:26-32.
- **Peyre C.** Adaptation du myope presbyte. Dans : Berthemey S. Myopie et lentilles de contact. Rapport de la SFOALC. Med-Line Eds Paris 2013. Chapitre 3, pages 111-46.
- **Vayr F.** Adaptation en lentilles rigides. Dans : Malet F. Les Lentilles de contact. Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie. Masson Paris, 2009;8:264-96.

# Les lentilles hybrides

Dr Jean-Philippe Colliot

Une lentille hybride est la fusion d'une lentille rigide et d'une jupe (périphérie) souple (Figure 1).

Cet exploit technique est réussi et les lentilles actuelles gardent l'assemblage solidaire.



La technologie Hybride. En haut palet hybride, en bas lentille EyeBrid™. Zone centrale rigide pour la qualité de vision. Jupe souple pour l'adaptation et le confort.

## Historique

Les lentilles hybrides ont été inventées en 1973 par Louis J. Page, avec comme objectif de « fournir l'acuité visuelle de la lentille rigide et le confort de la lentille hydrophile avec la possibilité d'intégrer une correction visuelle multifocale ». Elles conservent, avec succès, cet objectif 46 ans plus tard avec certains progrès majeurs dans leurs performances, les matériaux et les géométries.

Quelques dates de mise à disposition en France de lentilles hybrides :

- 1983 : **Saturn** est en PMMA, jupe en hydrogel. La durée de port est limitée.
- 1985 : **Softperm** a le même matériau mais sa géométrie est modifiée (il faut cependant faire bailler la jupe pour augmenter la clairance et permettre ainsi une oxygénation correcte).
- 1985 : **Janus**.
- 2012 : **EyeBrid™ 1.0 hydrogel**. La partie rigide a une meilleure transmissibilité mais des problèmes de séparation des deux éléments persistent, surtout lors de l'entretien par peroxyde.

- 2014 : **EyeBrid Silicone™ (EBS de LCS)**. La jupe est en silicone hydrogel, la partie centrale en fluorosilicoacrylate. Le renouvellement est à 3 mois. La polymérisation permet une jonction solide qui résiste désormais à tout type d'entretien pour lentilles souples.
- 2017 : **SynergEyes Duette® et Ultra-Health® (UH)**, toutes deux distribuées par Menicon. Elles ont également une jupe en silicone hydrogel et une partie centrale à hyperDk. Le renouvellement est à 6 mois.
- 2018 : **EyeBrid™ AirKone (EBAK)** La zone rigide est une lentille de géométrie cône avec *edge-lift* modulable.
- 2019 : **Eyebrid™ Oblate (EBO)**. La zone rigide a une géométrie oblate pour une adaptation post-chirurgie réfractive et post-greffe.

## ① Caractéristiques de la lentille hybride

Les caractéristiques d'une lentille hybride dépendent tout d'abord du type de cornée à équiper, à savoir cornée régulière ou non et, ensuite, des besoins visuels de l'utilisateur, à savoir lentille unifocale ou multifocale.

Les performances visuelles doivent être identiques à celles d'une lentille rigide perméable aux gaz (LRPG) mais le confort, la stabilité et le centrage doivent être améliorés.

Pour les cornées irrégulières, l'adaptation de la zone optique, et plus généralement de la composante rigide, doit compenser l'irrégularité cornéenne ; la jupe étant responsable en grande partie du centrage et de la mobilité.

Légèrement moins confortables que les lentilles souples (LS), elles restent une solu-

tion de recours en cas d'inconfort avec les LRPG ou de vision insuffisante ou encore d'aberrations trop présentes avec les LS.

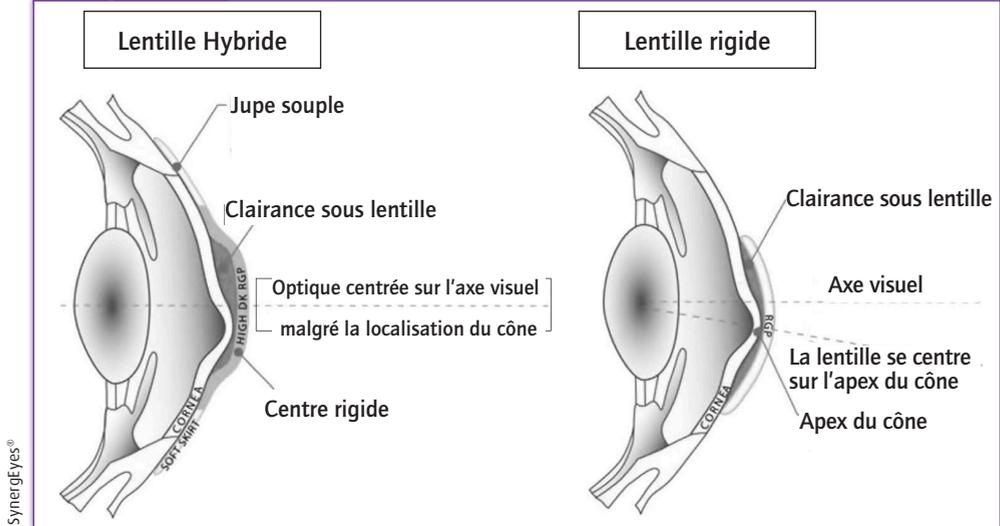
Elles peuvent, en revanche, être une solution à envisager dès le premier échec d'une LS multifocale torique pour les astigmatas porteurs de LS devenus presbytes.

## ② Quand penser aux lentilles hybrides ?

Les circonstances les plus fréquentes sont variées :

- En cas d'« **intolérance** » aux LRPG alors que l'indication est bien posée et l'adaptation correcte.
  - Soit il s'agissait d'un porteur de LS dont les résultats sur le confort visuel étaient devenus insuffisants et pour lequel l'adaptateur a testé une rigide. Ce passage par les rigides avant d'en venir aux hybrides a un intérêt cependant, car ainsi le porteur aura une sensation de meilleur confort, alors que c'est l'inverse en cas de passage direct de la LS à l'hybride.
  - Soit c'est une première adaptation en LRPG mais le patient reste symptomatique après avoir tenté un port régulier.
- En cas de problème de **centrage** : une lentille rigide, surtout de petit diamètre comme le sont les lentilles à géométrie de kératocône, va toujours se centrer sur l'apex du cône. Or celui-ci est le plus souvent décentré en inférieur. La lentille hybride permet de garder le centre de la zone optique de la partie rigide dans l'axe visuel, contrairement à une LRPG dont la zone optique devra être assez grande pour englober l'axe visuel (Figure 2).

Figure 2



L'intérêt d'une hybride est le centrage.

- Le **décentrement d'une LRPG** peut également justifier l'adaptation d'une hybride, soit parce que la cornée est irrégulière avec en particulier un kératocône périphérique ou une dégénérescence marginale pellucide, soit parce que le patient a bénéficié de l'implantation d'anneaux cornéens qui rendent très instable la tenue de la LRPG.
- En **alternative au piggy-back** quand celui-ci devient trop contraignant du fait de l'entretien et de la manipulation, par exemple.
- En cas d'**équipement unilatéral** en LRPG, souvent difficile du fait de l'asymétrie de sensations. Il sera tout de même tenté et rapidement modifié en cas de besoin. On peut en rapprocher le **port occasionnel** dans l'indication d'une LRPG quand la LS n'est pas souhaitable.
- Après **kératoplastie**. L'un des principaux problèmes d'adaptation en lentilles cornéennes est la gestion de l'appui sur la zone périphérique du greffon et de la jonction avec la cornée receveuse. Les lentilles sclérales qui s'affranchissent du contact cornéen peuvent être une solution. Toutefois, si l'adaptation en LRPG montre un alignement acceptable, mais n'est pas tolérée (centrage, sensation), on trouvera dans la lentille hybride deux atouts : moins de manipulations qu'avec une sclérale et moins de difficultés à obtenir une clairance régulière sur une cornée dont la hauteur ne l'est pas.
- Après **kératotomie radiaire**. Les dernières interventions ont été réalisées, en France, dans les années 1990-1995, et les patients sont demandeurs aujourd'hui d'une compensation de la presbytie.



Il faut néanmoins rester prudents vis-à-vis de la néovascularisation sur la berge des incisions. La jupe de la lentille hybride est certes en silicone hydrogel (SiHy) mais d'une transmissibilité moitié moindre que les LS actuelles pour cornées régulières. La géométrie oblate de la partie rigide va y trouver une excellente indication.

- **Une forte amétropie ou une grande corneée** qui vont diminuer l'adhérence de la LRPG, surtout pour les fortes hypermétropies ou l'aphaïque. Le grand diamètre total, la grande zone optique et la relativement bonne transmissibilité vont faire de l'hybride une alternative intéressante.
- **Un syndrome 3 h - 9 h symptomatique** est une excellente indication puisque la cause est supprimée par le recouvrement de la zone de dessèchement.
- Une **vision instable en lentilles souples progressives** peut être améliorée par la diminution des aberrations que la lentille rigide procure (Montani, 2015).
- Enfin, pour les **astigmates**, l'hybride peut être une solution :
  - en cas de vision fluctuante avec les LS toriques, surtout si l'astigmatisme cornéen antérieur est prédominant ;
  - en cas de fort astigmatisme avec forte amétropie associée, en ayant si besoin recours aux profils toriques ;
  - pour les astigmates presbytes chez qui elle trouve une indication élégante en évitant les problèmes de stabilisation d'axe (Atchison, 1995 ; Abou Samra *et al.*, 2018 ; Lipson et Musch, 2007 ; Piñero, 2015).

### ③ Avantages et inconvénients de la lentille hybride

#### 3.1. Avantages

- Confort en cas d'intolérance des rigides ;
- Qualité optique équivalente aux rigides ;
- Partie rigide à géométrie kératocône ;
- Port occasionnel possible ;
- Matériaux perméables : jupe en SiHy, zone rigide de haut Dk ;
- Excellente résistance (pas ou très peu de déchirures).
- **Pour l'EyeBrid™ :**
  - possibilité de profils toriques, de traitement Hydra-PEG ;
  - adaptation simplifiée pour l'EBAK et l'EBO : adapter la rigide et prescrire l'hybride puis modifier éventuellement la jupe.
- **Pour la Duette® :**
  - matériaux de très haute perméabilité et bon confort de port. Possibilité d'utiliser la fluorescéine habituelle ;
  - surface interne sphérique même pour cornée torique (sous réserve, cf. cas clinique) ;
  - jonction extrêmement solide, le retrait est possible sans ventouse.

#### 3.2. Inconvénients

- Manipulation et surtout retrait difficile ;
- Coût double de celui de la LRPG ;
- Adaptation chronophage pour l'UltraHealth® ;
- Confort moins bon qu'une lentille souple en silicone hydrogel de dernière génération ;
- Interdiction d'utiliser la fluorescéine liquide pour l'EyeBrid™.

#### ④ Comparaison de l'hybride avec les autres types de lentilles (Montani, 2018) (Tableau I)

Tableau I : Comparaison entre l'hybride et les autres types de lentilles (d'après Montani, 2018)		
Hybride vs	Avantages	Inconvénients
LRPG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus confortables : jamais de poussières sous la lentille pendant le port</li> <li>• Période d'adaptation plus rapide</li> <li>• Meilleur centrage</li> <li>• Qualité de vision plus stable</li> <li>• Moins d'interactions mécaniques avec la cornée</li> <li>• Pas de luxation</li> <li>• Aucun risque de syndrome 3 h - 9 h</li> <li>• Des puissances négatives plus faibles sont nécessaires sur l'UltraHealth® car le ménisque de larmes est fortement négatif du fait de la proximité entre <math>r_0</math> et Kératométrie</li> <li>• Adaptation unilatérale possible</li> <li>• Port occasionnel possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pose et dépose plus difficiles</li> <li>• Adaptation plus longue pour les cornées irrégulières</li> <li>• Remplacement plus fréquent : coût plus élevé</li> </ul>
Hybride vs Lentille souple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualité de vision meilleure et plus stable</li> <li>• Stabilisation de la lentille non nécessaire pour corriger l'astigmatisme</li> <li>• Meilleure vision pour les patients présentant des aberrations importantes d'ordre élevé</li> <li>• Plus efficace pour la correction de la presbytie chez les patients astigmatés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût plus élevé</li> <li>• Adaptation plus difficile</li> <li>• Moins confortable</li> <li>• Pose et dépose plus difficiles</li> <li>• Remplacement moins fréquent</li> </ul>
vs Piggy-back	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion plus facile</li> <li>• Entretien plus facile</li> <li>• Meilleure transmission de l'oxygène</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entretien moins spécifique souple/rigide</li> <li>• Impossible de remplacer seulement un des matériaux de la lentille</li> </ul>
vs Sclérales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jupe souple épousant la forme sclérale</li> <li>• Moins de ventousage</li> <li>• Réduction de l'effet «de buée» induit par les débris lacrymaux emprisonnés derrière la lentille</li> <li>• Clairance inférieure plus facilement atteinte</li> <li>• Optique de la lentille plus proche de la pupille d'entrée</li> <li>• Meilleure transmission de l'oxygène</li> <li>• Profil torique plus simple à adapter</li> <li>• Profil multifocal beaucoup plus simple à adapter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus difficile à ajuster sur des profils très asymétriques ou des cornées très irrégulières</li> <li>• Remplacement plus fréquent : coût plus élevé</li> <li>• Adaptation de l'UltraHealth® plus chronophage</li> <li>• Pas d'indication dans les syndromes secs</li> </ul>

## ⑤ Lentilles disponibles en France en 2019

### 5.1. Pour les cornées régulières

Ce sont principalement l'EyeBrid Silicone™ (EBS de LCS) et la Duette® (SynergEyes®) (Figures 3, 4, 5).

L'EyeBrid Silicone™ est usinée à partir d'un palet de conception française (LCS), la Duette® est importée des États-Unis. Ces lentilles ont une possibilité de multifocalité.

Elles se rejoignent sur le mode d'adaptation. On peut en effet se passer d'une boîte d'essais et calculer la première lentille en fonction de la kératométrie et de l'amétropie.

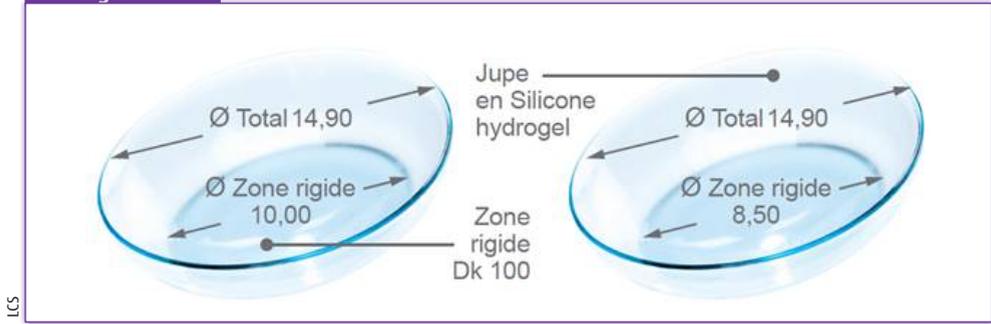
La première pose est réalisée avec une lentille ayant les paramètres du patient. L'optimisation est alors simple, au niveau de la mobilité, de la congruence cornéenne, et éventuelle surréfraction.

Elles sont légèrement différentes de par leur géométrie, surtout au niveau de la jonction entre partie rigide et souple (Figure 6), et de la transmissibilité. Les paramètres hors normes sont plus étendus pour l'EyeBrid Silicone™ que pour la Duette® avec, notamment, la possibilité de profils toriques postérieurs, antérieurs et bitoriques sur les unifocales comme sur les multifocales que la Duette® ne propose pas (Tableau II).

Tableau II : Comparaison entre EyeBrid Silicone™ et Duette®

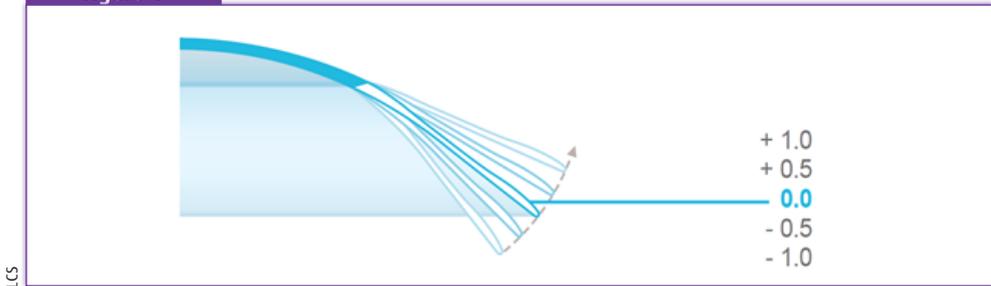
Pour la Zone Rigide	
<b>EyeBrid Silicone™</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\emptyset_{RPG}</math> : 8,50 ou 10,00 mm</li> <li>• <math>R_0</math> : 4,40 à 10,00 mm par 0,05 mm</li> <li>• P : + 40,00 à - 40,00 D</li> <li>• Possibilité d'une teinte de manipulation différente droite/ gauche</li> <li>• Tous cylindres</li> <li>• Add : + 0,75 à + 3,00 D par 0,25</li> <li>• Dk : 100</li> </ul>	<b>Duette®</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\emptyset</math> LRPG : 8,50 mm</li> <li>• <math>R_0</math> : 7,10 à 8,30 par 0,10 mm</li> <li>• P : + 10,00 à - 15,00 D (par 0,5 et par 0,25 de + 8 à - 8)</li> <li>• Pas de cylindre</li> <li>• Add : + 1,00, +1,75 et + 2,50 D</li> <li>• Dk : 130</li> </ul>
Pour la Zone souple	
<b>EyeBrid Silicone™</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\emptyset_T</math> : 14,90 mm (14 et 15,50)</li> <li>• SiHy teneur en eau 50 %</li> <li>• Dk 50 (Ficon V3)</li> <li>• Modulus <math>\leq</math> 0,60 Mpa</li> <li>• Jupes (J) - 1,0 à + 1,0 par 0,25</li> <li>• J + 0,5 = Jupe plus plate</li> <li>• J 0.0 = Jupe standard</li> <li>• J - 0,5 = Jupe plus serrée</li> </ul>	<b>Duette®</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\emptyset_T</math> : 14,50 mm</li> <li>• SiHy teneur en eau 30 %</li> <li>• Dk 84</li> <li>• Modulus 0,60 Mpa</li> <li>• SC SoftCushion :</li> <li>• 8,7 (Plat 2)</li> <li>• 8,4 (Plat)</li> <li>• 8,1 (Medium)</li> <li>• 7,90 (serré)</li> </ul>

Figure 3



Lentilles pour cornées régulières : EyeBrid Silicone™.

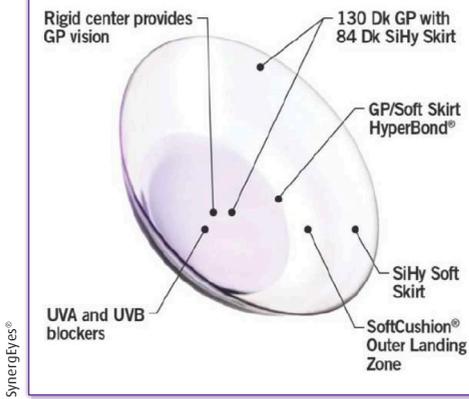
Figure 4



Lentilles pour cornées régulières : adaptation de la jupe de l'EyeBrid Silicone™.

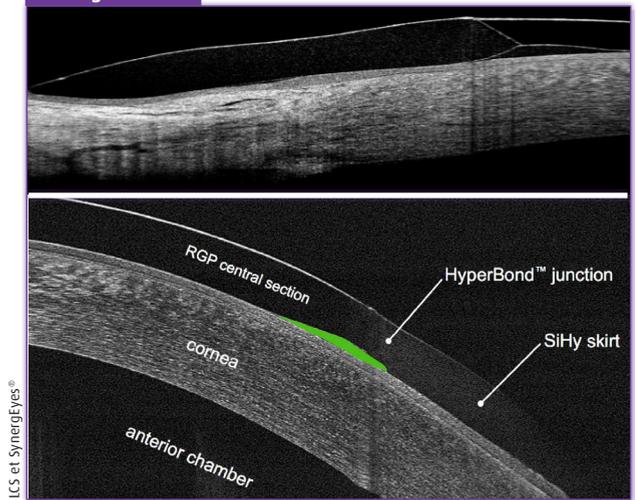
Figure 5

### Duette Lens Design



Lentilles pour cornées régulières : Duette®.

Figure 6



Zones de jonction entre partie rigide et partie souple de l'EyeBrid™ (en haut) et de la Duette® (en bas).

Les modifications de la jupe s'expriment différemment selon les lentilles :

- Pour l'EBS en unités absolues de - 1 à + 1, par pas de 0,5 en sachant que sur demande spéciale les limites peuvent être repoussées et le pas réduit à 0,25 (Figure 4).
- Pour la Duette® en rayons (*Soft Cushion* = SC) allant du 8,7 mm pour le plus plat à 7,90 mm pour le plus serré, par pas de 0,3 mm.

Il est important de noter que l'adaptation de la partie rigide prime, même pour la stabilité et le centrage de la lentille. Si, et seulement si, l'image fluo de la zone rigide est bonne alors on peut modifier la jupe en cas de mobilité anormale ou de décentrement.

Cette image fluo est obtenue à l'aide de bandelettes à macromolécules (Fluorexon) pour l'EBS (sous peine de colorer irrémédiablement la jupe) et avec de la fluorescéine à 0,5 % pour la Duette®.

## 5.2. Pour les cornées irrégulières

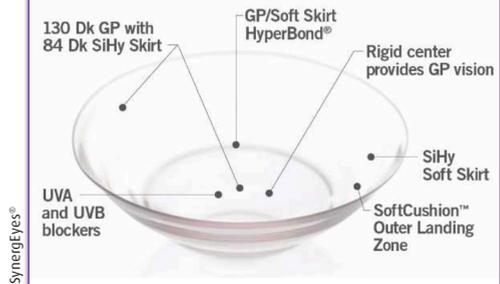
L'EyeBrid™ AirKone (EBAK de LCS) et l'UltraHealth® (UH de SynergEyes®) (Figure 7).

Les deux lentilles diffèrent totalement car l'EBAK va reprendre une adaptation préalable en AirKone™, lentille rigide à géométrie kératocône, sphéro-asphérique à *edge-lift* variable puis une commande hybride sur cette base. L'UH, quant à elle, devra être essayée et évaluée au moins une heure après la pose puis en fin de journée ; l'adaptation de la jupe étant intimement liée à la qualité du résultat, la dissociation adaptation jupe-adaptation centre est impossible (Carracedo *et al.*, 2014 ; Flitcroft, 2012 ; Nau, 2008 ; Hashemi *et al.*, 2014).

Figure 7

### UltraHealth Lens Design

**Aspheric Reverse Geometry Vaulted Lens Design**  
14.5mm diameter, 8.5mm GP, 6.0mm optic zone

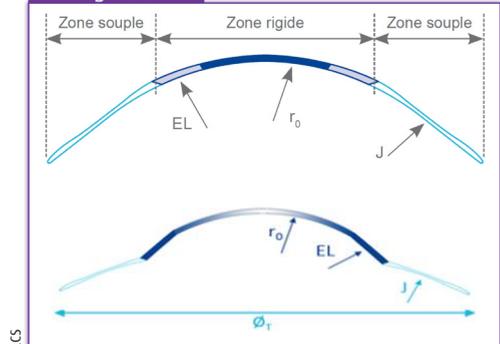


Lentille pour cornées irrégulières : UltraHealth®.

## 5.3. Pour les cornées oblates

Après chirurgie réfractive ou kératoplastie, l'EyeBrid™ Oblate (EBO de LCS) (Figure 8) et l'UltraHealth® Flat Curve (UHFC de SynergEyes®).

Figure 8



Lentilles pour cornées irrégulières : EyeBrid™ AirKone en haut, EyeBrid™ Oblate en bas.

Là encore, pour l'EBO, l'essai se fait à partir de la boîte d'essais de la rigide (Aeria™ Oblate) et la commande de lentille aura pour objet principal l'adaptation de la jupe.

Pour l'UltraHealth® FC il faudra disposer de la boîte d'essais.

**À noter que la durée de vie des lentilles diffère : 3 mois pour l'EBS, l'EBAK et l'EBO et 6 mois pour la Duette® et l'UH.**

L'EBS, l'EBAK et l'EBO sont disponibles avec un traitement de surface Hydra-PEG (ancrage de polyéthylène glycol sur la surface) qui prévient les dépôts lipidiques ; intéressant pour certains patients encrassant rapidement leurs lentilles dont la surface devient hydrophobe par adhésion lipidique. Ce traitement est fragile et ne supporte pas les frottements (massages, savonnages), ni les produits à base d'alcool, ni la déprotéinisation chlorée et les abrasifs. Il peut néanmoins être refait si ses effets ont disparu. Attention également au stockage qui ne doit jamais se faire à sec.

Les lentilles SynergEyes® sont également éligibles au traitement de surface Hydra-PEG, mais pour le moment uniquement aux États-Unis (en attente du marquage CE).

## ⑥ Protocole d'adaptation des lentilles EBS et EBAK

### 6.1. La première lentille d'essai

#### 6.1.1. Pour une cornée régulière

Elle est choisie en fonction de la kératométrie plate (K), le rayon  $r_0$  étant égal au K si celui-ci est supérieur à 7 mm, le diamètre total de départ est de 14,9 mm et la puissance celle de la réfraction lunettes ramenée au sommet de la cornée.

Le diamètre rigide standard est de 8,5 mm mais pour les grands diamètres pupillaires, il est conseillé de choisir 10,00 mm. La jupe standard est à 0.

Si l'astigmatisme dépasse 80/100 (4 dioptries), un profil torique interne peut être commandé, il faut alors adapter le  $r_0$  sur K et  $r'_0$  sur  $K' + 0,2$  et modifier la réfraction en conséquence. On conseille également de réduire le diamètre de la partie rigide à 8,5 mm.

Sur des cornées un peu moins toriques, on peut aligner le rayon serré sur le K' mais il faut ouvrir le rayon plat sur le K de 10/100 et vérifier la réfraction qui risque d'être modifiée de ce fait.

Les lentilles EyeBrid TI™ bénéficient d'un double système de stabilisation : le tore Interne en zone rigide et un système de stabilisation complémentaire en zone souple (il sera nécessaire lors de la prescription de préciser l'axe du K plat afin de stabiliser correctement la lentille).

S'il s'agit d'une presbytie, on déterminera l'œil préféré en vision de loin qui aura un profil Distance (correction de loin centrale), l'œil adelphe ayant la correction Near (vision de près centrale). Attention à saturer l'hypermétropie et à ne pas sur-corriger la myopie (maximum convexe) comme pour toute adaptation de lentilles multifocales (Lampa *et al.*, 2012) et on choisira l'addition minima à laquelle on rajoutera la réserve accommodative, soit + 0,75 chez le myope, mais moins chez l'hypermétrope. Certains utilisent l'addition prescrite pour les lunettes, mais attention à ne pas sur-additionner car les lentilles n'ont pas l'effet grossissant des lunettes.

En cas de K inférieur à 7 mm, et a *fortiori* si la cornée est irrégulière, on privilégie le diamètre rigide de 8,5 mm en s'alignant sur

le K moyen auquel on rajoutera 0,20 mm. Il s'en suivra une modification de puissance puisqu'il faudra tenir compte du ménisque positif de larmes créé par ce serrage.

### 6.1.2. Pour les cornées irrégulières (prolates)

L'adaptation est améliorée par l'arrivée de géométries spéciales pour kératocône, telle l'EyeBrid™ AirKone, optimisant les alignements lentille-cornée au centre mais surtout aux bords de la zone rigide par rapport aux EBS de Ø 8,5.

C'est l'EyeBrid™ AirKone, pour laquelle il faut d'abord adapter l'AirKone™.

Le  $r_0$  de la première lentille d'essai sera égal au K moyen au-dessus de 6 mm et au K moyen + 0,20 mm en dessous. Il faut immédiatement vérifier en fluo la clairance centrale : une zone légèrement sombre doit se deviner à l'apex du cône et ne pas devenir trop marquée après quelques clignements.

Une fois le centre bien adapté, il faut évaluer la périphérie : le dégagement aux bords ou *edge-lift* (EL) devra montrer environ 1 mm de fluo répartie sur toute la circonférence.

Plusieurs modifications peuvent être réalisées :

- modifications symétriques en ayant la possibilité d'ouvrir (par pas de 0,1 jusqu'à + 3) ou de fermer (jusqu'à - 2) ;
- modifications asymétriques ne touchant qu'un ou deux quadrants.

La zone comprise entre la zone optique  $r_0$  et l'EL peut également être modifiée indépendamment ( $r_1$ ), pour éviter un contact sur le genou d'un greffon ou l'apex d'une dégénérescence marginale pellucide, par exemple.

Attention aux modifications de puissance lors des changements de rayons, la règle n'est plus  $0,25 \partial / 0,05$  mm en dessous d'un rayon de 7 mm.

Pour connaître la valeur exacte de la différence du ménisque de larmes induite et donc de la différence de puissance de la lentille à commander :

- soit appliquer la formule :  

$$P = 337.5/r_1 - 337.5/r_2$$
 ( $r_1$  rayon de la lentille 1,  $r_2$  de la lentille 2) ;
- soit reprendre la table de conversion cornéenne mm/dioptrie pour ajuster la puissance.

Lors de l'essai d'AirKone™, l'adaptateur peut juger de la tolérance du patient à l'égard de la lentille rigide et est libre d'adapter soit en LRPC, soit en hybride qui reste une ultime intention.

La commande de l'EBAK reprendra le  $r_0$  et l'EL de l'AirKone™, la jupe sera en première intention de 0 et la puissance celle de l'AirKone™ essayée, à laquelle on aura rajouté la surréfraction ramenée au sommet de la cornée.

### 6.1.3 Pour les cornées irrégulières (oblates)

L'Aeria™ oblate est basée sur la topographie : le  $r_0$  sera plus serré que le K moyen de 0,2 mm en cas de chirurgie réfractive. Pour les adaptations post-greffe, c'est parfois beaucoup plus serré et inférieur au K moyen. L'excentricité sera à 0 pour une excentricité cornéenne de - 0,5, par pas de  $\pm 0,1$ .

## 6.2. L'optimisation

Elle se base sur :

- **l'acuité visuelle et la surréfraction** : sphérique, torique (un tore externe est possible s'il améliore réellement l'acuité). Pour les progressives, on testera vision de loin et vision de près : une vision de loin insuffisante fera agir sur l'œil équipé de la lentille D pour tenter de l'améliorer (jouer sur la sphère soit en rajoutant un verre négatif, soit en cas d'hypermétropie insuffisamment corrigée un verre positif). Inversement, une vision de près insuffisante fera augmenter la sphère de la lentille N. Si nécessaire, dans un deuxième temps, une fois les sphères réglées, une modification de l'addition sera plus contributive en termes d'acuité mais moins en termes de confort si on l'augmente.
- **le centrage et la mobilité** : si le patient se plaint d'inconfort, une évaluation de l'alignement cornéen s'impose en premier lieu : lentille trop serrée (clairance de la fluo trop importante au centre avec parfois bulles d'air) ou trop plate (pas de fluo au centre), dégageant trop (anneau de fluo large ou bulles d'air emprisonnées en périphérie) ou au contraire serrant (cercle périphérique de fluo trop fin) feront modifier le  $r_0$  ou l'excentricité.

Après quelques heures de port, l'analyse de la cornée au retrait de la lentille permet également d'évaluer l'alignement de la zone rigide :

- un piqueté localisé au centre signe un rayon central trop plat. Il est préconisé de diminuer le  $r_0$  par pas de 0,10 mm ;
- un piqueté localisé à la jonction signe un rayon central trop serré ou un déga-

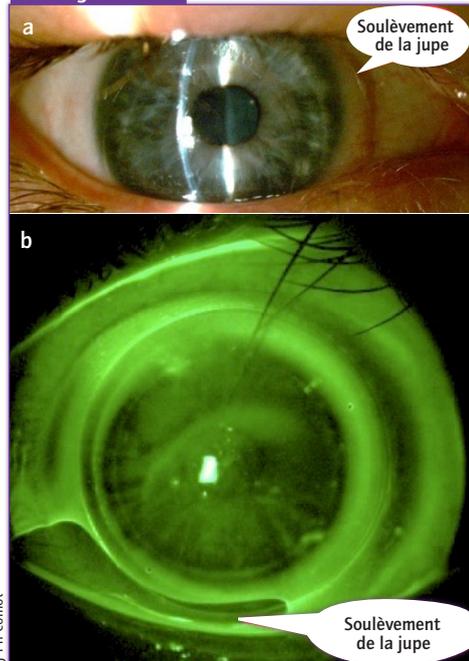
gement trop faible : il est préconisé d'augmenter le  $r_0$  par pas de 0,10 mm ou d'augmenter le dégagement (excentricité ou EL en fonction de la géométrie utilisée) ;

- un piqueté généralisé sur la zone rigide est souvent le signe d'un ventousage (lentille non mobile ni au clignement, ni au *push-up* test).

Une hyperhémie conjonctivale, un blanchiment sous la jupe ou un *push-up* test insuffisant à mobiliser la lentille fera aplatis la jupe d'un pas (+ 0,5).

Une lentille inconfortable avec une mobilité trop importante ou la présence de bulles d'air sous la jupe la fera resserrer d'autant (Figure 9).

Figure 9



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

Au retrait de la lentille, une analyse de la cornée en fluo avec filtre jaune recherchera une atteinte cornéenne. En cas de kératite ponctuée centrale, la lentille est trop plate ; si périphérique, la lentille est trop serrée.

## ⑦ Protocole d'adaptation des Duettes® (pour une cornée régulière)

### 7.1. La première lentille

Elle est choisie en fonction de la kératométrie plate (K), le rayon  $r_0$  étant plus serré de 10 à 15/100 que le K. On tend à préférer tant que possible 15/100. En effet, la partie rigide ne touche pas la cornée et la jonction se fait en fin de dégagement de la partie rigide, lequel est plus important qu'une lentille rigide classique. L'asphéricité prolata de la partie rigide couplée à la géométrie inverse de la jupe offrira un alignement idéal lentille/cornée quand le  $r_0$  choisi est 0,15 mm plus serré que K.

La limite inférieure est une cornée de 7,20, excluant ainsi la plupart des cornées irrégulières et le diamètre total est unique : 14,5 mm. À noter que les rayons ont un pas de 0,1 et non de 0,05.

Le rayon standard de la jupe est plat (SC 8,40), sauf pour les grandes cornées (au-delà d'un diamètre cornéen horizontal de l'iris visible (DHIV) de plus de 11,7) pour lesquelles on doit resserrer à 8,10. Il ne faut pas hésiter à utiliser 8,10 en première intention dans ces cas.

La puissance ramenée au sommet de la cornée, avec prise en compte du ménisque convergent créé par le serrage (ainsi pour

10/100 rajouter - 0,5  $\Delta$  et pour 15/100 rajouter - 0,75  $\Delta$ ), en tenant compte des limites + 10 à - 15 (pas de 0,25 de + 8 à - 8 et pas de 0,5 au-delà).

Attention, pas de profil torique, il ne faut donc pas d'astigmatisme interne > une dioptrie. En revanche, un astigmatisme cornéen antérieur peut être compensé en théorie jusqu'à 6  $\Delta$  mais, en pratique, le risque de contact est important dans le méridien plat. Un resserrage bien supérieur à 10-15/100 est nécessaire, en augmentant si besoin l'épaisseur de la partie rigide.

Une nouvelle règle de rayons dans les fortes toricités est préconisée :

- < 2 D :  $r_0$  0,10 à 0,15 mm plus serré que K ;
- 2 D à 3 D,  $r_0$  0,20 mm plus serré que K ;
- 3 D à 5 D,  $r_0$  0,30 mm plus serré que K ;
- 5 D à 6 D,  $r_0$  0,40 mm plus serré que K.

Pour la multifocale, nous disposons de la correction centrale de près (avec une zone progressive de 3 mm) et devrions bientôt disposer, en France, de la correction centrale de loin (réglable de 1,8 mm à 4,0 mm et sélectionnée en fonction de la taille de la pupille photopique : 1 mm de moins environ). Le maximum convexe et l'addition minimale font donc privilégier l'addition de + 1 (en dessous de + 1,5) et de + 1,75 (en dessous de + 2,5) plutôt que le + 2,5. Attention, les sphères sont comprises entre + 5,5 et - 10.

À noter que la Duettes® progressive vision de loin centrale est à l'étude avec comme indication la freination de la myopie chez l'enfant ou l'adolescent en cas d'échec de l'orthokératologie.

### 7.2. L'optimisation

Elle va dépendre de la réfraction complémentaire :

- en dessous de  $0,75 \Delta$ , on va rajouter ce chiffre à la puissance de la lentille ;
- au-delà de  $\pm 1$ , ce peut être un problème d'alignement de la partie rigide, à rechercher par l'étude en fluo.

Pour la mobilité, (Tableau III) il faut obtenir 0,5 à 1 mm de mouvement, éventuellement au *push-up* test. Si la mobilité est insuffisante, on doit, là aussi, vérifier l'image fluo. Si la partie rigide est trop serrée, un aplatissement peut suffire à régler le problème de la mobilité. Sinon, on aplatira la jupe.

Commencer par aplatir la jupe risquerait de modifier la répartition du poids de la lentille sur les zones d'appui et de transférer la pression à la périphérie de la zone rigide avec un décentrement.

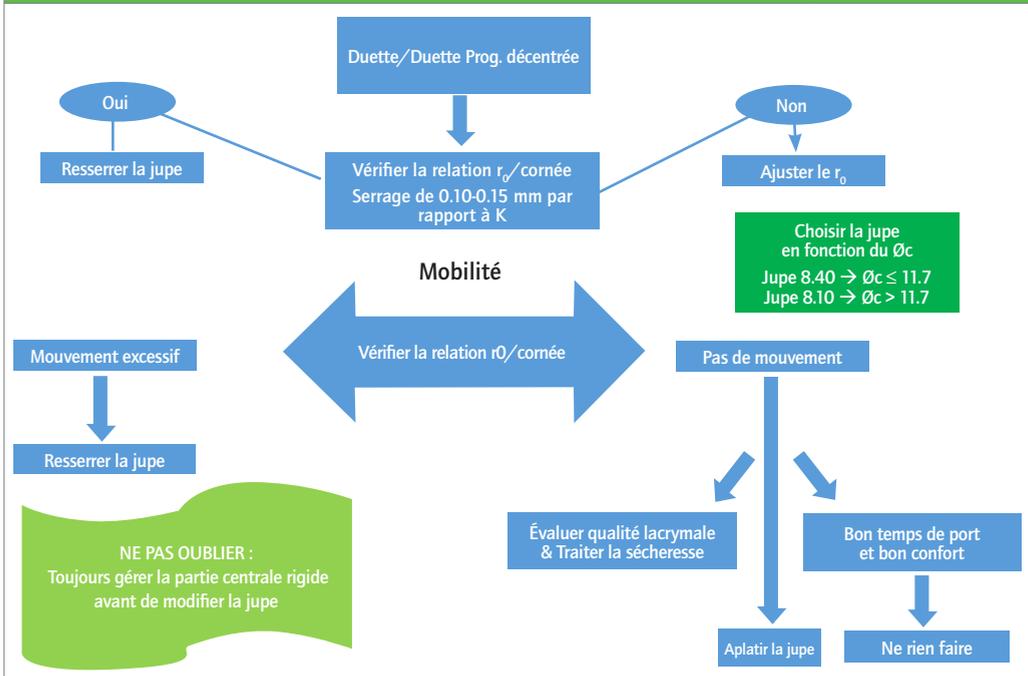
Si aplatir la jupe n'a pas réglé le problème d'une mobilité insuffisante, la resserrer peut être proposé, ce qui peut sembler contradictoire mais on retrouve parfois ces résultats en lentilles souples : le centre de gravité, plus en avant et plus en contact avec les paupières, induit plus de mobilité.

Dans le cas inverse, une mobilité excessive signe peut-être une partie rigide trop plate, sinon, on resserrera la jupe.

Cette conduite à tenir est la même pour un décentrage (Tableau III).

Pour les profils multifocaux, comme pour la plupart des lentilles de presbytie, une optimisation de sphère est à privilégier avant de modifier l'addition, il faut tenter d'améliorer la vision déficiente en vérifiant que l'autre vision n'est pas atteinte (dans ce cas, on a recours à une modification unilatérale). L'optimisation privilégiera une bascule de sphères

**Tableau III : Optimisation d'une Duette® (mobilité et décentrage)**



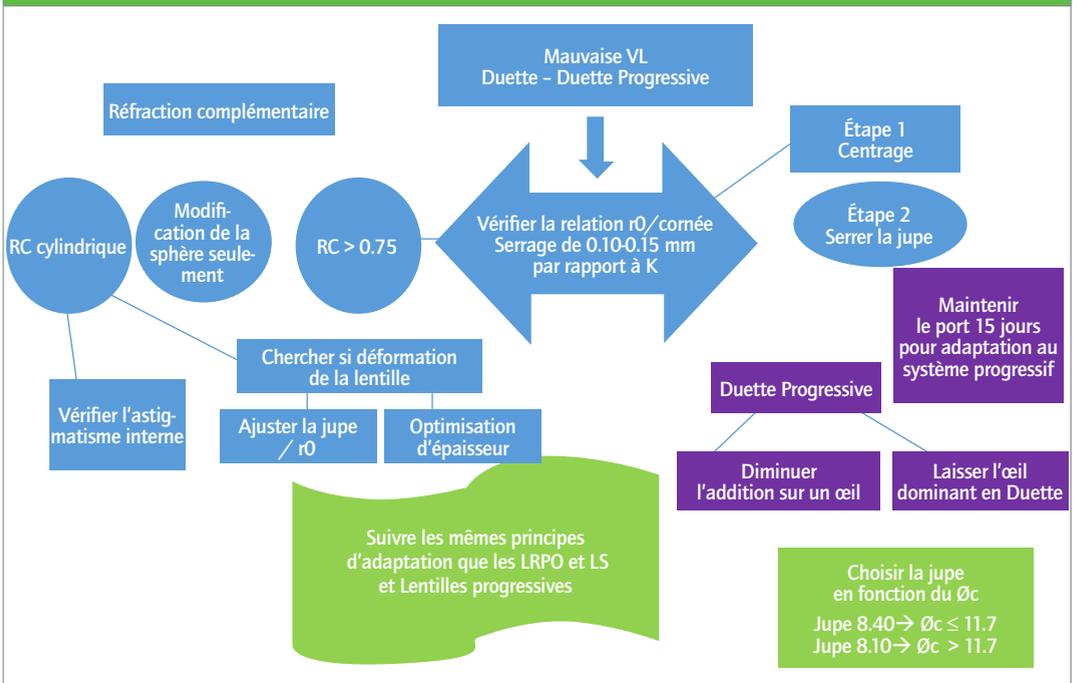
en rajoutant - 0,25 à l'œil préféré en cas de plainte en vision de loin ou + 0,25 à l'autre si la plainte porte sur la vision de près. Dans un second temps, on pourra jouer sur l'addition si la première optimisation n'est pas suffisante, mais bien que le gain d'acuité soit plus important, tant de loin (2 lignes) que de près (1 paragraphe de Parinaud), cette solution est plus dissociante et peut être inconfortable (Tableau IV et V).

L'empreinte de la lentille peut persister au retrait, sans effraction épithéliale. Mais une empreinte en profondeur peut indiquer un

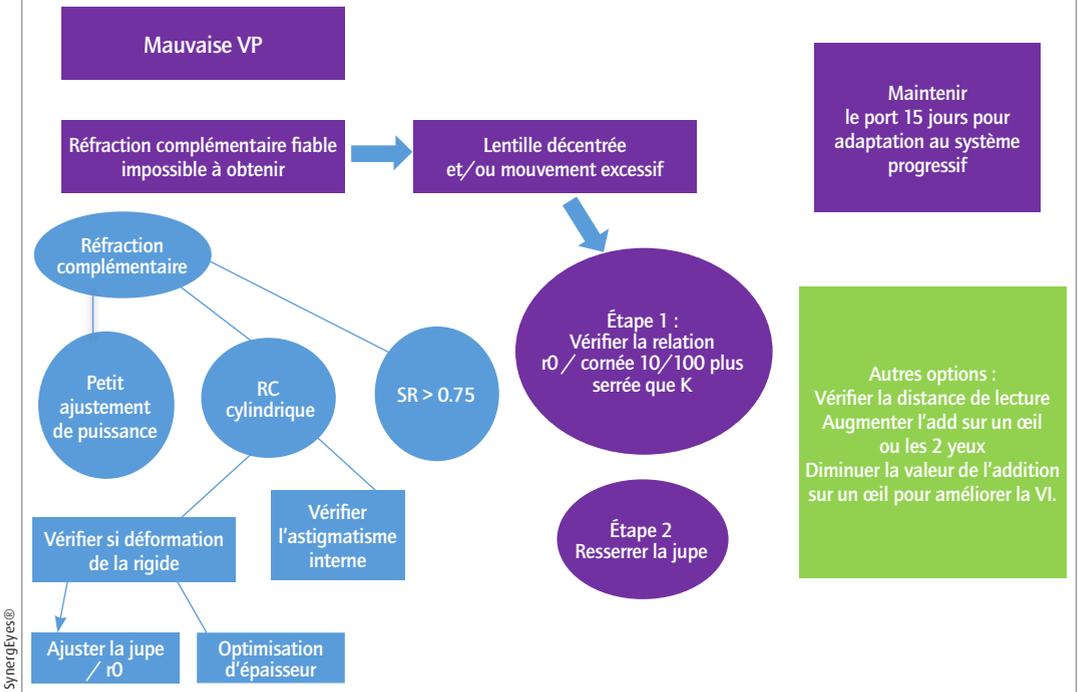
serrage de la zone rigide. Les options en cas de lentilles inconfortables sont exposées dans le Tableau VI.

Un astigmatisme résiduel supérieur à la valeur attendue (différence entre l'astigmatisme réfractif et l'astigmatisme cornéen antérieur) peut être lié à une déformation de la zone rigide. Il peut alors être utile de vérifier la kératométrie ou la topographie avec la lentille sur l'œil. En cas de déformation de la lentille, il est possible de réaliser une lentille d'épaisseur accrue dans la zone médio-périphérique

**Tableau IV : Conduite à tenir en cas de vision insuffisante de loin en Duette®**

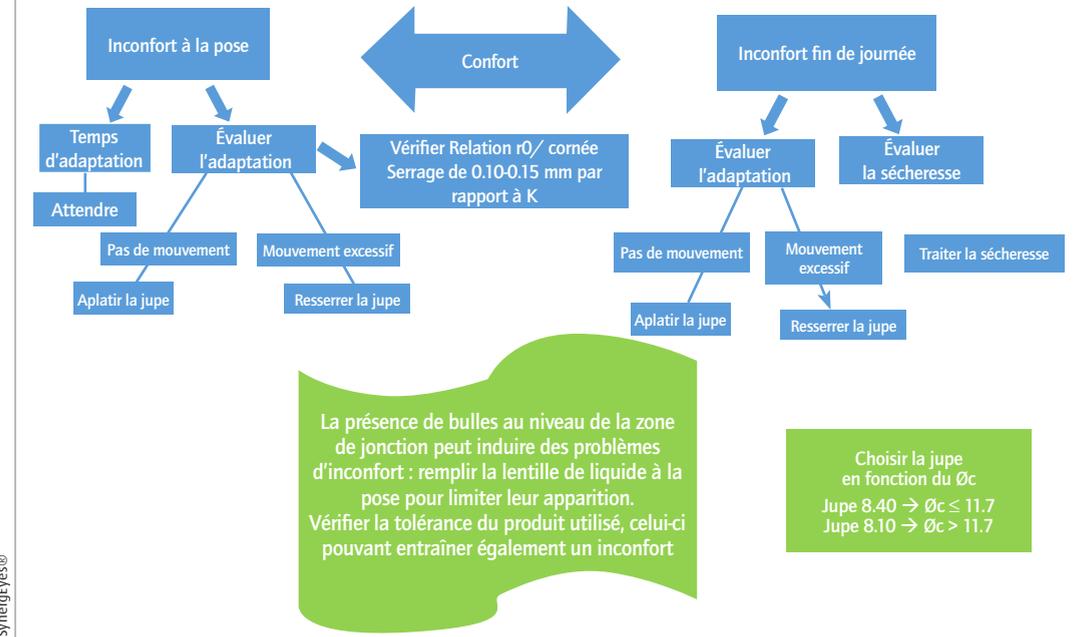


**Tableau V : Conduite à tenir en cas de vision insuffisante de près en Duette®**



SynergEyes®

**Tableau VI : Conduite à tenir en cas d'inconfort de la Duette®**



SynergEyes®

## ⑧ Protocole d'adaptation des lentilles UltraHealth® (pour cornée irrégulière, kératocône et astigmatisme irrégulier)

Cette lentille possède une géométrie inverse pour passer en pont au-dessus des ectasies sans frottement. Deux paramètres d'ajustement : la flèche, qui remplace le rayon central, et la jupe souple qui est la seule partie entrant en contact avec le segment antérieur (et une petite partie de la rigide avec la *landing zone interne* ou LZI). Sa courbure module la relation d'ajustement cornée-lentille au niveau de la zone de jonction rigide-souple.

### 8.1. La première lentille

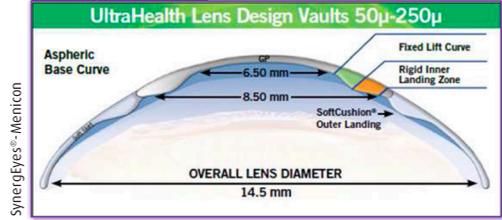
La première lentille est indiquée dans la boîte d'essais par « *start here* » (commencer ici) qu'il faudra absolument respecter quelles que soient les circonstances.

Les lentilles s'expriment en flèches (unités en  $\mu$ ) = vault et la première est 250  $\mu$  avec une jupe SC = 8,4. On dispose de 9 flèches et de 4 jupes différentes (Figures 10 à 13).

À partir de 300  $\mu$ , la géométrie de la lentille change du fait de la zone de jonction entre  $r_0$  et la zone d'atterrissage, appelée *lift-curve*, de courbure inversée (courbure d'ajustement de l'élévation) ;

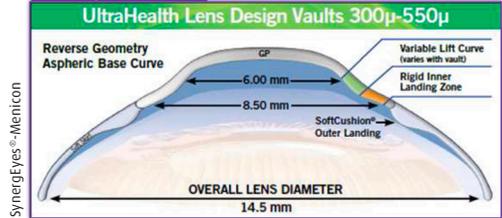
Entre 50 et 290  $\mu$  le *lift-curve* est fixe : la géométrie inversée est de forme constante ; c'est uniquement le rayon de la zone optique qui varie ; un petit  $r_0$  génère une grande hauteur sagittale.

Figure 10



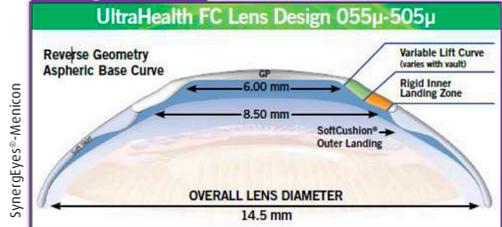
Profil UltraHealth® : petites flèches.

Figure 11



Profil UltraHealth® : grandes flèches.

Figure 12



Profil UltraHealth® Flat Curve.

Entre 300 et 550  $\mu$ , le *lift-curve* est variable : la géométrie inversée est un peu différente pour chaque flèche, de sorte que cette variation de hauteur sagittale soit produite par ces différences et la diminution du  $r_0$ .

La pose se fera au mieux à l'aide d'une ventouse à prothèses, la lentille emplie de solution saline ou de hyaluronate avec une goutte de fluorescéine à 0,5 %. Toute bulle intempesive doit faire déposer puis reposer la lentille.

Figure 13



FIXED LIFT			
Vault (μ)	Diopter (D)	Base Curve (mm)	Power (D)
50	39.75	8.5	0.00
100	41.75	8.1	-2.00
150	43.75	7.7	-4.00
200	46.25	7.3	-6.50
250	49.00	6.9	-9.00

Les lentilles de flèches 50-250 ont un 'fixed lift curve'. L'augmentation de flèche sera assurée par des r0 de plus en plus cambrés

SynergEyes®-Menicon

VARIABLE LIFT				
Vault (μ)	Diopter (D)	Base Curve (mm)	Power (D)	
55	35.50	9.5	0.00	1
105	36.25	9.3	-1.00	2
155	37.00	9.1	-1.50	3
205	38.00	8.9	-2.50	4
255	38.75	8.7	-3.50	5
305	39.75	8.5	-4.00	6
355	40.75	8.3	-5.00	7
405	41.75	8.1	-6.00	8
455	42.75	7.9	-7.00	9
505	43.75	7.7	-8.50	10
300	46.25	7.3	-6.50	11
350	47.50	7.1	-8.00	12
400	49.00	6.9	-9.00	13
450	50.50	6.7	-10.50	14
500	52.00	6.5	-12.00	15
550	53.50	6.3	-14.00	16

Tableau de correspondance des géométries.

• **Le premier critère est la clairance centrale.** S'il apparaît une image sombre, il faut immédiatement changer la lentille pour une flèche 50 μ plus haute, et de 50 μ en 50 μ jusqu'à avoir la première flèche sans contact. On commande alors 50 μ de plus pour anticiper l'enfoncement conjonctival (Figure 14).

Si, à l'inverse, la fluo est régulière, un examen en fente fine comme pour une lentille sclérale avec lumière blanche et optique décalée latéralement à 90° de la fente permet d'évaluer la clairance.

L'épaisseur de la lentille (200 μ) sert de repère, la clairance à la pose devant avoisiner les 100 à 150 μ car au fil du temps, la jupe va s'enfoncer dans la conjonctive et la clairance attendue à terme est de 80 μ. Un OCT de segment antérieur peut également donner une idée mais en sachant que la mesure à l'aide des réglottes électroniques (caliper) diffère parfois de la réalité en valeur absolue : la comparaison avec l'épaisseur de la lentille sera plus contributive (Montani, 2017).

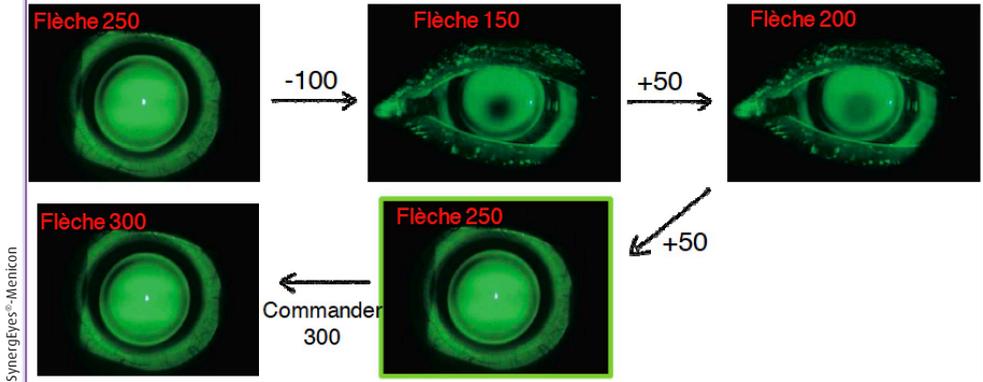
On diminue alors la flèche de 100 μ pour rechercher la première flèche donnant un contact. Dès que la première flèche ne donnant plus de contact est trouvée, on revient à une flèche supérieure de 50 μ, qui doit avoir une image fluo régulière et on commande encore 50 μ de plus pour anticiper l'enfoncement conjonctival.

• **Le deuxième critère est la détermination de la jupe.** La partie proximale bombée de la jupe (*Soft Cushion*) absorbe environ les ¾ du poids de la lentille, contre ¼ à la zone d'atterrissage rigide (*Landing Zone Interne, LZI*).

Ce qui se traduit par une image fluo en cocarde avec une zone légèrement moins fluorescente avant la fin de la partie rigide, suivie d'un anneau de fluo au niveau de la jonction « *HyperBond* » et d'une zone noire sans fluo sous la partie souple en périphérie cornéenne (Figures 15 et 16).

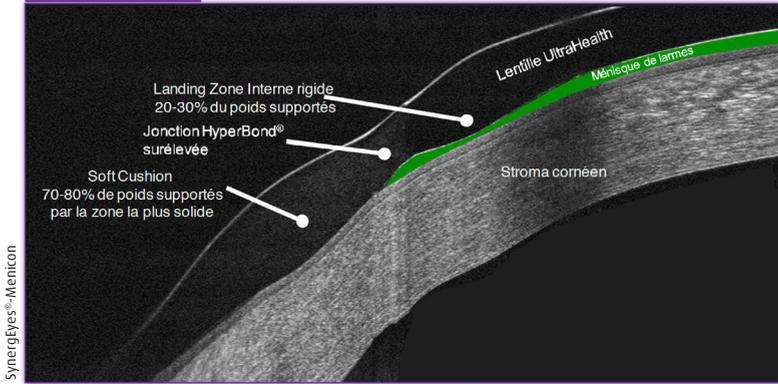
Une jupe trop plate va moins supporter de poids et transférer la charge à la LZI : l'anneau moins fluorescent devient noir (Figure 17).

Figure 14



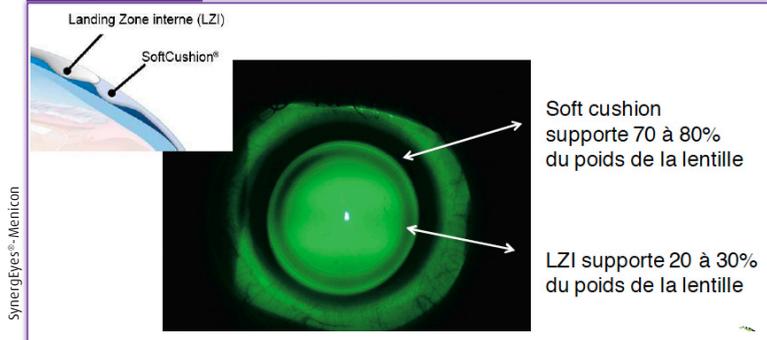
UltraHealth®. Stratégie d'adaptation. Commencer avec une flèche de 250 µ et une jupe de 8.4 (plat). Si lac fluo central, diminuer la flèche de 100 µ jusqu'à observer un contact puis augmenter par pas de 50 µ et prescrire 50 µ de plus que la 1<sup>re</sup> flèche sans contact.

Figure 15

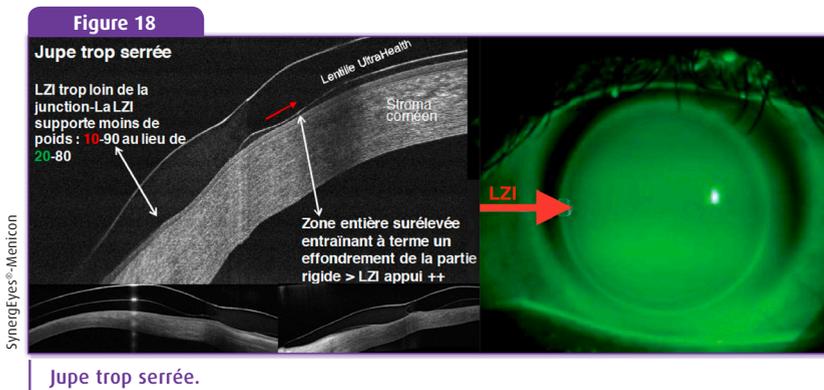
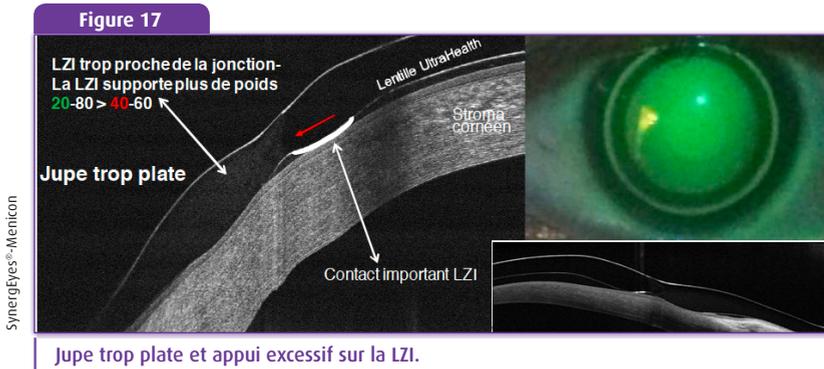


Jupe idéale en UltraHealth® (OCT).

Figure 16



Jupe idéale en UltraHealth® (Image fluo).



Une jupe trop serrée va prendre plus de poids et surélever la LZI, ce qui, à terme, va effondrer la partie rigide centrale et créer un appui sur l'apex cornéen (sommet du cône ou genou du greffon) (Figure 18).

- **Le troisième critère est la surréfraction.**

Elle sera déterminée sur la première lentille ne donnant plus d'appui central, puis extrapolée à la lentille commandée (flèche de 50  $\mu$  plus haute) suivante grâce à un tableau fourni par le fabricant.

La puissance nécessaire est assez uniforme d'une flèche à l'autre dans les lentilles de la boîte d'essai : les  $r_0$  sont plutôt plats et la puissance négative est moins importante que celle d'une LRPG de rayon équivalent (Montani, 2016).

Il n'y a pas de profil torique et un astigmatisme interne résiduel devra être corrigé en lunettes.

## 8.2. Optimisation

Contrairement aux lentilles Duettes®, pour ajuster la clairance apicale des UH, il faut modifier en premier la flèche et non la jupe souple. Si la flèche est trop haute, la lentille aura un anneau de serrage sous la LZI (par rapport à une flèche optimale dans laquelle l'anneau de serrage se trouve sous la jupe souple), ce qui provoque le ventousage de la lentille et réduit les échanges.

Si la flèche est insuffisante, la partie rigide de la lentille s'appuiera sur le sommet de la cornée, provoquant une irritation mécanique associée à une gêne.



La jupe en silicone hydrogel souple aide à centrer la lentille, équilibre le poids de la lentille et contrôle le mouvement de la lentille. Le mouvement après quelques heures de port ou de suivi peut être réduit, mais il peut toujours y avoir un échange de larmes devant être évalué de la même manière qu'avec les lentilles Duette®.

Il est nécessaire d'utiliser une jupe souple plus serrée lorsque la LZI rigide atterrit trop agressivement sur la cornée. Si la jupe est trop plate, il se produira des mouvements excessifs, des cannelures sur les bords et une gêne lors du clignotement.

Une jupe souple plus plate est nécessaire si la clairance de la zone centrale rigide est excessive ou lorsque l'échange de larmes est réduit.

Le concepteur préconise donc surtout de réfléchir en fonction de la LZI et de changer de géométrie en priorité sur le simple serrage de la jupe quand cette *landing zone* montre un appui trop franc sur tout le pourtour de la rigide (ne modifier que la jupe si l'appui est local).

#### **Quelques points doivent être soulignés :**

L'apparition d'une bulle à distance de la pose signe une jupe trop plate, ainsi qu'un décollement de la jupe au clignotement.

Une lentille décentrée peut être liée à une clairance centrale trop importante.

Le mouvement des lentilles est important, mais l'échange de larmes est plus important. La partie rigide doit être alignée avec la cornée lors de l'ajustement des lentilles hybrides pour les cornées régulières, tandis qu'une clairance à l'apex est nécessaire pour maintenir le confort, l'échange des larmes et l'oxygénation de la cornée avec les lentilles hybrides pour les cornées irrégulières.

Le patient devra être revu après une ou deux semaines de port car le comportement de la lentille est très variable d'un individu à l'autre, en particulier pour l'enfoncement de la jupe souple dans la conjonctive.

Ainsi, certaines adaptations correctes après contrôle à 1 h et à 3 h de port et vérifiées en fente fine et en OCT peuvent se révéler trop plates à terme, de manière imprévisible (Abdalla *et al.*, 2010).

### **⑨ Protocole d'adaptation des UltraHealth® FC (Flat Curve)**

Pour les dégénérescences marginales pelliculaires et les cornées oblates : post-chirurgie réfractive, greffe, anneaux, surélévations modérées périphériques.

La zone optique est plus plate. La flèche varie de 55 à 505  $\mu$ , inversement au  $r_0$  qui se cambre de 9,50 mm (35,5  $\partial$ ) à 7,7 mm (43,75  $\partial$ ). Le  $r_0$  est beaucoup plus plat sur la FC que sur l'UH standard.

Contrairement à l'UltraHealth® standard, la *Flat Curve* s'affaisse moins et on doit commander la 1<sup>e</sup> flèche sans contact central, en débutant par la flèche de 255  $\mu$  et en augmentant par 50  $\mu$  s'il y a contact, ou en diminuant de 100  $\mu$ , s'il y a formation d'un lac central de fluo.

La jupe souple et la puissance peuvent être évaluées et calculées en utilisant les mêmes règles que celles de l'UH standard.

## 10 Manipulations et entretien

Une attention particulière doit être portée aux explications concernant la pose, la dépose et l'entretien, faute de quoi le patient néophyte risque de se décourager et d'abandonner. Ces lentilles sont grandes et lourdes, et leur pose rappelle celle des lentilles sclérales. Les lentilles pour cornées régulières peuvent être posées sans matériel, en se servant de 3 doigts comme trépied. Le confort est amélioré par quelques gouttes de lubrifiant dans la lentille à la pose, mais ce n'est pas une obligation.

En revanche, pour les cornées irrégulières, le remplissage complet de sérum physiologique est indispensable afin d'éviter l'insertion de bulles d'air sous lesquelles une dessiccation cornéenne va entraîner un inconfort rapide. La constatation d'une bulle sous la lentille impose de l'enlever puis de la remettre.

Le patient aura alors plus de facilité en utilisant une ventouse à prothèse, éventuellement sectionnée pour ne garder que le côté support sans risque de ventosage intempestif. Il existe également des supports en forme de bague, enfilés sur l'index pour un mouvement plus physiologique (Figure 19).

Figure 19



Ventouse et bague à prothèse.

Attention à ne pas trop appuyer à la pose afin d'éviter une indentation et un effet de ventouse de la zone réservoir sur la cornée avec persistance d'un anneau au retrait !

Le retrait des lentilles peut se faire avec une ventouse pour les EyeBrid™ mais SynergEyes® recommande une dépose manuelle (Figure 20).

Figure 20



Dépose des lentilles hybrides SynergEyes®. Entraînement sur le doigt avec le porteur.

L'œil est préalablement hydraté quelques minutes avant avec une ou plusieurs gouttes de lubrifiant (dans l'espoir que celui-ci puisse

s'insinuer sous la lentille). Il faut attendre car le retrait devra concerner une lentille sèche. Le pouce et l'index (bien secs) sont à 5 et 7 heures sur la jupe souple, yeux ouverts depuis au moins 10 secondes sans clignement pour assécher la lentille. Si la lentille reste trop glissante, un mouchoir en papier peut être placé sur le bout des doigts.

Les lentilles ont une durée de vie de plusieurs mois, un savonnage avec un tensio-actif est indiqué à la dépose sauf s'il s'agit d'une lentille traitée au Polyéthylène Glycol (PEG).

On peut utiliser une solution multifonctions pour lentilles souples après massage manuel dans la paume de la main (sauf PEG), puis stockage dans un étui auparavant vidé et séché puis rempli de solution sur le moment. Un entretien à base de peroxyde est possible avec les matériaux actuels, ce qui n'était pas le cas avec les jupes en hydrogel qui se décolaient de la partie rigide.

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

Il faut éviter les produits pour lentilles rigides et la déprotéinisation chlorée qui risquent de déformer la jupe irrémédiablement (Figure 21).

Dans le cas des lentilles UltraHealth®, les lentilles des boîtes d'essais sont jetables et ne doivent pas être réutilisées pour un autre patient. En revanche, pour les EyeBrid™, elles peuvent être nettoyées et conservées. Il est conseillé un cycle au Peroxyde ou à la Povidone iodée en comprimés puis une conservation dans un produit multifonctions pour lentilles souples.

Figure 21



J-Ph Colliot

Les produits pour lentilles rigides et la déprotéinisation chlorée risquent de déformer la jupe (ici emploi de la Povidone iodée pour lentilles rigides).

## 11 Conclusion

La lentille hybride est le plus souvent une lentille de dernier recours mais qui rend d'immenses services dans de nombreuses situations où une lentille rigide est requise pour la qualité de vision mais mal tolérée (en particulier adaptations unilatérales) ou non indiquée (par exemple en milieux poussiéreux), et dans les cas de décentration. Moins confortable qu'une lentille souple, l'amélioration récente des matériaux permet néanmoins une bonne tolérance et un respect du métabolisme cornéen. Elle vient concurrencer la lentille sclérale avec laquelle elle partage beaucoup d'indications. Son adaptation est différente d'un modèle à l'autre, soit elle se fait à partir d'une adaptation en lentilles rigides dont elles reprennent la géométrie avec adjonction d'une jupe souple, soit elle s'adapte directement avec une boîte d'essais.

## 12 Cas cliniques

- **Caroline** a 54 ans, et porte des lentilles souples toriques annuelles en Polymacon, après avoir essayé sans succès plusieurs lentilles toriques mensuelles unifocales (Figure 22 a,b,c).

L'astigmatisme est principalement cornéen et direct, en rapport avec l'astigmatisme réfractif.

L'acuité visuelle est de 10/10<sup>e</sup> à chaque œil avec à droite + 0,25 (- 2,00 à 165°) et à gauche + 0,50 (- 4,00 à 10°) et une addition de + 2.

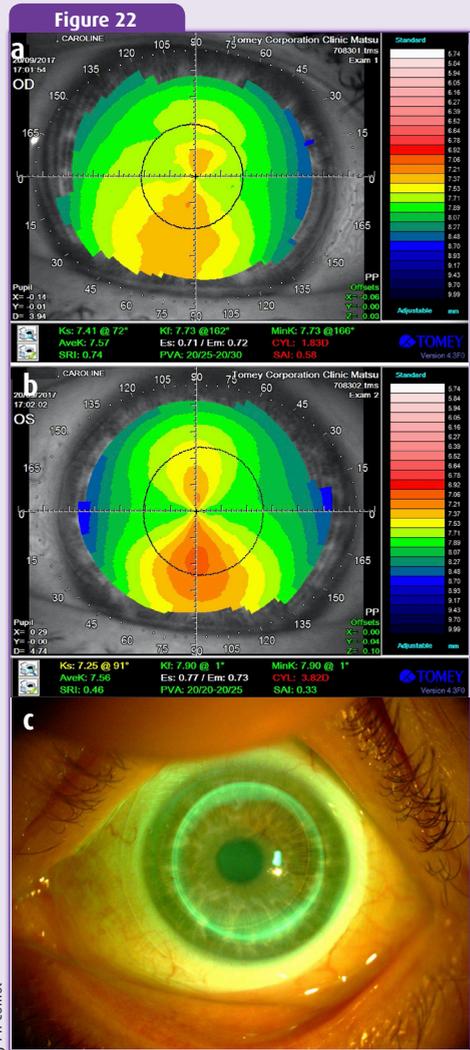
La kératométrie est K: 7,73/7,43 soit 1,76 ∂ ; K : 7,89/7,30 soit 3,46 ∂.

Une première lentille torique multifocale souple en Filcon V n'a pas eu une stabilisation suffisante malgré un rayon serré à 8,00 mm.

Le choix se porte sur une lentille Duette® progressive en respectant la règle d'adaptation : soit r<sub>0</sub> 7,60 (K - 0,13 donc - 0,75 ∂) pour l'œil droit et 7,80 (K - 0,09, soit - 0,5 ∂) pour le gauche, avec P - 0,5 Add 1,75 OD et Plan Add 1,75 OG.

Le confort est instantanément bon, l'acuité à 10/10<sup>e</sup> et P2 confortables et fluides.

Seul le retrait manuel pose un problème, l'usage de la ventouse est systématique.



22 a. Topographie OD +0,25 (-2,00 à 165°)  
K: 7,73/7,41 10/10<sup>e</sup>.

22 b. Topographie OG +0,50 (-4,00 à 10°)  
K 7,9/7,25 9/10<sup>e</sup>.

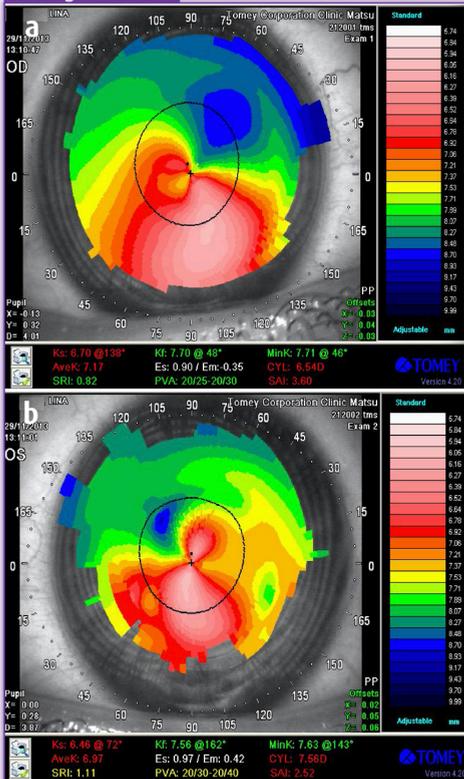
22 c. Duette® progressive de l'œil gauche, lentille bien centrée, fluo régulière au niveau de la jonction souple-rigide, pas de blanchiment conjonctival.

J-Ph Colliot

• *Lina*, 34 ans, a été opérée par Lasik en 2004 et a développé (ou décompensé) un kératocône pour lequel l'implantation d'anneaux, à gauche, n'a pas amélioré significativement l'acuité visuelle.

L'œil droit : 5/10° P3 avec - 0,75 (- 6,50 à 50°), à gauche 5/10° P4 avec - 2,00 (- 7,00 à 155°) (Figures 23, 24 a,b,c).

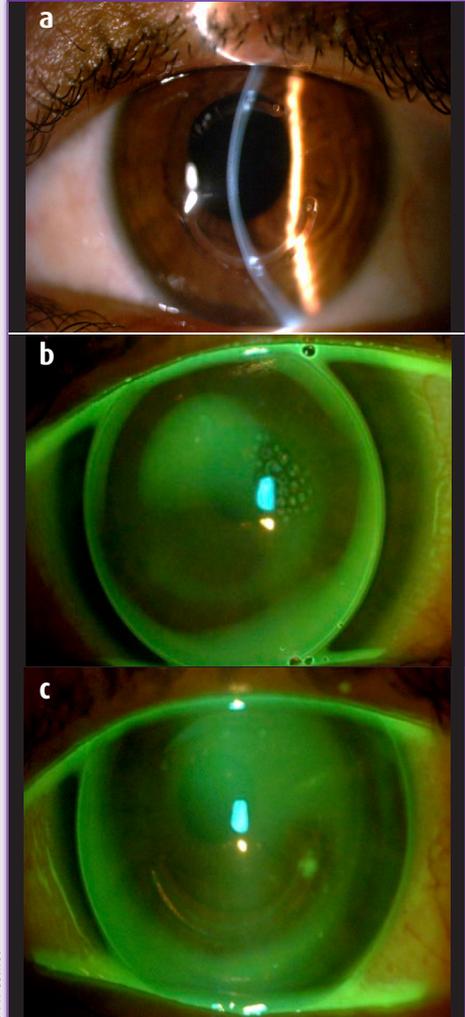
Figure 23



Topographies : ectasie inférieure prédominant sur l'œil gauche malgré les anneaux intracornéens.

Une première adaptation en lentilles rigides à géométrie kératocône à droite et post-greffe à gauche remontait l'acuité à 9/10° avec une image fluo acceptable malgré un anneau responsable d'un bombement visible sous la lentille.

Figure 24



24 a. Visualisation des anneaux.

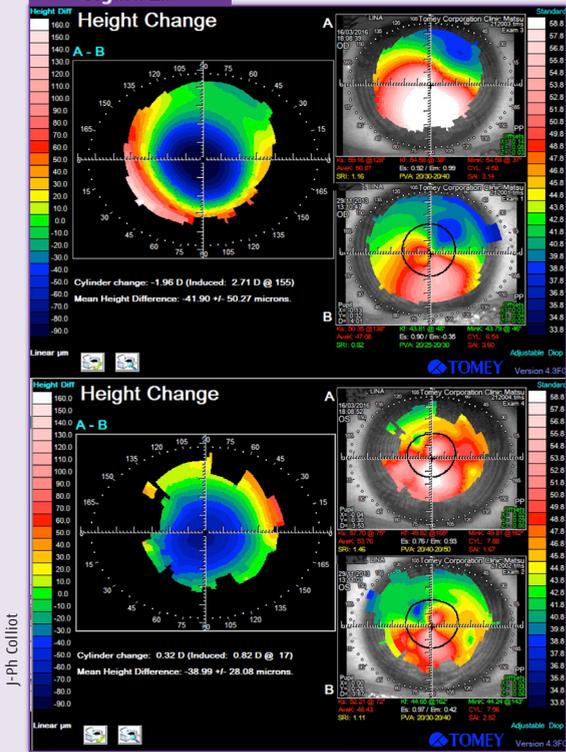
24 b. Image fluo de lentille cornéenne type kératocône avec effleurement de l'apex, zone tangente périphérique large et *edge-lift* inférieur trop important.

24 c. Pour l'œil gauche, le relief de l'anneau est bien visible et contribue à rendre la lentille inconfortable.

J-Ph Colliot

Revenue 2 ans plus tard, elle ne portait plus ses lentilles et une nouvelle topographie mettait en évidence une poussée évolutive de l'ectasie avec un K moyen passé de 47,08 ∂ à 56,87 ∂ à droite et de 48,43 ∂ à 53,76 ∂ à gauche (Figure 25).

Figure 25

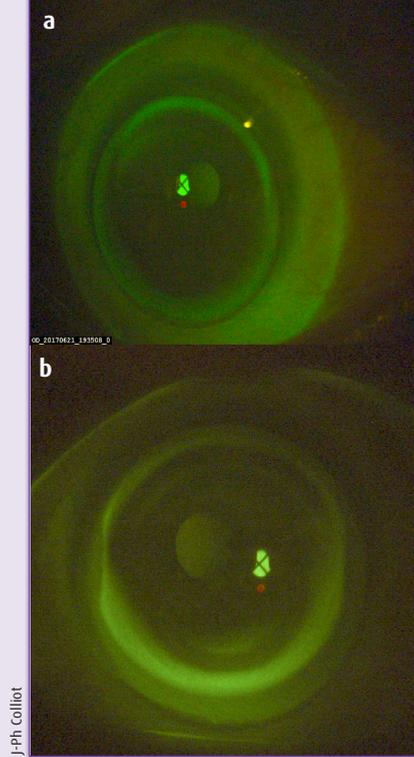


Le cône a évolué. La topographie différentielle montre une évolution d'environ 40 µ de hauteur pour chaque œil.

D'abord équipée en lentilles sclérales de Ø 17,5 et 18, elle les abandonne également après quelques mois et plusieurs modifications de géométrie ; plusieurs déposes quotidiennes pour nettoyage étant nécessaires. L'essai de lentilles EyeBrid Silicone™ n'a pas été concluant, le confort étant moindre qu'avec les sclérales (Figure 26 a, b).

La commercialisation des lentilles Ultra-Health® a redonné un espoir. Si 250 µ était une flèche trop faible à la base, 300 µ permettait une clairance correcte à la pose mais après 15 minutes, une zone sombre apparaissait au centre. 350 µ semblait convenir après une attente d'une heure mais au contrôle à 1 mois, une large surface centrale se révélait.

Figure 26



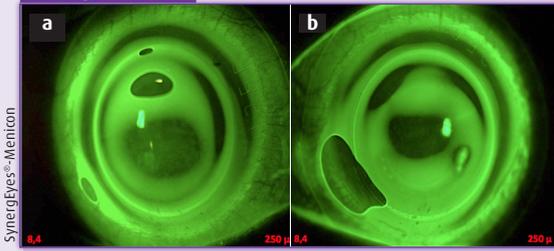
Essai EyeBrid Silicone™.

26 a. Œil droit, l'anneau de fluo à la jonction est assez large pouvant signifier une adaptation plate.

26 b. Œil gauche, avec visibilité de la fluo sous l'anneau-intra-cornéen.

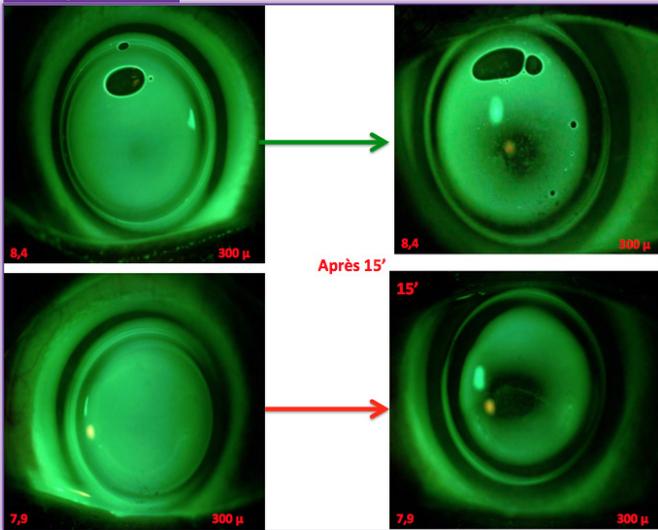
Et ainsi de suite, jusqu'à 550 µ qui après un mois laissait toujours trop peu de clairance centrale (abandon de l'adaptation), alors qu'enfin à gauche (après une tentative de serrage de la jupe) la flèche de 500 µ rendait l'image fluo acceptable et un bon confort sans douleurs, ni obligation de changer de géométrie : UH Ø14,5 ; SC 8,4 ; Flèche 500 µ ; P-11,5 et 8/10<sup>e</sup> (Figures 27 à 32).

Figure 27



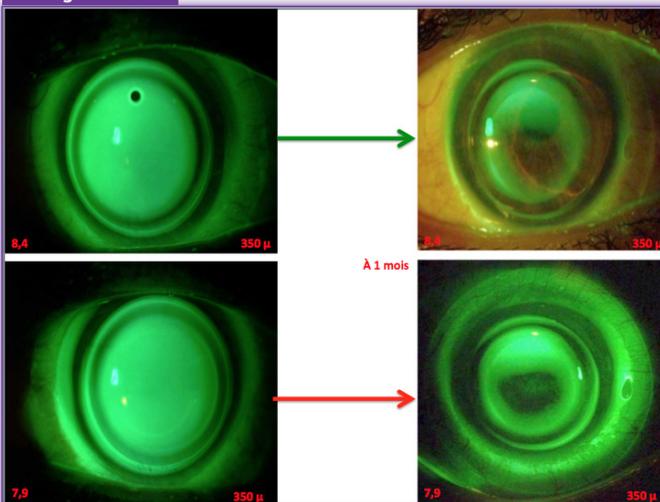
Essai UltraHealth® (SynergEyes®).  
27 a. OD 250 μ.  
27 b. OG 250 μ.

Figure 28



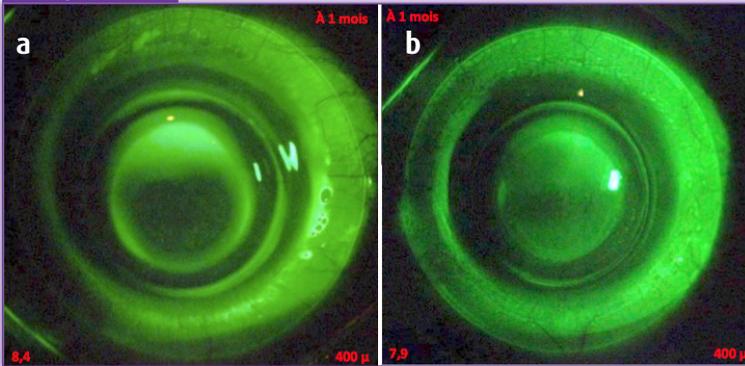
OD (en haut) 300 μ puis après 15 minutes.  
OG (en bas) 300 μ et resserrage de la jupe  
à 7,9 puis après 15 minutes.

Figure 29



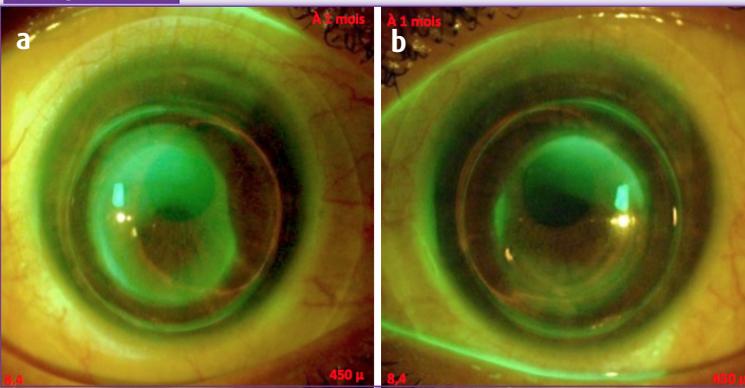
OD (en haut) 350 μ après 60 mn,  
puis à 1 mois.  
OG (en bas) 350 μ après 60 mn,  
puis à 1 mois.

Figure 30



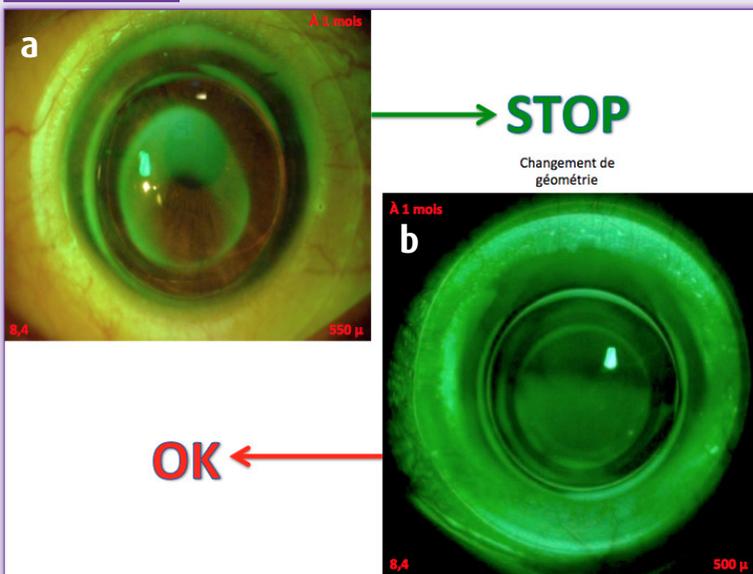
Un mois après l'essai.  
30 a. OD 400 μ.  
30 b. OG 400 μ.

Figure 31



UltraHealth® Contrôle après 1 mois  
suivant l'augmentation de flèche.  
31 a. OD 450 μ.  
31 b. OG 450 μ et aplatissement  
de la jupe à 8,4.

Figure 32



32 a. OD 550 μ => arrêt  
et changement de géométrie.  
32 b. OG (en bas) 500 μ bien  
confortable.

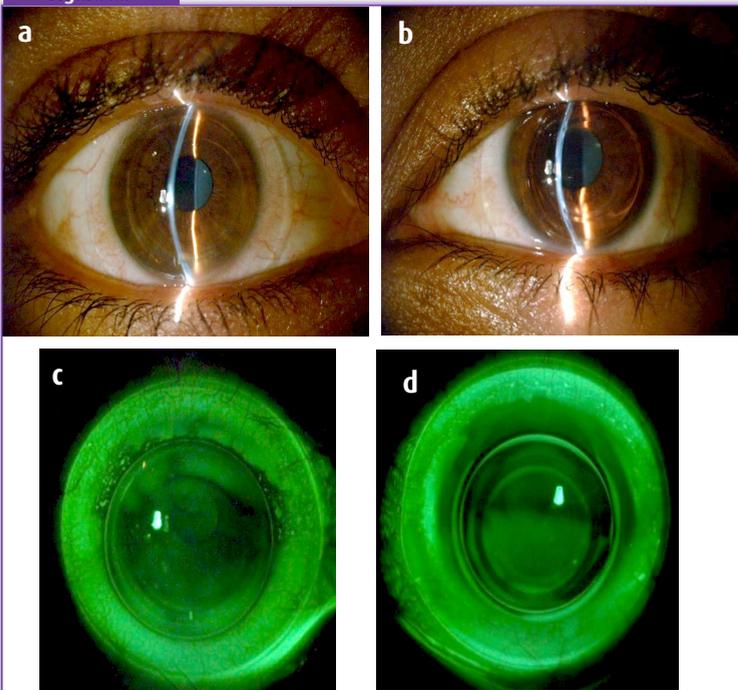
La mise sur le marché de l'EyeBrid AirKone™ (EBAK) a fait reprendre l'adaptation de l'œil droit avec un  $r_0$  à 5,5 et une jupe ouverte à + 0,25.

EBAK : Ø 14,9 ; J = + 0,25 ;  $r_0$  5,5 ; P - 19,5 (100° -1) et 9/10°. Le confort est bon, contrairement au premier essai d'EyeBrid silicone™, ce qui tend à prouver que la géométrie spécifique

pour cornées déformées donne dans ce cas une bien meilleure adaptation. Il est possible d'adjoindre un tore (ici externe) sur l'EBAK.

Les deux lentilles, EBAK à droite et UH à gauche sont bien supportées 1 an plus tard sans différence notable de confort (Figure 33 a, b, c, d).

Figure 33



#### Équipement final.

En haut (a) OD = Eyebrid™ AirKone  
TE Ø 14,9 ; J = +0,25 ;  $r_0$  5,5 ;  
P -19,5 (100° -1).

(b) OG = UltraHealth® Ø 14,5 SC =  
8,4 ; Flèche 500 µ ; P -11,5.

Les lentilles sont centrées,  
sans hyperhémie ni blanchiment  
conjonctival.

En bas : (c) images fluo sans appui  
cornéen. (d) L'image de l'œil  
gauche montre le double anneau  
de fluo à la jonction Hyper-Bond.

- **Cléo** a 18 ans et est adressée pour anisométrie et astigmatisme cornéen direct fort de l'œil gauche.

Sa réfraction est à droite 10/10<sup>e</sup> avec + 0,75 (- 1,00 à 6°) et 8/10<sup>e</sup> à gauche avec + 4,50 (- 5,00 à 0°).

Cléo a des lunettes qu'elle refuse de porter.

Sa kératométrie est la suivante :

- à droite 8,04 (175°) / 7,8
- à gauche 8,41 (0°) / 7,51.

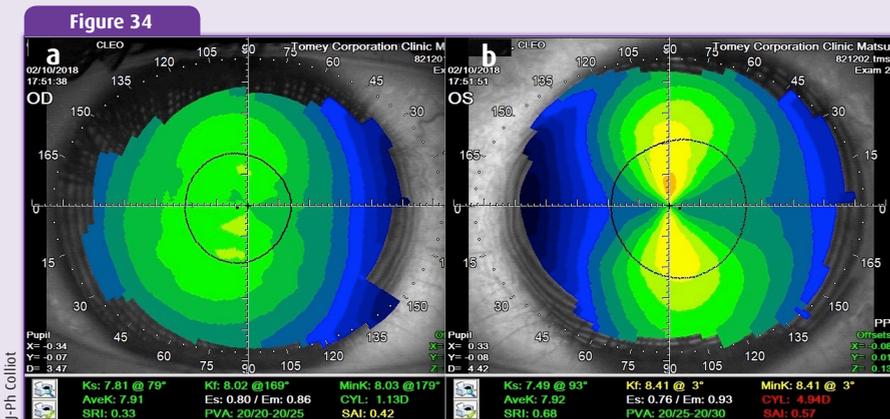
La topographie est régulière, en sablier symétrique (Figure 34 a, b, c).

L'essai d'une lentille rigide perméable de rayon 8,30 mm et Ø 10,2 est extrêmement mal toléré malgré un anesthésiant de surface préalable, à tel point que l'ouverture palpé-

brale est quasi impossible. L'examen en fluo montre une clairance supérieure et inférieure importante avec un film lacrymal trop fin en périphérie horizontale, et une instabilité.

Le choix se situe donc entre une lentille souple avec un tore élevé dont la stabilisation est aléatoire, et une lentille hybride que l'on décide de prescrire en suivant le protocole d'adaptation.

L'astigmatisme étant inférieur à 6 Δ, une Duette® unifocale sphérique est commandée en prenant (suivant le protocole en cours à l'époque, et qui a été modifié depuis cf. § 7.1) un rayon 10/100 plus serré que la kératométrie plate, soit 8,30 et une jupe standard de 8,40.



34 a et b. Astigmatisme fort à gauche.

À droite + 0,75 (- 1,00 à 6°) et à gauche + 4,50 (-5,00 à 0°).

Kératométrie OD : 8,04 (175°) / 7,8 et OG : 8,41 (0°) / 7,51.

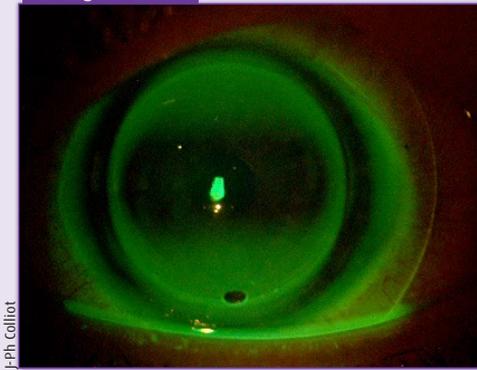
34 c. La règle d'adaptation(\*) K - 10/100 ayant donné lieu à l'essai d'une lentille de r<sub>0</sub> 8,30, on constate en lumière blanche un décentrement nasal.

(\*) : les préconisations ont été modifiées depuis cette adaptation, conseillant un resserrement bien plus important.



La sphère est celle des lunettes (+ 4,5) ramenée au sommet cornéen (+ 4,75) à laquelle on applique le correctif lié au ménisque de larmes positif créé par la cambrure de 10/100 (- 0,5 soit + 4,25).

Cléo revient pour le premier contrôle après quelques jours de port, l'œil douloureux et un aspect de lentille beaucoup trop plate, se traduisant en image fluo par un rectangle sombre horizontal et un excès de fluo en demi-lune supérieure et inférieure (Figure 35).

**Figure 35**


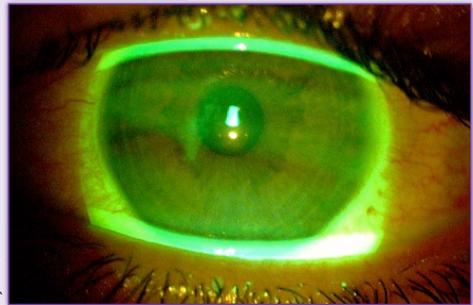
J-Ph Colliot

Duette®  $r_0$  8,30 : Lentille très douloureuse. Lentille trop plate dans le méridien horizontal avec image en rectangle horizontal sombre.

Au retrait de la lentille, une ulcération para-centrale nasale explique les douleurs (Figure 36).

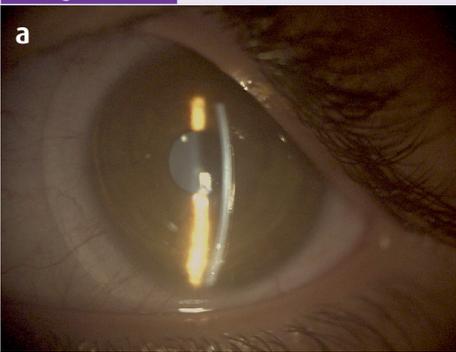
Un équipement en lentille torique interne EyeBrid Silicone™ de Ø 8,50 pour la partie rigide et de rayon 8,35 / 7,60 va donner une image fluo idéale, une acuité à 10/10<sup>e</sup> mais une mobilité insuffisante qui fera ouvrir la jupe d'un demi-pas : + 0,25 (Figure 37 a, b).

Il faut donc, dans certains forts astigmatismes, être prudent sur l'adaptation d'un profil sphérique et vérifier en fluo dès les premiers jours de port.

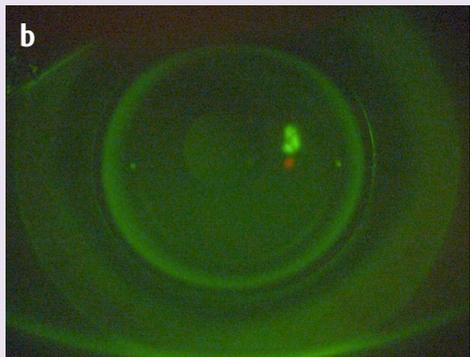
**Figure 36**


J-Ph Colliot

Duette®. Lentille très douloureuse avec ulcération para-centrale.

**Figure 37**


J-Ph Colliot



Eyebrid Silicone™ Ø rigide 8,5 TI Ø 14,5 ; J = 0 ;  $r_0$  7,60/8,35 ; P + 6,75.

37 a. Éclairage blanc : pas de blanchiment conjonctival, lentille bien centrée.

37 b. Fluo à grosses molécules : la fluo sous la jonction fait un anneau régulier et les points de repères confirment l'alignement sur le méridien plat.

- **Monique, 71 ans**, a bénéficié d'une kératoplastie transfixiante de l'œil droit en 2012. Depuis, elle a un traitement torique par ciclosporine + hydrocortisone + vitamine A + Carmellose +  $\beta$  bloquant.

L'acuité visuelle corrigée n'est pas trop mauvaise en lunettes avec + 1 ( $85^\circ -7,5$ ) et  $8/10^e$ , l'œil gauche ayant  $10/10^e$  avec + 0,25 ( $60^\circ -1,5$ ).

Mais elle voudrait reprendre le tir à la carabine 2 fois par semaine, l'œil droit étant l'œil viseur.

L'indication pour un port discontinu n'est pas une lentille rigide, et les exigences visuelles contre-indiquent une lentille souple. L'adaptation en sclérale est un choix alternatif plus lourd qu'en hybride, c'est donc une UltraHealth® qui est proposée.

La première flèche de 250  $\mu$  est la bonne, la flèche inférieure (200  $\mu$ ) montre des zones sombres et donc la lentille prescrite est de 50  $\mu$  supérieure, soit 300  $\mu$ , avec une jupe standard SC 8,40 mm : UltraHealth® SC 8,40 ; FI 300  $\mu$  ; P -3,25 ;  $\emptyset$  14,5 ;  $r_0$  7,30 mm.

La lentille est confortable au contrôle à 1 mois, l'acuité de loin à  $10/10^e$  sans correction supplémentaire et la patiente a repris le tir.

Un an plus tard, la lentille est trouvée si confortable qu'elle est portée tous les jours, mais après 3 ou 4 heures de port une gêne l'oblige à la retirer. À l'examen, la lentille est beaucoup moins mobile, l'acuité est descendue à  $8/10^e$ . Avec une sur-réfraction torique + 0,75 (- 0,75 à 65) on peut atteindre  $10/10^e$ .

Le laboratoire recommande de changer la géométrie de la zone rigide pour accompagner l'aplatissement de la jupe.

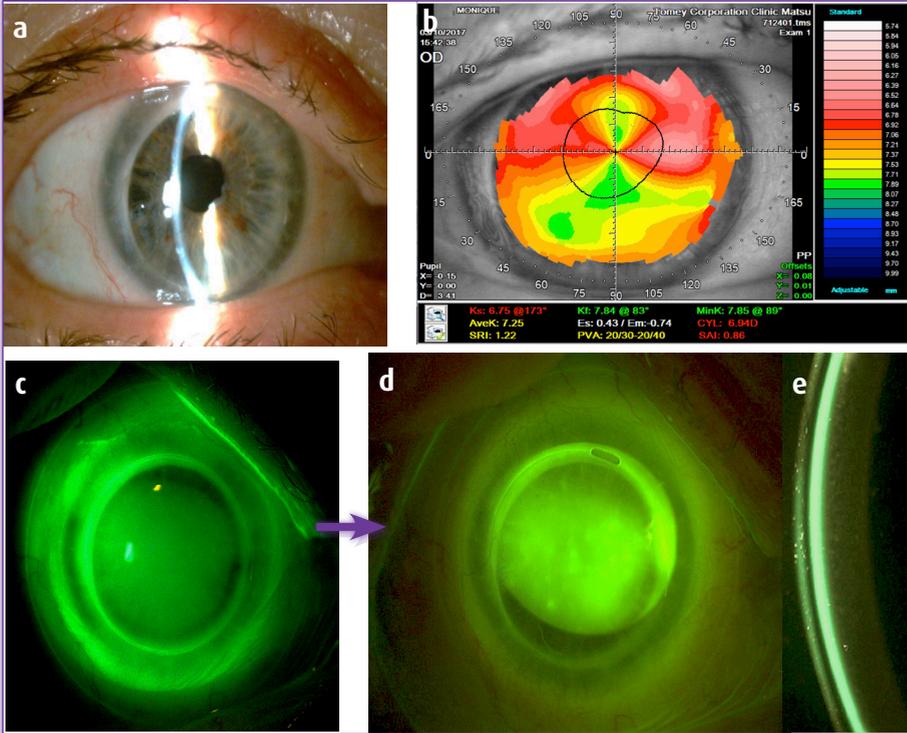
Soit SC = 8,70 et une flèche de 290  $\mu$  pour bénéficier de la zone d'ajustement d'élévation fixe (*lift-curve*) et éviter une trop grande différence avec la flèche de 300  $\mu$  dont le *lift-curve* est variable. De ce fait, le rayon devient beaucoup plus cambré à 6,5 mm et la puissance passe de - 3,25 à - 9.

Ce resserrement du rayon central vient contrecarrer l'affaissement de la partie rigide secondaire à l'aplatissement de la jupe.

NB : La flèche de 290  $\mu$  ne figure pas dans la boîte d'essais, ni sur les notices mais est disponible en fabrication spéciale.

La nouvelle lentille UltraHealth® SC 8,70 ; FI 290  $\mu$  ; P -9 ;  $\emptyset$  14,5 ;  $r_0$  6,5 est bien mobile et très bien tolérée avec  $9/10^e$  sans sur-correction (Figure 38 a, b, c, d, e).

Figure 38



J-Ph Colliot

Kératoplastie transfixiante de l'œil droit avec greffon clair (a), astigmatisme relativement symétrique sur la topographie (b).

En bas UltraHealth® SC 8,4 Flèche 250 μ (c) et SC 8,7 Flèche 290 μ Puissance -9 (d) avec une clairance en coupe fine d'environ 150 μ (e).

## Références

- ▶ **Abdalla YF, Elsahn AF, Hammersmith KM, Cohen EJ.** SynergEyes lenses for keratoconus. *Cornea* 2010;29(1):5-8.
- ▶ **Abou Samra WA, El-Emam DS, Kasem MA.** Clinical performance of a spherical hybrid lens design in high regular astigmatism. *Eye Contact Lens* 2018;44 Suppl 1:S66-S70.
- ▶ **Atchison DA.** Aberrations associated with rigid contact lenses. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 1995;12:2267-73.
- ▶ **Carracedo G, González-Méijome JM, Lopes-Ferreira D, Carballo J, Batres L.** Clinical performance of a new hybrid contact lens for keratoconus. *Eye Contact Lens* 2014;40(1):2-6.
- ▶ **Flitcroft DI.** The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res* 2012;31:622-60.
- ▶ **Hashemi H, Shaygan N, Asgari S, Rezvan F, Asgari S.** ClearKone-Synergeyes or rigid gas-permeable contact lens in keratoconic patients: a clinical decision. *Eye Contact Lens* 2014;40(2):95-8.
- ▶ **Lampa M, So K, Caroline P, et al.** Assessing Multifocal Soft Contact Lens Centration with the Aid of Corneal Topography. Poster presented at the Global Specialty Lens Symposium, Las Vegas. 2012.
- ▶ **Lipson MJ Musch DC.** Synergeyes versus soft toric lenses: vision-related quality of life. *Optom Vis Sci* 2007;84(7):593-7.
- ▶ **Montani G.** Visual performance comparison between Duette progressive and AirOptix monthly multifocal. Poster presented at the Global Specialty Lens Symposium, Las Vegas. 2015.
- ▶ **Montani G.** Evaluation of settling behaviour of UltraHealth hybrid contact lenses fitted on keratoconic eyes. Poster presented at the Global Specialty Lens Symposium, Las Vegas. 2017.
- ▶ **Nau AC.** A comparison of Synergeyes versus traditional rigid gas permeable lens designs for patients with irregular corneas. *Eye Contact Lens* 2008;34(4):196-200.
- ▶ **Piñero DP, Carracedo G, Ruiz-Fortes P, Pérez-Cambrodí RJ.** Comparative analysis of the visual performance and aberrometric outcomes with a new hybrid and two silicone hydrogel multifocal contact lenses: a pilot study. *Clin Exp Optom* 2015;98(5):451-8.





# Les lentilles sclérales

Dr Françoise Ernould

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

Dans le cas des cornées irrégulières, ces lentilles rendent un service immense aux patients concernés en rétablissant une bonne vision avec une stabilité et un confort appréciables. Il s'agit toutefois de lentilles de deuxième intention, proposées après avoir essayé sans succès les lentilles multicourbes.

Pour les patients pénalisés par leur syndrome sec sévère rebelle aux traitements, l'adaptation en lentilles sclérales en première intention va permettre un soulagement des signes fonctionnels, une cicatrisation de la kératite et une vision utile.

## ① Géométrie des lentilles sclérales

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

Selon le diamètre de la lentille, on distingue :

- les lentilles mini-sclérales de diamètre < 18 mm ;
- les lentilles sclérales de diamètre  $\geq$  18 mm.

**Tableau I : Récapitulatif des géométries cornéo-sclérales et sclérales (van der Worp E., 2015)**

Lentilles	Autre nom	Diamètre	Appuis	Réservoir de larmes
<b>Cornéenne</b>		8,00 - 12,5 mm	Entièrement sur la cornée	Non
<b>Cornéo-sclérale</b>	Semi-sclérale Limbique	12,5 - 15,00 mm	En partie sur la cornée En partie sur la sclère	Oui Mais capacité limitée
<b>Sclérale</b>		15,00 - 25,00 mm mini-sclérale sclérale	Tout sur la sclère	Capacité correcte Grande capacité

Selon les fabricants, la courbure sera exprimée : (Tableau II)

- soit en rayon en mm ;
- soit en flèche sagittale en micron ( $\mu$ ).

**Tableau II : Choix de la 1<sup>re</sup> lentille**

Lentilles (Par ordre alphabétique)	Laboratoire	Type	Diamètre En mm	Adaptation cornées standards	Adaptation cornées irrégulières
ICD™ HD	LCS	Mini-sclérale	16,50 14,00	4200 $\mu$ 3800 $\mu$	4500 $\mu$ 3700 $\mu$
i-Flex SC	Novacel	Mini-sclérale ou sclérale	15,00 à 24,00	7,20 mm	7,80 mm
One Fit maxilens	Dencott	Mini-sclérale	14,60 à 16,40	7,00 à 8,40 mm	MED 4700 $\mu$
Spot®	LAO	Sclérale	16,00 - 18,00	L3	L4 à L10
TIME XL BT	Menicon	Mini-sclérale	16,00	3600 $\mu$	4000 $\mu$

**Toricité des lentilles sclérales :** Du fait de la toricité de la sclère, différente de celle de la cornée, la plupart des fabricants proposent une toricité périphérique, en général sur le rayon 3 h - 9 h mais adaptable selon chaque cas.

On peut ainsi demander une ICD™ Ti, une Spot® Ti, une i-Flex DT en précisant l'axe des appuis et/ou baillements de la périphérie de la lentille sur la sclère. À noter que la TIME XL BT bi-tangentielle est proposée d'emblée avec une toricité périphérique de 6° en standard.

## ② Matériaux (Tableau III)

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

Tableau III : Matériaux et perméabilité à l'oxygène des lentilles sclérales

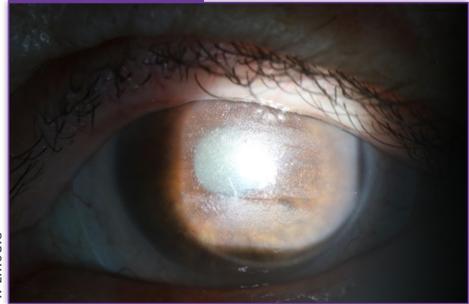
Lentilles (Laboratoire)	Matériau	Dk	Épaisseur (pour lentille -3)	Dk/e (pour lentille -3)
ICD™ (LCS)	HDS 100	145	290 μ	50
	Optimum	100/125		34/43
	Acuity	211		72
i-Flex SC (Novacel)	Optimum	100		
Spot® (LAO)	X Optimum	100	220 μ	45
	E Extrem	125		56
	Boston XO2	161		73
One Fit Maxilens (Dencott)	Optimum	100	240 μ	41
		120		50
		140		58
TIME XL (Menicon)	Z	163	250 μ	65
	Optimum E	125		50

### ③ Inconvénients

- **La manipulation.** Nécessité d'un apprentissage parfois long avec une personne expérimentée, pose et dépose avec ventouses spécifiques, pose avec lentille remplie de sérum physiologique et vérification de l'absence de bulles à la pose. Les manipulations ardues peuvent décourager le patient et il ne faut pas hésiter à revoir la manipulation, sous peine d'abandon du port de lentilles. L'ouverture palpébrale doit être suffisante pour poser ces lentilles de grand diamètre. La souplesse de la sclère nécessite pour le patient une attente d'au minimum 3 heures pour que l'adaptateur s'assure de l'absence de serrage de la périphérie sclérale de la lentille.
- **Un encrassement rapide.** Il est souvent observé, notamment chez les patients atteints de syndrome sec sévère, et impose la dépose de la lentille en milieu de journée et son rinçage.

Un changement de matériau peut être bénéfique. Il faut continuer à instiller des collyres mouillants, pas trop épais, ou du sérum physiologique pendant le port de la lentille pour éviter l'encrassement (Figure 1).

Figure 1



F. Ernoult

Encrassement d'une lentille sclérale.

- **L'entretien.** Un savonnage de la lentille avant trempage est indiqué chez les patients présentant un encrassement lipidique ou filamenteux.

- Pour les patients greffés, en raison de la faible perméabilité à l'O<sub>2</sub> de la lentille, une surveillance accrue est nécessaire à la recherche de néovaisseaux par hypoxie. De ce fait, l'adaptation ne doit pas être réalisée en présence de surjet et/ou de mono filaments.
- **Le coût de la lentille.** Ce peut être un frein à l'équipement.
- **Le nombre important de consultations** pour obtenir une bonne adaptation et une manipulation correcte peuvent aussi décourager le binôme patient-praticien.

#### ④ Avantages

- **Côté patient,** ils sont nombreux et il en est souvent reconnaissant. La stabilité de la lentille donne au patient un bon confort, une meilleure tolérance, une récupération visuelle, une amélioration des signes fonctionnels d'œil sec.
- **Côté adaptateur,** la lentille sclérale permet d'équiper tous les types de cornées irrégulières avec succès et de soulager les patients handicapés par un syndrome sec invalidant. On assiste souvent avec satisfaction à la réhabilitation sociale et professionnelle des patients qui décrivent une amélioration de leur qualité de vie.

### ⑤ Adaptation et manipulation des lentilles sclérales

#### 5.1. Selon la pathologie initiale

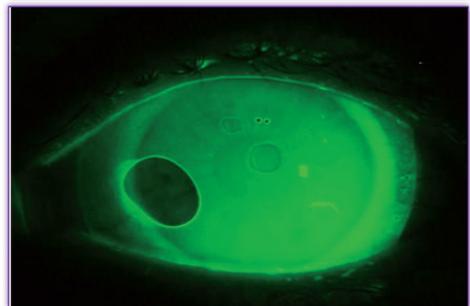
Chaque fabricant conseille la lentille de premier choix (voir Tableau II). Chaque praticien va ensuite adopter la méthode de son choix pour vérifier l'alignement correct de la lentille : soit du centre vers la périphérie, soit de la périphérie vers le centre.

À la première pose, la lentille est remplie de sérum physiologique et de 2 gouttes de fluorescéine.

**Il faut valider 3 critères :**

1. l'absence de bulles au centre, signant une pose inadaptée et imposant la re-  
pose immédiate (Figure 2) ;

Figure 2

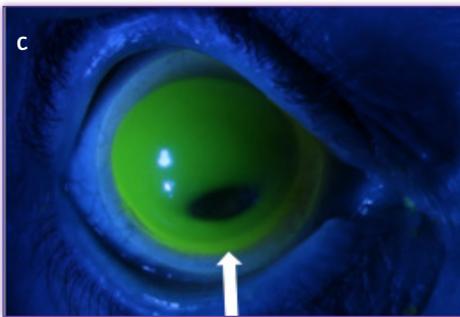
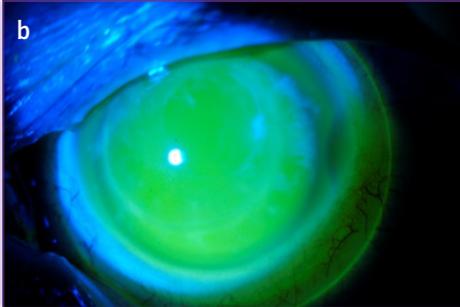
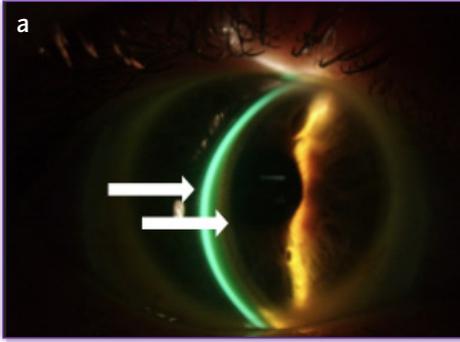


F. Enould

Adaptation d'une lentille sclérale.  
Vérifier en Fluo l'absence de bulles à la pose  
comme ici en bas.

2. l'absence d'appui central pour un kérato-cône ou en para-central pour une greffe au niveau de la jonction du greffon (en lumière bleu cobalt) (Figure 3) ;

Figure 3



Appui localisé au sommet du cône.

Adaptation d'une lentille sclérale (centre). Vérifier la clairance centrale (ménisque de larmes / flèches) avec fluo (3 a). Rechercher les appuis en lumière bleu cobalt (3 b ; 3 c).

3. l'absence de serrage et/ou bâillement des bords de la lentille au niveau de la sclère (en lumière blanche avec diffuseur) (Figure 4).

Figure 4

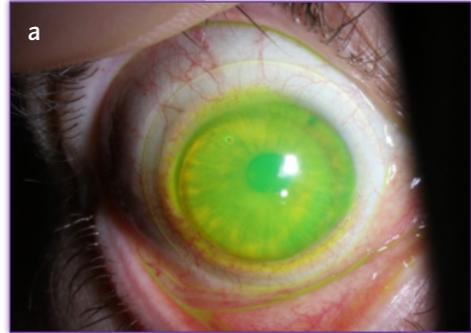
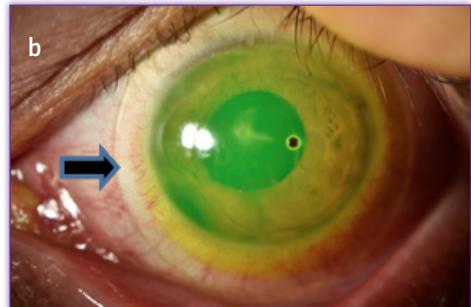
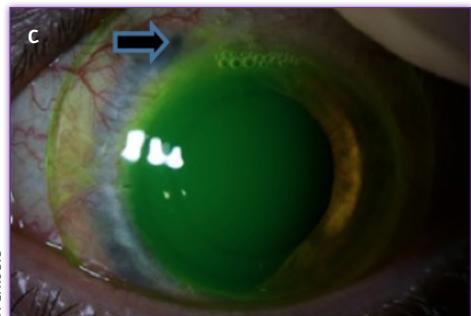


Image correcte.



Serrage : blanchiment périphérique.



Bulles.

Adaptation d'une lentille sclérale (périphérie) (4 a). Vérifier les bords et l'absence de serrage scléral après au moins 3 heures d'attente (4 b). Vérifier l'absence de bulles sous la lentille (bords trop ouverts) (4 c).

F. Ernouid

F. Ernouid

## 5.2. Comment optimiser l'adaptation ?

Pour les appuis périphériques au niveau de la sclère, dès la pose ou après 3 heures d'attente : le serrage des bords doit être évalué selon son importance qui va du simple blanchiment, à une interruption des petits ou gros vaisseaux, jusqu'à un bourrelet compressif. Il faut étudier les 4 méridiens sans faire bouger les yeux du patient.

L'ouverture de la périphérie se fera soit de manière circonférentielle (selon les fabricants : ouverture des rayons de bords, *Scleral Landing Zone*, tangentes périphériques), soit de manière localisée, en général sur le rayon horizontal 3 h - 9 h avec le choix d'une périphérie bi-torique.

À l'inverse, en cas de bâillements périphériques, les bords seront resserrés (notamment en cas de passage de bulles ou de décentrement) soit rarement sur 360°, soit de manière localisée en optant de préférence pour une géométrie périphérique torique.

Pour la plupart des lentilles, hormis pour la Menicon Time XL, le changement de la tangente périphérique doit faire modifier la flèche.

La flèche centrale sera aisément modifiée en cas d'appui central par pas de 200  $\mu$  jusqu'à une image fluo correcte, à vérifier également après 3 heures d'attente.

## 5.3. Manipulation (Figure 5)

- Pose de la lentille : il faut remplir la lentille de sérum physiologique. La pose s'effectue à l'aide d'une ventouse large, position tête penchée en avant, paupières bien écartées. Vérifier immédiatement l'absence de bulles sous la lentille à l'aide d'une petite torche.
- Dépose de la lentille : avec une petite ventouse placée en périphérie de la lentille (surtout pas au centre).

Figure 5



F. Enould

Matériel pour la manipulation d'une lentille sclérale. Utiliser des ventouses adaptées à remplir de sérum physiologique au préalable.

### 5.4. Entretien

Le savonnage est souvent nécessaire. Le trempage est quotidien dans un produit multifonction pour lentilles rigides ou un oxydant. Les étuis doivent être adaptés (étui pour lentilles souples ou étui spécial large pour oxydant). La déprotéinisation doit être hebdomadaire.

### ⑥ Conclusion

Avec une bonne habitude et un peu de temps, les lentilles scléales rendent de très grands services tant au patient qu'à l'adaptateur.

### Références

- ▶ Efron N, Morgan PB, Helland M, Itoi M, Jones D, Nichols JJ, van der Worp E, Woods CA. International rigid contact lenses prescribing. *Cont Lens Anterior Eye* 2010;33(3):141-3.
- ▶ Van der Worp E. A guide to scleral lens fitting (2 ed.) [monograph on line]. Forest Grove, OR: Pacific University; 2015. Available from: <http://commons.pacificu.edu/mono/10/>.





# Les lentilles d'orthokératologie

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet, Dr Louissette Bloise,  
Dr Jean-Philippe Colliot

## ① Introduction

L'orthokératologie est une technique qui, en modifiant la courbure cornéenne, permet de corriger de façon temporaire (24 à 36 heures) les troubles réfractifs tels que la myopie, l'astigmatisme, l'hypermétropie et la presbytie par un port de lentilles nocturne. Les progrès de ces quinze dernières années portent sur les géométries, le rapport sécurité / efficacité et le contrôle de la myopie (Cf. chapitre Freination de la myopie). Cette technique de remodelage cornéen a été approuvée par la FDA il y a un peu plus d'une dizaine d'années. Elle nécessite un topographe cornéen relié à des logiciels d'adaptation différents selon la lentille choisie.

Cette méthode est réversible, le retour à l'état antérieur se fera en 1 à 4 semaines et sera confirmé par une réfraction et une topographie stables.

## ② Les matériaux des lentilles d'orthokératologie (ortho-K)

Ils ont évolué depuis les premières lentilles d'ortho-K en PMMA, vers aujourd'hui des matériaux très perméables à l'oxygène, d'autant que ces lentilles sont portées la nuit. La perméabilité à l'oxygène est au minimum de 100 (ISO) et varie en fonction des laboratoires (Tableau I).

**Tableau I : Matériaux des lentilles d'ortho-K**

Laboratoires	Lentilles	Matériaux	Dk (ISO)	Couleur
LAO	TopK	Boston XO2	141	OD : Violet OG : Bleu
LCS	CRT	HDS 100	100	Couleurs dissociées
MENICON	Z Night	Z	163	OD : Rose OG : Bleu
OPHTALMIC	OverNight	Optimum Extra	100	OD : Violet OG : Bleu
PRECILENS	DRL	Optimum 100 / 125 Boston XO / XO2	100 / 25 100 / 141	OD : Violet OG : Bleu
	DreamLite Sleep&See by Precilens	Boston XO Boston XO / XO2	100 100 / 141	OD : Bleu OG : Violet

### ③ Principes de l'orthokératologie

Les lentilles d'orthokératologie corrigent en remodelant la cornée de façon différente pour la myopie, l'hypermétropie, l'astigmatisme et la presbytie. Ce modelage cornéen se fait par l'intermédiaire d'un jeu de pression hydrodynamique positive et négative positionné différemment en fonction de l'amétropie à corriger sans jamais être en contact direct avec la cornée. Pour ce faire, ces lentilles ont plusieurs rayons de courbure.

#### 3.1. Chez le myope

On utilise des lentilles à géométries inverses quadri courbes, plus plates au centre qu'en périphérie. Le but est d'aplatir le centre et de resserrer la périphérie. Le rayon de courbure de la zone optique est plus plat que le rayon kératométrique de la cornée. Au-delà de la zone optique, le  $r_0$  est plus serré, créant un réservoir de larmes. Les pressions sont positives au centre pour aplatir et négatives au niveau du réservoir.

#### 3.2. Chez l'hypermétrope

C'est le contraire. Le rayon de courbure de la zone optique est plus serré que le rayon kératométrique de la cornée (pression négative) et au-delà le  $r_0$  est plus plat (pression positive).

### ④ Adaptation

#### 4.1. La topographie : essentielle et indispensable pour toute adaptation

La topographie est essentielle et indispensable pour toute adaptation. Elle doit être

de bonne qualité, tout artéfact et extrapolation rendant le calcul des paramètres de la 1<sup>ère</sup> lentille d'essai incertain, source de perte de temps, de lassitude du patient et de l'adaptateur, et de fabrication d'un grand nombre de lentilles d'essai. La topographie doit être analysée, en particulier sur l'astigmatisme, pour optimiser le choix de la lentille et rechercher un astigmatisme interne ( $> 1$  D) responsable d'un résultat visuel décevant. En effet, les lentilles d'orthokératologie ne compensent que l'astigmatisme cornéen antérieur.

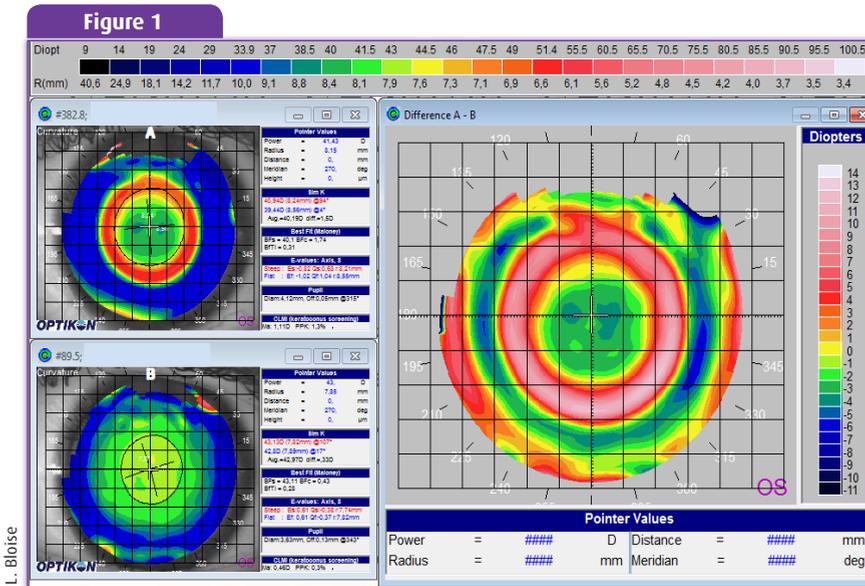
Il faut que la surface analysée soit la plus grande possible pour avoir une meilleure appréciation de la périphérie cornéenne. Pour cela, il faut privilégier les topographes à cônes (Ex. : TMS4<sup>®</sup>, Medmont<sup>®</sup>, Keratron Piccolo<sup>®</sup>). Les cartes utilisées sont : la tangentielle pour apprécier le relief de la cornée, l'axiale pour la puissance et la différentielle pour analyser l'effet des lentilles (Figure 1).

Pour éviter les artéfacts liés au film lacrymal, il est possible de lubrifier la surface avec des larmes artificielles sans pour autant avoir un lac lacrymal trop important.

La kératométrie centrale et l'excentricité donnent une indication sur la faisabilité de l'adaptation. Une excentricité inférieure à 0,35 n'est pas favorable à une correction au-delà de - 4, surtout si le rayon de courbure est plat. Et pour l'hypermétrope, une faible excentricité est de meilleur pronostic. Le diamètre cornéen est mesuré de limbe à limbe, de préférence sur le méridien à 30° quand il est accessible, sinon à 0° et non pas de blanc à blanc. Comme dans toute adaptation de lentilles de contact une réfraction parfaite est nécessaire, si besoin sous cycloplégie, pour éviter une surcorrection myopique et chez l'hypermétrope pour éviter d'atteindre la zone d'inefficacité (au-delà de + 4 ou + 5).

Les laboratoires mettent à notre disposition des logiciels dédiés spécifiques à chacun (sauf Ophtalmic qui travaille avec une boîte d'essais et LAO). Les logiciels récupèrent les données topographiques à partir du topographe. L'adaptateur renseigne la réfraction,

le diamètre cornéen et pupillaire (uniquement sur iAdapt) mesurés sur la topographie. Les brevets portent également sur les dénominations, chaque fabricant a sa propre nomenclature (Tableau II).



Carte différentielle.

Tableau II : Tableau des correspondances de la nomenclature employée par les laboratoires

	LAO TopK	LCS CRT	MENICON Z Night	OPHTALMIC Overnight	PRECILENS DRL
Logiciel d'adaptation couplé au topographe	Aucun	iAdapt	EasyFit	Aucun	Click&Fit
Rayon de courbure de la zone optique	$r_0$	BC 1 <sup>er</sup> chiffre gravé sur la lentille	$r_0$	$r_0$ 1 <sup>er</sup> chiffre gravé sur la lentille	M ou H
Hauteur sagittale	$\mu$ Par défaut 6 $\mu$	$\mu$ 2 <sup>e</sup> chiffre gravé sur la lentille	mm	2 <sup>e</sup> chiffre gravé sur la lentille	K
Angle des tangentes	Aucun Ex : Excentricité numérique	3 <sup>e</sup> chiffre gravé sur la lentille	Angle en degré	E 3 <sup>e</sup> chiffre gravé sur la lentille	P en mm



## 4.2. Choix de la première lentille d'essai

En fonction du logiciel et donc de la lentille choisie, une ordonnance est proposée avec les indications suivantes qui sont indispensables :

- le diamètre ( $\emptyset$ ) qui couvre 95 % de la cornée : trop petit, la lentille risque d'être instable ; trop grand, elle se soulève au limbe et ne crée pas une pression centrale suffisante ;
- le diamètre de la zone optique : afin de réduire la progression de la myopie, le  $\emptyset$  de la zone optique doit « coller » au bord pupillaire. La DRL peut le moduler, pour les autres, on doit réduire le  $\emptyset$  total, si c'est possible. L'effet de correction de la presbytie peut bénéficier de cette petite zone optique. Chez l'adulte, à l'inverse, l'éloignement de l'anneau du bord pupillaire permet d'éviter les halos nocturnes gênant la conduite ;
- la puissance est soit nulle, soit légèrement positive (+ 0,75) pour compenser l'absorption mécanique due à l'élasticité du tissu cornéen ;
- le rayon de courbure permet un réglage fin de l'aplatissement central ;
- la hauteur sagittale est un facteur essentiel et doit laisser entre 5 à 10  $\mu$  de film lacrymal sous la lentille. Trop faible, il existe un risque de kératite centrale ou d'irrégularité de la zone centrale ; trop importante, elle diminue l'effet d'aplatissement ;
- l'angle des tangentes est en rapport avec l'excentricité. Il correspond pour la lentille Z Night à l'angle entre une droite prolongeant la flèche centrale et la zone périphérique (ouvrir l'angle correspond à une lentille plus plate). Pour la lentille

CRT, c'est l'angle complémentaire à celui de la Z Night (ouvrir l'angle correspond à une lentille plus serrée) ;

- il existe un code couleur plus ou moins partagé par les fabricants pour identifier lentille droite ou gauche (Tableau I).

Le patient remet l'ordonnance complète à l'opticien de son choix qui recevra les lentilles d'essai. Il y a une période d'adaptation de 3 mois permettant d'optimiser le résultat si besoin. Dès le premier rendez-vous, une note d'information claire et appropriée doit être fournie au patient et/ou aux parents permettant de laisser une trace des explications pour comprendre et accepter le principe de l'orthokératologie. Cette note d'information doit préciser aussi les honoraires pour le forfait d'adaptation qui n'est pas pris en charge par la CPAM dans la majorité des cas.

## 4.3. Le premier essai

Il permet de juger du centrage et des premiers effets. Les lentilles sont posées remplies de lubrifiant (au mieux un hyaluronate suffisamment concentré pour éviter l'incarcération de bulles d'air qui limitent l'effet de pression négative de la zone réservoir), pendant au moins 15 à 20 minutes les yeux fermés. L'acuité avec les lentilles sur les yeux est au moins égale à celle des lunettes. Il faut vérifier la mobilité de la lentille, l'image fluo (le filtre jaune va visualiser une épaisseur de fluo d'environ 10 à 12  $\mu$ ) et le centrage.

Au retrait des lentilles, l'acuité sans correction doit avoir progressé. Il existe une grande variabilité d'une cornée à l'autre rendant impossible la moindre prédiction. On contrôlera l'intégrité épithéliale. La topographie (facultative à ce stade) montre déjà un chan-

gement bien visible. La première nuit de port est possible après avoir expliqué la pose et le retrait des lentilles et fourni un kit d'entretien pour démarrer. Le patient pose la lentille remplie de lubrifiant peu avant de dormir (il faut éviter les consultations d'écran – tablettes ou smartphones – après la pose, qui interfèrent sur le centrage). On lui conseille de se coucher sur le dos les premières minutes afin d'éviter toute luxation accidentelle (main ou oreiller) le temps que la lentille se stabilise au centre de la cornée. L'apprentissage (délégable) de la manipulation et de l'entretien est le moment privilégié pour insister sur :

- l'importance de la manipulation, en s'appuyant sur des documents écrits, les sites internet des fabricants avec des vidéos (lentilledenuit.com, passeportlentilles.fr...);
- la nécessité du lubrifiant (hyaluronate à la fois dans la lentille à la pose et dans l'œil quelques minutes avant le retrait).

Les modalités d'entretien diffèrent selon les lentilles. On remet un kit de départ comprenant étui, produit de trempage et déprotéinisant selon le type de lentilles :

- un produit Multifonctions pour rigide est recommandé pour la Z Night, la Dream Lite, la Sleep & See, l'Overnight ;
- un produit à base de Povidone (Cleadew GP®) pour la CRT, qui, outre ses propriétés antimicrobiennes, agit quotidiennement sur les dépôts lipidiques et protéiques ;
- les oxydants ou la Povidone sont à privilégier pour la DRL, car la périphérie (*edge-lift*) est plus serrée que sur les autres lentilles, limitant la clairance et faisant stagner du produit multifonctions, dont la toxicité peut créer une kératite superficielle ;

- une déprotéinisation est indispensable, soit quotidiennement (Avizor EverClean® ou Jazz Peroxyde 2h®, Cleadew GP®), soit chaque semaine (au mieux chimique avec Progent® sinon enzymatique). Négliger cette étape peut entraîner une diminution progressive de l'effet en quelques mois.

#### 4.4. Les contrôles

- **J1** : on vérifie la facilité de manipulation, la tolérance de l'équipement, l'acuité visuelle imprévisible, le centrage de la topographie, l'intégrité épithéliale et si besoin une image fluo de la lentille (de nouveau posée). Cette étape permet de valider les consignes d'entretien et de manipulation et de rassurer le porteur.
- **Entre J7 - J10** : contrôler le centrage, l'effet réfractif (qui pour une myopie jusqu'à - 4 doit être suffisant pour durer tout au long de la journée) et l'intégrité cornéenne. Pour les hypermétropies (et les presbyties), ainsi que pour les myopies plus fortes, le remodelage sera plus long (Gifford, 2008) :
  - en cas d'anomalies, si le centrage n'est pas bon, ou si l'épithélium prend la fluo, surtout au centre, on autorise la poursuite du port mais on revoit le patient quelques jours après, dans l'après-midi. Si les anomalies persistent, on programme un changement de lentille et en cas de décentrement un arrêt de port sera nécessaire pour éviter une empreinte dans laquelle la nouvelle lentille prendrait place ;
  - en cas d'insuffisance de correction, on peut modifier la courbure (BC,  $r_0$  ou M/H) de 0,05 mm par quart de dioptrie à rattraper.

- **J30 pour une validation définitive :** l'acuité (doit être au moins égale à celle obtenue en lunettes et tenir 24 heures), le centrage topographique (image en œil de bœuf) (Figure 2), aucune marque épithéliale. C'est le moment de rappeler les règles d'hygiène, d'entretien, de lubrification, en insistant particulièrement sur la fréquence de la déprotéinisation.
- **Au bout d'un an, ou plus tôt en cas de myopie évolutive ou de risque de déviance sur les consignes :** le renouvellement des lentilles est nécessaire car malgré un entretien rigoureux, on ne peut garantir la pérennité des paramètres.

#### 4.5. Particularités de l'adaptation chez l'hypermétrope

Elle répond aux mêmes étapes que pour la myopie, mais le résultat au niveau de la zone de traitement centrale de la lentille est inverse avec un effet de succion apical qui augmente la cambrure de la cornée (Figure 3). L'image fluorescéinique à la pose objective une clairance centrale (Figure 4). Elle demande cependant plus de temps pour obtenir la correction optimale, et plus de patience aux porteurs. Les changements sont plus lents que pour les myopes, il peut falloir jusqu'à deux mois pour obtenir l'effet optimal définitif. Le bon centrage de la lentille est important car la zone de traitement centrale est plus petite.

### 5 Avantages, inconvénients

Le port nocturne donne aux porteurs l'impression d'être libéré de son amétropie avec la possibilité de faire des activités interdites avec les lentilles diurnes. Les hypermétropes bien souvent n'ont jamais porté de lunettes, et le port d'une correction, qui augmente progressivement quand l'hypermétropie refait surface à l'approche de la quarantaine et de la presbytie, est mal vécu. L'orthokératologie est pour eux une véritable bouffée d'oxygène. L'emmétropie retrouvée au quotidien libère des lunettes mal vécues et souvent portées le plus tard possible. À l'âge aussi où le film lacrymal se modifie en qualité et en quantité, les lentilles d'orthokératologie demandent moins de larmes que les lentilles de port quotidien diurne.

**Par rapport à une chirurgie réfractive, les effets de l'orthokératologie sont réversibles et l'adaptation évolutive.** Bien préciser (surtout aux adultes) qu'il faut un minimum de 6 heures de sommeil pour un effet durable et que quelques jours (fonction de l'importance de l'amétropie) sont nécessaires à la stabilisation de la correction tout au long de la journée. Les aberrations optiques générées par la taille et la régularité de la zone optique peuvent conduire à un échec surtout chez l'adulte, il faudra donc bien l'en informer avant toute adaptation. Comme pour toutes les lentilles, l'entretien doit être des plus rigoureux d'autant que le port est nocturne même si les matériaux sont sécuritaires grâce aux Dk très élevés de ces lentilles.



## ⑥ Indications (gamme) et contre-indications

### 6.1. Indications réfractives (Tableau III)

La principale indication est la freination de la myopie et s'adresse donc aux enfants et adolescents en priorité (Cf. chapitre Freination de la myopie). C'est aussi une alternative dans la prise en charge d'autres amétropies dans la limite des gammes disponibles.

- **La myopie** reste l'indication première avec la gamme la plus étendue. Il faut expliquer (surtout aux adultes) que le résultat n'est pas immédiat. Il peut varier entre 3 à 10 jours en fonction de l'importance de la myopie et s'améliore avec le temps.
- **L'astigmatisme** (Pauné-Fabré, 2017) cornéen est une excellente indication (Figures 5 et 6). Il peut être :
  - central (la toricité est plus importante à l'apex que dans la zone limbique) dans ce cas une lentille sphérique est indi-

quée et permet de corriger des cylindres jusqu'à 1,50 D ;

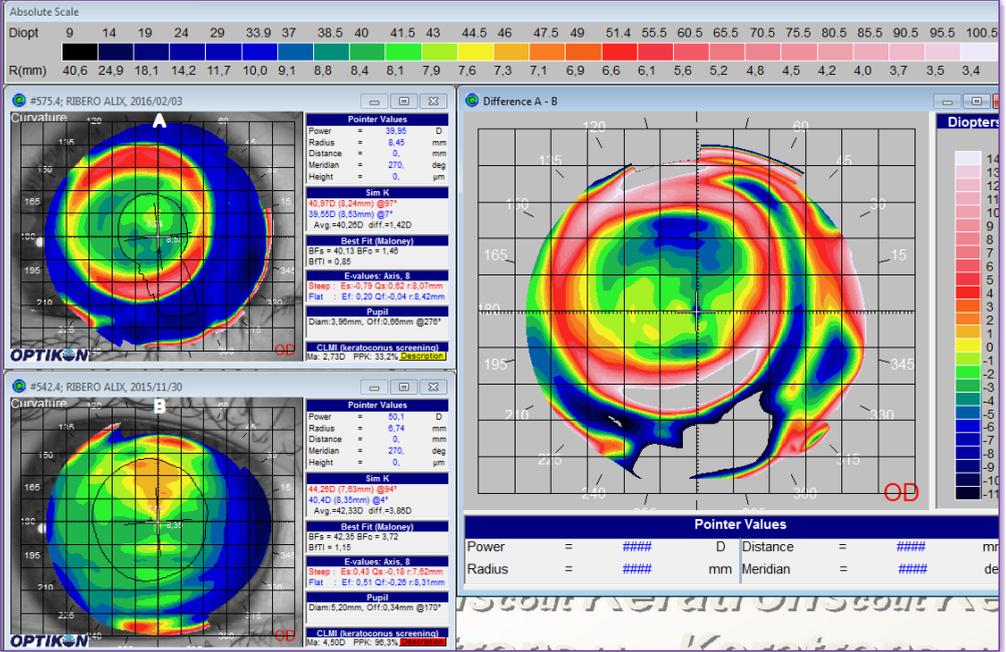
- de limbe-à-limbe (la toricité est identique du centre jusqu'à la périphérie) dans ce cas une lentille torique est nécessaire ;
- limbique (la toricité est supérieure au niveau du limbe par rapport à l'apex) une lentille à zone d'alignement torique est indiquée. La présence d'un astigmatisme interne supérieur à 1 dioptrie peut être un frein à un bon résultat visuel.

- **L'hypermétropie** (Pauné-Fabré, 2017). L'orthokératologie permet de corriger l'hypermétropie jusqu'à 4 dioptries, ainsi que l'astigmatisme cornéen associé si celui-ci ne dépasse pas la sphère et si l'axe réfractif est proche de l'axe cornée. Chez l'hypermétrope presbyte, l'orthokératologie corrige une addition équivalente à la moitié de la sphère : par exemple, une correction de 3 dioptries d'hypermétropie compensera aussi une addition de 1,50 dioptries, repoussant le port de lunettes encore pour de nombreuses années.

Tableau III : Gamme des lentilles d'Ortho-K

Lentilles	Myopie	Profil torique	Astigmatisme associé	Astigmatisme pur	Hypermétropie	Presbytie
CRT	- 6	Oui	- 3,50	Oui	Oui	?
Dream Lite	- 4	Oui	Direct - 2,50 Inverse - 1,50	Non	Non	Non
DRL	- 7	Oui	- 4	- 4	+ 5	La ½ de l'HM
Overnight	- 5,00	Non	Direct - 1,50 Inverse - 1,00	Non	Non	Non
Sleep&See by Precilens	- 4,00	Non	Direct - 1,50 Inverse - 1,00	Non	Non	Non
TopK	- 6	Oui	- 5	Oui	+ 4	?
Z Night	- 4,00	Oui	Direct - 2,50 Inverse - 1,50	Non	Non	Non

Figure 5



Carte différentielle d'un astigmatisme central (8.33 / 7.68).

Figure 6



Image fluo d'une lentille torique.

## 6.2. Alternative au port de lentilles diurne, dans le cadre de l'adaptation

- des sportifs : l'utilisation des lentilles d'ortho-K permet d'éviter le contact avec l'eau au cours des activités aquatiques, les environnements sales et les risques de perte ou de déplacements d'une lentille pendant l'activité (sports de contact) ;
- des porteurs tolérant mal leurs lentilles dans la journée en raison de sécheresse, allergie, méibomite jusqu'à un certain degré ;
- d'un patient évoluant dans un environnement poussiéreux, sec, froid ou des milieux sales et/ou contaminés.

## 6.3. Alternative à la chirurgie réfractive

En cas de :

- pachymétrie insuffisante ;

- réfraction encore évolutive ;
- pré presbytie ;
- crainte de l'acte chirurgical.

## 6.4. Contre-indications (Lim, 2017)

Les pathologies sévères de la surface comme la sécheresse oculaire (Gougerot-Sjögren), les dystrophies de cornée, les antécédents de kératite herpétique, neurotrophique, auto immune et de chirurgie incisionnelle sont des contre-indications. Une cornée oblate suite à une chirurgie réfractive n'est pas une bonne indication à cause d'une inefficacité du traitement. Une cornée plate, une excentricité  $< 0,4$  ne sont pas des bonnes indications en cas de traitement myopique. L'incapacité à comprendre les principes et l'importance de respecter les règles de port et d'entretien incitent à refuser l'adaptation.

## Références

- Gifford P, Swarbrick HA. Time course of corneal topographic changes in the first week of overnight hyperopic orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2008;85:1165-71.
- Lim PE. Indications en orthokératologie. Dans Orthokératologie. Sarfati A. *et al.* Rapport de la SFOALC 2017 ; Med-Line Editions ; 71-4.
- Pauné Fabré J. Orthokératologie chez l'hypermétrope. Dans Orthokératologie. Sarfati A. *et al.* Rapport de la SFOALC 2017 ; Med-Line Editions ;155-66.
- Pauné Fabré J. Orthokératologie chez l'astigmate. Dans Orthokératologie. Sarfati A. *et al.* Rapport de la SFOALC 2017 ; Med-Line Editions ;167-178

## LES PATHOLOGIES

### Le kératocône

Dr Marie-Caroline Trone  
page **149**

### L'astigmatisme irrégulier

Dr Julien Bullet  
page **163**

### La sécheresse et les pathologies de la surface oculaire

Dr Valérie Elmaleh,  
Dr Aurore Muselier-Mathieu  
page **171**

### La freination de la myopie

Dr Perrine Rossi,  
Dr Matthieu Leconte  
page **187**

### La presbytie

Dr Catherine Peyre,  
Dr Marie-Aude Lureau-Cornuot  
page **197**





# Le kératocône

Dr Marie-Caroline Trone

## ① Nouvelle prise en charge du kératocône

La prise en charge des patients porteurs de kératocônes a été redéfinie par la conférence de consensus de 2015 (Gomes *et al.*, 2015) (Figure 1). Elle est centrée sur la réhabilitation visuelle, qui fait appel aux lunettes et lentilles de contact et dans une moindre mesure, aux anneaux intra-cornéens et à la greffe de cornée. Le second axe de cette prise en charge vise à arrêter la progression du kératocône. Le frottement oculaire est un élément majeur dans l'évolutivité des kératocônes. Aussi, il est particulièrement important d'informer le patient dès le diagnostic de la maladie de la nécessité d'arrêter de se frotter les yeux. Un traitement par collyre antiallergique doit être prescrit en cas d'allergie. En cas de kératocône évolutif et avec une cornée transparente, un *cross-linking* (CXL) peut être proposé.

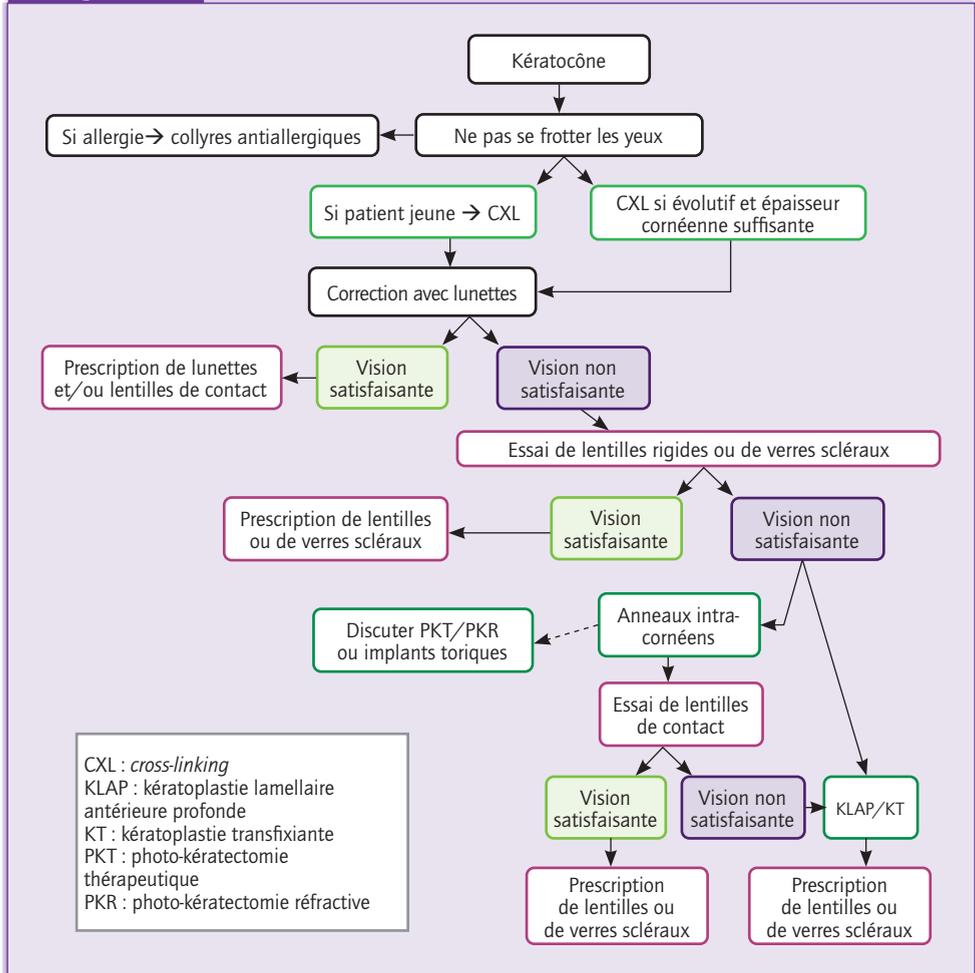
## ② Place du *cross-linking* cornéen

Son principe repose sur une photo-polymérisation du collagène présent dans le stroma cornéen. L'irradiation du stroma cornéen préalablement imprégné de Riboflavine (vitamine B2) par des photons ultraviolets A (UVA) à 370 nm va permettre la création de liaisons covalentes entre les fibrilles de collagène et ainsi de « rigidifier » une cornée initialement biomécaniquement instable (Spoerl *et al.*, 1998).

L'indication principale du *cross-linking* est la prise en charge des kératocônes évolutifs. Cependant, à ce jour, aucun critère clinique ou para-clinique n'est réellement validé (Fournié *et al.*, 2013 ; Fournié, 2015). Les critères retrouvés dans la littérature ne restent qu'indicatifs, et la surveillance des patients est primordiale.

L'indication d'un CXL est posée sur un faisceau d'arguments : les critères de progression du kératocône sont analysés et les contre-indications relatives recherchées (Kobashi et Rong, 2017 ; Prakash *et al.*, 2016 ; Kuechler *et al.*, 2018) (Tableau I).

Figure 1



Arbre décisionnel pour la prise en charge du kératocône, extrait du rapport de consensus.

Tableau I : Critères pouvant être pris en compte pour poser l'indication de *cross-linking*

Critères en faveur de la réalisation d'un CXL	Critères en défaveur de la réalisation d'un CXL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évolution de la kératométrie maximale : + 1 D en 3 à 6 mois ou + 2 D en 6 mois à 1 an</li> <li>• Baisse de la meilleure acuité visuelle avec correction</li> <li>• Amincissement de la pachymétrie (notamment du point le plus fin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opacité centrale</li> <li>• Épaisseur cornéenne &lt; 400 μ (si protocole conventionnel)</li> <li>• Kmax &gt; 58 D</li> <li>• Infection active</li> <li>• Antécédents d'infection à HSV</li> <li>• Grossesse</li> </ul>

La topographie doit être réalisée avec le même appareil et à distance du port de lentilles de contact pour éviter un *corneal warpage*. En cas de doute sur la progression d'un kératocône, il ne faut pas hésiter à renouveler l'examen topographique si besoin, lors d'une nouvelle consultation à quelques semaines d'écart. Chez l'enfant et le patient porteur d'une ectasie post LASIK, l'indication d'un *cross-linking* peut être retenue dans des délais raccourcis.

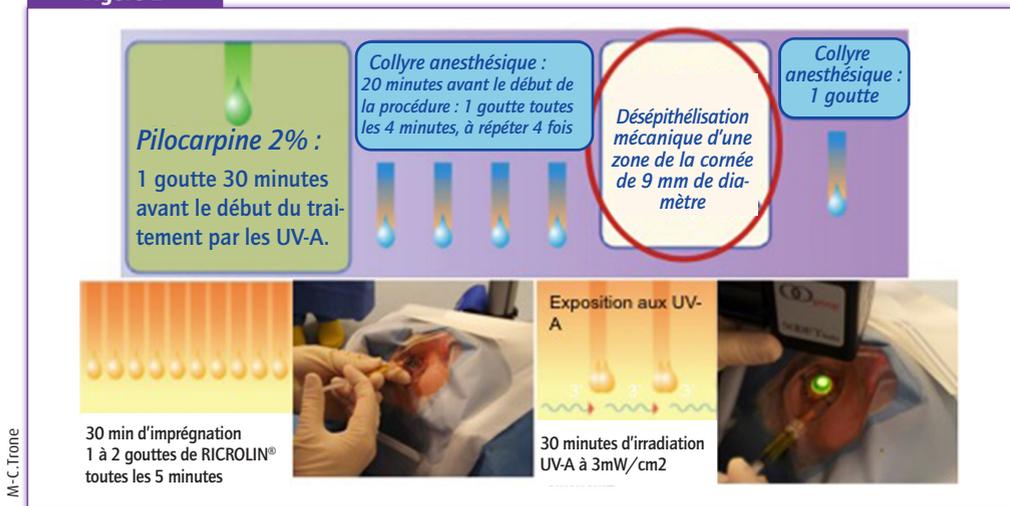
Il existe différentes méthodes de CXL :

- La technique dite « standard », de référence (protocole de Dresden) (Wollensak *et al.*, 2003), nécessite l'ablation de l'épithélium cornéen afin de pouvoir faire pé-

nétrer la molécule de Riboflavine au sein du stroma cornéen (Figure 2).

Des alternatives au CXL conventionnel ont été décrites afin de raccourcir le temps opératoire. Le CXL accéléré consiste à diminuer le temps d'irradiation en augmentant la fluence des UVA et en respectant la proportion énergie/durée. Aucun protocole accéléré n'est actuellement validé faute d'essais cliniques randomisés de forte puissance avec des durées de suivi suffisantes (Hagem *et al.*, 2019 ; Lim & Lim, 2018 ; Shajari *et al.*, 2019 ; Wen *et al.*, 2018).

Figure 2



CXL standard : après une anesthésie locale par collyre, l'épithélium cornéen est abrasé sur un diamètre de 9 mm. La riboflavine (vitamine B2) est instillée toutes les 5 min pendant 30 min, suivie d'une irradiation par les UV-A à la fluence de 3 mW /cm<sup>2</sup> pendant 30 min.

- La technique trans-épithéliale utilise de la Riboflavine couplée à une autre molécule capable de traverser l'épithélium cornéen. L'iontophorèse est également une méthode trans-épithéliale où la pénétration de Riboflavine est accélérée par l'application locale d'un champ électrique de faible intensité.

Ces deux méthodes trans-épithéliales permettent de traiter des patients ayant des cornées plus fines (Caporossi *et al.*, 2013 ; Cassagne *et al.*, 2016).

Le CXL peut également être utilisé de façon combinée, séquentiellement ou de façon contemporaine, à d'autres techniques chirurgicales chez les patients porteurs de kératocônes.

Le but est de stabiliser le kératocône et d'améliorer l'acuité visuelle en régularisant le dioptre cornéen afin de limiter l'asymétrie et les aberrations optiques dites de haut degré. Ainsi, peuvent être associées à un CXL l'implantation d'anneaux intra-cornéens, une photokératectomie réfractive topoguidée (*The Athens protocol*) (Kanellopoulos et Asimellis, 2014a ; Kanellopoulos et Asimellis, 2014b) et/ou une photokératectomie thérapeutique trans-épithéliale (*Cretan protocol*) (Kymionis *et al.*, 2014).

Au total, le CXL est un élément essentiel de la prise en charge des patients porteurs de kératocônes. Il s'agit de la seule thérapeutique actuelle qui vise à arrêter la progression de l'ectasie cornéenne, nécessaire à la réhabilitation visuelle des patients, notamment à l'adaptation des lentilles. Ses indications se développent peu à peu notamment avec l'essor récent des techniques combinées.

### ③ Les lentilles pour KC

La contactologie est un pilier majeur de la réhabilitation visuelle des kératocônes (Barnett et Mannis, 2011 ; Downie et Lindsay, 2015).

La grande diversité des formes cliniques, des stades et de la morphologie des kératocônes, a pour conséquence que toutes les lentilles détaillées ont leur place dans la prise en charge optique de cette pathologie (Tableau II).

Grâce à un large choix de paramètres et de géométries disponibles, il est actuellement possible d'adapter avec succès la très grande majorité des patients porteurs de kératocônes, même les plus avancés.

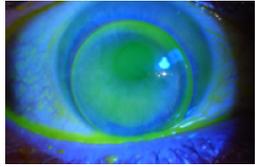
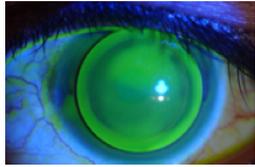
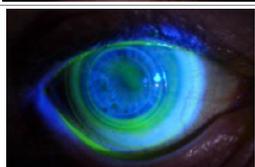
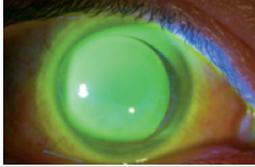
La présence d'une opacité au sommet du kératocône ne doit pas d'emblée contre-indiquer une adaptation. Il est toujours intéressant de réaliser un essai car certains patients sont beaucoup plus gênés par le caractère irrégulier de leur astigmatisme que par l'altération de transparence cornéenne.

Le recours aux anneaux intra-cornéens est réservé aux patients chez qui le port de lentilles n'est pas recommandé (professions en milieu aquatique, retard mental...) ou en cas de réelle intolérance.

La greffe de cornée (lamellaire ou transfixiante en fonction du stade du kératocône) n'est proposée qu'aux cas les plus évolués avec opacité cornéenne centrale optiquement pénalisante, lorsque l'adaptation en lentilles n'est plus possible ou n'apporte pas de gain visuel.

Il est important d'expliquer aux patients que ni une greffe de cornée, ni la pose d'anneaux intra-cornéens ne permet de surseoir définitivement au port de lentilles de contact. Dans ces cas, l'adaptation fera appel plus souvent aux lentilles de large diamètre. De même, le patient doit bien comprendre que le port de lentilles de contact rigides ne permettra pas de « bloquer » l'évolution de son kératocône.

Tableau II : Diaporama des lentilles disponibles pour les kératocônes. Principes, indications et illustrations

Lentilles	Principes	Indications	Illustrations
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles rigides sphériques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentille rigide perméable à l'oxygène où la compensation d'un faible astigmatisme irrégulier est faite par le ménisque de larmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KC débutant</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles rigides à géométrie spéciale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentille rigide perméable à l'oxygène où la face postérieure de la lentille à une géométrie adaptée au KC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Majorité des KC du stade débutant à avancé = lentilles de 1<sup>o</sup> intention</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles souples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentille souple torique à renouvellement fréquent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KC débutant</li> <li>Port occasionnel, (lorsque celui en lentilles rigides est difficile : pratique de certains sports par exemple)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles souples à géométrie spéciale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentille souple avec une épaisseur centrale plus importante permettant de minimiser l'astigmatisme irrégulier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>KC débutant</li> <li>Intolérance aux lentilles rigides tous types de géométrie</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles hybrides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zone optique centrale rigide et une jupe périphérique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adaptation unilatérale</li> <li>Inconfort/ Intolérance aux lentilles rigides</li> <li>Milieu poussiéreux</li> <li>Syndrome 3h-9h en lentille rigide</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles « piggy-back »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Une lentille rigide sur une lentille souple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idem lentilles hybrides</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles cornéo-sclérales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles de grand diamètre (de 12,5 à 15 mm) sans appui direct sur la cornée autorisant une légère clairance lacrymale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mauvaise tenue d'une lentille rigide sur l'œil : KC évolué ou très décentré, post greffe de cornée ou AIC</li> <li>Problème de surface associé</li> <li>Inconfort/ Intolérance aux lentilles rigides</li> <li>Milieu poussiéreux</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles sclérales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lentilles de grand diamètre (de 15 à 18 mm) prenant appui sur la sclère et créant ainsi un réservoir de larmes entre la cornée et la lentille</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identiques aux lentilles cornéo-sclérales</li> <li>Principalement KC au stade avancé</li> </ul>	

## ④ Adaptation d'un kératocône

### 4. 1. Choix de la première lentille

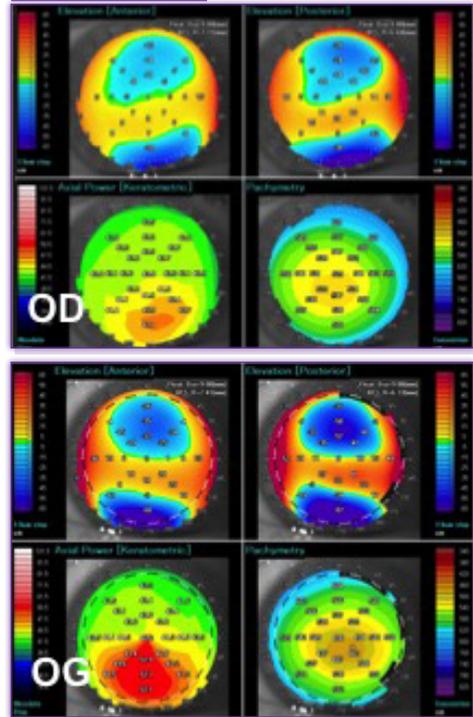
Le recours aux lentilles de contact est décidé dès lors que l'acuité visuelle commence à baisser et à ne plus pouvoir être corrigée par le port de lunettes. Le choix de la première lentille se fait au terme d'un interrogatoire et d'un examen clinique rigoureux. Les patients porteurs de kératocône sont le plus souvent jeunes au moment du diagnostic et nécessitent un suivi au long cours sur plusieurs années, voire toute une vie ! L'instauration d'une relation de confiance est donc primordiale, tout comme un patient motivé pour la réussite de l'adaptation.

Il est important pour le médecin adaptateur de prendre le temps de connaître son patient : sa profession, son environnement, ses loisirs, ses besoins visuels spécifiques... afin de mieux cerner ses attentes vis-à-vis du futur équipement en lentilles. Une proportion importante des patients porteurs de kératocône très asymétrique, quasi « unilatéral », préfère rester en lunettes, car ils obtiennent un gain d'acuité visuelle faible ou nul en binoculaire (Figure 3).

Un terrain atopique doit être recherché à l'interrogatoire, de même que l'existence d'un prurit ou des allergies oculaires, sources de frottements oculaires aggravant l'ectasie cornéenne.

L'examen clinique ophtalmologique est classique. Les caractéristiques du kératocône doivent être notées : importance et localisation de l'ectasie cornéenne, transparence cornéenne, qualité de l'épithélium au sommet.

Figure 3

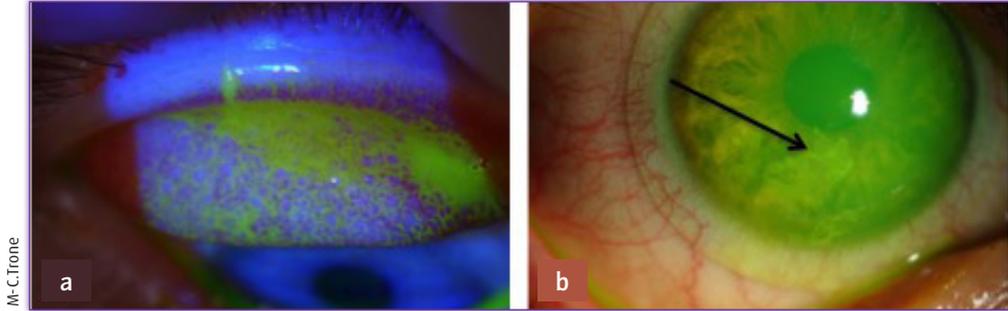


Topographie d'élévation d'un patient présentant un kératocône très asymétrique. L'œil droit a une kératométrie maximale de 47,1 D et l'œil gauche une kératométrie maximale à 54,7 D.

L'examen des paupières doit être rigoureux à la recherche d'une conjonctivite allergique (Figure 4). Une blépharite doit être diagnostiquée et traitée car elle peut être source d'encrassement des lentilles et donc d'échec de l'adaptation. La qualité du film lacrymal doit également être évaluée.

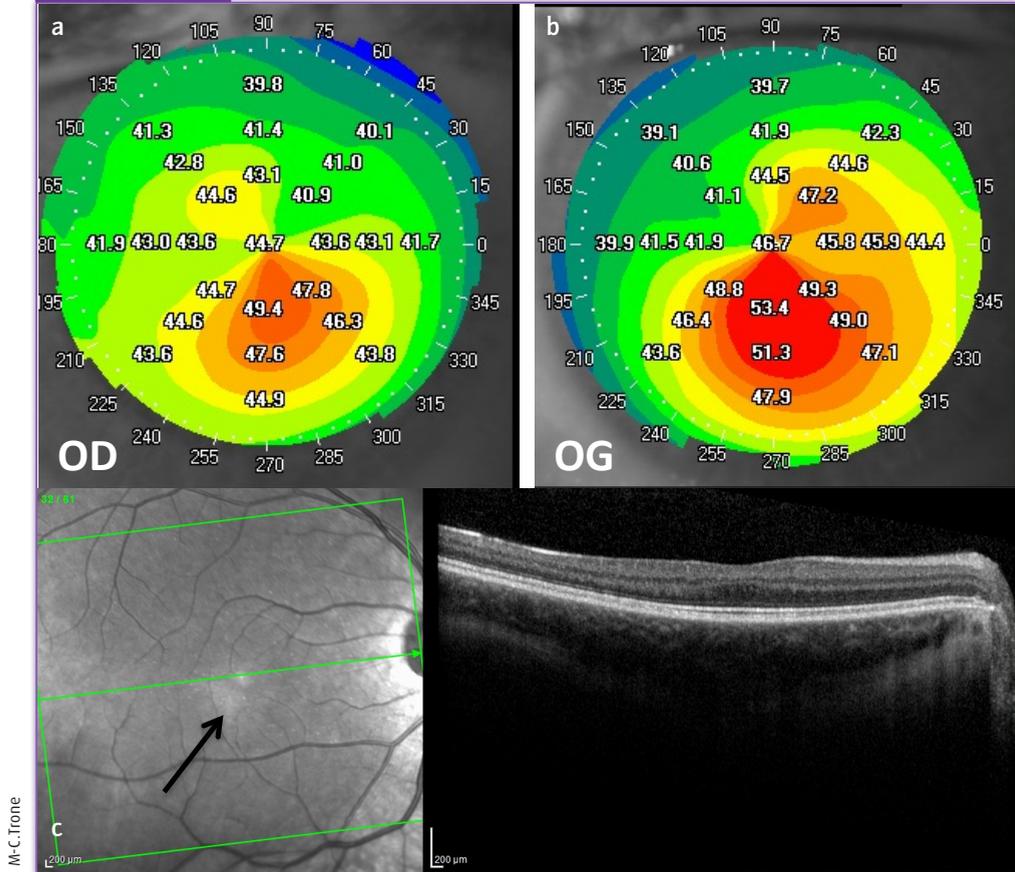
Lors d'une première consultation, un examen ophtalmologique complet avec fond d'œil doit être réalisé. Il faut s'assurer, avant la réalisation d'une adaptation en lentilles, de l'absence de pathologie surajoutée afin de ne pas conclure trop hâtivement à un échec de la contactologie en cas de non amélioration de l'acuité visuelle (Figure 5).

Figure 4



4 a : Papilles sur le versant conjonctival d'une paupière supérieure dans un contexte de conjunctivite printanière. 4 b : Dépôts épais piégés dans l'interface d'une lentille cornéo-sclérale.

Figure 5



Cas clinique illustrant l'association d'une autre pathologie oculaire au kératocône.

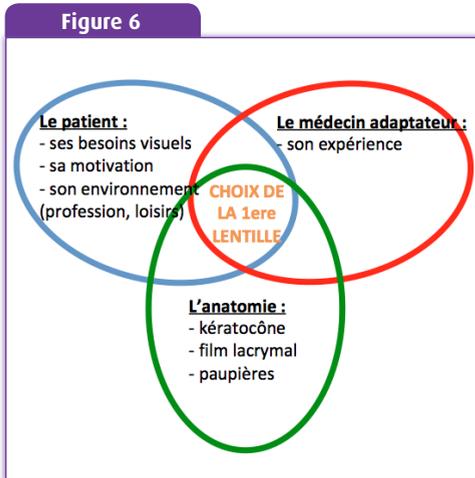
Diagnostic d'un kératocône modéré chez une patiente de 27 ans. Topographie d'élévation (a, b). L'examen ophtalmologique réalisé avant l'adaptation en lentilles de contact retrouve une hypoplasie maculaire bilatérale visible en OCT (c) associée à la présence de fins dépôts réfléchissants aux pôles postérieurs (flèche). Un albinisme oculaire a été diagnostiqué, confirmé par une analyse génétique.

Malgré une adaptation en lentilles rigides multi-courbes, l'acuité visuelle est limitée à 4/10° Pa2 à droite et 2/10° Pa3 à gauche.

Une myopie forte peut être associée au kératocône et l'examen de la périphérie rétinienne doit être régulier.

La réalisation d'une topographie cornéenne permet de mieux apprécier la morphologie du kératocône (KC centré ou décentré, large ou pointu (*nipple cone*), bases larges ou étroites, dégénérescence marginale pellucide, kératométrie maximale...). Une microscopie spéculaire peut être intéressante en cas d'adaptation en lentilles sclérales car un polymégatisme peut survenir au long cours.

Le choix de la première lentille repose donc sur un trépied clinique (Figure 6).



Trépied clinique conditionnant le choix de la première lentille chez un patient porteur d'un kératocône.

Le degré de sévérité du kératocône est un paramètre déterminant dans le choix de la première lentille (Figure 7). Les kératocônes frustes, infra-cliniques pour lesquels la kératométrie moyenne reste peu élevée (inférieure généralement à 7,50 mm) peuvent être adaptés en première intention en lentilles sphéro-aspériques.

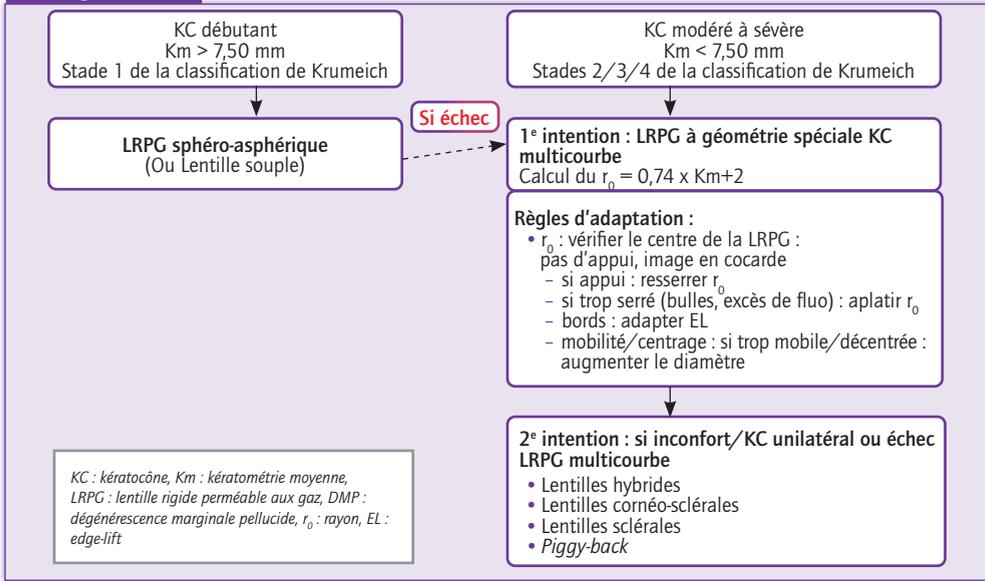
Le recours aux lentilles souples est possible pour les cas les plus débutants à condition de bien informer le patient qu'en cas d'évolution du kératocône une adaptation en lentilles rigides est préconisée (Ernould-Huet, 2015).

Pour tous les autres patients porteurs de kératocônes modérés et sévères, le choix de la première lentille essayée se porte le plus souvent vers une lentille rigide perméable aux gaz multicourbe de géométrie « spéciale kératocône ».

En cas d'intolérance trop importante ou d'échec des lentilles multicourbes, d'autres géométries peuvent être proposées : lentilles hybrides, en *piggy-back*, cornéo-sclérales ou sclérales, qui permettent un meilleur confort notamment en cas d'adaptation unilatérale. Il en est de même pour les patients ayant bénéficié de la pose d'anneaux intra-cornéens, de kératoplastie transfixiante ou présentant un kératocône très décentré ou une dégénérescence marginale pellucide (Figures 8 et 9). Le recours à des lentilles rigides de grand diamètre, cornéo-sclérales et sclérales est nécessaire pour augmenter la stabilité de la lentille et permettre un bon centrage, et ainsi de pouvoir surseoir à la réalisation d'une greffe de cornée (Galvis *et al.*, 2018).

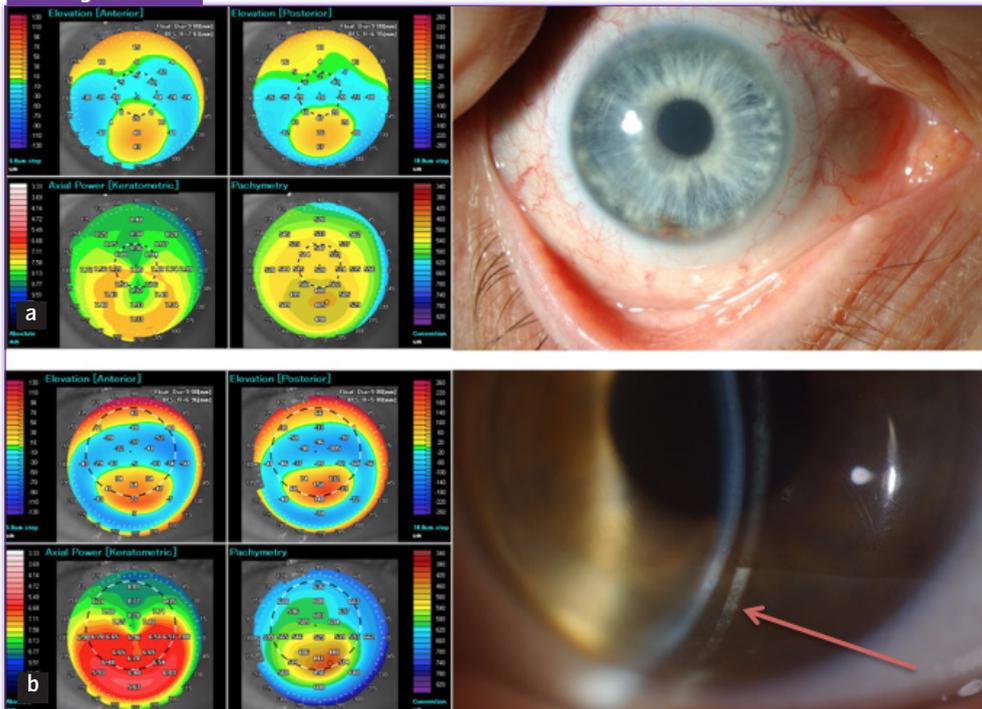
Pour faciliter la pose de la première lentille, l'utilisation d'un anesthésiant topique (type oxybuprocaine) peut être utile, notamment chez des patients pusillanimes ou ayant un blépharospasme. L'inconfort ressenti à la pose associé à un larmoiement réflexe diminue au bout de quelques minutes, permettant l'examen de la lentille à la lampe à fente avec le filtre bleu cobalt et la fluorescéine.

Figure 7



Arbre décisionnel du choix de la géométrie et du type de la première lentille.

Figure 8

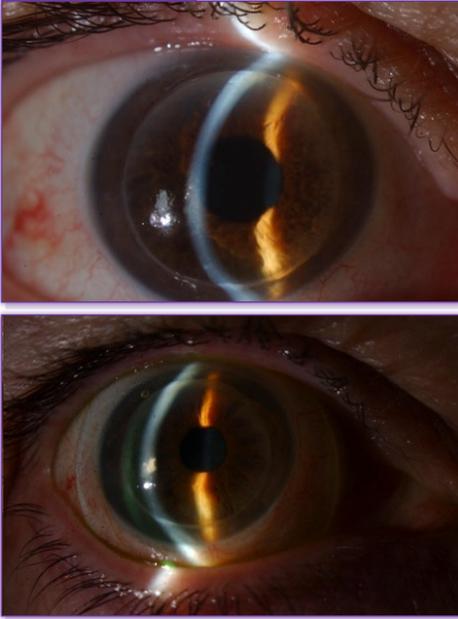


Exemples de dégénérescences marginales pellucides (DMP)

8.a : DMP peu évoluée avec image topographique caractéristique en « pince de crabe » et qui a bénéficié d'une adaptation en lentille cornéo-sclérale du fait du caractère périphérique de l'astigmatisme.

8.b : DMP évoluée adaptée en lentille sclérale. À noter la présence de dépôts lipidiques à la surface de la lentille (flèche).

Figure 9



M-C.Trone

Patiente de 56 ans ayant bénéficié d'une greffe de cornée transfixiante sur kératocône il y a presque 15 ans et qui présente un glissement de son greffon responsable d'un astigmatisme de 11 D engendrant une baisse d'acuité visuelle et une diplopie monoculaire invalidante. L'adaptation en lentille sclérale permet de restaurer une acuité visuelle de 8/10<sup>e</sup> Pa2 sans diplopie et retarde donc l'indication de nouvelle greffe sur cet œil.

## 4. 2. Exemples d'adaptations de patients porteurs de kératocônes

Une adaptation en lentilles réussie réunit 3 critères essentiels : sécurité, confort et vision.

### 4.2.1. Lentille rigide multicourbe

Il s'agit de la lentille de 1<sup>re</sup> intention pour l'adaptation d'un kératocône.

#### • Cas clinique

Patient de 19 ans présentant un kératocône bilatéral asymétrique (OD Kmax 48,3 D et AV = 9/10<sup>e</sup> Pa2 et OG Kmax : 58,9 D et AV 2/10<sup>e</sup> Pa2).

Au cours du suivi, l'œil gauche a présenté une évolution de la kératométrie maximale ayant conduit à la réalisation d'un *cross-linking* cornéen. Dans les suites, nous proposons un essai en lentilles multicourbes (Rose K2 Menicon) afin d'améliorer l'acuité visuelle.

Les premières lentilles posées à gauche étaient trop plates (Figure 10 a : r0 6,90 et Figure 10 b : 6,70), il a été décidé de resserrer le rayon.

La lentille présentant une image « en carde » optimale (Figure 10 c) a été prescrite (MENICON Rose K2™ 8,70/6,60/-10/EL standard) permettant une acuité visuelle de 9/10<sup>e</sup> Pa2.

### 4. 2. 2. Lentilles hybrides

#### • Cas clinique

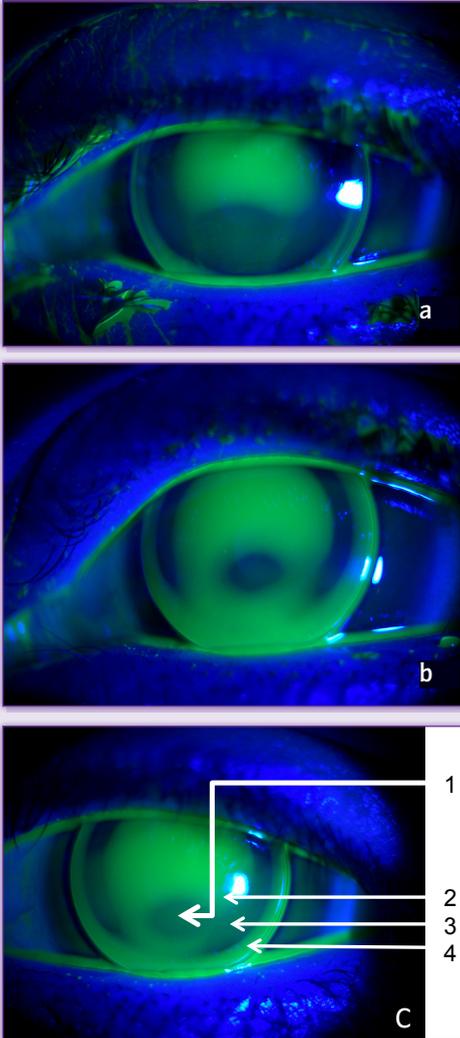
Patient de 34 ans, menuisier, kératocône bilatéral, qui souhaite une autre géométrie de lentilles car gêne importante avec ses lentilles multicourbes (travail en milieu poussiéreux) : adaptation en lentilles hybrides. On commence par l'œil gauche.

Acuité visuelle OG : 6/10<sup>e</sup> Pa2 avec -9,25 (-1,50 à 170°).

Il porte à gauche une lentille rigide multicourbe bien adaptée de rayon 6,70 et de puissance -5 avec laquelle son acuité visuelle est améliorée de 5/10<sup>e</sup> à 10/10<sup>e</sup> Pa2.

Une lentille hybride (EyeBrid™ Silicone, LCS) 14,90/6,70/-5/jupe 0 (Figure 11) est commandée. Trop grande mobilité et mauvais centrage (= jupe trop plate) donc on resserre la jupe.

Figure 10

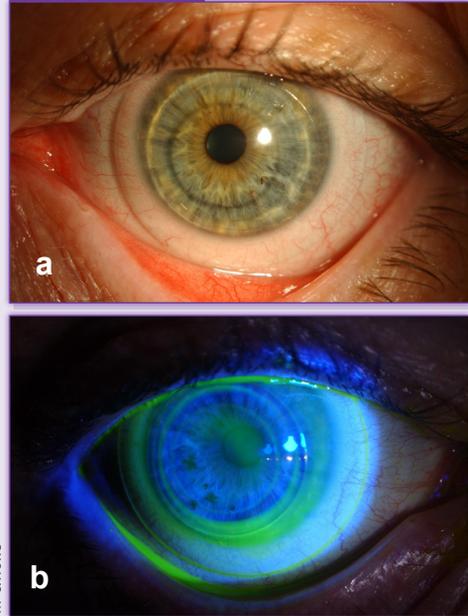


Exemple d'adaptation en lentilles rigides multicourbes. a/b : lentilles trop plates

C : image fluo « en cocarde » optimale :

- 1 : léger appui central permettant le passage des larmes au clignement
- 2 : anneau de fluorescéine
- 3 : zone d'appui modéré en moyenne périphérie de la lentille
- 4 : dégagements périphériques (*edge-lift*) bien ouverts

Figure 11



Lentille finale hybride OG :  
 14,90/6,7/-5/juqe-0,50  
 a : image en lumière blanche. La mobilité de cette lentille est équivalente à celle d'une lentille souple soit 0,50 mm.  
 b : image en lumière bleue après instillation de fluorescéine macromolécule. Il faut vérifier l'absence d'appui central au niveau du kératocône et la répartition homogène de la fluorescéine au niveau de la zone de jonction.

#### 4. 2. 3. Lentilles cornéo-sclérales et sclérales

##### • Cas clinique

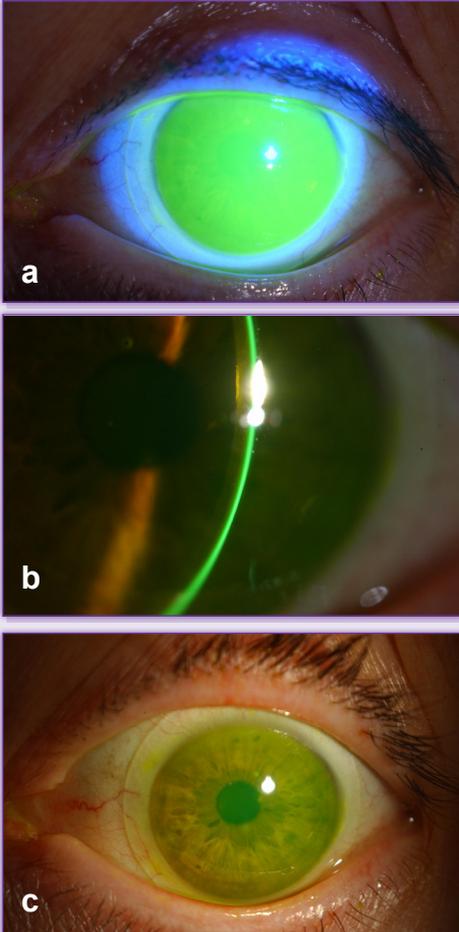
Patiente de 75 ans avec un kératocône bilatéral. Réadaptation de son œil gauche. Étant donné le syndrome sec modéré et son inconfort actuel en lentilles rigides multicourbes : adaptation en lentille cornéo-sclérales.

Acuité visuelle OG : 5/10<sup>e</sup> Pa2 avec -6,50 (-0,50 à 180°)

Topographie OG Km = 51,3 D

On teste une lentille cornéo-sclérale (Rose K2™ XL, Menicon, Figure 12) 14,60/7,10/-5/EL standard.

Figure 12



Lentille cornéo-sclérale après 1 h 30 de port :  
 a : Pose de la lentille avec de la fluorescéine et examen en fente large avec le filtre bleu : pas d'appui, répartition homogène de la fluorescéine  
 b : Examen en fente fine en lumière blanche : réservoir de profondeur correcte  
 c : Examen des appuis scléaux : pas de blanchiment constaté.

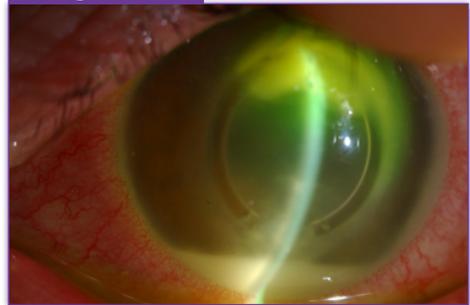
Après réalisation de la surréfraction (-3), l'acuité finale est de 9/10<sup>e</sup> Pa2. On commande 14,60/7,10/-8/EL standard.

Certains laboratoires proposent depuis quelques années des logiciels d'aide à l'adaptation (Easyfit pour Menicon, iAdapt pour LCS et Click & Fit Precilens). Les paramètres de la lentille à commander sont déterminés en fonction de la réfraction et de la kératométrie renseignées, voire même directement à partir de la topographie. Ceci constitue un outil intéressant, notamment pour les cas les plus complexes.

### 4. 3. Conseils et précautions pour les porteurs

Les précautions « classiques » données à tous les porteurs s'appliquent bien évidemment aux patients atteints de kératocône. Certains patients à des stades avancés de la maladie ont une réelle « dépendance visuelle » aux lentilles. Il est donc important, à chaque consultation, de refaire de la prévention et de l'information, afin de limiter au maximum les complications sous lentilles, notamment infectieuses (Figure 13). Les signes devant faire consulter en urgence, en cas d'œil rouge et douloureux sous lentilles, doivent être bien expliqués.

Figure 13



Abscès sous lentille chez un patient porteur d'un kératocône ayant bénéficié de la pose d'anneaux intra-cornéens.

Compte tenu de la fréquence du terrain atopique chez les patients porteurs de kératocône, la prescription au long cours d'un traitement antiallergique peut s'avérer nécessaire, ainsi que des massages palpébraux. Ceci d'autant plus que la présence de papilles palpébrales et/ou d'une blépharite peut être source d'inconfort et d'encrassement.

De même, on peut conseiller au patient d'intensifier la déprotéinisation pendant les périodes aiguës d'allergie oculaire et d'utiliser un produit d'entretien sans conservateur.

Afin de poursuivre l'information et les conseils auprès des porteurs, de plus en plus connectés, les laboratoires mettent à disposition des applications mobiles ou des sites internet dédiés.

## Conclusion

La prise en charge des patients atteints de kératocône, reste plus que jamais centrée sur la réhabilitation visuelle. Elle doit être expliquée et abordée dès la 1<sup>re</sup> consultation où l'annonce du diagnostic chez des patients souvent jeunes peut être source d'angoisse. L'arrêt des frottements oculaires est indispensable pour éviter l'évolution de l'ectasie cornéenne et peut nécessiter la prescription d'un traitement antiallergique local.

Le *cross-linking* cornéen est réservé aux cas évolutifs, seul ou en association avec d'autres techniques chirurgicales afin de régulariser la surface cornéenne. Le large choix de géométries de lentilles aujourd'hui permet l'adaptation de tous les patients afin d'améliorer leur qualité de vue et donc de vie.

## Références

- ▶ Barnett M, Mannis MJ. Contact lenses in the management of keratoconus. *Cornea* 2011;30(12):1510-6.
- ▶ Caporossi A, Mazzotta C, Paradiso AL, Baiocchi S, Marigliani D, Caporossi T. Transepithelial corneal collagen A crosslinking for progressive keratoconus: 24-month clinical results. *J Cataract Refract Surg* 2013;39(8):1157-63.
- ▶ Cassagne M, Laurent C, Rodrigues M, Galinier A, Spoerl E, Galiacy SD, *et al.* Iontophoresis transcorneal delivery technique for transepithelial corneal collagen crosslinking with riboflavin in a rabbit model. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016;57(2):594-603.
- ▶ Downie LE, Lindsay RG. Contact lens management of keratoconus. *Clin Exp Optom* 2015;98(4):299-311.
- ▶ Ernould-Huet F. Adaptation en lentilles du kératocône en fonction du stade évolutif. In: *Le kératocône en 2015. Rapport SFOALC 2015.* MED-LINE Editions Paris.
- ▶ Fournié P, Touboul D, Arné J-L, Colin J, Malcaze F. Kératocône. In: *EMC Ophtalmologie*;2013;p 21-200 - D-40.
- ▶ Fournié P. Cross-Linking du collagène cornéen. In: *Le kératocône en 2015. Rapport SFOALC 2015.* Med-Line Editions Paris.
- ▶ Galvis V, Tello A, Carreño NI, Niño CA, Berrospi RD. Scleral lenses reduce the need for corneal transplants in severe keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2018;190:202-3.
- ▶ Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R, Guell JL, *et al.* Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. *Cornea* 2015;34(4):359-69.
- ▶ Hagem AM, Thorsrud A, Sandvik GF, Drolsum L. Randomized study of collagen cross-linking with conventional versus accelerated UVA irradiation using Riboflavin with hydroxypropyl methylcellulose: Two-year results. *Cornea* 2019;38(2):203-9.
- ▶ Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Keratoconus management: long-term stability of topography-guided normalization combined with high-fluence CXL stabilization (the Athens Protocol). *J Refract Surg* 2014;30(2):88-93.



- ▶ **Kanellopoulos AJ, Asimellis G.** Corneal refractive power and symmetry changes following normalization of ectasias treated with partial topography-guided PTK combined with higher-fluence CXL (the Athens Protocol). *J Refract Surg* 2014;30(5):342-6.
- ▶ **Kobashi H, Rong SS.** Corneal collagen cross-linking for keratoconus: Systematic Review. *BioMed Res Int* 2017;2017:8145651.
- ▶ **Kuechler SJ, Tappeiner C, Epstein D, Frueh BE.** Keratoconus progression after corneal cross-linking in eyes with preoperative maximum keratometry values of 58 diopters and steeper. *Cornea* 2018;37(11):1444-8.
- ▶ **Kymionis GD, Grentzelos MA, Kankariya VP, Liakopoulos DA, Karavitaki AE, Portaliou DM, et al.** Long-term results of combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen crosslinking for keratoconus: Cretan protocol. *J Cataract Refract Surg* 2014;40(9):1439-45.
- ▶ **Lim L, Lim EWL.** A review of corneal collagen cross-linking - Current trends in practice applications. *Open Ophthalmol J* 2018;12:181-213.
- ▶ **Prakash G, Philip R, Srivastava D, Bacero R.** Evaluation of the robustness of current quantitative criteria for keratoconus progression and corneal cross-linking. *J Refract Surg* 2016;32(7):465-72.
- ▶ **Shajari M, Kolb CM, Agha B, Steinwender G, Müller M, Herrmann E, et al.** Comparison of standard and accelerated corneal cross-linking for the treatment of keratoconus: a meta-analysis. *Acta Ophthalmol* 2019;97(1):e22-e35.
- ▶ **Spoerl E, Huhle M, Seiler T.** Induction of cross-links in corneal tissue. *Exp Eye Res* 1998;66(1):97-103.
- ▶ **Wen D, Li Q, Song B, Tu R, Wang Q, O'Brart DPS, et al.** Comparison of standard versus accelerated corneal collagen cross-linking for keratoconus: a meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018;59(10):3920-31.
- ▶ **Wollensak G, Spoerl E, Seiler T.** Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003;135(5):620-7.



# L'astigmatisme irrégulier

Dr Julien Bullet

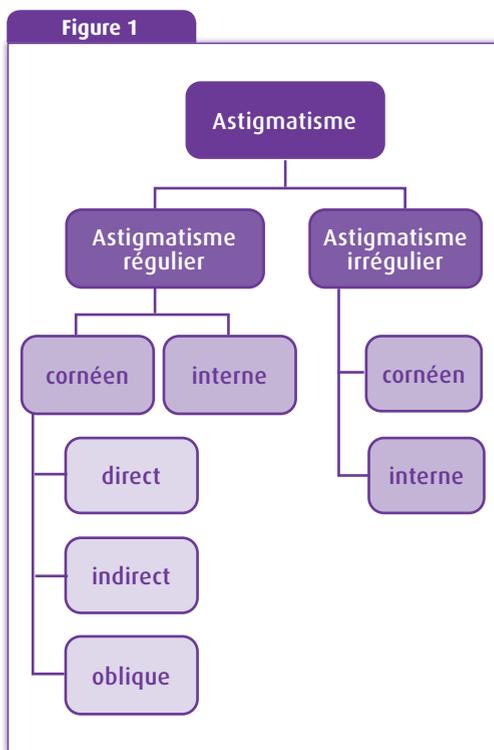
## ① Définition

### 1.1. Les différents types d'astigmatisme

Un système optique est dit astigmatique si l'image d'un point n'est pas ponctuelle, quel que soit le plan de focalisation.

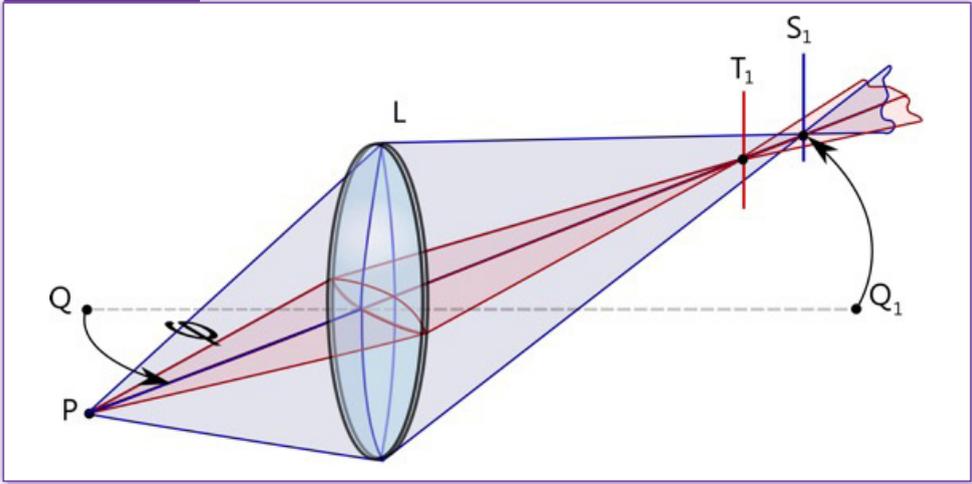
Cette définition très vaste inclut donc de nombreuses situations très diverses. En pratique clinique quotidienne, il est utile de séparer (Figure 1) :

- l'astigmatisme régulier avec ses deux méridiens principaux perpendiculaires et dont la défocalisation suit le fameux conoïde de Sturm avec deux focales distinctes et, entre les deux, le cercle de moindre diffusion (Figure 2). L'origine de cet astigmatisme est très souvent une toricité cornéenne (Schuster *et al.*, 2017) qui peut entraîner un astigmatisme direct, indirect ou oblique (mais toujours régulier, confusion fréquente) ;
- l'astigmatisme irrégulier défini par défaut comme tout astigmatisme qui n'est pas régulier, c'est-à-dire qui ne peut être modélisé avec les deux focales du conoïde de Sturm.



Classification des astigmatismes.

Figure 2



Conoïde de Sturm (S. Kosch).

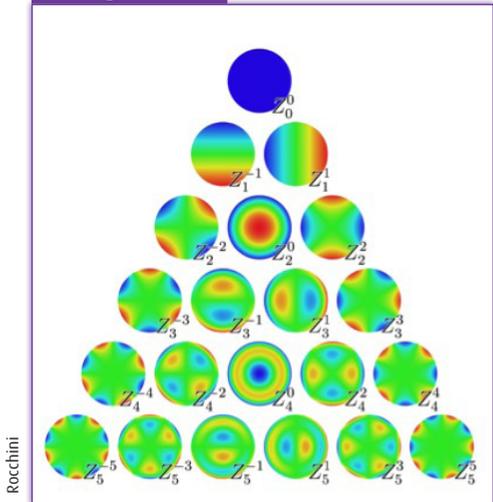
## 1.2. L'astigmatisme, une aberration optique monochromatique

Pour être plus précis, il faut se référer à la définition des aberrations optiques monochromatiques telles que définies dans les polynômes de Zernike.

Toutes les aberrations optiques monochromatiques, c'est-à-dire non liées à la dispersion de la lumière selon ses longueurs d'onde mais à la dispersion du front d'onde, peuvent être représentées dans cette base infinie de manière unique : à chaque polynôme est affecté un coefficient. Ces coefficients peuvent être mesurés en aberrométrie (Oliveira *et al.*, 2012).

Chaque polynôme correspond à une aberration optique à partir du second niveau. À ce niveau, on retrouve le defocus (hypermétropie ou myopie) et l'astigmatisme dans deux axes. Les polynômes d'ordres supérieurs (coma, trefoil, etc.), décrivent les fameuses aberrations optiques d'ordre élevé (Figure 3).

Figure 3



Polynômes de Zernike et leur représentation tridimensionnelle par échelle de couleur.

Dans cette représentation, un astigmatisme régulier correspond uniquement à des coefficients d'ordre 2 sans aucune aberration d'ordre élevé. L'astigmatisme irrégulier correspond à des coefficients d'ordre 2 et d'ordres supérieurs non nuls.

Il est intéressant de constater, dans cette représentation, que tout astigmatisme irrégulier contient une part d'astigmatisme régulier (les coefficients de niveau 2 décrivant l'astigmatisme) et des aberrations optiques d'ordre élevé (les coefficients d'ordre supérieur). Il sera donc toujours possible de ne corriger que cette première composante, avec un résultat améliorant la vision du patient, à l'instar de l'équivalent sphérique comme approximation de la correction d'un astigmate régulier en verres sphériques. C'est exactement ce qui est fait dans les verres de lunettes prescrits à un patient souffrant d'un astigmatisme irrégulier, par exemple.

### 1.3. Étiologies

Comme pour l'astigmatisme régulier, l'astigmatisme irrégulier peut être séparé en étiologies internes et externes (= cornéennes), parfois combinées.

**Pour les causes internes**, on retrouve :

- les atteintes cristalliniennes notamment la cataracte, mais aussi des pathologies plus rares comme le lenticône ;
- les déformations du globe oculaire hors cornée comme un conus myopique important.

**Pour les causes externes**, l'astigmatisme irrégulier peut résulter :

- d'une chirurgie, notamment chirurgie réfractive ou greffe de cornée ;
- d'un traumatisme cornéen : plaie de cornée, taie importante ;
- d'une infection : abcès de cornée ;
- d'un ptérygion ;

- d'une pathologie cornéenne dysimmune comme un ulcère de Mooren ou un infiltrat catarrhal important ;
- d'une dystrophie de cornée comme une dystrophie de Cogan retentissante ;
- d'une pathologie ectasiant, notamment kératocône et dégénérescence marginale pellucide (l'adaptation est traitée dans un autre chapitre) ;
- d'une atteinte syndromique générale comme le syndrome de Marfan.

Ces situations cliniques variées ont toutes pour conséquence une déformation de la cornée qui ne correspond pas toujours au modèle de la surface torique avec ses deux rayons de courbures principaux perpendiculaires entre eux. Cette déformation irrégulière est à l'origine d'une défocalisation variable ne suivant pas le conoïde de Sturm et d'aberrations optiques d'ordre élevé.

### 1.4. Symptômes

Les patients souffrant d'un astigmatisme irrégulier se plaignent fréquemment d'un ou plusieurs signes suivants :

- une acuité visuelle non satisfaisante avec une paire de lunettes pourtant correctement prescrite ;
- une diplopie, voire polyopie (ils décrivent souvent une « ombre portée » sous les optotypes de l'écran) ;
- un éblouissement nocturne plus ou moins intense retentissant souvent sur les activités quotidiennes.

## ② Adaptation en lentilles de contact de l'astigmatisme irrégulier

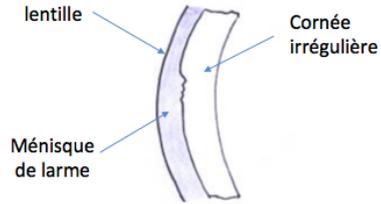
### 2.1. Quel type de lentilles choisir ?

L'astigmatisme irrégulier externe d'origine cornéenne, de loin le plus fréquent, est un terrain idéal pour la correction par lentilles de contact. On peut de suite éliminer le cas simple des lentilles souples, qui donneront un résultat similaire à une paire de lunettes, pour se concentrer sur les lentilles rigides et leurs homologues cornéo-sclérales ou hybrides.

En compensant par un ménisque de larmes dont l'indice de réfraction est proche de celui de la cornée, on redonne au premier dioptré rencontré par la lumière, une forme optimale permettant une meilleure focalisation des rayons sur la rétine. L'avantage de ces lentilles par rapport aux lentilles souples est double : le dioptré antérieur permet un changement d'indice de réfraction sur une surface aux aberrations maîtrisées au niveau du film lacrymal, et toutes les irrégularités cornéennes quelles qu'elles soient sont spontanément compensées par le ménisque de larmes entre la lentille et la cornée (Figure 4).

Il faut toutefois noter que les opacités cornéennes, elles-mêmes pourvoyeuses d'astigmatisme irrégulier, ne sont pas traitées ici (taies après abcès de cornée par exemple), ni l'astigmatisme interne pour lequel le traitement étiologique reste la priorité. Cependant, il est possible d'améliorer significativement la vision de ces patients en compensant la composante régulière de l'astigmatisme interne par un tore externe, comme on l'aurait fait pour des lunettes.

Figure 4



Compensation d'une irrégularité cornéenne par une lentille rigide avec le ménisque de larmes.

Il est donc essentiel de comprendre quelle part d'astigmatisme va pouvoir être corrigée par le port de lentilles et de se fixer un objectif qualitatif au niveau visuel ou fonctionnel.

Pour le choix de la lentille, les ophtalmologistes contactologues ont désormais, depuis quelques années, trois options qui comportent toutes des inconvénients et des avantages (Tableau I) :

- les lentilles rigides perméables aux gaz cornéennes : de diamètre classique, elles sont aisées à manipuler, très perméables à l'oxygène, d'autant plus qu'elles sont mobiles sur la cornée, et connues depuis longtemps. Leur variété est d'une grande aide. Elles sont cependant délicates à supporter, au début, par les patients. On peut toutefois envisager un *piggy-back* en cas d'inconfort marqué. Elles sont aussi moins onéreuses que les deux autres types de lentille ;
- les lentilles hybrides : le centre de la lentille est rigide, la périphérie souple (jupe). La manipulation est plus délicate pour le patient mais la tolérance bien meilleure. L'oxygénation est moins bonne mais elles présentent une grande stabilité ;

- les lentilles cornéo-sclérales ou sclérales : leur grand diamètre leur permet un appui limbique bien plus confortable pour le patient, au prix d'une manipulation parfois difficile. Le passage en pont permet aussi d'éviter un contact cornéen qui peut parfois retentir sur la cornée.

En pratique, il est toujours intéressant de commencer par l'adaptation d'une lentille rigide classique en expliquant les avantages au patient et en le prévenant du temps nécessaire pour une tolérance optimale.

En cas d'échec ou de tolérance insuffisante, ou en première intention en cas de pathologie cornéenne avec érosion épithéliale ou menace de perforation, une lentille de grand diamètre cornéo-sclérale ou sclérale sera proposée.

## 2.2. Quel protocole d'adaptation suivre ?

Tous les fabricants disposent de protocoles d'adaptation selon des règles définies à partir des données des premiers patients adaptés par des praticiens expérimentés en contactologie et selon le type de pathologie en cause.

**Deux points sont cependant très importants :**

- **la topographie** est la pierre angulaire du choix de la première lentille. En effet, la carte des rayons de courbures, notamment en mode tangentiel qui représente mieux la forme réelle de la cornée périphérique, permet de visualiser et de caractériser la zone incriminée dans l'astigmatisme irrégulier. De plus, le choix de la première lentille, notamment le rayon central  $r_0$  se réfère souvent à des valeurs mesurées de kératométrie (K ou Km) pour lesquelles le topographe a une précision supérieure au kératomètre automatique ;

**Tableau I : Avantages et inconvénients des différents types de lentilles**

Type de lentille	Avantages	Inconvénients
Lentilles cornéennes rigides	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus répandues avec des gammes étendues</li> <li>• Peu onéreuses</li> <li>• Meilleure oxygénation cornéenne</li> <li>• Manipulation aisée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tolérance plus difficile à obtenir</li> <li>• Impossibles à adapter en cas de pathologie cornéenne périphérique</li> </ul>
Lentilles hybrides	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort important</li> <li>• Grande stabilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation difficile</li> <li>• Coût ++</li> <li>• Moins bonne oxygénation cornéenne, moindre renouvellement des larmes</li> </ul>
Lentilles cornéo-sclérales ou sclérales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très bon confort</li> <li>• Évitent tout contact avec la cornée pour la sclérale : conviennent à toutes les pathologies cornéennes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulation difficile</li> <li>• Coût ++</li> <li>• Moins bonne oxygénation cornéenne, moindre renouvellement des larmes</li> </ul>

- **la clinique** (du ressenti du patient à l'image fluo) prime sur toutes les recommandations, car **l'adaptation d'une cornée irrégulière est empirique**.

Les grands principes sont toujours similaires :

1. Choix d'une première lentille positionnée sur la cornée (avec de la fluorescéine standard ou de haut poids moléculaire en cas de jupe souple, essai prolongé selon le protocole du fabricant).
2. Contrôle immédiat et parfois différé du positionnement, de la mobilité et de l'image fluo.
3. Modification de la lentille jusqu'à obtenir des critères satisfaisants. La plupart des protocoles demandent que les zones « d'appui » cornéennes soient le plus limitées possible (en pratique, un peu de fluorescéine doit toujours circuler, il n'y a donc pas d'appui réel). On modifie d'abord le rayon central puis les éventuels rayons périphériques jusqu'au dégageement (souvent appelé *edge-lift*).
4. Surréfraction pour le calcul de la puissance.

On peut ensuite commander les lentilles en essai pour un test plus précis sur le patient, y compris en les laissant plusieurs heures afin de se trouver dans des conditions réelles d'utilisation.

La surréfraction est une étape importante de l'adaptation car aucun calcul ne peut prévoir efficacement la réfraction complémentaire contrairement aux adaptations sur cornées standard. Le brouillard est essentiel car il est probable que l'accommodation participe à la compensation d'une amétropie irrégulière (la cornée de l'astigmatique irrégulier est naturellement « multifocale »).

Enfin, s'il reste un astigmatisme interne, il est d'usage de ne le compenser qu'au contrôle après 3 ou 4 semaines de port par un tore externe. Il peut, en effet, s'agir d'une compensation naturelle par un mécanisme d'accommodation afin d'améliorer la vision. Cet astigmatisme disparaît parfois après quelques semaines de port.

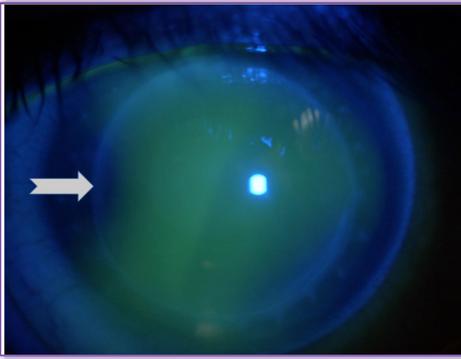
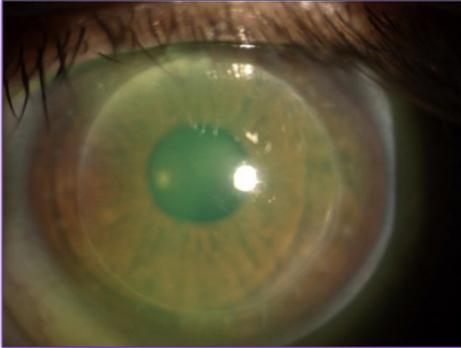
### 2.3. Quels sont les critères d'une bonne adaptation ?

Les critères qui caractérisent une bonne adaptation ne sont pas différents pour les lentilles qui corrigent un astigmatisme irrégulier que pour les autres lentilles.

On retiendra :

- l'acuité visuelle avec la lentille et, notamment, une augmentation significative par rapport à la meilleure acuité visuelle corrigée avec des lunettes ;
- la tolérance subjective du patient (confort ressenti, stabilité de la vision, possibilité de port extensif sur une journée) ;
- la tolérance locale (rougeur conjonctivale, kératite ponctuée superficielle ou *frooth* au retrait, blanchiment de la conjonctive au point d'appui pour une lentille cornéo-sclérale ou sclérale) ;
- la mobilité selon les recommandations du protocole du fabricant et le type de lentille ;
- l'image fluo :
  - centrale (comme écrit précédemment, il faut se rapprocher de la cornée avec des zones moins fluo sans toucher toutefois, Figure 5),
  - périphérique pour laisser un passage de larmes et assurer leur renouvellement ; gage d'une bonne oxygénation de la cornée pour les lentilles de grand diamètre.

Figure 5



J. Bullet

Lentille cornéo-sclérale sur une greffe (en haut) et image fluo (en bas) montrant un point d'appui en nasal (à gauche sur la photo) avec passage de fluorescéine, sans retentissement local après plusieurs jours de port

Enfin, l'absence de souffrance cornéenne sur le long terme est un critère important pour le suivi de la lentille. Ainsi, il est souvent conseillé de revoir ces patients après quelques semaines de port, avec une lentille prêtée ou achetée sous garantie auprès de l'opticien.

### ③ Conclusion

Adapter une lentille pour un astigmatisme irrégulier n'est pas nécessairement plus complexe que pour une lentille sur un œil standard. Il est important de comprendre le mécanisme de l'astigmatisme pour optimiser le choix de la lentille et évaluer avec le patient le potentiel qu'il va pouvoir en tirer. En suivant le protocole du fabricant et avec une connaissance empirique de l'adaptation, au besoin avec plusieurs essais, ces adaptations peuvent être accessibles à la majorité des ophtalmologistes, qu'ils soient contactologues ou pas.

### Références

- ▶ Oliveira CM, Ferreira A, Franco S. Wavefront analysis and Zernike polynomial decomposition for evaluation of corneal optical quality. *J Cataract Refract Surg* 2012;38(2):343-56.
- ▶ Schuster AK, Pfeiffer N, Schulz A, Hoehn R, Ponto KA, Wild PS, *et al.* Refractive, corneal and ocular residual astigmatism: distribution in a German population and age-dependency - the Gutenberg health study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017;255(12):2493-501.





# La sécheresse et les pathologies de la surface oculaire

Dr Valérie Elmaleh, Dr Aurore Muselier-Mathieu

## ① Actualité en sécheresse oculaire – le DEWS II

Les résultats du groupe de travail consacré à la sécheresse oculaire (*Dry Eye Workshop II - DEWS II*) ont été publiés en juillet 2017. Grâce au travail de nombreux experts et après une aventure de plus de deux ans, dix sous-chapitres consacrés à la sécheresse oculaire sont désormais disponibles. Cette 2<sup>e</sup> édition, publiée presque dix ans après la première (DEWS I de 2007) a permis de clarifier les nombreuses avancées réalisées dans la compréhension de la sécheresse oculaire, pathologie très courante dans nos consultations quotidiennes et dont l'impact est probablement sous-estimé. Les principales nouveautés qu'offre cette version actualisée sont présentées ci-après.

### 1.1. Une nouvelle définition

La définition de la sécheresse oculaire était dans le premier rapport du DEWS I de 2007 la suivante : « La sécheresse oculaire est une maladie multifactorielle des larmes et de la surface oculaire, qui se traduit par des symptômes de gêne, de perturbation visuelle, d'instabilité du film lacrymal, et des lésions potentielles de

la surface oculaire. Elle s'accompagne d'une augmentation de l'osmolarité du film lacrymal et d'une inflammation de la surface oculaire. » (Lemp *et al.*, 2007).

La définition actualisée de 2017 apporte des éléments complémentaires majeurs : « La sécheresse oculaire est une maladie multifactorielle de la surface oculaire, caractérisée par une perte de l'homéostasie du film lacrymal accompagnée de symptômes oculaires dans laquelle l'instabilité et l'hyperosmolarité du film lacrymal, l'inflammation et les lésions de la surface oculaire ainsi que des anomalies neurosensorielles jouent des rôles étiologiques. » (Craig *et al.*, 2017).

Les trois grandes évolutions de cette nouvelle définition concernent tout d'abord la notion de perte d'homéostasie du film lacrymal (le corps a perdu sa capacité de maintenir un équilibre) qui est considérée comme une caractéristique essentielle pour décrire la genèse du syndrome sec. Les symptômes ne se réduisent pas à la gêne et à la perturbation visuelle mais peuvent recouvrir une palette beaucoup plus large d'atteintes. Enfin, la notion d'anomalies neurosensorielles apparaît même si leur rôle et leur mécanisme demeurent encore imparfaitement compris.

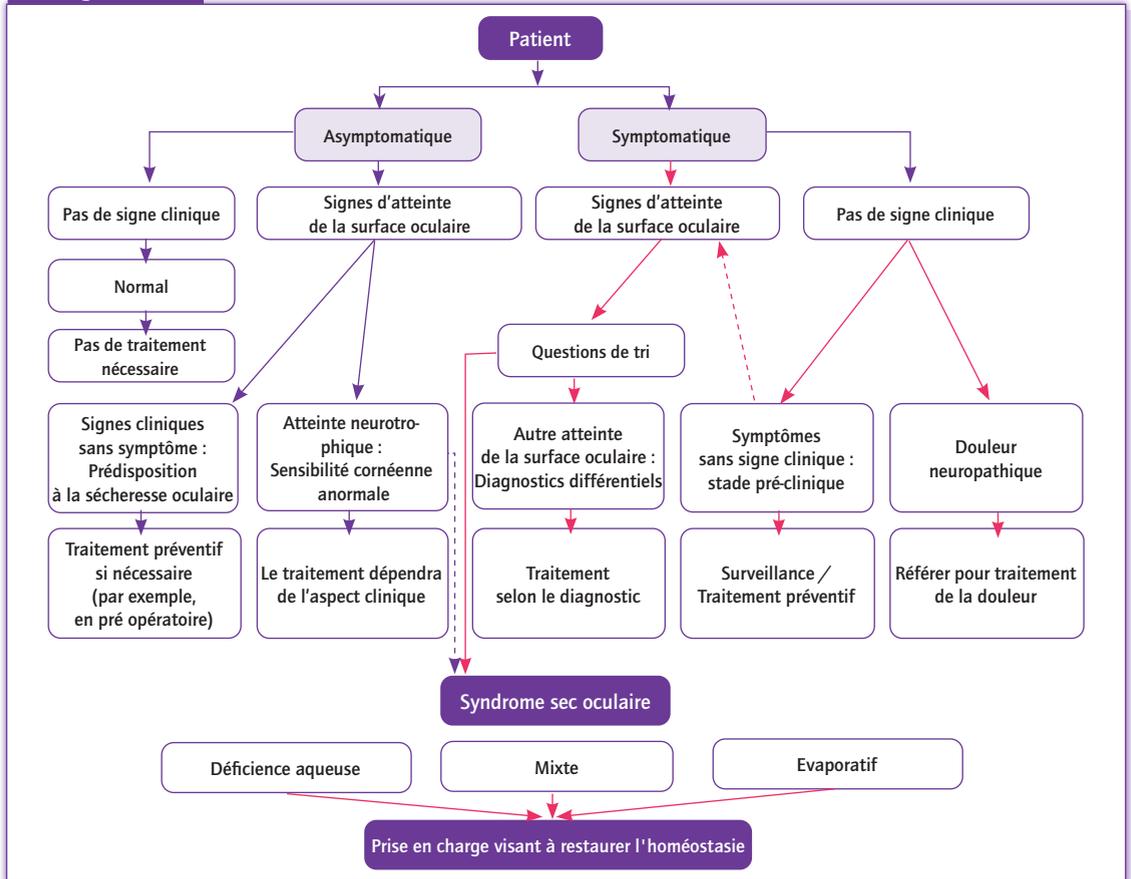
## 1.2. Un nouveau système de classification

Classiquement, il était admis que la sécheresse oculaire résultait soit d'un déficit lacrymal soit d'une hyper-évaporation. Cependant, cette approche binaire ne reflétait qu'assez peu la réalité clinique puisqu'en cas de sécheresse oculaire, lorsque le patient entre dans le « cercle vicieux » bien connu, les mécanismes physiopathologiques (instabilité, hyperosmolarité et inflammation) entraînent des altérations en cascade.

Ainsi, il apparaît que les sécheresses oculaires par déficience aqueuse et évaporative doivent être envisagées comme inscrites au sein d'un *continuum*.

Un nouveau schéma de classification a été proposé (Figure 1). La partie supérieure de ce schéma propose une démarche diagnostique s'appuyant sur la prise en compte des symptômes et des signes permettant de « classer » les patients en sous-catégories. La partie inférieure met en évidence la classification étiologique (décrite ci-dessus) sous forme d'un *continuum*.

Figure 1



Classification de la sécheresse oculaire (D'après DEWS II).

La sécheresse par déficit aqueux, qui regroupe les maladies affectant le fonctionnement des glandes lacrymales, coexiste avec la sécheresse évaporative qui ne se limite pas aux pathologies des paupières (dont le dysfonctionnement des glandes de Meibomius), ou au clignement mais aussi à d'autres causes liées à la surface oculaire (lentilles de contact...). Comme le montre le schéma, les causes évaporatives sont celles qui sont le plus fréquemment rencontrées (Craig *et al.*, 2017).

### 1.3. Sexe, genre et hormones

La sécheresse oculaire est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes. Le contexte hormonal joue un rôle important dans la sécheresse oculaire et les notions de sexe et de genre ont été détaillées dans un sous-chapitre dédié (Sullivan *et al.*, 2017).

### 1.4. Douleur et sensations

Les anomalies neurosensorielles sont au cœur de la définition de la sécheresse oculaire. Il existerait deux grands types de douleurs associées à l'œil sec (Belmonte *et al.*, 2017). D'une part, la douleur nociceptive généralement transitoire et souvent secondaire à une atteinte tissulaire ou une inflammation. D'autre part, la douleur neuropathique, définie comme une douleur qui serait la conséquence d'une lésion ou d'une maladie qui affecte le système somatosensoriel et serait plus fréquemment chronique (Galor *et al.*, 2015a ; Galor *et al.*, 2015b). Ce sous-chapitre expose les mécanismes pouvant être à l'origine de ces sensations et ouvre la voie vers une réelle entité clinique et probablement des possibilités thérapeutiques dans le futur.

### 1.5. Syndrome sec iatrogène

Un chapitre sur la iatrogénie a été ajouté dans ce rapport DEWS II, soulignant donc son importance, probablement sous-estimée jusque-là, comme cause de sécheresse oculaire (Gomes *et al.*, 2017).

Parmi les nombreuses étiologies on retrouve les médicaments topiques qui agissent sur la surface oculaire par divers mécanismes et notamment inflammatoire et toxique. Les conservateurs, comme le chlorure de benzalkonium, peuvent être à l'origine ou aggraver un état de sécheresse oculaire (Baudouin *et al.*, 2010 ; Pisella *et al.*, 2002), mais c'est également le cas des médicaments systémiques de diverses classes (antidépresseurs, bêtabloquants, antiallergiques, traitement hormonal, anticholinergiques...).

Le port de lentilles de contact et les produits d'entretien sont souvent en cause dans la genèse d'une sécheresse oculaire, des changements biophysiques du film lacrymal ont ainsi été mis en évidence chez les porteurs (Vidal-Rohr *et al.*, 2018).

Enfin, diverses interventions chirurgicales et notamment la chirurgie réfractive cornéenne ou les kératoplasties peuvent être à l'origine d'une sécheresse oculaire tant par leur mécanisme opératoire (section des nerfs cornéens...) que par le traitement topique postopératoire. Il ne faut pas oublier que les chirurgies de la cataracte, des paupières ou du glaucome, peuvent aussi être génératrices de syndrome sec.

Avant toute instauration de traitement ou décision d'une procédure chirurgicale, une évaluation des facteurs prédisposant à une sécheresse oculaire ou potentiellement aggravant un état clinique pré-pathologique, permettrait de minimiser les effets secondaires et d'obtenir des résultats postopératoires plus satisfaisants pour le patient et le praticien.

### 1.6. Diagnostic de sécheresse oculaire : une nouvelle séquence proposée

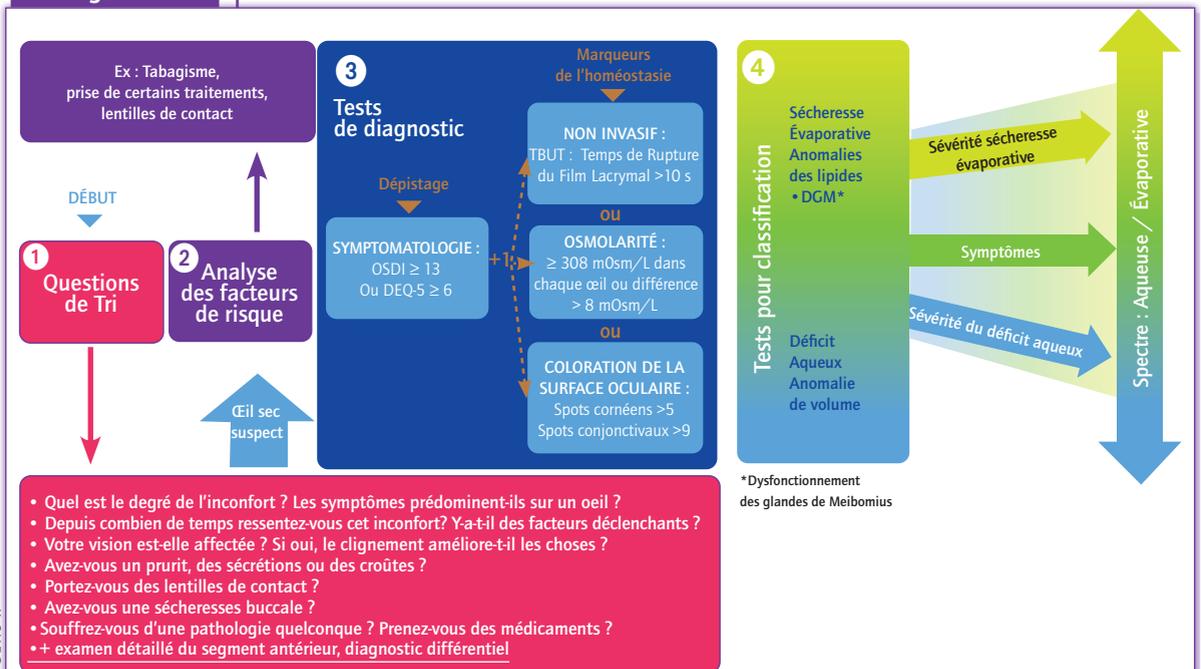
Il existe souvent une discordance entre symptômes et signes chez les patients souffrant de sécheresse oculaire ; ce qui rend le diagnostic souvent difficile. De multiples tests sont disponibles mais il était important de préciser quels sont ceux qui permettent d'affirmer le diagnostic de sécheresse oculaire. En effet, au-delà de la discordance, les signes et symptômes sont peu spécifiques et peuvent être en rapport avec une autre pathologie de la surface oculaire (Vehof *et al.*, 2017). Le DEWS II a défini un algorithme afin de faciliter le diagnostic de sécheresse oculaire et de permettre ainsi une prise en charge optimale du patient (Wolffsohn *et al.*, 2017) (Figure 2).

La première étape consiste à éliminer d'autres pathologies pouvant mimer une sécheresse oculaire et repose sur 8 questions portant sur la durée d'évolution, les signes gé-

néraux associés... Une recherche de facteurs de risque (tabagisme) ainsi qu'un examen biomicroscopique du segment antérieur permettent, quant à eux, de suspecter une sécheresse oculaire et d'éliminer les principaux diagnostics différentiels. Après ce premier « tri », l'évaluation précise des symptômes est réalisée à l'aide de 2 questionnaires (OSDI et DEQ 5). Le score est considéré comme positif si l'OSDI est  $\geq 13$  ou le DEQ 5  $\geq 6$ . Ils sont alors complétés par des examens plus détaillés pour rechercher des signes cliniques associés. Afin de poser le diagnostic de sécheresse oculaire, un des 3 critères suivants reflétant la rupture d'homéostasie devra être présent : NIBUT ou à défaut BUT  $< 10$  secondes, osmolarité  $\geq 308$  mOsm ou différence de 8 mOsm entre les deux yeux, *staining* cornéo-conjonctival ou palpébral à la fluorescéine et/ou vert de lissamine  $> 5$  spots cornéens et  $> 9$  spots conjonctivaux ou  $\geq 2$  mm de long et sur 25 % de la marge palpébrale.

Figure 2

Démarche diagnostique de la sécheresse oculaire.



Une fois le diagnostic de sécheresse oculaire confirmé, d'autres tests pourront être effectués permettant de classer la pathologie dans le spectre déficit aqueux / anomalie évaporative et d'en définir sa sévérité afin d'orienter la prise en charge.

### 1.7. Prise en charge thérapeutique recommandée

La prise en charge du patient qui souffre de sécheresse oculaire est souvent compliquée par le caractère multifactoriel des étiologies. Il est indispensable d'identifier quel mécanisme sous-jacent est en cause (déficit aqueux, évaporatif ou mixte) afin d'orienter le traitement

à bon escient. Ce traitement doit viser à restaurer l'homéostasie et à rompre le cercle vicieux (Jones *et al.*, 2017 ; Baudouin, 2007). L'algorithme proposé est séquentiel et doit être considéré comme un guide à personnaliser pour chaque patient afin qu'il reçoive les options thérapeutiques les plus adaptées à sa pathologie spécifique. Le tableau I résume les étapes thérapeutiques à proposer en fonction du stade de sévérité. Il faut enfin garder en mémoire qu'un traitement ne pourra être efficace en quelques jours et qu'il est recommandé d'évaluer son efficacité à 3 mois en moyenne (variable selon les thérapeutiques prescrites). L'ensemble des sous-chapitres est disponible sur le site du TFOS et téléchargeable.

**Tableau I : Prise en charge graduelle et recommandations pour le traitement de la sécheresse oculaire (d'après Jones *et al.*, 2017)**

Étape 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Éducation concernant la maladie, sa prise en charge, son traitement et son pronostic</li> <li>• Modification de l'environnement local</li> <li>• Éducation concernant les modifications alimentaires potentielles (y compris une supplémentation orale en acides gras essentiels)</li> <li>• Identification et modification / élimination potentielle des médicaments systémiques et topiques mis en cause</li> <li>• Lubrifiants oculaires de différents types (en cas de Dysfonctionnement des Glandes de Meibomius (DGM), envisager des suppléments contenant des lipides)</li> <li>• Hygiène de la paupière et compresses chaudes de différentes sortes</li> </ul>
Étape 2	<p>Si les options ci-dessus ne sont pas adaptées, envisager :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lubrifiants oculaires sans conservateur pour minimiser la toxicité induite par les conservateurs</li> <li>• Traitement à base d'huile d'arbre à thé pour le demodex (le cas échéant)</li> <li>• Conservation des larmes               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Occlusion des points lacrymaux</li> <li>– Lunettes / lunettes de protection à chambre humide</li> </ul> </li> <li>• Traitement de nuit (tels qu'une pommade ou des dispositifs comportant une chambre humide)</li> <li>• Traitement en cabinet, chauffage physique et expression des glandes de Meibomius (y compris des traitements assistés par des dispositifs tels que le LipiFlow)</li> <li>• Traitement en cabinet par lumière intense pulsée pour le DGM</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prescription de médicaments pour la prise en charge du SSO<ul style="list-style-type: none"><li>– Antibiotique topique ou association antibiotique/stéroïde appliqué(e) sur le bord de la paupière en cas de blépharite antérieure (le cas échéant)</li><li>– Corticostéroïdes topiques (à durée limitée)</li><li>– Sécrétagogues topiques</li><li>– Médicaments immunomodulateurs topiques autres que des glucocorticoïdes (tels que la ciclosporine)</li><li>– Médicaments topiques antagonistes du LFA-1 (tels que le lifitégrast)</li><li>– Macrolides oraux ou antibiotiques de la famille des tétracyclines</li></ul></li></ul>
Étape 3	Si les options ci-dessus ne sont pas adaptées, envisager : <ul style="list-style-type: none"><li>• Sécrétagogues oraux</li><li>• Gouttes ophtalmiques de sérum autologue / allogénique</li><li>• Options de lentilles de contact thérapeutiques<ul style="list-style-type: none"><li>– Lentilles pansements</li><li>– Lentilles sclérales rigides</li></ul></li></ul>
Étape 4	Si les options ci-dessus ne sont pas adaptées, envisager : <ul style="list-style-type: none"><li>• Corticostéroïde topique pendant une durée plus longue</li><li>• Greffes de membrane amniotique</li><li>• Occlusion chirurgicale des points lacrymaux</li><li>• Autres approches chirurgicales (tarsoraphie, transplantation de glande salivaire)</li></ul>

## ② Surface oculaire et lentilles de contact

Lorsque l'on pose une lentille de contact sur l'œil, il est facile d'imaginer qu'une déstructuration du film lacrymal se crée, entraînant alors une instabilité lacrymale et une hyperévaporation des larmes. On décrit aussi une augmentation concomitante de l'osmolarité lacrymale (Muselier et Creuzot-Garcher, 2011 ; Pisella, 2010).

L'hyperosmolarité peut être secondaire à l'instabilité lacrymale causée par la lentille de contact sur le film lacrymal ou à une hypoes-thésie induite par la lentille qui induirait une diminution de la production lacrymale.

Ces modifications sont retrouvées quel que soit le type de lentille portée (souples ou rigides) et quel que soit le matériau (Farris, 1986 ; Iskeleli *et al.*, 2002). Or, le film lacrymal joue un rôle prépondérant pour assurer un port confortable en permettant une lubrification et une hydratation de la lentille. Normalement, la couche lipidique du film lacrymal qui est la plus superficielle empêche une évaporation excessive. Cependant, la lentille de contact altère la structure normale du film lacrymal en le scindant en un film pré-lentille et post-lentille. Le film pré-lentille est alors composé d'une couche lipidique externe et d'une couche aqueuse interne alors que le film post-lentille est composé d'une couche aqueuse et d'une couche mucinique.

En parallèle, la lentille de contact représente une agression mécanique en se comportant comme un corps étranger responsable d'une souffrance de l'épithélium conjonctival et d'une inflammation (Pisella *et al.*, 2001). En effet, par un phénomène mécanique la friction lors du clignement active une cascade inflammatoire qui, elle-même, entraîne une hyperosmolarité des larmes.

Ainsi, chez un patient avec une sécrétion lacrymale normale et une absence de facteurs hyper-évaporatifs, « l'agression » que peut représenter la lentille de contact sur la surface oculaire sera tolérable. En revanche, chez un patient présentant un œil sec, l'obtention d'un confort en lentilles de contact se révèle être un véritable challenge. En effet, en plus de la pathologie causale de l'œil sec, la lentille de contact vient alimenter le cercle vicieux par l'instabilité lacrymale qu'elle procure, l'inflammation chronique, la « privation d'oxygène », les dépôts éventuels et potentiellement les réactions aux produits d'entretien. Tous ces mécanismes perturbateurs peuvent être eux-mêmes modulés par de multiples paramètres (type de matériau, mode de port, nombre d'années de port, système d'entretien) (Vis et Comet-Mateu, 2011).

### ③ Sécheresse oculaire légère à modérée et lentilles de contact

#### 3.1. Anamnèse et identification des patients

Les symptômes d'inconfort sont une cause importante d'abandon des lentilles de contact.

Dans le *workshop* de 2013, l'inconfort occasionné par les lentilles de contact était défini de la manière suivante : « L'inconfort occasionné par le port de lentilles de contact est un état caractérisé par des effets indésirables oculaires, épisodiques ou persistants, liés au port de lentilles, avec ou sans troubles visuels, résultant de la compatibilité réduite entre la lentille de contact et l'environnement visuel ; ce qui peut mener à réduire le temps de port ou arrêter le port de lentilles de contact. » (Nichols *et al.*, 2013).

Cet inconfort lié aux lentilles de contact serait, selon certaines études, présent chez plus de 50 % des porteurs avec une fréquence et une ampleur variables, souvent exprimé par des symptômes d'œil sec en fin de journée, et conduirait à l'abandon du port des lentilles dans 20 % des cas (Muselier et Creuzot-Garcher, 2011 ; Fonn, 2007; Nichols et Sinnott, 2006). Les facteurs de risque favorisant la survenue de symptômes de sécheresse oculaire chez le porteur de lentilles de contact ont été décrits par Nichols. Ceux qui apparaissaient significatifs étaient : le sexe féminin, une hydrophilie élevée de la lentille, un *break-up-time* faible au départ, une rougeur limbique et une utilisation fréquente d'antalgiques en automédication. Cependant, l'inconfort lié aux lentilles de contact n'est pas toujours synonyme d'œil sec lié aux lentilles de contact et de multiples causes seront à rechercher et à identifier (Nichols et Sinnott, 2006 ; Dumbleton *et al.*, 2013 ; Nichols *et al.*, 2006).

En premier lieu, l'interrogatoire va rechercher les antécédents personnels du patient (âge, maladie systémique, chirurgie réfractive), les prises médicamenteuses par voie générale ou locale, et les conditions environ-

nementales dans lesquelles le patient évolue (travail sur écran, climatisation, pollution...). Ensuite, l'interrogatoire permettra de préciser le type de symptômes présentés (sont-ils évocateurs d'une sécheresse oculaire ou d'une autre atteinte), leur fréquence, leur mode d'apparition ainsi que les facteurs aggravants ou au contraire atténuants. En effet, comme rapporté dans le DEWS II, l'anamnèse est une étape capitale permettant d'orienter le diagnostic plutôt vers une sécheresse de cause évaporative, par déficit aqueux ou bien mixte ou encore vers une autre étiologie. Les paramètres des lentilles (lentilles souples, rigides, matériau, design), le type de port de lentilles de contact (port occasionnel, port régulier, port permanent), le mode de renouvellement (journalier, bimensuel, mensuel, trimestriel, annuel) ainsi que le mode d'entretien (produit multifonctions, solution oxydante, observance) seront étudiés. Enfin, chez les porteurs de lentilles, le recueil précis du temps de port confortable durant la journée est capital car celui-ci n'est pas systématiquement exprimé par le patient lors de la consultation. En cas d'inconfort chez un porteur de lentilles, le moment dans la journée où il est majoré sera précisé.

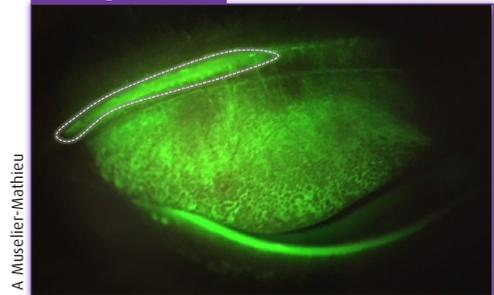
### 3.2. Examen clinique

L'examen de la surface oculaire est un temps important et comprend une évaluation :

- de la sécrétion lacrymale : mesure de la hauteur de la rivière lacrymale et en cas de doute, test de Schirmer 1 ;
- de la conjonctive aussi bien bulbaire que tarsale : évaluation de la présence de papilles conjonctivales ou de follicules conjonctivaux, présence d'une fibrose. Des plis conjonctivaux en rapport avec

une sécheresse ou un inconfort en lentille de contact (LIPCOF) seront recherchés. De même, l'éversion de la paupière supérieure est indispensable pour éliminer une conjonctivite gigantomégacléaire et rechercher un *lid wiper epitheliopathy* (LWE) (Figure 3) (Korb *et al.*, 2008 ; Efron *et al.*, 2016) ;

Figure 3



*Lid Wiper Epitheliopathy* (zone en pointillé blanc).

- de la cornée : recherche d'infiltrats stériles, de cicatrices anciennes ou d'opacités ;
- du limbe : recherche de néovascularisation et de signes d'insuffisance limbique ;
- du bord libre des paupières à la recherche d'un dysfonctionnement des glandes de Meibomius : aspect du bord libre (hyperhémie, œdème), recherche de télangiectasies ou de croûtes à la base des cils, analyse de l'aspect du meibum à la pression des glandes ;
- sans oublier l'évaluation du clignement et de la dynamique palpébrale.

La coloration à l'aide des colorants vitaux peut compléter l'examen : la fluorescéine est le colorant le plus couramment utilisé mais le vert de lissamine peut l'être aussi. L'ajout d'un filtre jaune permet une meilleure visualisation. La mesure du temps de rupture du film lacrymal (BUT) et la recherche d'une

kératite ou de piquetés qui, selon leur localisation, permettront d'orienter sur l'étiologie des symptômes, seront effectués. L'analyse de la sévérité sera cotée grâce à l'échelle d'Oxford permettant un suivi plus objectif entre les différents examens (Figure 4).

L'imprégnation fluorescéinique devra être objectivée tant au niveau conjonctival que cornéen.

Chez le porteur de lentilles de contact, un examen minutieux des lentilles, de leur mouillabilité, de l'existence de dépôts est important.

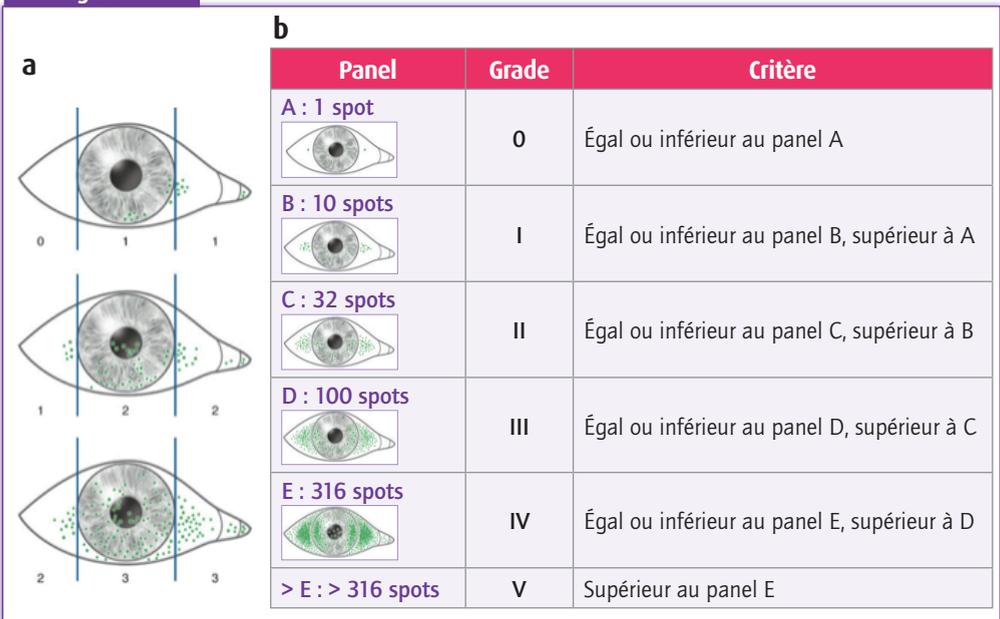
À l'issue de cet examen complet, le praticien devrait savoir si le patient présente des signes objectifs de sécheresse oculaire. Il existe souvent une dissociation entre la

plainte exprimée et la clinique. Chez le porteur de lentilles de contact, la recherche d'un LWE et de plis conjonctivaux est importante car parfois ce sont les seuls signes cliniques présents. Enfin, le praticien pourra être orienté et distinguer s'il s'agit d'un problème lié à la lentille ou à la solution d'entretien ou d'un problème lié au patient lui-même.

### 3.3. Traitement et solution pour les porteurs

La sécheresse oculaire est une pathologie complexe et multifactorielle. Tout élément surajouté, et notamment le port de lentilles de contact sur un terrain fragile, peut faire basculer le patient dans une véritable maladie de l'œil sec (Baudouin, 2007).

Figure 4



Scores d'évaluation clinique de l'atteinte de la surface oculaire par coloration.

a: Score de Van Bijsterveld.

b: Score d'Oxford.



En cas de sécheresse oculaire légère chez un patient porteur de lentilles de contact, c'est bien sûr le traitement de la cause et des pathologies concomitantes qui doit être entrepris en première intention. Rappelons que l'origine de la sécheresse oculaire est souvent mixte et que les soins d'hygiène palpébrale ainsi que le recours aux substituts lacrymaux sont des éléments piliers de la prise en charge. En cas de clignements incomplets, et notamment chez les patients travaillant sur écran, une rééducation du clignement peut être envisagée. L'amélioration des conditions environnementales (arrêt du tabac, conditions de lecture ou de travail en milieu climatisé...) est un élément du traitement. En cas de sécheresse modérée à sévère, d'autres alternatives thérapeutiques peuvent être envisagées mais l'indication du port de lentilles de contact souples serait alors remise en cause.

Une fois le terrain pris en charge, les habitudes de port et l'ensemble des paramètres relatifs aux lentilles seront étudiés. Des matériaux à haut Dk/e seront privilégiés pour diminuer les phénomènes hypoxiques. Les lentilles à faible hydrophilie et/ou avec un faible coefficient de friction (afin d'améliorer le confort et de diminuer le frottement avec les paupières), tout comme les lentilles présentant des agents hydratants de surface, seront plus volontiers proposées. En cas de port de lentilles à renouvellement fréquent, un entretien par une solution oxydante est souhaitable et remplacera une solution multifonctions. Le passage à des lentilles à renouvellement journalier sera privilégié permettant ainsi de se passer de la solution d'entretien, de bénéficier de matériaux innovants et de porter une lentille neuve tous les jours (Papas *et al.*, 2013).

Enfin, les lentilles rigides (LRPG) de grand diamètre restent une option à ne pas négliger. Les LRPG ont l'avantage d'être dans des matériaux hyperperméables à l'oxygène et d'apporter une qualité visuelle optimale. En cas de sécheresse oculaire par hyperévaporation entraînant des dépôts, des matériaux à bas Dk seront privilégiés, associés à des savons et un entretien par une solution oxydante (Muselier et Creuzot-Garcher, 2011 ; Bloise *et al.*, 2010).

Il est bien sûr primordial de s'assurer que le port de lentilles reste sécuritaire et au moindre doute, il faut l'interrompre afin de ne pas évoluer vers des complications notamment infectieuses.

---

## ④ Sécheresse oculaire sévère et lentilles de contact

---

Dans le cas des sécheresses oculaires sévères, le port de lentilles de contact souples n'est pas indiqué. Les lentilles de contact sclérales sont alors les lentilles de choix. Un chapitre a été consacré aux lentilles sclérales. Les pathologies responsables de syndrome sec sévère, le traitement de ces sécheresses sévères et les avantages que représentent les lentilles sclérales pour ces patients y seront abordés.

### 4.1. Étiologies du syndrome sec sévère

Peu importe son étiologie, tout syndrome sec léger à modéré peut évoluer vers un syndrome sec plus sévère s'il n'est pas bien traité ou pris en charge trop tardivement (Baudouin, 2007).

Les principaux symptômes des syndromes secs sévères sont la douleur, les brûlures oculaires et la photophobie. Cela résulte de la présence d'une kératite sévère, souvent filamenteuse retrouvée à l'examen clinique. Les stades des kératites, après coloration à la fluorescéine, sont présentés dans la Figure 4, selon différentes classifications.

Les syndromes secs sévères sont plus fréquemment présents dans le cadre de pathologies auto-immunes, telles que le syndrome de Gougerot-Sjögren, qu'il soit primaire ou secondaire (à une polyarthrite rhumatoïde, un lupus...). La maladie du greffon contre l'hôte est également une cause de syndrome sec sévère. Elle survient après une greffe de cellules souches hématopoïétiques allogéniques ; il s'agit d'une réaction des cellules immunocompétentes du donneur contre les tissus de l'hôte. L'atteinte est ophtalmologique mais également cutanée, hépatique et intestinale (Rossi *et al.*, 2015). Les pemphigoïdes des muqueuses et maladies bulleuses auto-immunes touchent les muqueuses conjonctivales mais aussi buccales, œsophagiennes et génitales en plus des lésions cutanées. Sur le plan ophtalmologique, elles sont responsables, au stade débutant, d'hyperhémie conjonctivale puis de kératite ponctuée superficielle, puis de fibrose conjonctivale. Enfin, d'autres affections cutanéomuqueuses telles que le syndrome de Lyell ou de Stevens-Johnson, sont responsables de conjonctivites pseudomembraneuses sévères associées à des kératites sévères dans les phases aiguës de la maladie, puis à des conjonctivites fibrosantes chroniques avec déstructuration de la surface oculaire (Tougeron-Brousseau *et al.*, 2009).

#### 4.2. Le traitement de la sécheresse oculaire sévère

La prise en charge des syndromes secs sévères repose en premier lieu, comme nous l'avons vu précédemment, sur la prise en compte du facteur causal (traitement d'une maladie systémique...), les soins d'hygiène palpébrale, l'utilisation de substituts lacrymaux (avec une rémanence et une viscosité plus importante) et une rééducation du clignement si besoin.

Des bouchons méatiques dans les points lacrymaux inférieurs et/ou supérieurs peuvent être proposés si l'inflammation du film lacrymal est contrôlée.

Le recours aux corticostéroïdes locaux en cure courte permet de diminuer l'inflammation locale et d'enrayer des poussées douloureuses. La ciclosporine en collyre à faible concentration est proposée dans les sécheresses oculaires chroniques invalidantes ou en cas de corticodépendance.

Lors d'une sécheresse oculaire sévère, un dysfonctionnement des glandes de Meibomius est très fréquemment associé et un traitement par antibiotique par voie orale (Cyclines *per os* en cure de 1 à plusieurs mois) ou par voie locale (Azythromycine en collyre en cure de 3 jours, à répéter une ou plusieurs fois par mois pendant plusieurs mois) sera institué.

Rappelons que la prise en charge de la pathologie générale, si elle est présente, peut nécessiter une prise en charge pluridisciplinaire indispensable pour le suivi des patients et des atteintes extra-ophtalmologiques.

En cas d'ulcération cornéenne et/ou de déstructuration de la surface oculaire, si les facteurs de croissance du sérum autologue ou la thérapie matricielle (RGTA - Cacicol®) sont insuffisants, une prise en charge chirurgicale peut être nécessaire : membrane amniotique, tarsorrhaphie, détersion de la fibrose conjonctivale...

Enfin, l'apport de la contactologie avec une adaptation en lentilles sclérales est souvent bénéfique dans les pathologies sévères de la surface oculaire tant sur le plan thérapeutique, symptomatique que visuel.

### 4.3. Les lentilles sclérales pour les pathologies sévères de la surface oculaire

Les lentilles sclérales sont indiquées en port diurne avec une dépose nocturne. L'adaptation de ces grandes lentilles nécessite une bonne collaboration et une bonne motivation du patient ; il faut d'ailleurs s'assurer que les manipulations sont réalisables par le patient, notamment s'il est âgé ou s'il a des problèmes de dextérité (patients présentant des déformations articulaires comme dans la polyarthrite rhumatoïde) (Harthan et Shorter, 2018).

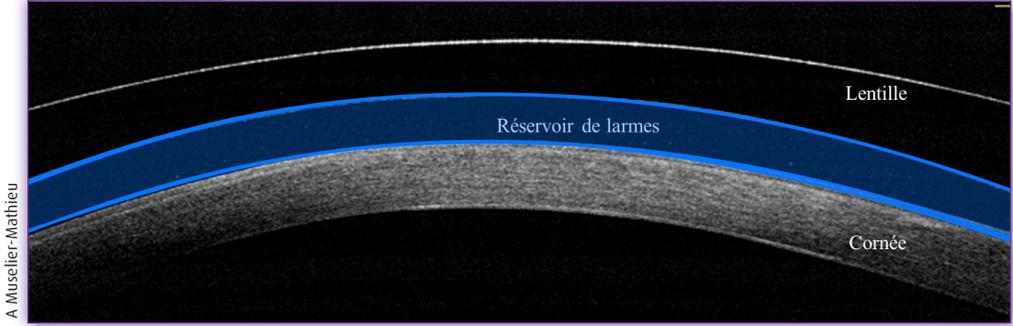
Ces lentilles sont indiquées pour toutes les pathologies de la surface oculaire nécessitant une hydratation constante : le syndrome de Goujerot-Sjögren, les pemphigoides des muqueuses, la maladie du greffon contre l'hôte, les pathologies neuro-paralytiques entraînant une anesthésie cornéenne, la kératoconjonctivite atopique chronique, les brûlures chimiques, les syblépharons et les malpositions palpébrales responsables d'altérations cornéennes et conjonctivales.

Leur utilité clinique est liée à leurs particularités :

- le réservoir liquidien permanent au contact de l'épithélium cornéen permet un soulagement de la douleur et de la photophobie en assurant la cicatrisation des défauts épithéliaux et en améliorant la qualité visuelle (Figures 5 et 6) ;
- le passage en pont au-dessus de la cornée crée une protection mécanique contre les anomalies palpébrales (fibrose, cils trichiasiques...) et améliore ainsi la vitesse de cicatrisation cornéenne ;
- la large couverture cornéenne limite l'évaporation du film lacrymal et diminue ainsi la fréquence d'instillation des substituts lacrymaux ;
- les matériaux de ces lentilles ont une très bonne perméabilité à l'oxygène et permettent de limiter l'apparition des néovaisseaux et d'un œdème cornéen ;
- En revanche, l'accumulation du mucus lié à la faible quantité de larmes et à la composante très inflammatoire du film lacrymal nécessite souvent de nettoyer ces lentilles au moins une fois par jour en cours de port pour éliminer les débris cellulaires.

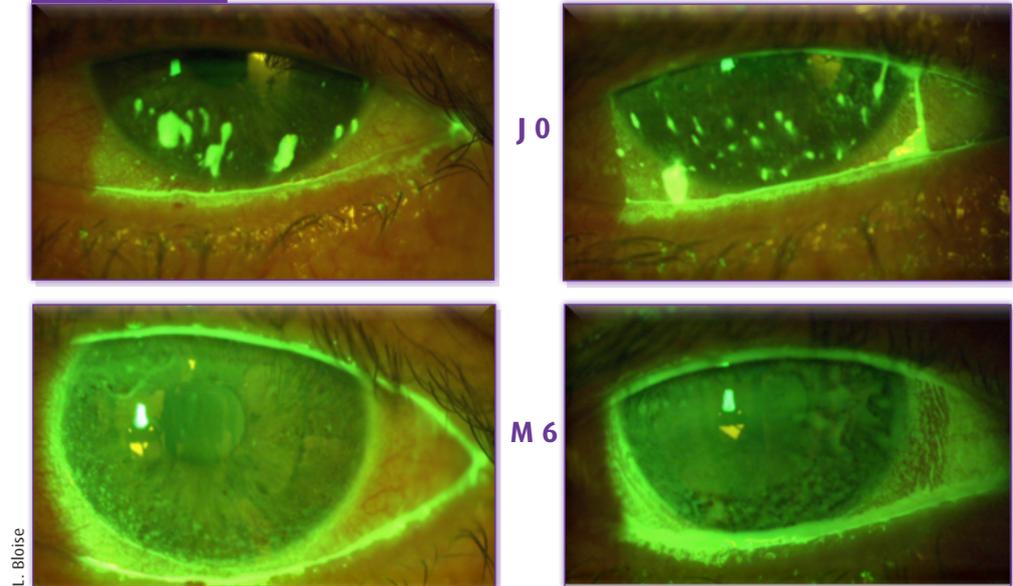
Toutes ces particularités concourent à une amélioration importante de la qualité de vie de ces patients en grande souffrance puisqu'elles permettent une amélioration à la fois visuelle et symptomatique (Shorter *et al.*, 2018).

Figure 5



Lentille sclérale. Le réservoir de larmes permettant une hydratation constante est en bleu.

Figure 6



Kératite filamenteuse avant et après adaptation en lentilles sclérales (à 6 mois).

## ⑤ Conclusion

La sécheresse oculaire est une pathologie très fréquente largement sous-estimée et finalement complexe qui repose sur des mécanismes physiopathologiques multiples. Le diagnostic est désormais plus standardisé. La prise en charge doit être précoce afin d'enrayer le cercle vicieux et de ne pas entrer dans une véritable maladie.

Chez les patients présentant une sécheresse oculaire légère à modérée, il n'y a pas de contre-indication formelle à une adaptation en lentilles de contact souples.

Celle-ci peut être envisagée après traitement du syndrome sec et les paramètres des lentilles doivent être choisis en conséquence. Chez les porteurs de lentilles de contact présentant un inconfort, la cause doit être recherchée et traitée. En cas d'œil sec lié au port de lentilles de contact, des modifications des paramètres des lentilles (matériau, design...), des habitudes de port, du matériau ou de la fréquence de renouvellement des lentilles sont à envisager. Le recours aux LRPG ne doit pas être négligé.

En cas de sécheresse oculaire sévère, les lentilles sclérales sont d'une très grande aide et doivent garder une place de choix dans notre arsenal thérapeutique.

## Références

- **Baudouin C.** A new approach for better comprehension of diseases of the ocular surface. *J Fr Ophtalmol* 2007;30(3):239-46.
- **Baudouin C, Labbé A, Liang H, Pauly A, Brignole-Baudouin F.** Preservatives in eyedrops: the good, the bad and the ugly. *Prog Retin Eye Res* 2010;29(4):312-34.
- **Belmonte C, Nichols JJ, Cox SM, Brock JA, Begley CG, Bereiter DA, et al.** TFOS DEWS II pain and sensation report. *Ocul Surf* 2017;15(3):404-37.
- **Bloise L, Le Blond E.** Entretien des lentilles de contact. Dans : Malet F. Les lentilles de contact. Rapport SFO, 2010. Masson Eds. Paris.
- **Bron AJ, Evans VE, Smith JA.** Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. *Cornea* 2003;22:640-50.
- **Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, Caffery B, Dua HS, Joo CK, et al.** TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *Ocul Surf* 2017;15(3):276-83.
- **Dumbleton K, Caffery B, Dogru M, Hickson-Curran S, Kern J, Kojima T, et al.** The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the subcommittee on epidemiology. *Invest Ophthalmol Vis Scir* 2013;54(11):TFOS20-36.
- **Efron N, Brennan NA, Morgan PB, Wilson T.** Lid wiper epitheliopathy. *Prog Retin Eye Res* 2016;53:140-74.
- **Farris RL.** Tear analysis in contact lens wearers. *CLAO J* 1986;12(2):106-11.
- **Fonn D.** Targeting contact lens induced dryness and discomfort: what properties will make lenses more comfortable. *Optom Vis Sci* 2007;84(4):279-85.
- **Galor A, Levitt RC, Felix ER, Martin ER, Sarantopoulos CD.** Neuropathic ocular pain: an important yet underevaluated feature of dry eye. *Eye* 2015;29(3):301-12.
- **Galor A, Zlotcavitch L, Walter SD, Felix ER, Feuer W, Martin ER, et al.** Dry eye symptom severity and persistence are associated with symptoms of neuropathic pain. *Br J Ophthalmol* 2015;99(5):665-8.
- **Gomes JAP, Azar DT, Baudouin C, Efron N, Hirayama M, Horwath-Winter J, et al.** TFOS DEWS II iatrogenic report. *Ocul Surf* 2017;15(3):511-38.

- ▶ **Harthan JS, Shorter E.** Therapeutic uses of scleral contact lenses for ocular surface disease: patient selection and special considerations. *Clin Optim* 2018;10:65-74.
- ▶ **Iskeleli G, Karakoc Y, Aydin O, Yetik H, Uslu H, Kizilkaya M.** Comparison of tear-film osmolarity in different types of contact lenses. *CLAO J* 2002;28(4):174-6.
- ▶ **Jones L, Downie LE, Korb D, Benitez-Del-Castillo JM, Dana R, Deng SX, et al.** TFOS DEWS II Management and Therapy Report. *Ocul Surf* 2017;15(3):575-628.
- ▶ **Korb DR, Herman JP, Finnemore VM, Exford JM, Blackie CA.** An evaluation of the efficacy of fluorescein, rose bengal, lissamine green, and a new dye mixture for ocular surface staining. *Eye Contact Lens* 2008;34(1):61-4.
- ▶ **Lemp.** The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf.* 2007;5(2):75-92.
- ▶ **Muselier A, Creuzot-Garcher C.** Le confort en fonction du terrain : sécheresse oculaire. Dans : Le Blond E. Confort et lentilles de contact. Rapport SFOALC 2011, p 61-75. Ed Med-Line. Paris
- ▶ **Nichols KK, Redfern RL, Jacob JT, Nelson JD, Fonn D, Forstot SL, et al.** The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the definition and classification subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(11):TFOS14-9.
- ▶ **Nichols JJ, Sinnott LT.** Tear film, contact lens, and patient-related factors associated with contact lens-related dry eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(4):1319-28.
- ▶ **Nichols JJ, Mitchell GL, Curbow B.** Relation between mood and self-reported dry eye in contact lens wearers. *Cornea* 2006;25(8):937-42.
- ▶ **Papas EB, Ciolino JB, Jacobs D, Miller WL, Pult H, Sahin A, et al.** The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: report of the management and therapy subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013;54(11):TFOS183-203.
- ▶ **Pisella PJ, Pouliquen P, Baudouin C.** Prevalence of ocular symptoms and signs with preserved and preservative free glaucoma medication. *Br J Ophthalmol* 2002;86(4):418-23.
- ▶ **Pisella PJ, Malet F, Lejeune S, Brignole F, Debbasch C, Bara J, et al.** Ocular surface changes induced by contact lens wear. *Cornea* 2001;20(8):820-5.
- ▶ **Pisella PJ.** L'œil sec. Dans : Malet F. Les lentilles de contact. Rapport SFO, 2010. Masson Eds. Paris.
- ▶ **Rossi P, Delcampe A, Gueudry J, Duncombe A, Gabison E, Doan S, et al.** [Gas-permeable scleral lens for management of severe keratoconjunctivitis sicca secondary to chronic graft-versus-host disease]. *J Fr Ophtalmol* 2015;38(9):793-9.
- ▶ **Shorter E, Harthan J, Nau CB, Nau A, Barr JT, Hodge DO, et al.** Scleral Lenses in the Management of Corneal Irregularity and Ocular Surface Disease. *Eye Contact Lens* 2018;44(6):372-8.
- ▶ **Sullivan DA, Rocha EM, Aragona P, Clayton JA, Ding J, Golebiowski B, et al.** TFOS DEWS II Sex, Gender, and Hormones Report. *Ocul Surf* 2017;15(3):284-333.
- ▶ **Tougeron-Brousseau B, Delcampe A, Gueudry J, Vera L, Doan S, Hoang-Xuan T, et al.** Vision-related function after scleral lens fitting in ocular complications of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. *Am J Ophthalmol* 2009;148(6):852-9 e2.
- ▶ **Van Bijsterveld OP.** Diagnostic tests in the Sicca syndrome. *Arch Ophthalmol* 1969;82:10-4.
- ▶ **Vehof J, Sillevs Smitt-Kamminga N, Nibourg SA, Hammond CJ.** Predictors of Discordance between Symptoms and Signs in Dry Eye Disease. *Ophthalmology* 2017;124(3):280-6.
- ▶ **Vidal-Rohr M, Wolffsohn JS, Davies LN, Cervino A.** Effect of contact lens surface properties on comfort, tear stability and ocular physiology. *Contact Lens Anterior Eye* 2018;41(1):117-21.
- ▶ **Vis K, Comet-Mateu F.** Le confort des lentilles souples. Dans : Le Blond E. Confort et Lentilles de contact. Rapport SFOALC 2011, p 139-62. Med-Line Eds. Paris.
- ▶ **Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, Djalilian A, Dogru M, Dumbleton K, et al.** TFOS DEWS II Diagnostic Methodology report. *Ocul Surf* 2017;15(3):539-74.





# La freination de la myopie

Dr Perrine Rossi, Dr Matthieu Leconte

## ① Epidémiologie

### 1.1. Définition

La myopie est la conséquence d'une mauvaise adéquation entre la longueur de l'œil et la puissance de son système dioptrique. L'image se forme ainsi en avant de la rétine.

L'OMS (WHO-BHVI *Global scientific meeting in Myopia*, Holden 2016) définit la myopie par un équivalent sphérique de  $-0,50$  D sur un œil au moins et la myopie forte par un équivalent sphérique  $\leq -5$  D. Elle définit également une myopie forte non corrigée comme synonyme de cécité. La comparaison entre la longueur axiale et l'équivalent sphérique a permis de déterminer que l'augmentation d'1 mm de longueur axiale correspondait à 2,6 D. La longueur axiale semble être un critère plus fiable que la puissance réfractive pour juger de la sévérité et de l'évolutivité de la myopie. La myopie forte est définie par une longueur axiale supérieure à 26 mm.

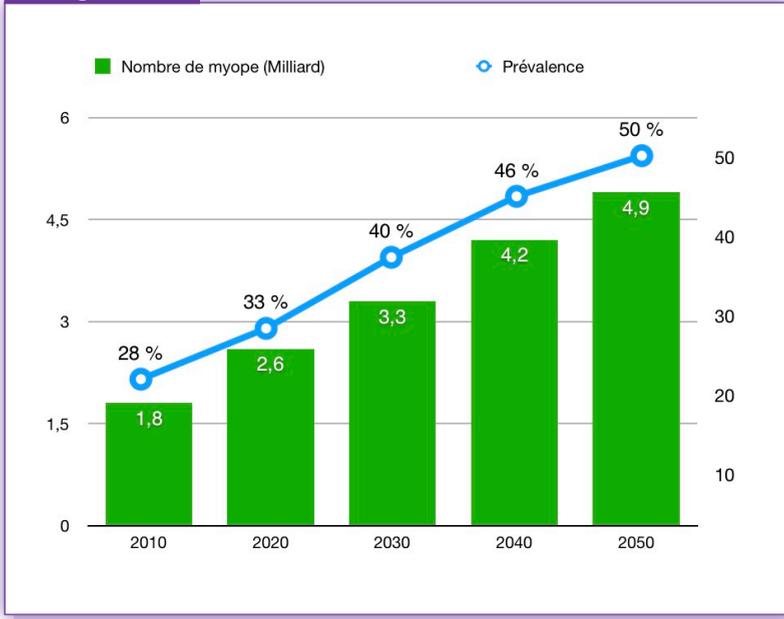
### 1.2. Prévalence

La myopie est le trouble réfractif le plus fréquent dans le monde et sa prévalence est d'environ 25-30 % aux États-Unis et en Europe de l'Ouest. Elle atteint jusqu'à 80 % en Asie. La myopie et la myopie forte concernaient respectivement 27 % et 2,8 % de la population mondiale en 2010 et seraient estimées respectivement à 52 % et 10 % de la population mondiale en 2050 (Holden *et al.*, 2016) (Figure 1). Elle réalise une véritable pandémie et constitue donc un enjeu majeur de santé publique.

### 1.3. Complications de la myopie

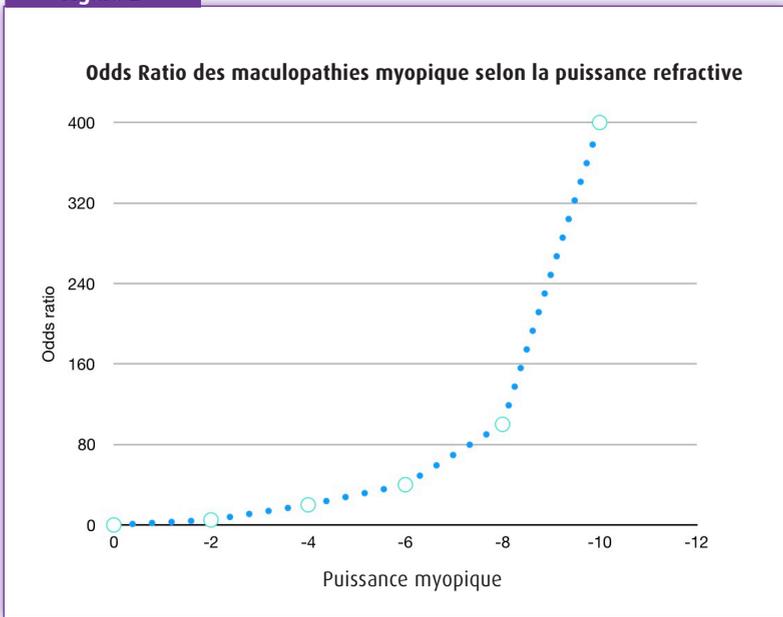
La myopie expose au risque de développer des comorbidités oculaires (glaucome chronique à angle ouvert, décollement de rétine, néovaisseaux du myope fort...). Ainsi un myope de  $-4,5$  D a un risque x 9 de décollement de rétine, x 9,7 de néovaisseaux du myope fort et x 3 de cataracte sous capsulaire postérieure (Flitcroft, 2012). Le risque de complications est ensuite exponentiel au-delà de 5 dioptries (Vongphanit *et al.*, 2002) (Figure 2).

Figure 1



Prévalence mondiale de la myopie (Holden *et al.*, 2016).

Figure 2



Risque de maculopathie myopique en fonction de la puissance réfractive (Vongphanit *et al.*, 2002).

### 1.4. Facteurs de risque

Les mécanismes impliqués dans l'apparition et la progression de la myopie sont nombreux et mystérieux. Des facteurs génétiques jouent un rôle dans l'apparition de la myopie et sa rapidité d'évolution. Selon Kurtz *et al.*, en 2007, en comparaison avec la progression myopique d'un enfant dont les parents ne sont pas myopes, la progression de la myopie serait majorée de - 0,23 D avec un parent myope, et de - 0,78 D avec les deux parents myopes. Les facteurs génétiques ne peuvent à eux seuls expliquer cette pandémie myopique et les facteurs environnementaux semblent indéniables. Le temps passé à l'extérieur semble apparaître comme un facteur protecteur contre la myopie (Sherwin *et al.*, 2012).

Concernant l'alimentation, aucune étude n'a mis en évidence un rôle du régime alimentaire dans l'évolution de la myopie (Rose *et al.*, 2016). Certaines études retrouvent des déficits en vitamine D chez les enfants myopes. Cependant, en 2019, il n'est pas établi si ces carences sont une cause ou une conséquence associée du manque de temps passé à l'extérieur.

Les activités en vision de près et la distance rapprochée joueraient aussi un rôle dans la progression de la myopie par la répétition des efforts accommodatifs (Ip *et al.*, 2008).

Le Brien Holden Vision Institute a résumé les facteurs de risque de développer une myopie (Tableau I) et les facteurs de risque de progression de celle-ci (Tableau II).

**Tableau I : Facteurs de risque de développer une myopie**

Facteurs de risque	
Âge : 5-9 ans	
Erreur réfractive inférieure à la réfraction attendue pour l'âge	
Au moins 1 parent myope	
Asie de l'Est	
< 1.5 heures à l'extérieur/ jour	
> 2.5 heures en travail de près/ jour	
Nombre de facteurs de risque	Risque de développer une myopie
0-2	faible
3-4	modéré
5-6	élevé

Brien Holden Vision Institute

**Tableau II : Facteurs de risque de progression de la myopie**

Facteurs de risque	
Age ≤ 9 ans	
Progression 1D/an	
Asie de l'Est	
Au moins 1 parent myope	
Nombre de facteurs de risque	Risque de progression de la myopie
0	faible
1-2	modéré
3-4	élevé

Brien Holden Vision Institute

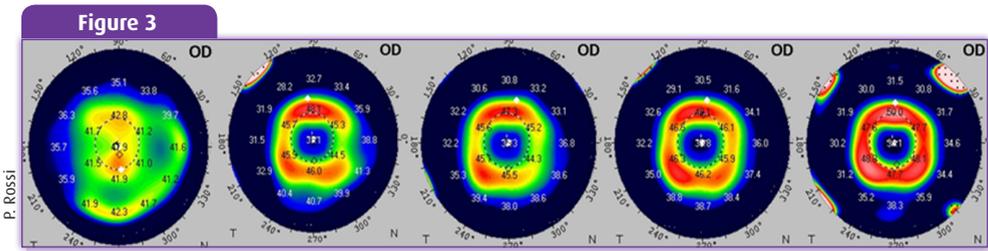
## ② Théories de la freination de la myopie

### 2.1. Principe de défocus myopique périphérique

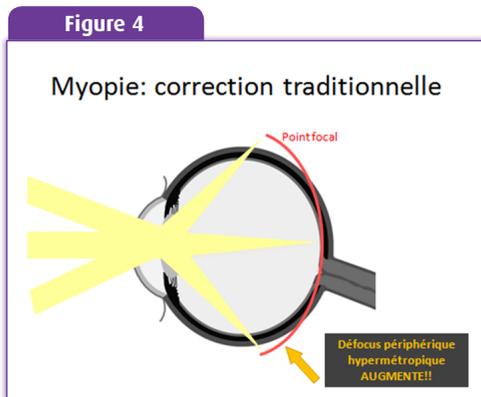
Ce principe d'action est partagé par l'orthokératologie et les lentilles souples à défocalisation périphérique. Ces lentilles à géométrie inversée sont plus plates au centre et plus serrées en moyenne périphérie. Elles induisent une modification topographique caractéristique avec un anneau concentrique

plus serré en moyenne périphérie (Figure 3) qui serait à l'origine de l'effet freinateur. Chez les animaux, des études ont montré que, même si la fovéa reçoit une image nette, c'est le défocus hypermétrope sur la périphérie de la macula qui serait responsable de l'augmentation de la longueur axiale (Smith, 2011) (Figure 4).

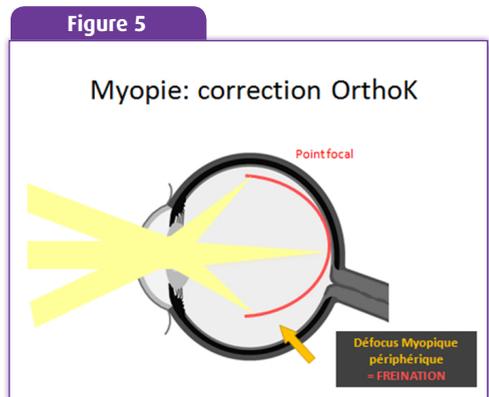
Les yeux myopes équipés en orthokératologie auront un changement de défocalisation périphérique qui d'hypermétrope va devenir myopique, bloquant ainsi le signal de croissance du globe (Queiros *et al.*, 2010) (Figure 5).



Évolution topographique cornéenne avec le port d'une lentille d'orthokératologie.



Défocal hypermétrope avec une correction traditionnelle.  
Flèche jaune : Défocal périphérique hypermétrope.



Défocal myopique avec le port de lentilles d'orthokératologie.  
Flèche jaune : Défocal myopique périphérique = FREINATION

## 2.2. Intensité lumineuse et effet du temps passé à l'extérieur

Des études chez les animaux ont montré que l'augmentation de l'intensité lumineuse dans la pièce où ils se trouvaient, freinait la progression de leur myopie.

L'effet préventif se situerait probablement au-dessus de 1000 à 2000 Lux, alors que dans les maisons l'intensité lumineuse est plutôt de 300-500 Lux (Morgan, Université de Canberra).

Sous l'effet de la lumière naturelle, les photorécepteurs stimulent la production d'un neurotransmetteur, la dopamine, par les cellules rétinienne amacrines. La dopamine agirait comme signal freinateur de la croissance du globe mais son mécanisme précis n'est pas clairement élucidé.

Des études animales ont montré une freination de la myopie par des injections de dopamine chez des poulets, cependant en raison des effets secondaires (troubles du comportement...) cela n'est pas envisageable chez l'humain. Ashby et Schaeffel en 2010 ont montré que l'injection de spiperone (inhibiteur de la dopamine) chez des poulets abolissait l'effet protecteur de la lumière sur la myopie. La solution serait d'inciter les enfants à passer du temps à l'extérieur, à la lumière naturelle. Mutti, a montré que le risque de devenir myope pour un enfant avec deux parents myopes chute de 60 % à 20 % s'il passe plus de 2 heures dehors (Jones *et al.*, 2007). Morgan a comparé la myopie d'enfants asiatiques ayant un même profil génétique mais vivant soit à Sydney (prévalence de myopie = 12 %) soit à Singapour (prévalence de myopie = 40 %) (Morgan *et al.*, 2008). Les résultats montrent qu'à Sydney les enfants passaient

2 heures dehors en moyenne alors qu'à Singapour le temps passé à l'extérieur était d'à peine 30 minutes.

## 2.3. L'atropine

L'atropine est un antagoniste muscarinique non spécifique. Son mécanisme d'action sur la freination de la myopie est encore mal connu.

Elle pourrait agir par 3 mécanismes :

- en provoquant une mydriase, elle augmenterait la quantité de lumière captée par la rétine ;
- en diminuant l'accommodation ;
- en inhibant les récepteurs muscariniques scléraux, rétinien et choroïdiens.

L'étude ATOM 1, (Chua *et al.*, 2006) portant sur 400 enfants, a montré une freination de la myopie de 0,92 D en 2 ans dans un groupe d'enfants chez qui on a instillé de l'atropine 0,1 % en comparaison avec un groupe placebo.

L'étude ATOM 2 (Chia *et al.*, 2016) suggère que l'utilisation de l'atropine 0,01 % freinerait l'évolution de la myopie sans les effets secondaires engendrés par l'atropine 0,1 % (photophobie liée à la dilatation pupillaire, blocage de l'accommodation).

En 2019, la LAMP study (*Low Concentration Atropine for Myopia Progression*) (Yam *et al.*, 2019) a évalué l'efficacité de l'atropine à différentes concentrations (0,05 %, 0,025 %, 0,01 %). L'atropine 0,05 % semble être la plus efficace pour freiner la progression de la myopie en termes d'équivalent sphérique et de longueur axiale.

Un effet rebond de l'évolution myopique à l'arrêt de l'atropine a néanmoins été suggéré (Tong *et al.*, 2009).

### ③ Orthokératologie

Le remodelage de la cornée par une lentille de nuit a été pratiqué depuis des dizaines d'années mais sa popularité est exponentielle avec la découverte de la freination de la myopie que cette technique offre. En modelant la cornée la nuit, l'enfant s'affranchit de la correction optique durant la journée et ceci lui apporte une meilleure qualité de vie.

L'adaptation se fait à l'aide d'une topographie cornéenne. Le protocole de surveillance lors de l'adaptation des enfants est le suivant :

- un contrôle la veille ou quelques jours avant la première nuit de port pour s'assurer de la manipulation des lentilles (optionnel) ;
- un contrôle le matin de la première nuit de port de la lentille ;
- un contrôle après 5 à 10 jours de port ;
- un dernier contrôle à 1 mois. La prescription définitive est alors réalisée.

Le suivi des enfants myopes est alors semestriel et comprend une réfraction, une topographie et dans l'idéal une longueur axiale.

La personnalisation des lentilles nous incite à offrir aux enfants le maximum de défocus périphérique, rendu possible en :

- augmentant la taille du réservoir de larmes, qui augmente la puissance positive de l'anneau ;
- diminuant la zone optique de la lentille qui assure que le défocus passe par l'aire pupillaire.

Jusqu'en 2002, de nombreux cas d'infections microbiennes sous orthokératologie ont été rapportés. Ces infections étaient principalement observées en Asie du Sud-Est et liées à un manque d'éducation des patients sur les règles d'hygiène des lentilles.

L'effet rebond sous orthoK est très surveillé. Une étude a mis en évidence une reprise de la croissance de la myopie à l'arrêt des lentilles, principalement chez les enfants de moins de 14 ans (*DOEE study*) (Cho et Cheung, 2017).

Les principaux critères de réussites d'adaptation en orthoK sont :

- une faible toricité cornéenne ;
- une cornée cambrée ;
- une puissance myopie comprise entre -1 D et -6 D ;
- la motivation et la maturité de l'enfant.

Les plus longues études en cours ont un recul de 10 ans en rétrospectif et 7 ans pour les prospectives (Figure 6).

Aucune étude n'indique pour quelle durée le port d'orthoK doit être réalisé chez les enfants. Il est cependant recommandé de poursuivre le port des lentilles jusqu'à 18 à 20 ans, âge où l'évolution de la myopie est moins probable.

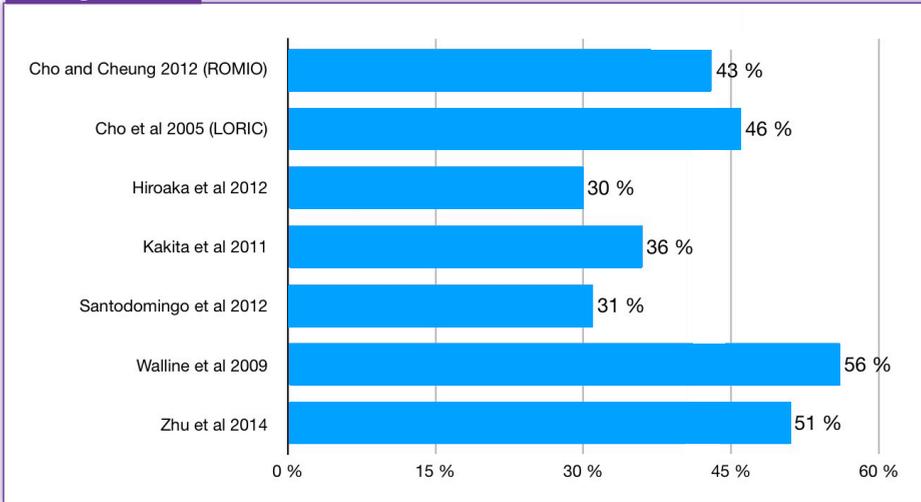
### ④ Lentilles à port diurne

Plus récemment, des lentilles souples ont été développées pour agir sur la freination de la myopie.

#### 4.1. Lentilles souples défocalisantes

Il s'agit de lentilles défocalisantes qui induisent un défocus myopique. La lentille souple MiSight® 1 day de CooperVision est une lentille jetable journalière en hydrogel (Omafilcon A, Dk/e 28) qui corrige des myopies de -0,25 à -6 D.

Figure 6



Freination de la myopie avec le port de lentilles d'orthokératologie.

Elle possède un design spécifique avec 4 zones distinctes : 2 zones de traitement myopique (puissance de la lentille) et 2 zones de défocalisation myopique (générant une addition de + 2 Dioptries) (Figure 7).

Une étude multicentrique montre à 3 ans une réduction de la progression de la myopie de 59 % et une réduction de l'allongement de la longueur axiale de 52 % chez les porteurs de MiSight® par rapport à un groupe contrôle (Chamberlain *et al.*, 2017).

Dans l'étude de Anstice et Phillips (2011), il est apparu qu'avec une lentille avec une « double focalisation » alternant anneau de traitement et anneau de correction, l'évolution de la myopie était réduite de 36 %.

La lentille AMYOPIC silicone de Precilens est une lentille trimestrielle en silicone hydrogel corrigeant des myopies de - 0,25 à - 15 D. L'intégration d'un gradient de puissance crée un défocus myopique périphérique, signal freinateur de la croissance du globe.

Figure 7



Lentille souple MiSight de CooperVision.

## 4.2. Lentilles souples multifocales à vision de loin centrale

L'indication principale des lentilles de contact multifocales est la correction de la myopie et de la presbytie chez les sujets âgés de plus de 40 ans.

Pour la freination de la myopie, le design de ces lentilles est une vision de loin centrale et une vision de près périphérique. L'aberration sphérique positive correspond à une myopisation des rayons lumineux réfractés par la périphérie de la cornée. Les études rapportent une freination de la myopie allant de 25 à 72 % avec cette géométrie de lentilles (Zhu *et al.*, 2019).

La lentille MYLO de MarkEnnovy est une lentille mensuelle en silicone hydrogel corrigeant des myopies de - 0,25 à - 15 D. Elle utilise le principe d'augmentation de la profondeur de champ pour freiner la myopie.

## 4.3. Lentilles rigides diurnes

La lentille PRE AMYOPIC de Precilens permet d'adapter avec un défocus périphérique une lentille rigide de 0 à - 20 D de myopie et jusqu'à - 8 D d'astigmatisme avec un tore interne et - 4 D d'astigmatisme avec un tore externe. Les rayons possibles de cette lentille vont de 7,2 à 8,6 mm. En première intention, le matériau de la lentille est du Boston XO2 - Dk 141 (avec filtre UV). Le défocus périphérique est modulable avec 2 puissances possibles.

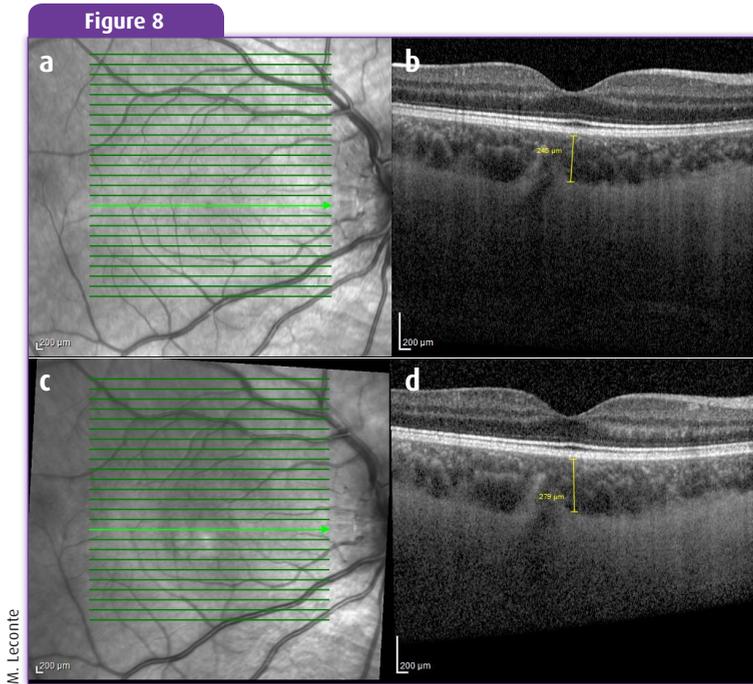
## 5 Efficacité des traitements

L'analyse de la choroïde paraît être un indicateur précoce de l'efficacité des traitements freinateurs sur la croissance du globe. Les OCT en mode EDI ou *swept-source* offrent une visibilité de la choroïde et de ses modifications avant et après adaptation. L'augmentation de l'épaisseur choroïdienne, et donc du flux choroïdien, est probablement un facteur prédictif de freination de la myopie.

La Figure 8 montre une coupe OCT de la choroïde d'un même patient de 8 ans, avec un mode « *follow-up* » avant adaptation et après 1 mois de port de lentilles d'orthokératologie. La choroïde passe de 245 à 279  $\mu$  soit une augmentation de 14 % de l'épaisseur.

## 6 Conclusion

L'augmentation du nombre de myopes et les comorbidités associées évitables avec un traitement précoce en font un challenge de nos jours. Même si de nombreuses inconnues sur les effets secondaires, sur la hiérarchisation et la durée des traitements, ou sur la physiopathologie restent à explorer, la prévention de ces complications est, en 2019, une préoccupation quotidienne de nos consultations. Grâce aux traitements optiques et/ou pharmacologiques à notre disposition, seuls ou en association, nous disposons, principalement grâce à la contactologie, d'une offre de prévention efficace et récente dans l'histoire de l'ophtalmologie.



Coupe OCT de la choroïde d'un même patient avant adaptation (a, b) et après 1 mois de port de lentilles d'orthokératologie (c, d) montrant une augmentation de l'épaisseur de la choroïde.

## Références

- ▶ Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology* 2011;118(6):1152-61.
- ▶ Ashby RS, Schaefel F. The effect of bright light on lens compensation in chicks. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51(10):5247-53.
- ▶ Chamberlain P, *et al.* Clinical evaluation of a dualfocus myopia control 1 day soft contact lens -3 year results, BCLA meeting, June 2017.
- ▶ Chia A, Lu QS, Tan D. Five-year clinical trial on atropine for the treatment of myopia 2: Myopia control with atropine 0.01% eyedrops. *Ophthalmology* 2016;123:391-9.
- ▶ Cho P, Cheung SW. Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). *Contact Lens and Anterior Eye* 2017;40(2):82-7.
- ▶ Chua WH, Balakrishnan V, Chan YH, Tong L, Ling Y, *et al.* Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology* 2006;113:2285-91.
- ▶ Flitcroft I. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog in retinal and eye Res* 2012;31:622-60.
- ▶ Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, *et al.* Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology* 2016;123(5):1036-42.



- ▶ **Ip JM, Saw SM, Rose KA, Morgan IG, Kifley A, et al.** Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:2903-10.
- ▶ **Jones LA, Sinnott LT, Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Zadnick K.** Parental history of myopia, sports and outdoor activities, and future myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(8):3524-32.
- ▶ **Kurtz D, Hyman L, Gwiazda JE, Manny R, Dong LM, Wang Y, Scheiman M; COMET Group.** Role of parental myopia in the progression of myopia and its interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(2):562-70.
- ▶ **Morgan IG, French AN, Ashby RS, Guo X, Ding X, et al.** The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res* 2018;62:134-49.
- ▶ **Morgan IG.** Myopia, lifestyle, and schooling in students of Chinese ethnicity in Singapore and Sydney. *Arch Ophthalmol* 2008;126: 527-30
- ▶ **Queirós A, González-Méjome JM, Jorge J, Villa-Collar C, Gutiérrez AR.** Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. *Optom Vis Sci* 2010;87(5):323-9.
- ▶ **Rose KA, French AN, Morgan I.G.** Environmental factors and myopia: paradoxes and prospects for prevention. *Asia Pac J Ophthalmol* 2016;5(6):403-10.
- ▶ **Sherwin JC, Reacher MH, Keogh RH, Khawaja AP, Mackey DA, Foster PJ.** The association between time spent outdoors and myopia in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2012;119:2141-51.
- ▶ **Smith EL 3rd.** Prentice Award Lecture 2010: a case for peripheral optical treatment strategies for myopia. *Optom Vis Sci* 2011;88:1029-44.
- ▶ **Tong L, Huang XL, Koh AL, Zhang X, Tan DT, Chuah WH.** Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *Ophthalmology* 2009;116:572-9.
- ▶ **Vongphanit J, Mitchell P, Wang JJ.** Population prevalence of tilted optic disks and the relationship of this sign to refractive error. *Am J Ophthalmol* 2002;133(5):679-85.
- ▶ **Yam JC, Jiang Y, Tang SM, Law AKP, Chan JJ, et al.** Low-concentration atropine for myopia progression (LAMP Study): a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial of 0.05%, 0.025% and 0.01% atropine eye drops in myopia control. *Ophthalmology* 2019;126:113-24.
- ▶ **Zhu Q, Liu Y, Tighe S, Zhu Z, Su X, Lu F, et al.** Retardation of myopia progression by multifocal soft contact lenses. *Int J Med Sci* 2019;16(2):198-202.



# La presbytie

Dr Catherine Peyre, Dr Marie-Aude Lureau-Cornuot

Selon les statistiques mondiales (Morgan *et al.*, 2019), la correction de la presbytie par des lentilles de contact a beaucoup progressé ces vingt dernières années, sous la pression des patients très demandeurs et du « jeunisme » ambiant. Sont apparues de nombreuses lentilles souples multifocales à renouvellement de plus en plus rapide, mais également des lentilles rigides, dans des matériaux plus perméables à l'oxygène, des lentilles hybrides qui permettent d'allier qualité visuelle et confort, et des lentilles sclérales qui rendent possible l'équipement des cornées irrégulières et les sécheresses sévères. Les limites d'adaptation ont été grandement repoussées. Bien que la contactologie française ait été en avance dans ce domaine, c'est à partir de 2009 que, grâce à Woods (Woods *et al.*, 2009) et ses publications, les lentilles multifocales vont supplanter dans le choix des porteurs le concept de monovision. Par ailleurs, il apparaît au fil des différentes publications que les tests classiques de mesure de l'acuité visuelle dans les cabinets ne valent pas les tests pratiques effectués dans la vraie vie comme la conduite, le travail sur ordinateur, l'utilisation du smartphone.

Le marché de la contactologie est en constante augmentation. En attestent les différentes enquêtes de Morgan *et al.*, réalisées annuellement depuis les années 2000 avec une progression de ce moyen de correction dans les 11 principaux pays ayant répondu depuis le début (Morgan *et al.*, 2019).

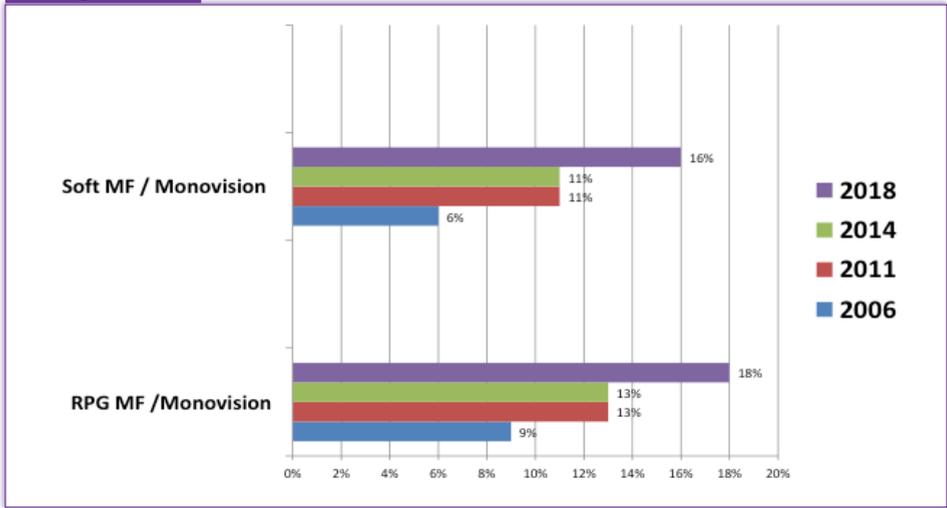
La figure 1 présente l'évolution de ce marché des lentilles de contact pour la correction de la presbytie, tous pays interrogés confondus, entre 2006 et 2018.

En France, pays considéré depuis de nombreuses années parmi les leaders dans le domaine de la presbytie corrigée avec des lentilles, les chiffres sont stables mais varient légèrement d'une année à l'autre, en fonction de la commercialisation de nouveaux produits, notamment en lentilles souples journalières (Figure 2).

La chirurgie de la presbytie, très attendue par de nombreux patients, évolue certes mais les réticences sont encore fortes. La monovision domine encore cette chirurgie, notamment chez les myopes.

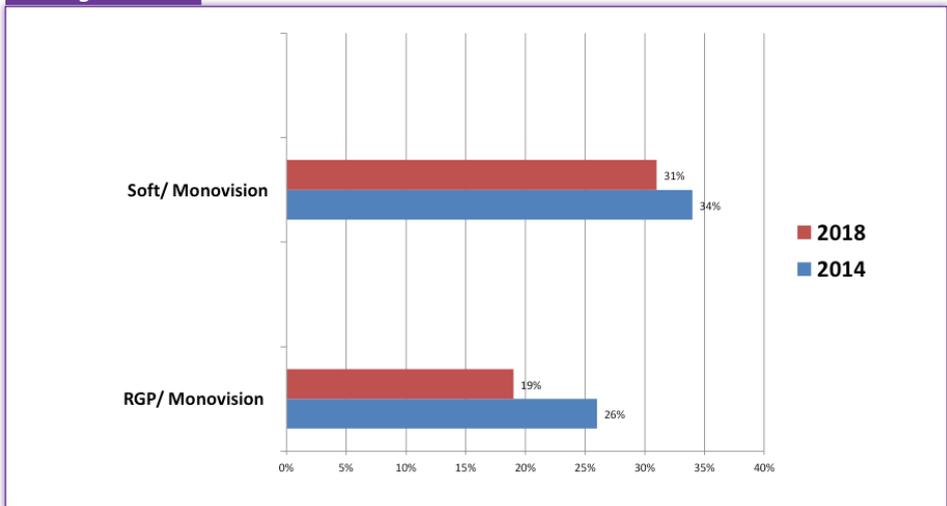


Figure 1



Évolution de la correction de la presbytie par des lentilles de contact, dans le monde.  
(D'après Morgan *et al.*, 2019)

Figure 2



Évolution du marché français de la presbytie entre 2014 et 2018 entre lentilles souples (en haut) et lentilles rigides (en bas).

Grâce aux nouvelles technologies, aux nouveaux matériaux, aux nouvelles géométries, les limites sont repoussées. Le principal problème reste la gestion de la sécheresse oculaire, source principale d'inconfort et d'abandon des lentilles.

## ① Nouvelles théories sur l'accommodation

Depuis 20 ans, les débats sur l'origine cristallinienne ou ciliaire de la presbytie sont toujours d'actualité et aucune réponse consensuelle n'a pu y être apportée car les études *in vivo* sont difficiles.

Sun (Sun *et al.*, 2014) a étudié la physiologie de l'accommodation et semble en faveur d'une théorie cristallinienne, proche de celle d'Helmoltz. Cependant, son travail a des limites car le signal OCT est bloqué par l'iris et ne permet donc pas une visualisation du cristallin périphérique et des mouvements du corps ciliaire très précis. Cette technologie reste néanmoins prometteuse. Ozyol, en 2017, montrait également qu'il ne semble pas exister de différence significative dans l'activité du muscle ciliaire chez le presbyte comparativement au non presbyte (Ozyol et Ozyol, 2017).

En 2016, Taberero plaide également pour une activité persistante du muscle ciliaire chez le presbyte, en étudiant les mouvements du sac capsulaire et de l'implant chez des patients pseudophaques de 80 ans, avec et sans cycloplégie (Taberero *et al.*, 2016).

Les progrès réalisés en OCT *swept source* permettront probablement une meilleure compréhension de la physiopathologie réelle de l'accommodation et de la presbytie. L'enjeu est de taille, car il permettrait alors de focaliser les thérapeutiques sur ce qui est déficient uniquement.

De façon plus empirique, la physiologie de l'accommodation a été indirectement abordée par Sankalp (Sankalp *et al.*, 2018). Il plaide pour une activité persistante du muscle ciliaire au cours de la vie. Il a étudié les effets du « Tratak kriya » qui consiste à fixer un petit objet (flamme en vision de près ou en vision de loin, ou un arbre, ou encore la lune...) le plus longtemps possible jusqu'au larmolement. Ceci provoquerait une contraction/relaxation du muscle ciliaire entraînant, de surcroît, une augmentation de l'évacuation de l'humeur aqueuse et donc une baisse de la pression intra-oculaire (PIO). L'intérêt de cette posture dans la prise en charge des patients glaucomateux a été évoqué.

Une participation extra-lenticulaire est toujours soutenue par certains auteurs. Quelques-uns proposent des micropunctures sclérales focales dans 4 quadrants pour restaurer un certain degré d'accommodation (Harrison, 2018). Pour ces auteurs, la rigidification liée à l'âge atteint tous les tissus. Assouplir la sclère participerait à une amélioration pouvant aller jusqu'à 2 dioptries. Cependant, plus de données sont nécessaires pour valider cette approche.

## ② Principes optiques

### 2.1. Lentilles souples multifocales

Depuis le Rapport de la SFOALC sur la Presbytie en 1999, les principes sont globalement inchangés. Il existe, cependant, de petites variations dans la technologie et les profils précis de correction (Peyre, 1999).

Les lentilles souples multifocales fonctionnent toutes sur le principe de la **vision simultanée**. Devant l'aire pupillaire, on retrouve différentes corrections (de loin, intermédiaire, de près), donc différentes focales se forment au niveau du pôle postérieur et le cerveau va « trier » les images pertinentes. De fait, une maturation corticale s'impose pour parvenir à « trier les bonnes images ». Cette technologie entraîne une petite perte d'information et de lumière, d'où la notion de « compromis visuel ». Cependant, les résultats sont souvent excellents et permettent une acuité de 10/10° P2 pour un bon nombre de patients.

Parmi les nouveautés, la lentille ACUVUE® 1-Day Moist® Multifocal (Johnson & Johnson Vision) est une lentille multifocale journalière commercialisée depuis juin 2015 en France. Cette lentille est en hydrogel « modifié », matériau déjà utilisé pour la 1-Day Moist Unifocal. Son Dk est de 21,4 en moyenne. C'est une lentille à vision de près centrale et qui possède trois additions, *low*, *med* et *high*. Elle est asphérique et sa zone optique est optimisée en fonction de l'amétropie et de l'addition. Ainsi, il existe pour cette lentille 183 profils d'addition différents (Figure 3).

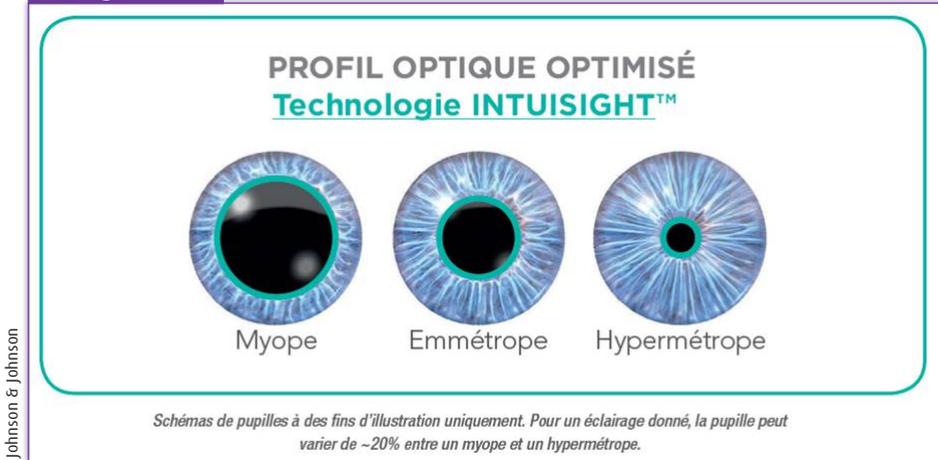
Son principe est différent de l'ACUVUE® OASYS® for Presbyopia (Johnson & Johnson Vision) présente depuis 2012. Cette lentille possède une vision de loin (VL) centrale et une alternance de cercles concentriques VP/VL, rendant la lentille moins dépendante du diamètre pupillaire.

Parmi les lentilles multifocales souples mensuelles, on notera une « nouveauté optique » : la Miru Multifocal de Menicon. Cette lentille à vision de près centrale, comme la plupart de ces lentilles, possède deux additions *low* et *high*, avec une particularité pour la lentille *high* dont la vision de près centrale est décentrée en nasal (pour suivre la position de la pupille physiologiquement) et dont le profil d'addition n'est pas progressif, comme les autres, mais bifocal (Figure 4). Pour la lentille Miru MF, il existe un profil *low* progressif pur et un profil *high*, bifocal. Ces deux lentilles ne sont pas homothétiques et leur panachage est mal supporté. En revanche, la bifocalité du profil *high* est intéressante car elle apporte des solutions nouvelles aux myopes presbytes et également aux emmétropes avec presbytie confirmée.

#### 2.1.1. Les matériaux

L'évolution des technologies permet d'avoir de plus en plus de lentilles souples multifocales en silicone hydrogel. Les matériaux sont ceux des lentilles unifocales avec un choix croissant. Depuis 1999, date de la commercialisation de la lentille Focus Night & Day, les laboratoires développent des lentilles en silicone hydrogel avec déjà trois générations successives.

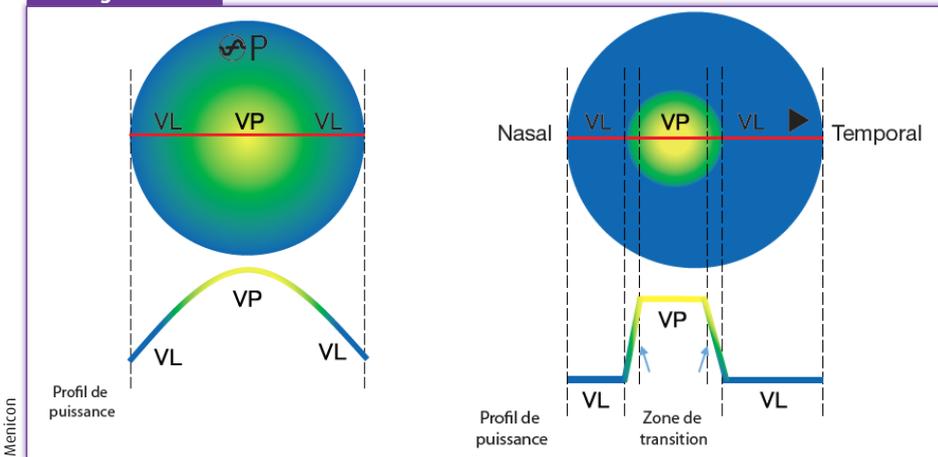
Figure 3



Johnson &amp; Johnson

Concept de la lentille ACUVUE® 1-day multifocal.

Figure 4



Menicon

Géométrie de la lentille Miru MF Low et High.

Ce matériau a indéniablement apporté un meilleur flux d'oxygène à la cornée avec des Dk/e allant de 86 (Ophtalmic HR 1Day Progressive d'Ophtalmic, Clariti® 1Day Multifocal de CooperVision) à 156 (DAILIES® Total 1 Multifocal d'Alcon) mais il n'a pas apporté la réponse à toutes les limites des lentilles en hydrogel. Il n'existe pas de lien entre Dk/e et confort (Walker *et al.*, 2016). Sur le plan

infectieux, il n'y a malheureusement pas de diminution du risque lié à ce matériau. Les patients abandonnistes n'ont pas disparu ! Ce matériau qui donne un œil plus blanc, favorise parfois le développement de réactions inflammatoires liées au frottement (modulus), au matériau moins mouillable (silicone hydrophobe). Le modulus a diminué entre la 1<sup>e</sup> et la 3<sup>e</sup> génération pour atteindre des valeurs de



0,5 Mpa en moyenne. Le rapport TFOS a mis en évidence les facteurs d'inconfort en lentilles mais l'étiologie reste floue. Il existe de façon certaine une interaction film lacrymal/matériau et également lentille/paupière. Par ailleurs, un lien fort entre coefficient de friction et confort existe selon Brennan (Brennan, 2009). Il est rare de voir des SEAL (*Superior Arcuate Lesion* ou lésions épithéliales arciformes supérieures) avec les matériaux silicone hydrogels récents mais on peut observer des SICS (*Solution Induced Corneal Staining*, ou piquetés cornéens diffus liés aux solutions d'entretien), des LWE (*Lid Wiper Epitheliopathy*, irritation chronique de l'épithélium tarsal à proximité du bord libre de la paupière supérieure).

Les SICS sont des piquetés cornéens, fruit d'une interaction produit d'entretien/matériau (Carnt, 2007). On note aussi des (LIPCOF, plis de la conjonctive bulbaire à proximité du limbe), des *staining* des bords palpébraux (LWE), reflets de ces interactions de surface.

Les limites des matériaux silicone hydrogels expliquent la persistance d'une petite place pour les lentilles en hydrogel souvent « améliorés » et hypergels.

Ainsi, l'ACUVUE® 1-Day Moist® Multifocal (Johnson & Johnson Vision) est en Etafilcon A- (groupe IV FDA). Il s'agit d'un hydrogel amélioré permettant le maintien du taux le plus élevé de lysozyme actif en fin de journée dans les larmes. Cette enzyme possède un rôle antibactérien et anti-inflammatoire. Tous les matériaux n'ont pas le même impact sur le taux de lysozyme dénaturé en fin de journée. Dans le même registre, la lentille Proclear® 1day-Multifocal (CooperVision) était déjà un hydrogel amélioré avec de la phosphoryl-

choline incorporée qui a un comportement « *mucin-like* ». Cette phase mucino-aqueuse est bien répertoriée et essentielle dans le maintien du film lacrymal.

Bausch & Lomb a développé un « hypergel » pour ses lentilles Biotrue® ONEday pour presbyte. Le Nesofilcon A utilisé pour cette lentille, possède un Dk/e de 42, un module de 0,49 Mpa et une hydrophilie de 78 %. Le taux d'hydrophilie de l'hypergel est celui de la cornée exactement, pour minimiser l'évaporation. Le poloxamer 407 intégré dans la matrice du matériau a un comportement qui s'identifie à la couche lipidique naturelle et se positionne sur les faces antérieure et postérieure de la lentille, avec cette même finalité : limiter la déshydratation du matériau en mimant l'architecture naturelle du film lacrymal.

Toujours avec le même enjeu, Alcon développe la famille des HydraGlyde depuis septembre 2018 pour ses lentilles en silicone hydrogel. Cette technologie favoriserait une enveloppe hydratante et minimiserait les dépôts.

### 2.1.2. Les lentilles journalières

Beaucoup de lentilles souples journalières sont disponibles depuis 10 ans, ce qui permet de panacher les types de ports avec possibilité d'alterner lentilles mensuelles et journalières afin de répondre aux différentes attentes des patients. Les principes optiques en journalières multifocales sont ceux des mensuelles d'où une réadaptation immédiate sans facteur correctif, sauf chez Johnson & Johnson Vision et CooperVision où mensuelles et journalières ont des principes optiques différents (Figure 5).

Figure 5

Les lentilles souples journalières multifocales.

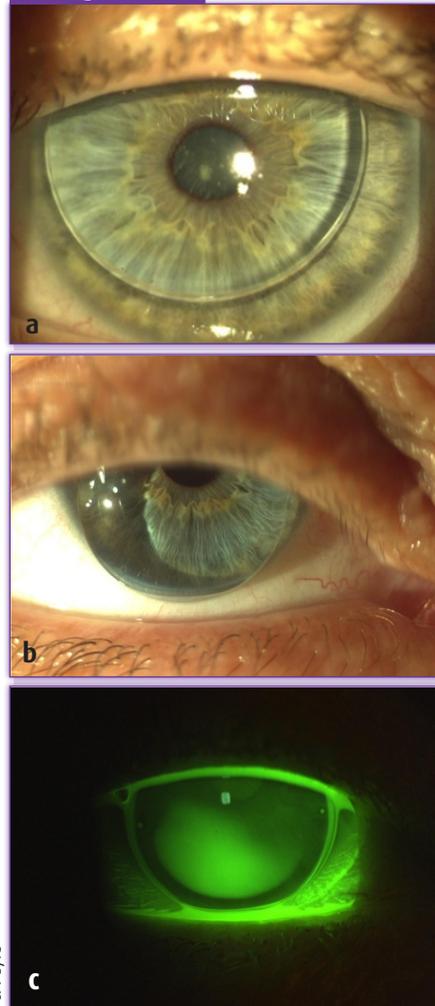
1day ACUVUE®-Moist®-Multifocal (J&J)	Dk/e 25 à 33 / hydrogel "amélioré"
Biotrue®ONEDay pour presbyte (B&L)	Dk/e 42 / hypergel
Clariti® 1d MF (CooperVision) = HR1d progressive (Ophtalmic)	Dk/e 86 / silicone hydrogel 3 <sup>e</sup> génération
Dailies®AquaComfort® PLUS multifocal (Alcon)	Dk/e 26 / hydrogel "amélioré"
Dailies®total 1 multifocal (Alcon)	Dk/e 33 (coeur) à 80 / silicone hydrogel avec gradient d'eau
Proclear® 1d multifocal (CooperVision)	Dk/e 28 / hydrogel "amélioré"

## 2.2. Les lentilles rigides multifocales

Il existe des lentilles concentriques et des lentilles segmentées (Figure 6 a,b,c).

- **Les lentilles concentriques** possèdent majoritairement une géométrie à vision de loin centrale et fonctionnent en mode simultané avec une participation de mode alterné. Elles existent également en lentilles dont la géométrie est à vision de près centrale et fonctionnent en mode simultané. Il n'est pas rare d'associer ces deux géométries chez un même patient afin d'optimiser la vision de loin, comme celle de près. Ces lentilles rigides concentriques multifocales existent en différents diamètres, entre 8,50 et 12 mm.
  - **Avantages** : vision naturelle dans toutes les directions et bonne vision intermédiaire avec des puissances disponibles très étendues ( $\pm 25$  D). Elles existent, en outre, en version toriques internes, toriques externes et bi toriques.
  - **Inconvénients** : pupillo-dépendance, petite perte des contrastes, apprentissage cérébral indispensable.
- **Les lentilles segmentées** ne fonctionnent qu'en vision alternée. Leur géométrie peut être bifocale, trifocale ou progressive à la manière des verres de lunettes. Elles n'existent qu'en lentilles cornéennes, leur diamètre allant de 8,50 jusqu'à 10 mm.

Figure 6



6 a. Lentille multifocale concentrique ;  
6 b. Lentille segmentée ;  
6 c. Lentille segmentée, image Fluo.

C. Peyre

- **Avantages** : pupillo indépendance et vision des contrastes conservée.
- **Inconvénients** : vision directionnelle, confort médiocre lié au prisme ballast et parfois instabilité dans les regards extrêmes.

### 2.3. Les lentilles hybrides multifocales

Elles procurent la même qualité de vision que des rigides cornéennes classiques avec, de surcroît, une meilleure stabilité sur la cornée. Elles permettent de corriger toutes les cornées, régulières et irrégulières, y compris chez des patients devenus presbytes.

Depuis quelques années, les fabricants proposent des lentilles hybrides multifocales : deux laboratoires se partagent ce segment de la contactologie.

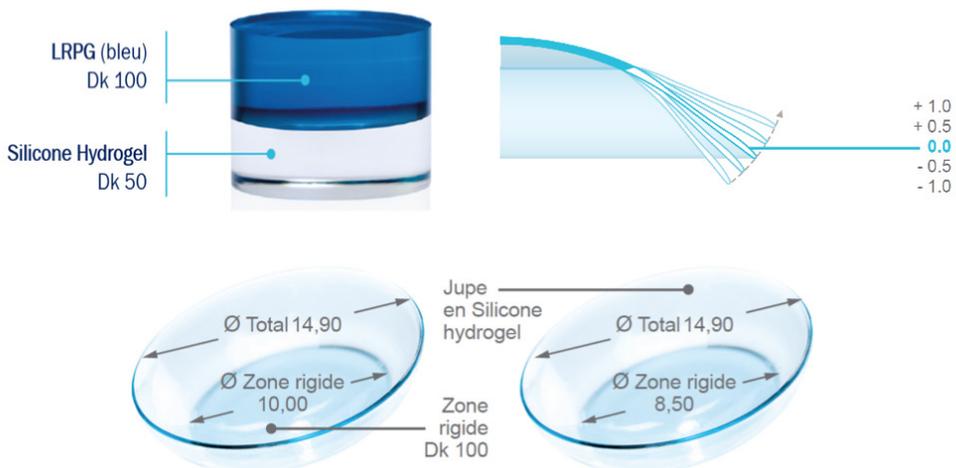
- **L'EyeBrid Silicone™ Multifocal** distribuée par le laboratoire LCS. Sur les cornées régulières, la partie centrale rigide est de diamètre 10 mm mais peut être proposée en diamètre 8,50 pour les cor-

nées irrégulières et les kératocônes ; le Dk est de 100. L'excentricité et l'*edge-lift* sont modifiables sur la zone rigide (Figure 7).

Cette partie rigide peut être torique interne pour des astigmatismes cornéens supérieurs à 40/100°, torique externe, et bi torique. Elle peut être oblate pour gérer les cornées post chirurgicales. Les additions proposées vont de + 0,75 jusqu'à + 3,00 avec les deux géométries VLC et VPC (Figure 8). Les rayons de courbure proposés vont de 4,40 jusqu'à 10 et la puissance de + 40 D à - 40 D. Le choix du rayon est fonction de la topographie de la cornée. L'idéal est de faire un essai en lentilles rigides cornéennes afin de déterminer le rayon et la puissance de la partie rigide de l'EyeBrid™ (Figures 9 et 10).

Elle existe en 4 diamètres : 14/14,50/14,90/ et 15,50 ; le diamètre 14,90 étant le diamètre de première intention. La jupe souple en silicone hydrogel est en Dk 50. Elle est modulable en fonction de son impact sur la sclère JO +/- 1,00 par pas de 0,50.

Figure 7



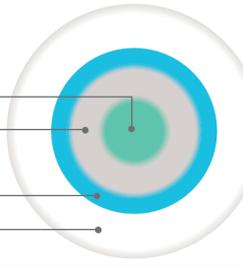
Lentille EyeBrid™ Silicone MF.

Figure 8

**Lentille D** (Distance)

Vision de loin centrale

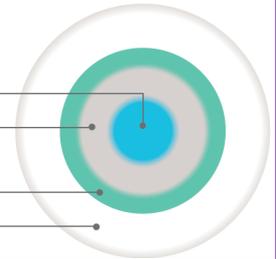
- VL  
Zone centrale stabilisée
- Vision intermédiaire  
Zone progressive
- VP  
Zone périphérique stabilisée
- Jupe souple



**Lentille N** (Near)

Vision de près centrale

- VP  
Zone centrale stabilisée
- Vision intermédiaire  
Zone progressive
- VL  
Zone périphérique stabilisée
- Jupe souple



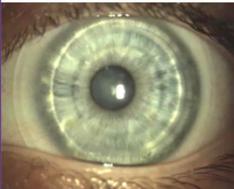
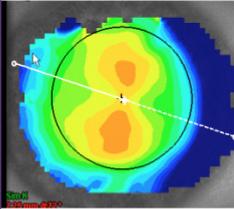
LCS

Géométrie multifocale de l'EyeBrid™ Silicone. Add de + 0,75 à 3 D.

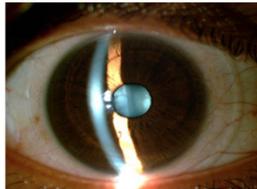
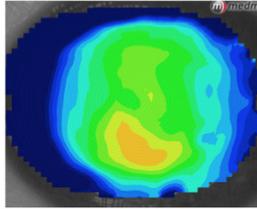
Figure 9

**EyeBrid™ Silicone**

Cornée régulière

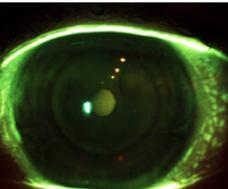
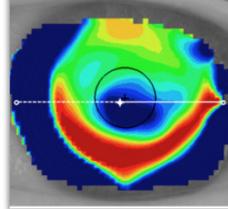


Cornée irrégulière



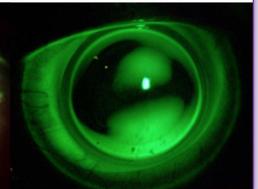
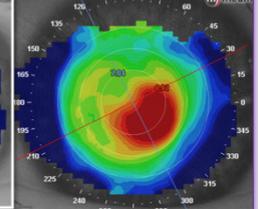
**EyeBrid™ Oblate**

Cornée oblate



**EyeBrid™ AirKone**

Kératocônes



LCS

Différentes possibilités de correction avec l'EyeBrid™ Multifocal.

Figure 10

• **Le rayon**

Cornées régulières	Cornées irrégulières	Kératocônes	Cornée Oblate
EyeBrid™ Silicone 10	EyeBrid™ Silicone	EyeBrid™ AirKone	EyeBrid™ Oblate
$r_0 = K$	$r_0 = Km + 0,20$ ou $r_0 = r_0 \text{ LRPG}$	$r_0 = r_0 \text{ AirKone}$	$r_0 = K$ ou $r_0 = r_0 \text{ aeria oblate}$

- **Le diamètre :**  $\phi_T = 14,90 \text{ mm}$   
(un diamètre de 14,00 et 14,50 mm est disponible pour les petites cornées et/ou petites fentes palpébrales)
- **La puissance :** P = sphère VL ramenée au sommet de la cornée
- **La Jupe :** J = 0.0

LCS

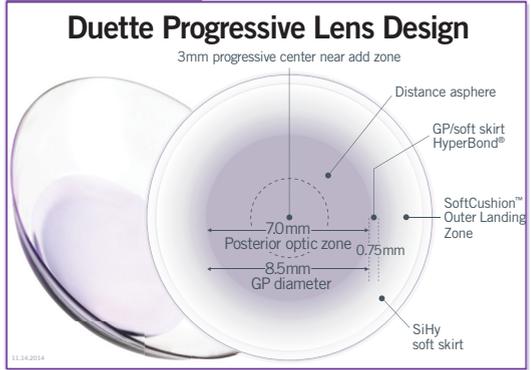
Choix du rayon de courbure de la première lentille.

- La **DUETTE® progressive** de SynergEyes® distribuée par le laboratoire Menicon.

Elle est essentiellement destinée aux cornées régulières et la partie rigide est de diamètre 8,50 et de Dk/e 130. Elle n'existe pas en version torique. La jupe de Dk/e 84, est proposée en 4 versions possibles (Figure 11) : 7,90 Steep / 8,10 (medium) / 8,40 Flat / 8,70 flat 2. Le choix de la jupe est fonction du diamètre cornéen. S'il est  $\leq 11,7$ , il se porte sur la jupe 8,40 flat ou 8,10 medium. Pour un diamètre cornéen  $\geq 11,8$ , le choix sera 8,10 medium. Le rayon doit être au minimum de 0,10 à 0,15 plus serré que le K plat pour une cornée quasi sphérique et d'autant plus serré que la toricité cornéenne est élevée. Ceci implique un ajout de puissance négative, fonction de l'ampleur du serrage, à la correction de loin (Figure 12).

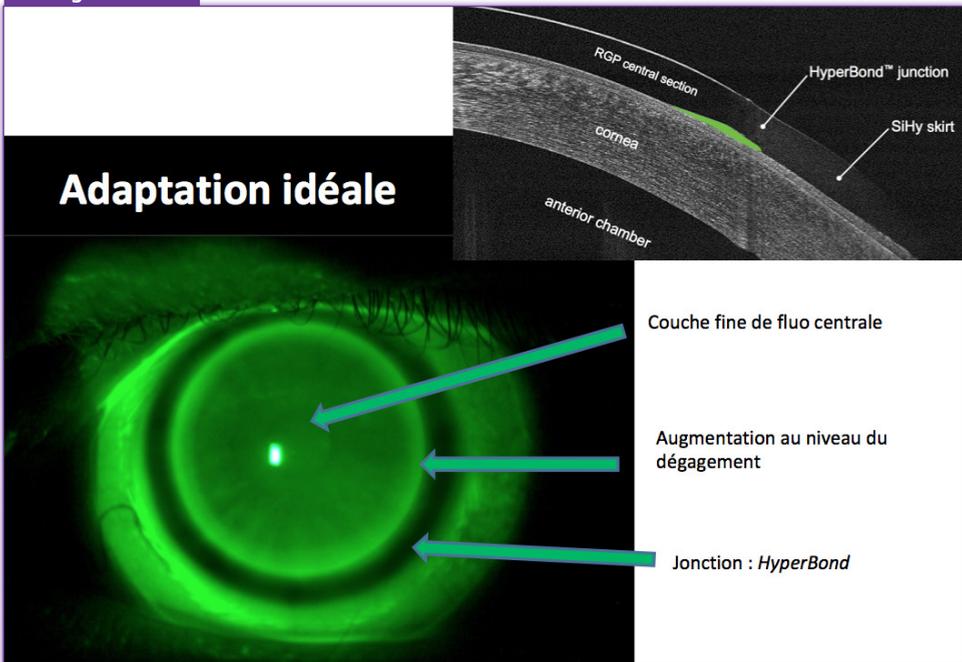
Nous ne disposons en France que de la version à vision de près centrale avec 3 additions : + 1,00/+ 1,75/+ 2,50. L'addition de + 1,00 couvre en moyenne jusqu'à 1,50 d'addition lunette. L'addition + 1,75 jusqu'à 2,25 et l'addition + 2,50 sont destinées aux presbytes fortes.

Figure 11



Géométrie de la lentille **DUETTE®** multifocal.

Figure 12



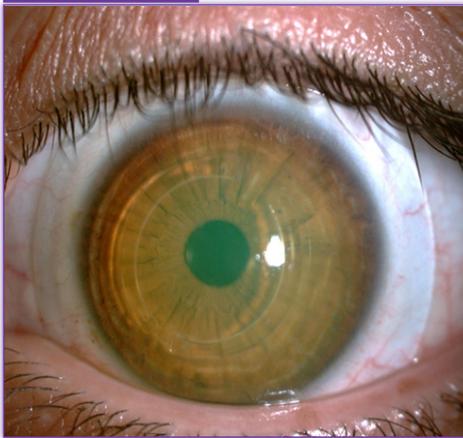
La jonction réduit les flexions. L'asphéricité prolate de la partie rigide couplée à la géométrie inverse de la jupe, procure un alignement « lentille-cornée » à condition de choisir un  $r_0$  plus serré que le K plat.

## 2.4. Les lentilles sclérales multifocales

- **Avantages** : indications pour les cornées régulières, confort proche des lentilles souples, existent en version VLC et VPC.
- **Inconvénients** : une seule lentille de ce type disponible en France, adaptation en 2 temps incontournable, effet brouillard possible lié à l'accumulation de débris sous la lentille, résultats aléatoires sur la presbytie.

Une seule lentille est actuellement disponible sur le marché Français : la i-Flex SC MF du laboratoire Novacel (Figure 13). Elle est proposée en vision de loin et vision de près centrale. Une toricité est également possible. De diamètre allant de 15 à 24 mm avec un  $r_0$  de 6,00 jusqu'à 10 mm et des puissances de - 30,00 à + 30,00. Le principe optique le plus utilisé est à vision de près centrale avec une taille de zone optique modulable. Cette lentille est entièrement customisable.

Figure 13



Lentille i-Flex SC progressive.

Aux États-Unis, il en existe de très nombreuses et elles sont largement utilisées. Tout d'abord pour des cornées irrégulières, les kératocônes et en post chirurgie réfractive, ou post greffes, mais également devant des anomalies de la surface oculaire et les sécheresses sévères. Dans ces dernières indications, elles deviennent un moyen de correction et un traitement permettant de soulager les patients. Elles sont également utilisées lorsque le port de lentilles classiques souples ou rigides devient moins confortable.

L'adaptation de ces lentilles sclérales doit se faire en deux temps. Le premier temps est celui du choix de la géométrie idéale pour l'œil à adapter. Une fois cette géométrie définie, il importe d'appliquer la correction multifocale selon les principes habituels de correction des lentilles multifocales souples ou rigides (Walker *et al.*, 2016).

## ③ L'orthokératologie

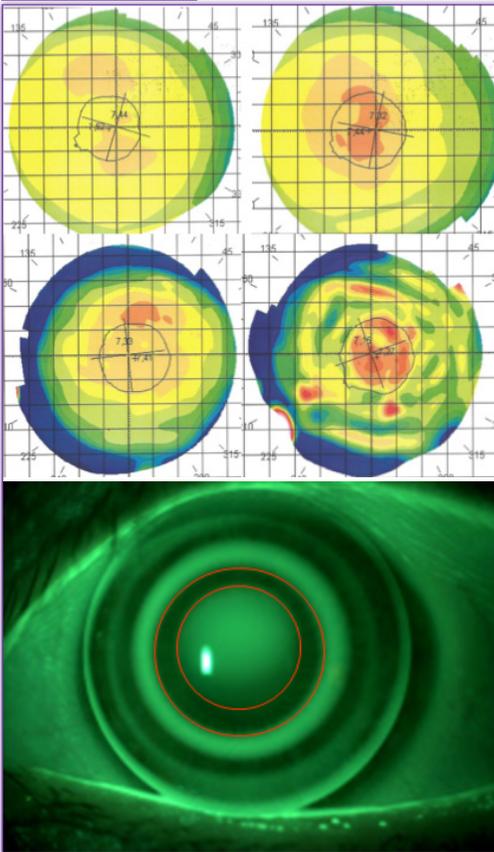
Toujours en lentilles rigides, la technique de l'orthokératologie permet de corriger la presbytie. Cependant, pour le moment, il faut rester modeste sur les indications (Luscan, 2017).

Pour les myopes, il faut éviter les myopies inférieures à - 1,50 D et supérieures à - 4,5 D. Le degré de myopie conditionne la puissance de l'anneau périphérique, dont la pente interne conditionne la multifocalité. Il n'est pas rare d'introduire un certain degré de bascule.

Pour les hypermétropes : réfraction minimale de + 1,00 D et maximale de + 3,50 D à + 4,00. La puissance initiale à commander  $p = pvl + \frac{1}{2}$  de l'addition minimale. Lorsque la presbytie est trop importante ou lors des équipements de fortes amétropies, les résultats deviennent instables ou insuffisants et il est envisageable de pratiquer une bascule positive au profit de l'œil de près dans les limites de la technologie (Figure 14).

Les astigmatismes modérés, et surtout inverses, peuvent parfois aider l'équipement des myopes en vision de près (Luscan, 2017).

Figure 14



Orthokératologie chez un hypermétrope presbyte.

## 4 Indications

### 4.1. Souples (LSH) ou rigides (LRGP) ?

On privilégiera une LRGP, le plus souvent chez un patient déjà porteur de LRGP, en cas d'astigmatisme cornéen voire mixte, en cas de légère sécheresse, ou chez un patient exigeant visuellement.

Tous les autres cas pourront bénéficier d'un essai en LSH MF mais on n'oubliera pas de bien « sélectionner » le patient que l'on équipe...

La surface oculaire vieillissante peut être un frein parfois avec l'apparition d'une sécheresse plus ou moins marquée, de kératites ponctuées superficielles (KPS) inférieures, d'une distension palpébrale, voire d'un conjonctivochalazis. Les annexes et le BUT seront bien analysés avant l'équipement. Il n'existe pas de véritable obstacle à l'adaptation d'une surface oculaire d'un patient âgé et parfois on observe même un confort amélioré dans les petits syndromes secs. Les contre-indications restent les mêmes : antécédents infectieux graves, syndrome sec sévère, immunodépression marquée... ou hygiène déficiente.

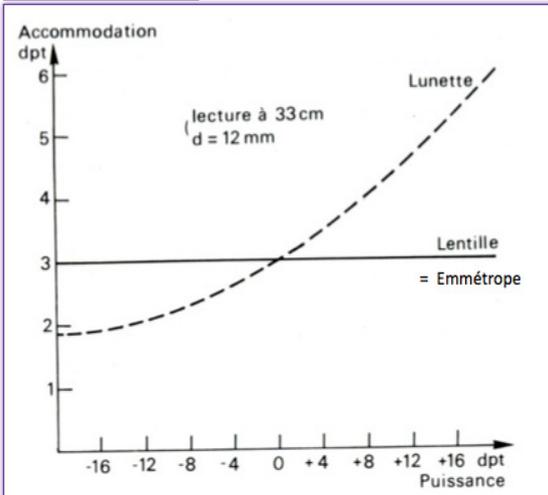
Que l'on soit un ancien porteur de LSH ou de LRGP, il existe toujours une solution ! Comme évoqué au préalable, on préférera poursuivre en LRGP chez un ancien porteur de LRGP. L'ancien porteur de LSH, s'il n'a pas de syndrome sec trop marqué et si la réfraction est favorable restera équipé en LSHMF mais il faudra aussi savoir rééquiper un ancien porteur de LSH en LRGP multifocales pour des raisons de surface ou réfractives.

## 4.2. Fonction de la réfraction du patient

### 4.2.1. Emmétrope

Un œil est emmétrope lorsque la puissance réfractive totale et la longueur axiale de cet œil sont en adéquation selon tous les méridiens. Il s'agit d'un état peu fréquent (- de 4 %) et temporaire. L'emmétrope dispose du plus grand parcours accommodatif (Figure 15) et sa correction avec des lentilles de contact est dépendante du degré de presbytie, et de sa tolérance au « flouté » de loin. La meilleure technique reste la monovision simple ou aménagée. Avec des lentilles multifocales, le meilleur choix est celui des bifocales segmentées en rigides, ou à zone optique de près décentrée pour les souples. Plus la presbytie augmente, plus le taux d'abandon est élevé dans cette catégorie.

Figure 15



L'effort accommodatif en vision de près est la référence.

### 4.2.2. Myope

La réserve accommodative (RA) = *punctum remotum - punctum proximum accommodatif*

Age	40 ans	45 ans	50 ans	60 ans	65 ans
Réserve Accommodative	5	3	2	1	0,5
<i>P. proximum</i>	20 cm	30 cm	50 cm	1 m	2 m

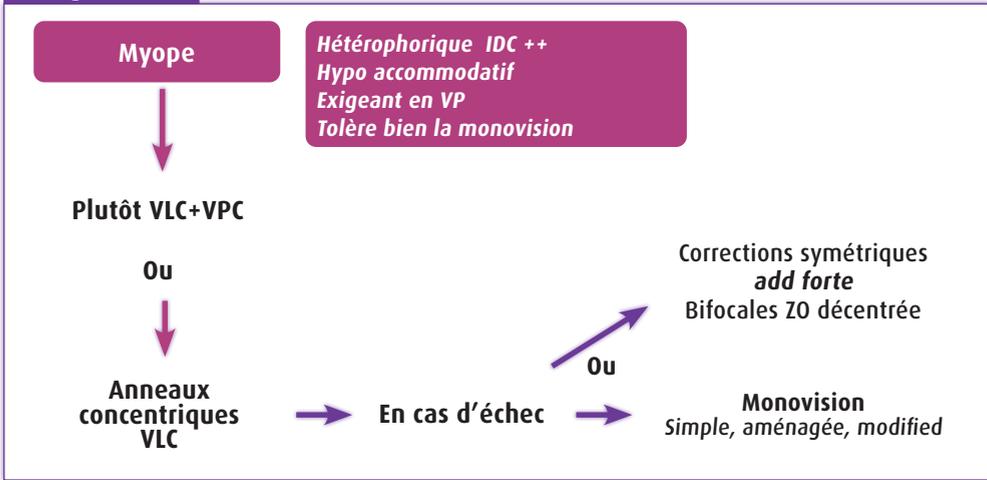
L'effort accommodatif ne doit pas être supérieur aux  $2/3$  de la réserve accommodative, sous peine d'asthénopie accommodative.

*Exemple* : à 45 ans la réserve accommodative = 3D.  $2/3$  de 3 = 2. A cet âge, il faut en général 1 D d'addition pour un bon confort mais chez le myope, le maintien de cette RA est subordonné au port de sa correction. Le myope retire ses lunettes pour lire ce qui « ruine » sa RA. Il devient hypo accommodatif et par voie de conséquence exophorique et hypoconvergent. Son parcours accommodatif, peu sollicité, est plus court. Avant toute adaptation en lentilles un bilan orthoptique est recommandé (Figure 16).

### 4.2.3. Hypermétrope

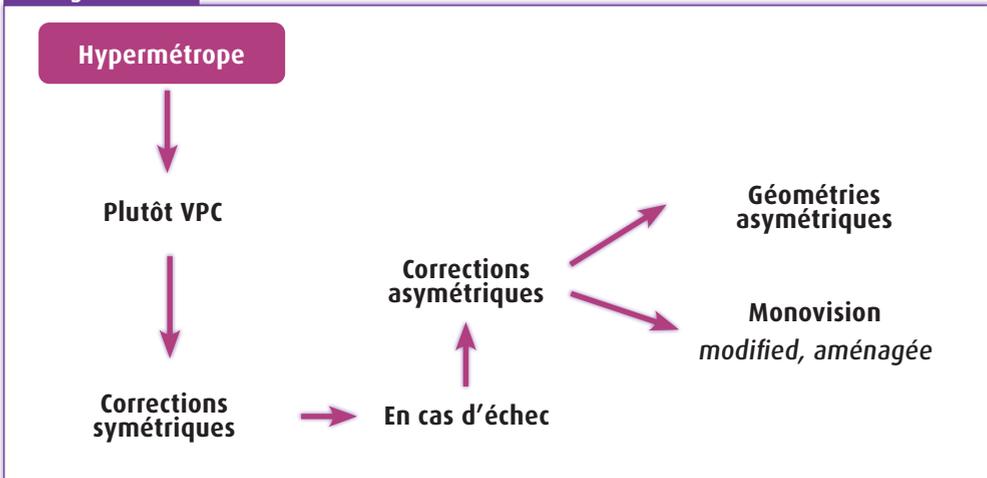
Il existe peu de changement ces dernières années dans la manière de gérer l'adaptation de l'hypermétrope. Il est hyper accommodatif et, habituellement, plus l'hypermétropie est élevée, moins forte est l'addition nécessaire (Figure 17).

Figure 16



Adaptation d'un myope presbyte. OD - 2 ; OG - 2.  
 OD -1,50 (- 0,50 à 80°) ; OG - 1,50 (- 0,50 à 100°).  
 Réfraction symétrique en sphère et en cylindre.

Figure 17

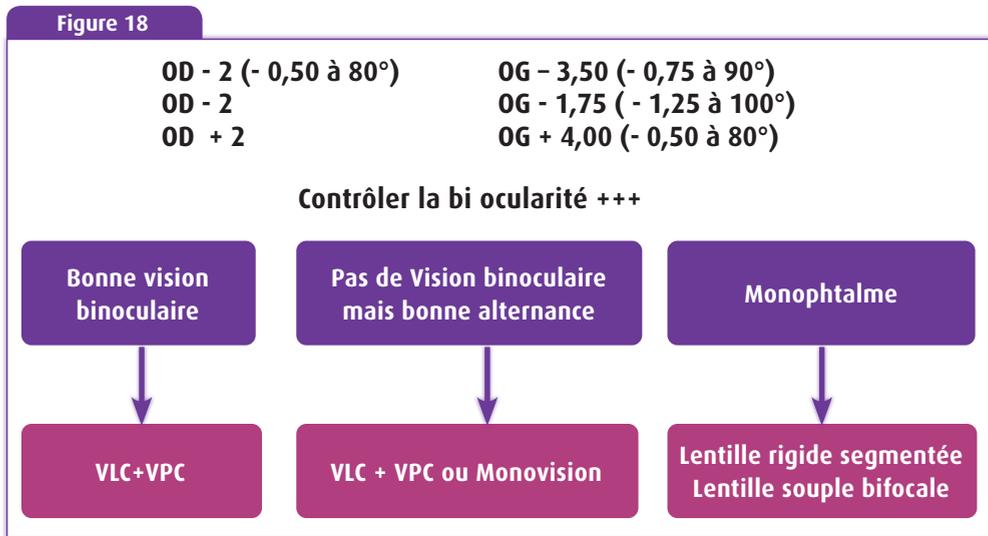


Adaptation d'un hypermétrope : OD + 2 ; OG + 2.  
 OD + 1,50 (- 0,50 à 80°) ; OG + 1,50 (- 0,50 à 100°).  
 Réfraction symétrique en sphère et en cylindre.

#### 4.2.4. Anisométropes monoptalmes

Concernant l'anisométrope, le premier réflexe est d'évaluer sa binocularité et sa biocularité. Il existe très souvent une forte dominance, voire une absence de vision binoculaire. Existe-t-il une alternance des yeux entre vision de loin et vision de près ? Ceci est à déterminer avant de tenter une quelconque adaptation. S'il existe une alternance, la solution est plus simple (Figure 18).

Si en revanche, il n'y a pas d'alternance, une dominance trop forte – ce qui équivaut à une vision monoculaire – le choix est plus complexe et souvent en faveur de l'une des deux visions. Dans ce cas, en lentilles souples, la nouvelle bifocale Miru High (Menicon) peut donner un excellent résultat, si elle est positionnée correctement (Figure 19). En lentille rigide, le choix doit se porter sur une lentille progressive, segmentée, à vision alternée.



Réfraction anisométrique. Forte Dominance. Vision unifocale.

**Figure 19**



Lentille Miru MF High. Marquage lisible (triangle bleu foncé) sur la face concave.

#### 4.2.5. Astigmatés

Il existe désormais des solutions efficaces pour corriger les astigmatés presbytes :

- les souples toriques multifocales dont le nombre et les gammes se sont considérablement élargies ;
- les rigides cornéennes sphériques et toriques internes externes et bitoriques ;
- les lentilles hybrides qui désormais nous permettent de corriger aussi bien les astigmatismes réguliers que les irréguliers.



### En faveur des lentilles souples toriques en première intention :

- anciens porteurs de souples (*sphériques, toriques simples, MF non toriques*) ;
- intolérance aux rigides ou mauvais résultat (*mauvais centrage*) ;
- astigmatisme interne ou mixte ;
- port souhaité  $\pm$  occasionnel.

### En faveur des lentilles rigides cornéennes :

- anciens porteurs de rigides (*sous réserve d'une dynamique des paupières correcte*) ;
- astigmatismes cornéens (*Envisager des toriques internes à partir de 2 D pour favoriser la stabilité*) ;
- astigmatismes  $\pm$  irréguliers ;
- sécheresse oculaire.

### En faveur des lentilles hybrides :

- vision instable ou décevante en lentilles souples toriques MF ;
- instabilité, mauvais centrage ou intolérance en rigides MF ;
- astigmatisme mixte ;
- astigmatismes irréguliers, kératocône, post chirurgie.

### En faveur des lentilles sclérales multifocales :

- les porteurs de sclérales ;
- astigmatismes irréguliers après échecs ;
- difficultés d'adaptation en rigides ;
- mauvais confort en rigides et en hybrides.

### En faveur de l'orthokéatologie :

- patients déjà porteurs d'ortho-K ;
- sécheresse oculaire, environnement desséchant, poussiéreux ;
- lassitude des lentilles de jour, sport de combat ou nautique ;
- vision instable, décevante avec les souples MF toriques ;
- intolérance des lentilles rigides de jour.

## 5 Adaptation

### 5.1. Réfraction « esprit lentille »

L'adaptation est très systématisée et doit suivre un process immuable avec des étapes incontournables pour optimiser les chances de réussite rapide. Cette réfraction « esprit lentille » se fera en cinq étapes incontournables (Tableau I) (Malet et Peyre, 2009).

Ces cinq premières étapes nous mènent au choix du premier principe optique à tester. Il est important de ne négliger aucune étape car cela conduirait à un probable échec « par effet domino ».

Dans le cas de réfraction « simple » en LSH MF, il s'agira d'une vision simultanée (toujours) qui sera **symétrique** ou **asymétrique**. Quelques éléments additionnels nous permettront d'opter soit pour une vision de près centrale sur les deux yeux (rarement deux yeux en VL centrale), soit en alterné un œil avec une VP centrale et l'autre, celui préférentiel en VL, équipé avec une VL centrale.

### 5.2. Adaptations plus complexes

Les adaptations complexes concernent essentiellement les astigmatismes réguliers et irréguliers.

#### 5.2.1. Adaptation de lentilles souples multifocales toriques

Il n'est pas possible de faire d'essai en direct donc il existe 3 méthodes pour calculer la première lentille souple multifocale torique.

##### 1. Calculer directement la lentille à partir de la réfraction

- Évaluer le diamètre (fonction du diamètre cornéen).

Tableau 1 : Réfraction « Esprit Lentilles » en 5 étapes

1. On commencera chez le patient n'ayant pas d'astigmatisme ou un astigmatisme minime (moins de 1 à 1,25 dioptrie fonction de l'axe). Il faudra tenter de <b>supprimer le cylindre</b> et s'assurer que l'équivalent sphérique n'effondre pas la vision de loin. Si tel était le cas, il faudrait s'orienter vers une LSH MF torique plus complexe.
2. Ensuite, il faudra faire une réfraction œil par œil, du jour, avec le <b>maximum convexe, en brouillant</b> largement les deux yeux. Lorsque l'équilibre réfractif en monoculaire est atteint avec une minime préférence dans le rouge, il faudra rebrouiller en binoculaire avec + 0,50 D devant les deux yeux. Cette seconde étape de brouillage permet parfois d'obtenir un petit relâchement additionnel.
3. On vérifiera au test duo chrome polarisé que le patient est légèrement mieux dans le rouge et également qu'il n'y a pas de neutralisation. En cas de neutralisation d'un œil, il faudra faire un bilan orthoptique, voire abandonner l'adaptation en multifocale vouée à l'échec. Les symptômes d'une hypo accommodation s'apparentent beaucoup à ceux d'un problème de surface oculaire (Rueff <i>et al.</i> , 2015) donc il faut bien individualiser le problème originel. (Andrasko et Ryen, 2008).
4. Puis, on recherchera l' <b>addition minimum</b> . On est souvent tenté de mettre une forte addition pour répondre à la demande du patient en vision de près, mais une addition trop forte dégrade la vision de loin et sera une cause importante d'échec. Par pas de 0,25 D, en binoculaire, éclairé, à la distance habituelle de lecture du patient, on cherche la somme minimale de + 0,25 D qui permet de déchiffrer P2. L'addition totale à corriger sera la somme des 0,25 D + 1 D de réserve accommodative.
5. Enfin, on recherchera l' <b>œil préférentiel</b> par « la méthode du flou réfractif ». On ne recherchera que l'œil préférentiel en vision de loin qui correspond à l'œil le plus gêné par une addition de + 0,75 D. Cette étape doit être consignée dès le début dans le dossier du patient candidat aux lentilles progressives. Le type de dominance (franche ou pas, côté) aidera au choix du principe optique utilisé et également, lors des éventuelles optimisations, cela permettra de savoir sur quel œil agir et pour quel objectif.

- Déterminer le  $r_0$  à partir de la kératométrie et du diamètre en respectant les consignes du fabricant.
- Calculer la formule sphéro cylindrique sans oublier la distance verre - oeil +++.
- Calculer l'addition.
- Repérer l'œil préféré.

Avantage : rapidité. Inconvénients: aucun paramètre n'est validé.

2. **Commencer par valider la correction cylindrique avec des lentilles toriques simples.** Une fois la correction torique validée, ajouter, selon les règles habituelles, les additions.

3. **Commencer par adapter des lentilles multifocales et en cas d'acuité médiocre, faire une réfraction complémentaire torique.** Contrôler l'acuité de loin et de près.

### 5.2.2. Adaptation de lentilles rigides cornéennes

L'adaptation des lentilles cornéennes multifocales a peu évolué. La seule difficulté est d'obtenir un parfait centrage sans forte mobilité pour garantir un bon équilibre entre la vision de loin et de près, particulièrement avec la vision simultanée.

### 5.2.3 Adaptation des lentilles hybrides

La correction multifocale suit les règles habituelles de correction de la presbytie en lentilles souples ou rigides.

- **Adaptation de l'EyeBrid™ Silicone MF**

L'adaptation sur les cornées régulières est alignée au centre sur le K plat et une jupe standard. En fonction de la mobilité et du confort, l'essentiel des modifications va porter sur la jupe.

Pour les cornées irrégulières et les kératocônes, le  $r_0$  choisi est proche du K moyen. Une adaptation préalable avec des lentilles cornéennes classiques de kératocône permet d'adapter au mieux la partie rigide centrale. Chez les patients débutant une presbytie, il est fréquent de choisir des géométries à vision de loin centrale pour les deux yeux et au fur et à mesure que la presbytie évolue un panachage des géométries est recommandé. Pour

les porteurs souhaitant privilégier la vision de près, 2 lentilles à VPC d'emblée peuvent être nécessaires.

Les optimisations peuvent être résumées selon le tableau (Figure 20).

- **Adaptation de la DUETTE® MF** (Figure 21 a,b,c)

Pour le choix du rayon de courbure :

$AC < 2 D \Rightarrow r_0 = K - 0,10 \text{ à } - 0,15 \text{ (- } 0,50 \text{ à } - 0,75)$

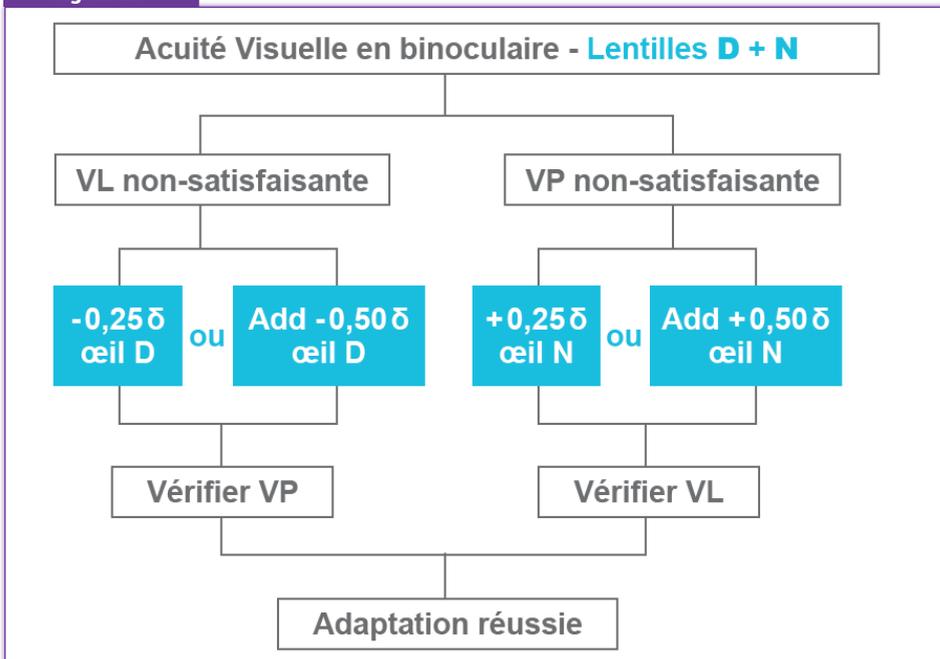
$AC = 2 D \text{ et plus mais } \leq 3 D \Rightarrow r_0 = K - 0,20 \text{ (- } 1,00)$

$AC = 3 D \text{ et plus (\# } 0,60) \Rightarrow r_0 = K - 0,30 \text{ (- } 1,50)$

$AC = 5 D (\# 1,20) \Rightarrow r_0 = K - 0,40 \text{ (- } 2,00 D)$

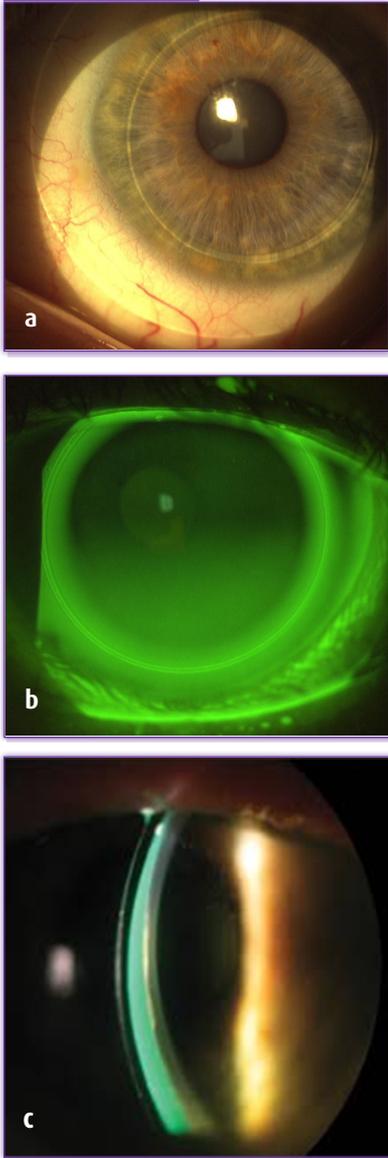
Le choix de la jupe est fonction du diamètre cornéen (cf Lentille Duettes®). Cependant, il semble que les résultats soient plutôt meilleurs avec la jupe 8,10 steep. Par défaut, on s'orientera donc en première intention vers la jupe 8,10.

Figure 20



Optimisation classique des lentilles multifocales.

Figure 21



C. Peyre

21 a : Lentille Duette® MF.  
 21 b : Image fluo correcte.  
 21 c : Clairance correcte.

**Les optimisations** : Le centrage et le confort sont présentés dans la Figure 22.

Le contrôle de la vision est fonction de la réfraction complémentaire (Figures 23 et 24).

- **Adaptation des lentilles sclérales**

Très peu de lentilles sclérales multifocales sont prescrites en France par manque de choix. L'adaptation d'une lentille sclérale est délicate parce qu'elle est proposée en priorité sur des cornées ou des surfaces oculaires complexes. Il importe par conséquent de faire le choix de la géométrie idéale pour cet œil puis seulement d'appliquer la correction multifocale selon les principes habituels de corrections des lentilles multifocales souples ou rigides (Malet et Peyre, 2009).

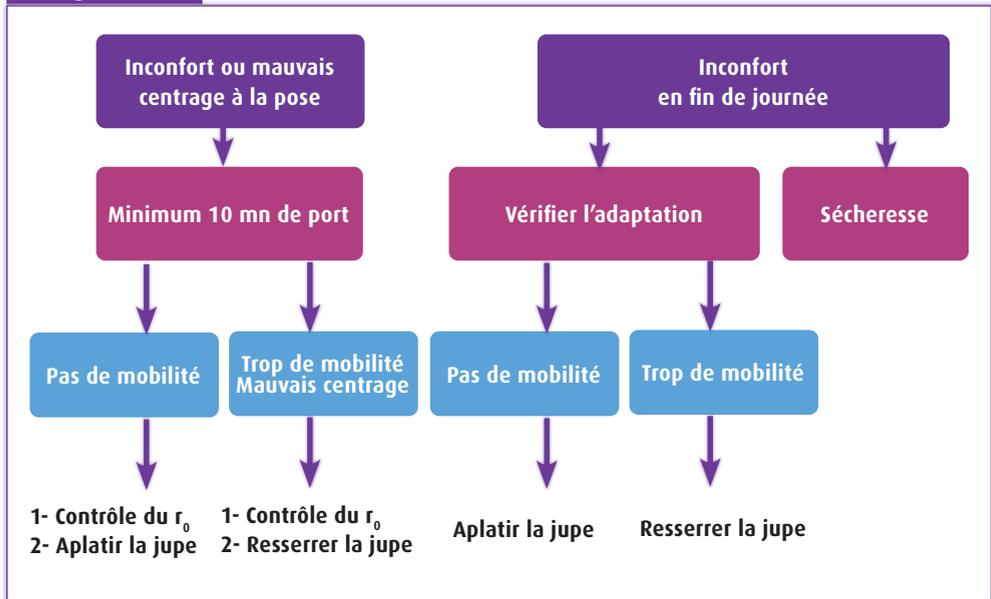
- **Adaptation en orthokératologie**

Pour les myopes : il faut éviter les trop faibles myopies inférieures à -1,50 D et supérieures à -4,5 D. Le degré de myopie conditionne la puissance de l'anneau périphérique, dont la pente interne conditionne la multifocalité. Il n'est pas rare d'introduire un certain degré de bascule (Figure 25).

Pour les hypermétropes : réfraction minimale de +1,00 D et maximale de +3,50 D à +4,00 D. La Puissance initiale à commander  $p = pvl + \frac{1}{2}$  de l'addition minimale. Lorsque la presbytie est trop importante, les résultats sont instables ou insuffisants et il est envisageable de pratiquer une bascule positive au profit de l'œil de près dans les limites de la technologie.

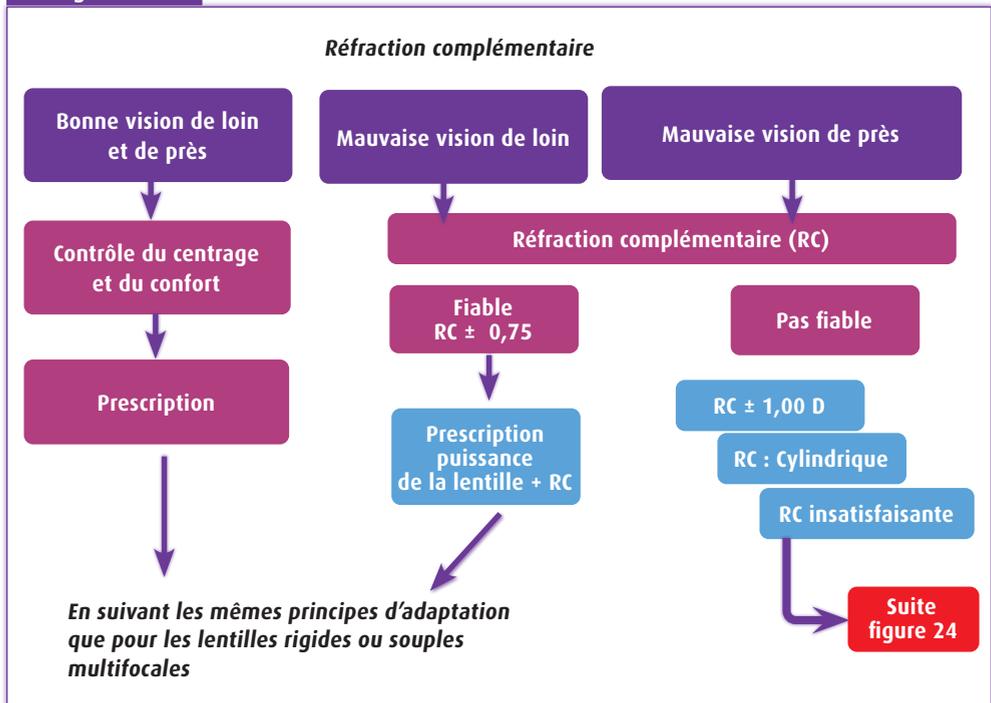


Figure 22



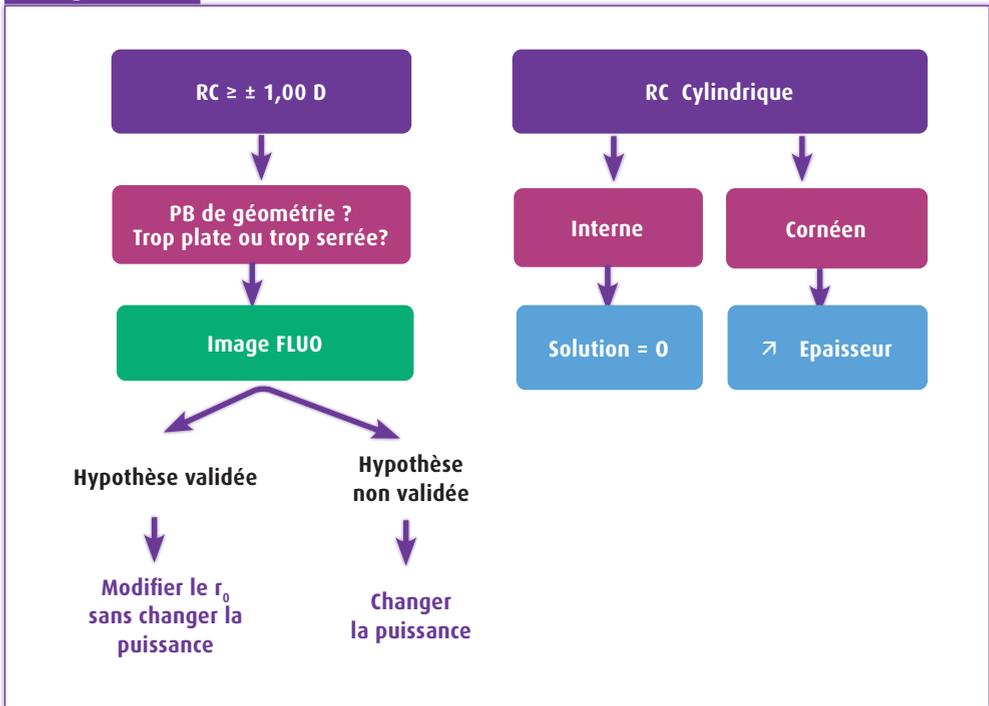
Optimisation du centrage et du confort.

Figure 23



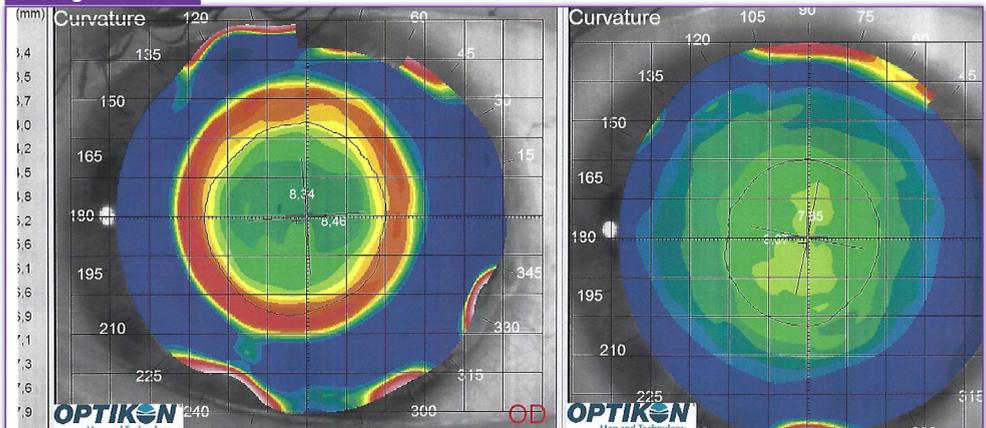
Contrôle de la vision de loin et de près.

Figure 24



Contrôle de la vision en cas de réfraction complémentaire non fiable.

Figure 25



Topographie d'orthokératologie chez une patiente de 48 ans, myope et presbyte.  
 OD (165° - 0,50) - 2,50 add +1,25  
 OG ( 20° - 0,50) - 2,50 add +1,25



## Références

- ▶ **Andrasko G, Ryen K.** Corneal staining and comfort observed with traditional and silicone hydrogel lenses and multipurpose solution combinations. *Optometry* 2008;79(8):444-54.
- ▶ **Brennan N.** Contact lens based correlates of soft lens wearing comfort. *Optom Vis Sci* 2009;86 E-abstract 90957.
- ▶ **Carnit N, Willcox MDP, Evans V, Naduvilath TJ, Tilia D, et al.** Corneal Staining: The IER Matrix Study. *Contact Lens Spectrum* september 2007.
- ▶ **Harrison L.** Laser sclero micro-punctures proposed as accommodation restoration therapy. *Ophthalmology Times Europe* 2018;14(9):33-34.
- ▶ **Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Efron N, Jones L, Aighamdi W, et al.** International contact lens prescribing in 2018. *Contact Lens Spectrum*, January 2019:26-31.
- ▶ **Ozyol E, Ozyol P.** Evaluating relaxed ciliary muscle tone in presbyopic eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2017;255(5):973-8.
- ▶ **Peyre C.** Dans : Malet F. Les lentilles de contact. Rapport SFOALC 2009. Masson, Paris : 481-534.
- ▶ **Peyre C.** Presbytie et lentilles de contact. Rapport SFOALC 1999. Editions Lamy. Paris.
- ▶ **Rueff EM, King-Smith PE, Bailey MD.** Can binocular vision disorders contribute to contact lens discomfort? *Optom Vis Sci* 2015;92(9):e214-21.
- ▶ **Sankalp, Dada T, Yadav RK, Faiq MA.** Effect of yoga-based ocular exercises in lowering of intraocular pressure in glaucoma patients: An affirmative proposition. *Int J Yoga* 2018;11(3):239-41.
- ▶ **Sarfati A, Luscan R.** Orthokératologie. Rapport SFOALC 2017. Med-Line eds Paris:179-91.
- ▶ **Sun Y, Fan S, Zheng H, Dai C, Ren Q, Zhou C.** Noninvasive imaging and measurement of accommodation using dual-channel SD-OCT. *Curr Eye Res* 2014;39(6):611-9.
- ▶ **Tabernero J, Chirre E, Hervella L, Prieto P, Artal P.** The accommodative ciliary muscle function is preserved in older humans. *Sci Rep* 2016;6:25551.
- ▶ **Walker MK, Bergmanson JP, Miller WL, Marsack JD, Johnson LA.** Complications and fitting challenges associated with scleral contact lenses: A review. *Cont Lens Anterior Eye* 2016;39:88-96.
- ▶ **Woods J, Woods CA, Fonn D.** Early symptomatic presbyopes. What correction modality works best? *Eye Contact Lens* 2009;35 :221-6.

## Liste des auteurs

### **Dr Hélène BERTRAND-CUINGNET**

Ophthalmologiste, Lille, Attachée au CHRU Lille, Hôpital Roger Salengro, service d'explorations de la vision et neuro-ophtalmologie

### **Dr Louissette BLOISE**

Ophthalmologiste, Point Vision Nice Saint-Laurent du Var, Présidente de la SFOALC

### **Dr Julien BULLETT**

Ophthalmologiste, Centre ophtalmologique Montbauron, Versailles

### **Dr Jean-Philippe COLLIOT**

Ophthalmologiste, Chantilly.  
Praticien Attaché à l'Unité de Contactologie de l'Hôpital des Quinze Vingts

### **Dr Valérie ELMALEH**

Ophthalmologiste, Centre médico-chirurgical de l'Alcazar - Beausoleil, Attachée au CHU de Nice

### **Dr Françoise ERNOULD**

Ophthalmologiste, Praticien Hospitalier, CHRU de Lille

### **Pr Marc LABETOULLE**

Chef du service d'ophtalmologie des Hôpitaux Universitaires Paris-Sud, du CHU Bicêtre, Président de la SOP (Société d'Ophtalmologie de Paris).

### **Dr Matthieu LECONTE**

Ophthalmologiste, Clinique Mathilde, Rouen  
Attaché au CHRU de Rouen

### **Dr Marie-Aude LUREAU-CORNUOT**

Ophthalmologiste, Boulogne-Billancourt  
Attachée au Centre Hospitalier National d'Ophtalmologie des Quinze Vingts

### **Dr Florence MALET**

Ophthalmologiste, Point Vision, Bordeaux.  
Ancien Praticien Hospitalier. Past Presidente de la SFOALC, Past Presidente de l'ECLSO

### **Dr René MÉLY**

Ophthalmologiste, Valmont,  
Past President de l'ECLSO

### **Dr Aurore MUSELIER-MATHIEU**

Ophthalmologiste, Centre ophtalmologique Saint-Paul, Paris  
Fondation Adolphe de Rothschild, Paris

### **Dr Catherine PEYRE**

Ophthalmologiste, Paris  
Ancien Praticien Hospitalier, ancien Chef de service à l'Hôpital Max Fourestier de Nanterre

### **Dr Perrine ROSSI**

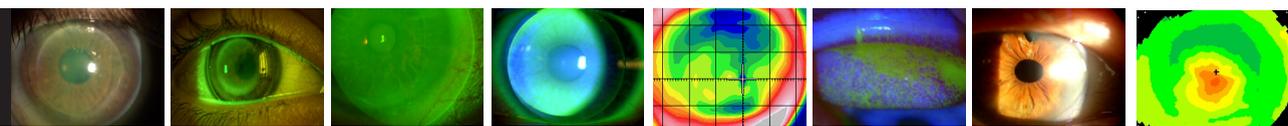
Ophthalmologiste, Clinique Saint-Hilaire, Rouen

### **Dr Marie-Caroline TRONE**

Ophthalmologiste, Praticien Hospitalier au CHU de Saint-Etienne

### **Dr Katherine VIS**

Ophthalmologiste, Point Vision, Nice-Saint-Laurent du Var



## SOMMAIRE

**Avant-Propos** Pr Marc Labetoulle

**Préface** Dr Florence Malet

**Quelques données épidémiologiques  
en introduction** Dr Florence Malet

### Partie 1 : LES LENTILLES DE CONTACT

#### Les lentilles souples

Dr Louissette Bloise, Dr Katherine Vis

#### Les lentilles souples spéciales

Dr Jean-Philippe Colliot

#### Les lentilles souples thérapeutiques

Dr René Mély

#### Les lentilles rigides

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet

#### Les lentilles hybrides

Dr Jean-Philippe Colliot

#### Les lentilles sclérales

Dr Françoise Ernould

#### Les lentilles d'orthokératologie

Dr Hélène Bertrand-Cuingnet, Dr Louissette Bloise,  
Dr Jean-Philippe Colliot

### Partie 2 : LES PATHOLOGIES

#### Le kératocône

Dr Marie-Caroline Trone

#### L'astigmatisme irrégulier

Dr Julien Bullet

#### La sécheresse et les pathologies de la surface oculaire

Dr Valérie Elmaleh, Dr Aurore Muselier-Mathieu

#### La freination de la myopie

Dr Perrine Rossi, Dr Matthieu Leconte

#### La presbytie

Dr Catherine Peyre, Dr Marie-Aude Lureau-Cornuot

ISBN : 978-2-84678-279-1



9 782846 782791

**MED-LINE**  
Editions

