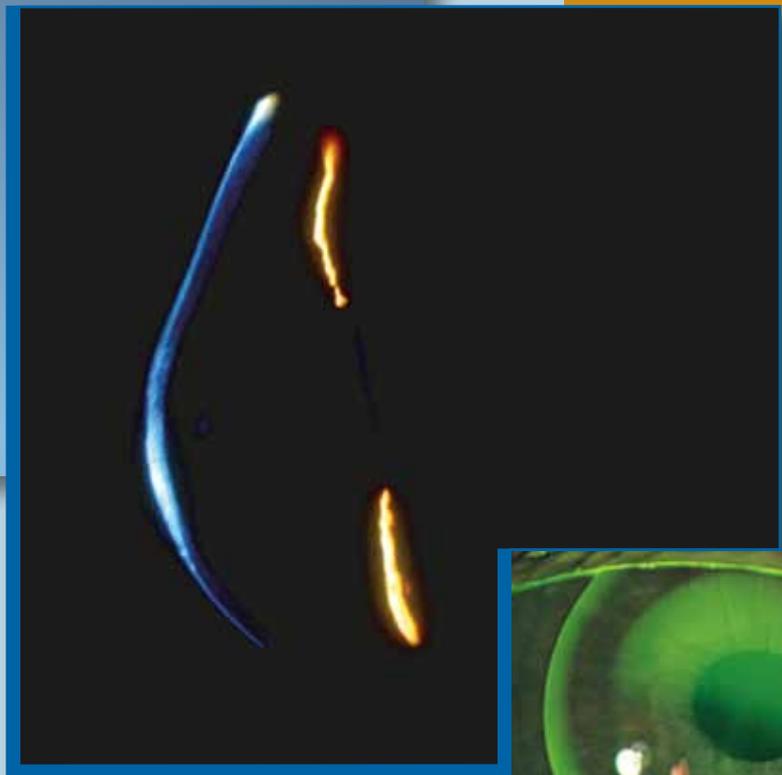
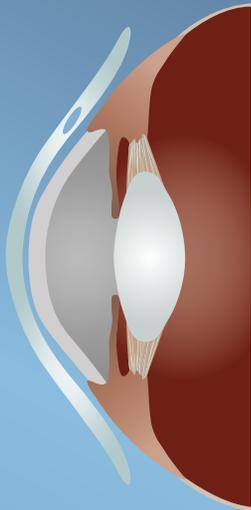


Correction du Kératocône avec des Lentilles RPG



Centre for Contact Lens Research
School of Optometry
University of Waterloo, Canada

Introduction

A propos de cet ouvrage

Le kératocône peut être corrigé de façon efficace et sûre avec des lentilles de contact perméables au gaz (RPG). La détermination des différents types de kératocônes a été facilitée par l'utilisation de topographes cornéens et de la tomographie en cohérence optique (OCT). La prise en charge de cette pathologie a été également facilitée par l'utilisation de ces outils permettant de mieux faire correspondre le type de lentille au type de cône. Les progrès dans la fabrication et dans la géométrie des lentilles ont fourni au professionnel une large gamme de lentilles pour y faire son choix.

Avec ce livret, nous espérons aider le professionnel à choisir une géométrie de lentille appropriée, fondée sur la courbure standard, ainsi que sur de nouvelles mesures de la cornée, utilisables pour déterminer les besoins d'un patient avec kératocône. Nous espérons également que ce livret montre la facilité d'adaptation et de prise en charge du kératocône.

Centre for Contact Lens Research

Créé en 1988, le "Centre for Contact Lens Research" (CCLR) à l'École d'Optométrie de l'Université de Waterloo, au Canada, concentre ses recherches sur les effets du port de lentilles de contact sur l'œil. Avec les enseignants, les chercheurs, les étudiants licenciés et les équipes administratives et techniques, les essais cliniques et les recherches fondamentales réalisées au CCLR sont le résultat de la coopération avec l'industrie des lentilles de contact et des secteurs qui lui sont liés. Nombre des activités du CCLR sont également orientées vers le soutien du développement de la formation optométrique pour les professionnels. Pour une information plus complète sur notre travail, consultez notre site : <http://cclr.uwaterloo.ca>

Remerciements

DIRECTEUR ADMINISTRATIF

Desmond Fonn, MOptom, FAAO
Directeur, Centre pour la Recherche en
Lentilles de Contact
Professeur, École d'Optométrie
Université de Waterloo

DIRECTEUR DE PROJET

Bonnie Boshart, BBA
Coordinatrice du Développement Commercial
Centre pour la Recherche en Lentilles de Contact

AUTEUR

Luigina Sorbara, OD, MSc, FAAO
Clinique Scientifique
Centre pour la Recherche en Lentilles de Contact
Professeur Associé, École d'Optométrie
Université de Waterloo

ÉDITEURS

Craig Woods, PhD, FAAO
Directeur de Recherches
Centre pour la Recherche en Lentilles de Contact
Professeur Associé Adjoint, École d'Optométrie
Université de Waterloo

Alisa Sivak, MA
Coordinatrice des Communications
Centre pour la Recherche en Lentilles de Contact

CONTRIBUTEURS

Katrin Müller
Étudiante diplômée d'Aalen, École d'Optométrie
Université de Waterloo

Kristine Dalton
Étudiante Résidente en Lentilles de Contact et en Master
École d'Optométrie, Université de Waterloo

Jalaiah Varikooty
Chercheur Clinique
Centre pour la Recherche en Lentilles de Contact
Université de Waterloo

Jyotsna Maram
Doctorant, École d'Optométrie
Université de Waterloo

Adam Keech
Étudiant en Master, École d'Optométrie
Université de Waterloo

Nous remercions l'Association Internationale des Enseignants en Contactologie (IACLE), pour son aimable autorisation d'utiliser les images fournies par le Dr David Miller (Figures 1, 11 et 65), et par Hilmar Bussacker (Figure 29).

CRITIQUES

Hans Bleshøy, BSc, PhD, MCOptom, FAAO
Danish Contact Lens Consultants
Skive, Danemark

Timothy B. Edrington, OD, MS
Professeur, Southern California College of Optometry
Fullerton, CA, USA

Sergi Herrero
Diplômé en Optique et Optométrie
Barcelone, Espagne

Craig W. Norman, FCLSA
South Bend Clinic
South Bend, Indiana, USA

Philippe Seira, Dipl. Augenoptiker
Maitre de Conférence
Université des Sciences Appliquées
Suisse du Nord-Ouest
Olten, Suisse

José L. Garrido Tundidor
Master d'Optométrie et de Sciences de la Vision
Diplômé en Optique et Optométrie
Barcelone, Espagne

Richard Wu BSc, OD, PhD, FIOS, FIACLE
Centre Professionnel d'Optométrie de Taipei
Taiwan

Osbert Chan, PhD
Hong Kong

TRANSLATION

Jean-Luc Dubié, optométriste
Éditeur de *La Revue d'Optométrie*
Paris, France

CONCEPTION GRAPHIQUE

Christina Englund
Senior Graphic Designer
Boston Products Group
Bausch & Lomb Incorporated

Table des matières

1. Introduction au Kératocône	1
Épidémiologie du kératocône	1
Pathologies associées	1
Méthodes de correction du kératocône	1
Lentilles de contact	1
Lunettes	2
2. Classification du Kératocône	3
Topographie cornéenne	3
Types de kératocônes	4
Progression de la maladie (épaisseur cornéenne)	4
3. Diagnostic et Signes	6
Histoire de cas et symptômes	6
Biomicroscopie à la lampe à fente	6
Ophtalmoscopie et skiascopie	7
Topographie, kératométrie et pachymétrie	7
Réfraction et acuité visuelle	8
Diagnostic différentiel	8
4. Méthodes de Correction avec Lentilles de Contact	9
Lentilles cornéennes perméables au gaz (GP)	9
Lentilles de contact GP, scléro-cornéennes et semi-sclérales	10
Lentilles de contact GP mini-sclérales et sclérales	11
Les modèles de piggyback	11
Lentilles de contact souples	12
5. Géométries des lentilles	13
Lentilles de contact cornéennes	13
Lentilles sphériques multicourbes	13
Centre sphérique et périphérie sphérique	13
Centre sphérique et périphérie asphérique	14
Lentilles de contact asphériques	14
Lentilles de contact semi- et mini-sclérales	14
Lentilles piggyback	14
6. Adaptation des lentilles	15
Choix de la bonne géométrie	15
Considérations générales	15
Choix du RZOP	15
Considérations concernant la puissance	17

Procédures d'adaptation : sélection du DZOP et du DT appropriés	17
Adaptation de lentilles de petit diamètre (8,5 à 9,3 mm)	18
Adaptation de lentilles de diamètre moyen (9,4 à 9,9 mm)	18
Adaptation de lentilles cornéennes de grand DT (10,0 à 12,8 mm) et scléro-cornéennes (12,9 à 13,5 mm)	19
Adaptation de semi-sclérales (DT de 13,6 à 14,9 mm) et mini-sclérales (DT de 15,0 à 18,0 mm)	19
Géométrie de la périphérie de la lentille	21
Détermination du dégagement axial du bord (AEL)	22
Périphéries toriques ou inégales	22
Évaluation de l'adaptation appropriée	23
Image fluo	23
Appuis en trois points (appui réparti)	23
Contact apical	24
Dégagement apical	24
Dégagement axial du bord idéal	24
Espace au bord minimum	25
Espace au bord excessif	25
Centrage de la lentille et mouvement	25
Sur-réfraction	25
Simulations d'images fluo à partir de cartes topographiques	26
7. Stratégies de suivi et de prise en charge	27
Procédures de suivi et visites de contrôle	27
Complications nécessitant des changements de lentilles	28
Modification de la géométrie de la lentille	29
Modification du RZOP	29
Modification du DZOP	29
Modification du DT	29
Modification de l'AEL	29
Modification d'un secteur de l'AEL	29
Modification de l'épaisseur au centre	30
Modification de la puissance de la lentille	30
Ré-adaptation avec une lentille et/ou une géométrie différente	30
D'un DZOP sphérique à asphérique	30
D'une périphérie sphérique à asphérique	30
D'un DZOP fixe à un DZOP flottant	30
Des lentilles cornéennes aux géométries semi-sclérales	31
8. Complications	32
Prises fluo cornéennes	32
Prises fluo de toxicité à une solution d'entretien	32
Prises fluo 3 heures – 9 heures	32
Prises fluo en tache ou linéaires, dues à l'abrasion ou à un corps étranger	32
Prises fluo apicales	33
Dépression voilée	33

Vision	33
Décentrement de la lentille	33
Marquage cornéen	34
9. Références	35
Annexe A : Étiologie et Génétique	40
Annexe B : Correction chirurgicale du Kératocône.....	42
Greffe transfixiante (de toute l'épaisseur cornéenne)	42
Kératoplastie lamellaire (d'une partie de l'épaisseur cornéenne)	42
Kératoplastie lamellaire profonde	42
Kératoplastie lamellaire antérieure	42
Kératoplastie intra-lamellaire	42
INTACS®	42
Agents de crosslinking	43
Annexe C : Détection du Kératocône avec l'Orbscan II	44
Annexe D : Adaptation de lentilles semi- et mini-sclérales ..	45
Adaptation de la profondeur sagittale centrale	45
Adaptation de la périphérie moyenne ou de la zone limbique	45
Zone d'adaptation sclérale	46
Annexe E : Exemples d'Adaptations	47
Exemple d'adaptation : cône centré ou en mamelon (stade débutant)	47
Exemple d'adaptation : cône ovale (stade sévère)	51
Annexe F : Table de conversion des lectures	
kératométriques.....	56
Annexe G : Table de conversion : Acuité Visuelle au loin	57

1. Introduction au Kératocône

Épidémiologie du kératocône

Le kératocône est une ectasie axiale progressive, typiquement asymétrique, non-inflammatoire de la cornée (Figure 1). Il est bilatéral dans 96 % des cas, se développant de façon asymétrique, le diagnostic de la maladie pour le deuxième œil intervenant typiquement environ cinq ans après celui du premier. L'évolution de la maladie est extrêmement variable, commençant classiquement entre la puberté et la trentaine, et progressant pendant 10–15 ans, jusqu'à la quarantaine ou la cinquantaine. L'apparition du kératocône est habituellement suivie d'une période de stabilité relative ou de progression très lente, qui peut être entrecoupée d'épisodes de progression plus rapide. La fin de la progression est également variable. La gravité de l'atteinte, au moment de la stabilisation, peut aller d'un astigmatisme irrégulier modéré, corrigé par lunettes ou lentilles de contact, à un amincissement sévère, avec protrusion et cicatrices, pouvant nécessiter une kératoplastie ou une autre méthode de traitement chirurgical. Le patient débute avec une cornée sphérique ou présentant un astigmatisme régulier. La progression se caractérise d'abord par un amincissement du stroma cornéen central, la protrusion apicale entraînant un resserrement de la courbure cornéenne, et des degrés variables de cicatrices. L'apex plus fin se déplace vers le bas, provoquant un astigmatisme irrégulier, un signe de l'anomalie, cause de la diminution de la qualité de la vision.

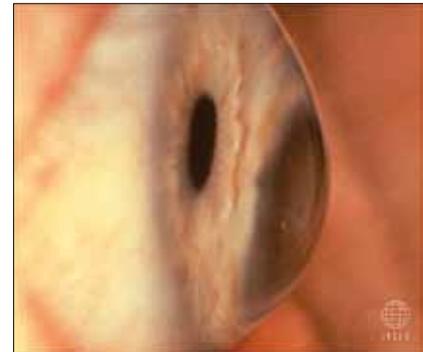


Figure 1. Vue de profil d'une cornée kératoconique

L'incidence du kératocône varie de 50 à 230 pour 100,000 dans la population générale ; ceci correspond approximativement à 1 cas pour 2000 personnes. La prévalence du kératocône a été trouvée comme étant au maximum de 0,6 % et au minimum de 0,05 % de la population générale. L'Annexe A présente une revue de l'étiologie et de la génétique du kératocône.

Pathologies associées

Le kératocône est le plus souvent une maladie isolée, malgré de nombreuses observations le présentant en association avec d'autres pathologies, y compris la trisomie 21¹, le syndrome de Ehlers-Danlos, l'osteogenesis imperfecta (fragilité osseuse héréditaire), le prolapsus mitral et les maladies allergiques. Il peut aussi se développer à partir de certaines formes de traumatismes oculaires comme le port de lentilles de contact ou le fait de se frotter les yeux.

Méthodes de correction du kératocône



Figure 2. Lentille de contact en lumière blanche sur un kératocône (KC)

Lentilles de contact

En fin de compte, les lentilles de contact deviennent nécessaires dans presque tous les cas de kératocône, pour offrir une vision optimale (Figure 2), et environ 10 % à 26 % des patients auront besoin d'une chirurgie cornéenne. Il se peut que l'utilisation de lentilles de contact sur l'œil kératoconique provoque des cicatrices cornéennes ; cependant, des preuves raisonnables montrent que la cornée peut présenter des cicatrices, avec ou sans le port de lentilles de contact. Il n'est pas possible d'établir de pronostic de cette maladie et sa progression est variable ; des

1 La trisomie 21 accroît l'incidence du kératocône de 50 à 300 fois.

examens oculaires annuels ou plus fréquents sont indiqués. Cette maladie ne provoque pas la cécité, mais elle peut compromettre la qualité de vie, bien que les patients kératoconiques puissent habituellement conduire et lire, tout au long de l'essentiel de la progression.

La plupart des patients kératoconiques (74 % des yeux) peuvent être traités sans chirurgie, au moins sur un œil, alors que les autres (26 %) sont traités par kératoplastie.

Lunettes

Au cours de la progression du kératocône, le degré d'astigmatisme cornéen irrégulier augmente du fait de la distorsion provoquée par la déformation de l'ectasie cornéenne. Cet astigmatisme irrégulier est non-orthogonal (ayant donc de multiples foyers), rendant difficile la réalisation d'une réfraction adéquate, à la fois en objectif et en subjectif. La prescription en lunettes est par conséquent moins efficace, ne donnant pas de résultats optiques convenables, en particulier dans les stades avancés de la maladie.

De plus, bien que le kératocône soit une maladie bilatérale, un œil tend à être en avance, l'autre retardant dans la progression ; l'anisométrie ou l'antimétrie ainsi provoquée entraîne des intolérances de grandissement d'images avec les lunettes. Comme il devient de plus en plus difficile de prescrire des lunettes quand la maladie progresse, il devient essentiel de pouvoir compter sur les lentilles de contact. D'un autre côté, une paire de lunettes devrait être prescrite, pour être portée les jours où les lentilles de contact ne peuvent pas être supportées. Des lunettes de lecture, à porter avec les lentilles de contact, devraient également être prescrites pour les presbytes. La correction chirurgicale du kératocône est présentée dans l'Annexe B.

Crews et col. (1994) ont trouvé que, pour les patients kératoconiques traités sans chirurgie, la majorité (53 %) étaient mieux corrigés avec des lentilles de contact et que les 21 % restant (kératocône modéré) étaient corrigés par lunettes, ou n'avaient pas besoin de correction, au moins sur un œil.

2. Classification du Kératocône

Topographie cornéenne

L'un des outils les plus importants pour la détection et la prise en charge du kératocône est la vidéokératographie (VKE). Une défaillance commune dans la capacité à détecter un kératocône vient de l'utilisation d'un rayon de courbure axial (sagittal), au lieu d'un rayon de courbure instantané (tangentielle ou local). Les échelles sagittales explorent spécifiquement l'optique visuelle de la cornée, alors que les échelles tangentielles évaluent la forme physique de la cornée. L'utilisation du rayon axial en vidéokératographie déforme la position apparente et la puissance d'un apex qui est situé dans la cornée périphérique, puisqu'il est pris par rapport à l'axe de la VKE. Les Figures 3a et 3b illustrent la différence entre les vues des cartes axiale et tangentielle.

Carte Axiale (sagittale)	Carte Tangentielle (instantanée)
Présente la zone de l'impact optique sur la vision, mais pas la dimension réelle et la forme du cône.	Montre où se trouve le cône, en correspondance avec la forme telle que vue en clinique.
Donne une moyenne de la puissance cornéenne, sous-estimant les puissances des rayons plus cambrés et surestimant celles de la périphérie plus plate.	Recalcule les rayons cornéens sans référence à l'axe de la VKE, faisant apparaître plus cambrées les zones plus cambrées et plus plates les zones plus plates.

Cette déformation est même plus exagérée dans le kératocône, où les zones plus cambrées hors du centre de la carte sont sous-estimées pour leur rayon, et les zones plus plates en périphérie sont surestimées. L'utilisation de la carte tangentielle permet d'obtenir une représentation plus précise de la position et de la taille du cône, du fait du recalcul des lectures axiales, prises alors en référence à chaque anneau adjacent plutôt qu'à l'axe de la VKE. L'utilisation des cartes d'élévation, qui montre clairement la présence et la position du cône, mais sans le rayon de courbure, n'est pas aussi utile pour l'adaptation de lentilles de contact.

L'Annexe C présente l'utilisation du topographe Orbscan II, qui mesure à la fois l'élévation et le rayon de courbure, pour la détection et la prise en charge du kératocône.

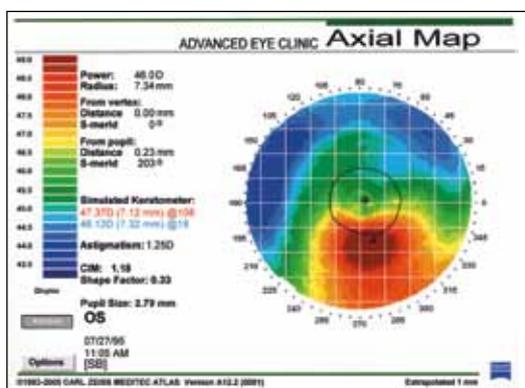


Figure 3a. Carte de courbure Axiale

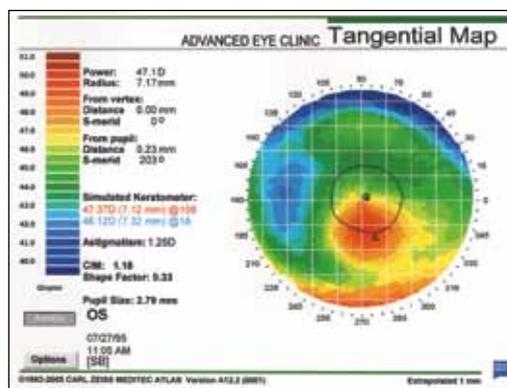


Figure 3b. Carte de courbure Tangentielle

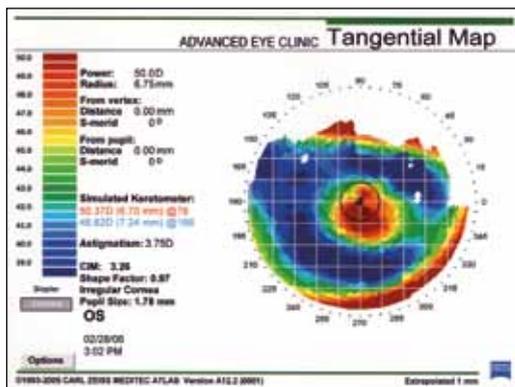


Figure 4a. Cône centré, carte topographique

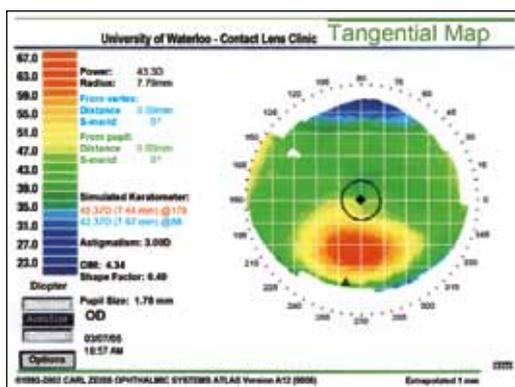


Figure 5b. Cône ovale, carte topographique

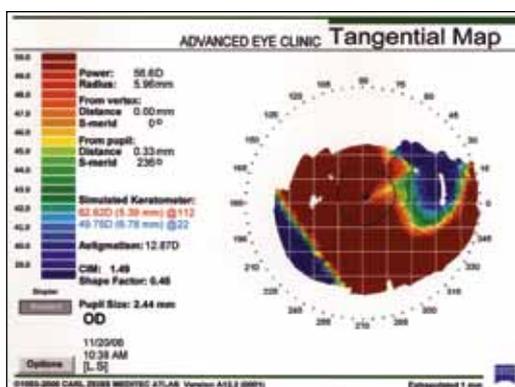


Figure 6c. Kérato-globe, carte topographique

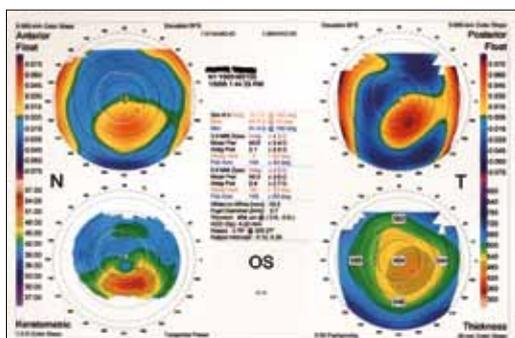


Figure 7a. Dégénérescence pellucide marginale (PMD), carte topographique (noter l'astigmatisme contre-la-règle)

Types de kératocônes

La topographie cornéenne peut aider à reconnaître la sévérité et le type ou la forme du cône kératoconique. La classification du kératocône peut être basée sur l'importance de la courbure du cône cornéen, c'est à dire les lectures kératométriques simulées moyennées centrales fournies par le topographe cornéen. Une estimation habituelle de la sévérité peut être donnée comme suit : Si la moyenne est de moins de 50,00D (6,75 mm), on considère que le cône est à un stade précoce ; Si elle est entre 50,00 et 56,00 D (6,75 à 6,03 mm), le cône est avancé, et au delà de 56,00D (6,03 mm), le cône est considéré comme sévère.

Deuxièmement, la localisation ou la forme du cône communément identifié, par exemple de type en mamelon ou central, ovale, de type inféro-temporal ou nasal, et de type "globe" ou généralisé (Figures 4a, 5b et 6c). La dégénérescence pellucide marginale (DPM) est une autre maladie ou variation de kératocône, dans laquelle l'amincissement et le cône se produisent en zone inférieure plus près du limbe (Figure 7a) qu'avec le kératocône de type ovale, induisant par conséquent un astigmatisme contre-la-règle, un signe dans de diagnostic de cette variante. Elle apparaît sous la forme d'une carte en "papillon" ou en "baiser de colombes".

Progression de la maladie (épaisseur cornéenne)

Quand le kératocône progresse, il se produit un amincissement cornéen central, principalement dans le stroma et très souvent dans l'épithélium, provoquant une forme cornéenne conique. Les méthodes de mesure pachymétrique de l'épaisseur cornéenne topographique comprennent :

- les techniques de scanning par fente, comme par l'Orbscan II (Bausch & Lomb, NY), Figure 8a
- la photographie Scheimpflug tournante, comme avec le Pentacam (Oculus, Germany), Figure 8b
- la tomographie en cohérence optique, comme avec l'OCT Visante (Zeiss Meditec, CA), Figure 8c
- la pachymétrie ultrason, comme avec l'instrument Artemis (UltraLink, LLC), Figure 8d

Ces appareils relativement nouveaux fournissent des vues topographiques de la cornée permettant d'identifier son épaisseur en n'importe quel point, le long de n'importe quel méridien, y compris au point le plus fin.

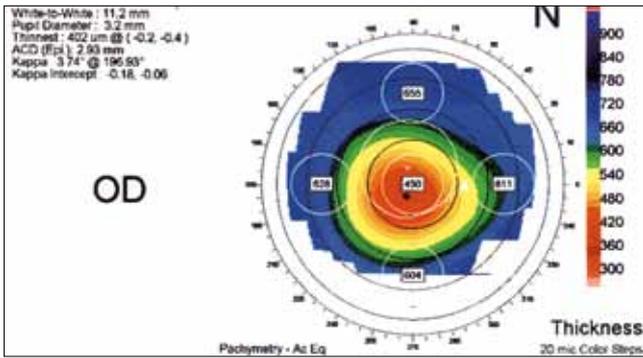


Figure 8a. Carte pachymétrique utilisant l'Orbscan II

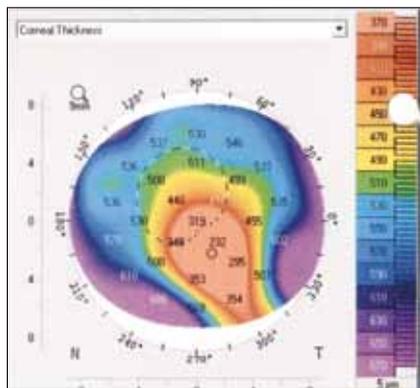


Figure 8b. Carte pachymétrique utilisant le Pentacam

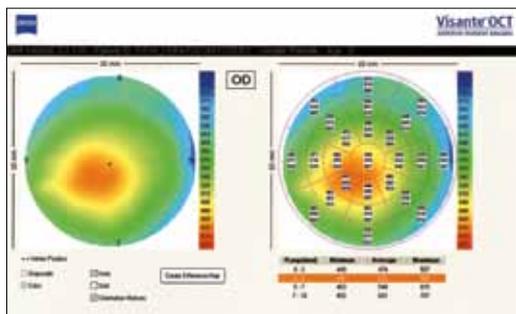


Figure 8c. Carte pachymétrique utilisant l'OCT Visante

Des études utilisant les nouvelles technologies telles que l'OCT montrent une différence d'épaisseur cornéenne entre œil normal et œil kératoconique, allant de 89 à 109 μm . Bien que des patients avec kératocône puissent avoir une épaisseur cornéenne à l'apex du cône se situant dans l'intervalle normal, selon une étude, les épaisseurs centrales minimales moyennes sont de $540 \pm 30 \mu\text{m}$ pour l'œil normal et de $443 \pm 64 \mu\text{m}$ pour l'œil kératoconique.

La mesure de l'épaisseur topographique permet un suivi précis de la progression de la maladie, les mêmes points et localisations pouvant être mesurés au fil du temps. Les tout nouveaux OCT de domaine spectral à haute définition peuvent augmenter la résolution de ces images, permettant la mesure plus précise de l'épaisseur de l'épithélium et de l'épaisseur totale. Bien qu'il n'y ait pas de moyen spécifique de classifier la sévérité du kératocône en fonction de l'épaisseur cornéenne, il existe des différences significatives entre les yeux normaux et kératoconiques par rapport à l'épaisseur (tous types et niveaux de sévérité réunis).

On admet généralement que pour des épaisseurs cornéennes proches de moins de 300 μm , on devrait envisager de référer à un chirurgien cornéen pour évaluation.



Figure 8d. OCT en domaine spectral

3. Diagnostic et Signes

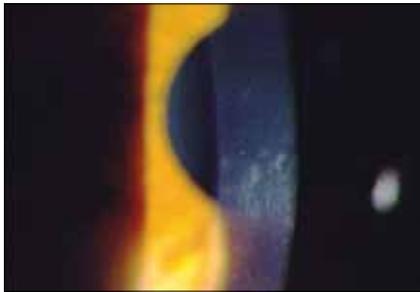


Figure 9. Stries de Vogt

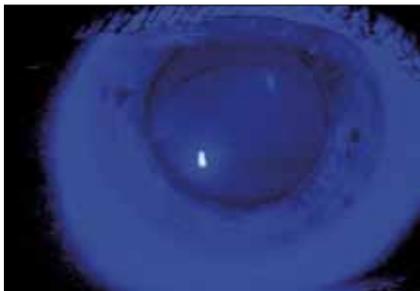


Figure 10. Anneau de Fleischer



Figure 11. Cicatrice cornéenne

Histoire de cas et symptômes

Le diagnostic initial de kératocône peut intervenir pendant l'enfance d'un patient ou jusqu'au milieu de la trentaine. Parmi les symptômes, on peut inclure le manque d'une vision nette ou précise, en particulier en faible luminosité, (par exemple, lors de la conduite, ou en regardant la télévision dans une pièce sombre).

Ci-dessous, une liste des symptômes et signes associés au diagnostic de kératocône :

- Réduction légère ou marquée de l'acuité visuelle avec correction par lunettes, en fort et faible contraste, à la fois en vision de loin et de près
- Changement dans la vision à partir de la puberté (c'est à dire jusqu'à la trentaine ou la quarantaine, mais une apparition plus tardive est aussi possible)
- Diplopie monoculaire et image fantôme
- Sensibilité au contraste anormale
- Irritation oculaire et symptômes d'œil sec
- Histoire de cas : se frotte les yeux
- Histoire de cas de maladie allergique
- Histoire de cas de maladie systémique pouvant être associée à un kératocône

Biomicroscopie à la lampe à fente

Ci-dessous, une liste des signes biomicroscopiques identifiant la maladie :

- Nerfs cornéens proéminents
- Stries de Vogt, lignes de stress dans le stroma postérieur ou sur la membrane de Descemet, qui disparaissent provisoirement sous pression digitale (Figure 9)
- Anneau de Fleischer (anneau ferrique) apparaissant à la jonction du secteur cornéen aminci et de la zone plus épaisse non-affectée (Figure 10)
- Cicatrices cornéennes épithéliales ou sub-épithéliales apicales (Figure 11)
- Signe de Munson, déplacement inférieur de la paupière inférieure lors du regard vers le bas (Figure 12)
- Hydrops cornéens (stades avancés), une rupture de la fonction endothéliale provoquant un œdème épithélial aigu, suivi d'une cicatrice (Figure 13)

Ophthalmoscopie et skiascopie

Ces signes peuvent apparaître tôt dans la progression de la maladie, aidant à un diagnostic précoce :

- Visualisation du cône dans le reflet rouge dans l'aire pupillaire (signe de gouttelette d'huile de Charleaux)
- Reflet skiascopique irrégulier ou "en ciseaux"
- Modification de l'axe du cylindre tout d'abord, suivie de celle de la puissance du cylindre
- Myopie et astigmatisme irrégulier (habituellement avec-la-règle ou oblique) pour le kératocône
- Tendance à l'hypéropie et à l'astigmatisme contre-la-règle irrégulier avec la DPM



Figure 12. Signe de Munson



Figure 13. Hydrops cornéen

Topographie, kératométrie et pachymétrie

Définir le type et la dimension du cône avec le vidéokératoscope (VKE)

Le cône **en mamelon** ou **centré** est une anomalie para-centrale de petite taille, généralement moins de 5 mm de diamètre. Quand ce type de cône progresse, il devient plus pointu et plus petit, comme on peut le voir sur les cartes du VKE dans les Figures 14a et 14b.

Dans le cône ovale (méridien horizontal), l'apex est décentré par rapport à l'axe visuel, inférieurement et d'habitude dans le quadrant temporel, avec une moyenne de 5–6 mm de diamètre. Au cours de sa progression, il se déplace par rapport au centre, s'agrandit et son rayon devient plus court (Figures 15a, 15b et 15c).

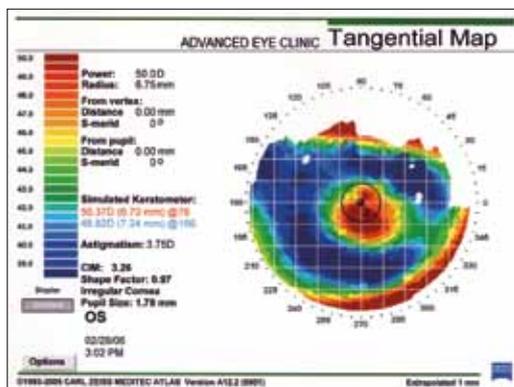


Figure 14a. Cône centré débutant, carte topographique

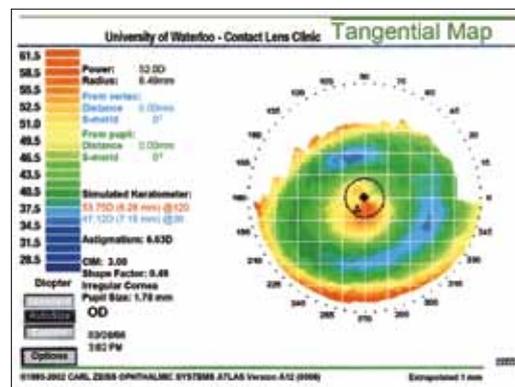


Figure 14b. Cône centré avancé, carte topographique

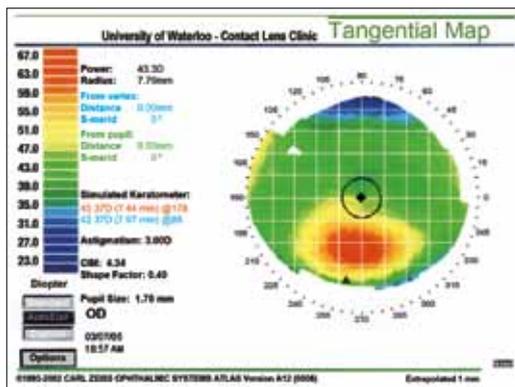


Figure 15a. Cône ovale débutant, carte topographique

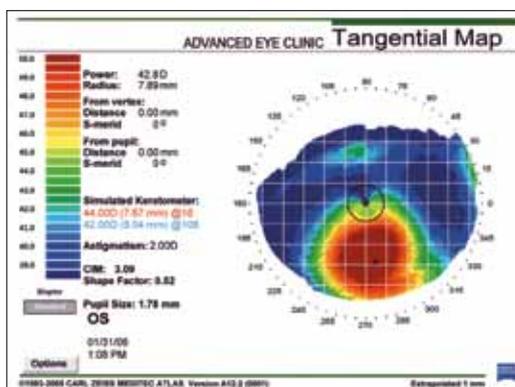


Figure 15b. Cône ovale modéré, carte topographique

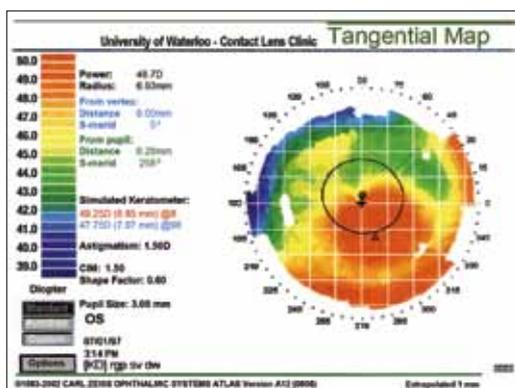


Figure 15c. Cône ovale évolué, carte topographique

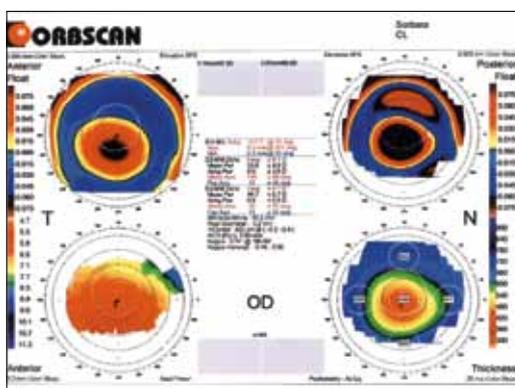


Figure 16. Kératoglobe, carte topographique

Le kératoglobe est le plus grand des trois types de cônes, impliquant souvent les trois-quarts de la surface cornéenne (Figure 16).

Progression de la protrusion cornéenne

Au cours de la progression du cône centré ou en mamelon, l'apex cornéen devient plus fin, provoquant des mires kératométriques plus irrégulières et un astigmatisme direct ou oblique, non-orthogonal. Pour le cône ovale, la progression s'accompagne d'un amincissement para-central et l'apex cornéen tend à s'affaisser vers le bas et côté temporal, induisant des mires kératométriques irrégulières, une asymétrie de la topographie ainsi qu'un astigmatisme direct ou oblique, non-orthogonal. Ces deux évolutions s'accompagnent d'une asymétrie entre les deux yeux (Figures 15a, 15b and 15c). Dans les cas de DPM, le cône s'amincit inférieurement et glisse vers le limbe inférieur, induisant un astigmatisme inverse non-orthogonal (Figure 7a).

Réfraction et acuité visuelle

La myopie et l'astigmatisme augmentent avec la progression des cônes centrés et ovales, de $-1,00D$ à plus de $-10,00 D$ (sphère et cylindre), en même temps que l'acuité "lunettes" résultante est de moins en moins bonne. De même, on a rapporté des astigmatismes inverses de plus de $20,00 D$ avec des DPM, du fait de déformations inférieures excessives. Le patient devient plus hyperope, du fait de l'aplatissement cornéen excessif dans la zone pupillaire. De ce fait, les acuités "lunettes" en fort et faible contraste diminuent en relation avec la progression du cône, allant souvent de 8/10 à 2,5/10 ou moins. Voir l'Annexe G pour la Table de Conversion : Acuité Visuelle au Loin.

Diagnostic différentiel

Il peut être important de différencier le type de cône et la pathologie (par ex. est-ce un kératocône central ou ovale ou une DPM), de façon à conseiller convenablement le patient par rapport au pronostic de la pathologie, et lui indiquer quels traitements non chirurgicaux et chirurgicaux s'appliquent à son cas. En adaptation de lentilles de contact, il est essentiel d'identifier le type et la taille du cône, pour que la lentille puisse être adaptée le plus efficacement (y compris les paramètres de la lentille et sa géométrie).

4. Méthodes de Correction avec Lentilles de Contact

Lentilles cornéennes perméables au gaz (GP)

Les lentilles de diamètre (DT) de 8,0 mm à 12,8 mm sont considérées comme lentilles cornéennes. Lorsque le diamètre du cône augmente, le diamètre de la zone optique postérieure devrait augmenter, tout comme le rayon de la courbe de base et le diamètre de la lentille, permettant un meilleur accord entre la flèche du cône et celle de la zone optique arrière, comme le montrent les flèches sur les lentilles et les cartes topographiques. La recherche de l'accord entre ces variables se réalise avec le topographe cornéen, avec lequel un quadrillage peut être utilisé pour mesurer la taille, la position et la superficie du cône. Une bonne communication avec votre laboratoire est importante pour l'adaptation optimale de ces lentilles. Il est important aussi de connaître le diamètre de la zone optique postérieure, et de comprendre comment le diamètre de la zone optique change avec le rayon de la zone optique postérieure (RZOP flottant) ou reste constant (RZOP fixe), ne changeant que lorsque le diamètre de la lentille change (Figures 17 à 25). Voir page 13, Tableaux 1 et 2.

Si la zone optique est trop grande par rapport au diamètre du cône, la flèche de la lentille de contact est plus grande que celle du cône et l'espace autour du cône entraînera la formation de bulles dans le film lacrymal, du fait de l'espace important autour du cône. La performance visuelle peut en être affectée. Si la zone optique de la lentille est trop petite, la flèche de la lentille sera plus faible que celle du cône, faisant appuyer la lentille sur le cône et la rendant instable et décentrée par rapport à la cornée (Figure 21). Une fois le DZOP et le DT calculés, une

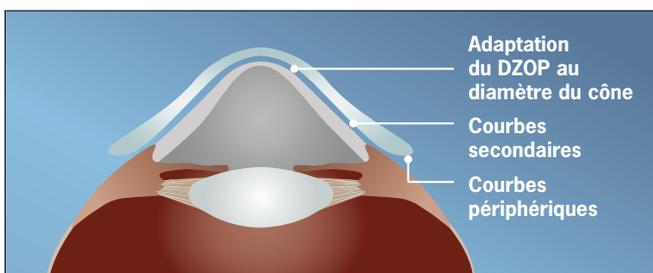


Figure 21. Illustration de l'adaptation du DZOP avec le diamètre du cône

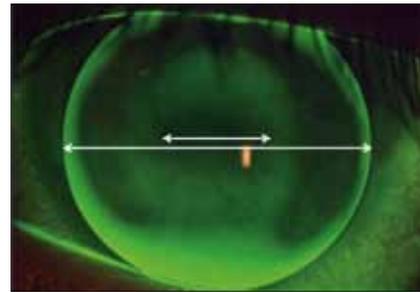


Figure 17. Cône centré (DZOP flottant)

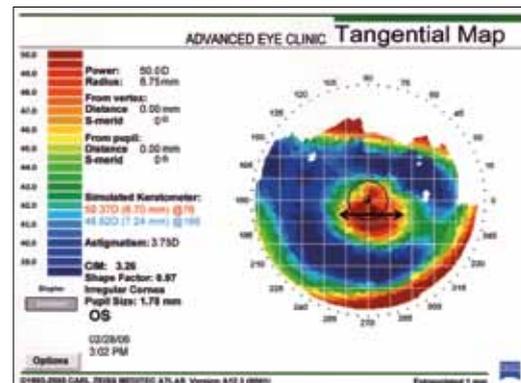


Figure 18. Topographie de cône centré

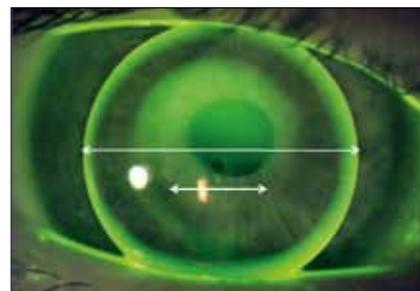


Figure 19. Cône ovale débutant (DZOP fixe)

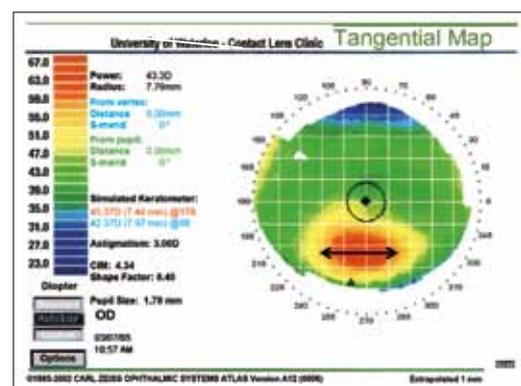


Figure 20. Cône ovale débutant

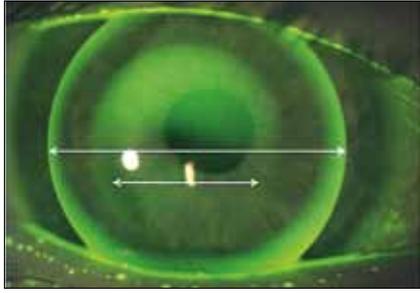


Figure 22. Cône ovale modéré (DZOP fixe)

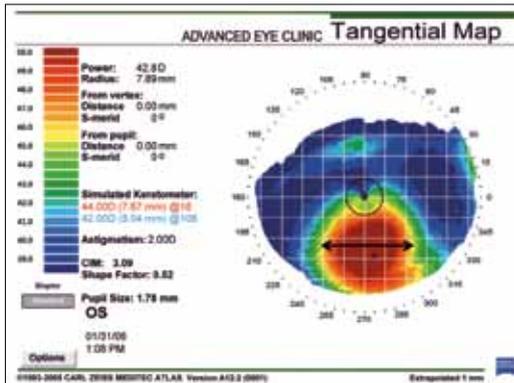


Figure 23. Topographie de cône ovale modéré

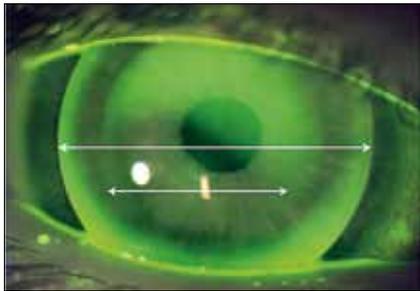


Figure 24. Cône ovale avancé (DZOP fixe)

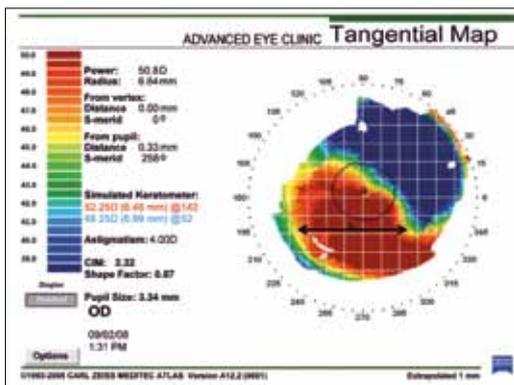


Figure 25. Topographie de cône ovale avancé

géométrie classique doit permettre que le rayon de la zone optique postérieure (RZOP) donne un léger appui “en trois points” ou un appui réparti au-dessus du cône (Figures 17 à 25). Voir tableaux page 13.

La zone périphérique de la lentille doit s’aplatir davantage que la cornée périphérique, avec un bord dont le sommet sera plus relevé que pour une lentille conçue pour un œil moyen, avec une excentricité moyenne (0,5 à 0,6). Les valeurs d’excentricité pour des yeux kératoconiques vont de 0,65 à plus de 1,0, dans les cas évolués.

Lentilles de contact GP, scléro-cornéennes et semi-sclérales

Avec l’introduction de matériaux de lentilles GP d’hyper-Dk, les adaptateurs sont devenus plus confiants pour prescrire des lentilles de plus grands diamètres. Les lentilles de diamètres de 12,9 mm et 13,5 mm peuvent être considérées comme lentilles scléro-cornéennes et celles de diamètres de 13,6 mm à 14,9 mm peuvent être considérées comme lentilles semi-sclérales.

Pour l’adaptation, il faut prendre en compte les trois parties de la lentille, qui peuvent être déterminées indépendamment l’une de l’autre :

- la partie cornéenne (DZOP/RZOP),
- la partie de la périphérie moyenne au-dessus de la partie scléro-cornéenne (S-C)
- la partie conjonctivo-sclérale (C-S)

Les lentilles scléro-cornéennes sont adaptées avec un léger dégagement apical ou avec alignement central, dégagement au-dessus de la jonction scléro-cornéenne et alignement dans la zone scléro-cornéenne. Les lentilles semi-sclérales sont adaptées de façon comparable, mais il faut un dégagement apical plus important, pour permettre un effet de pompage sous la lentille.

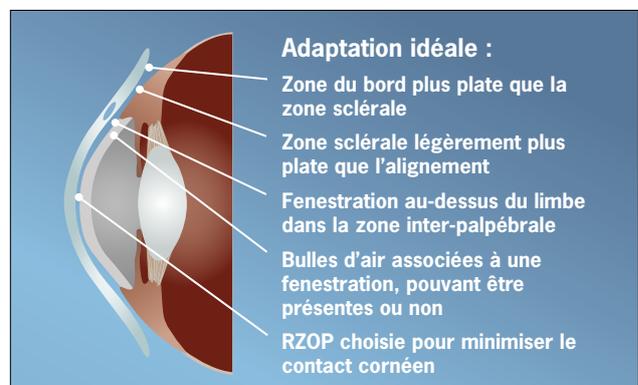


Figure 26. Illustration de géométrie sclérale

Les cartes topographiques cornéennes montrent des cônes très étendus et déformés (kératoglobe) qui peuvent être déplacés vers le bas (DPM) ou de forme irrégulière (oblate, comme avec une kératoplastie transfixiante). Ces cônes bénéficient des très larges DZOP que fournissent ces lentilles.

Lentilles de contact GP mini-sclérales et sclérales

Les lentilles de diamètres entre 15,0 mm et 18,0 mm peuvent être considérées comme mini-sclérales, et celles de 18,1 mm à plus de 24 mm, comme sclérales. L'adaptation de ces lentilles nécessite de prendre en compte la forme de la jonction scléro-cornéenne, ainsi que la topographie sclérale.

L'adaptation de ces lentilles, sans utiliser les techniques de moulage, est problématique, mais l'introduction récente de séries de lentilles d'essai et de l'OCT (tomographie à cohérence optique) comme moyen de visualiser le segment antérieur de l'œil, a permis de faciliter le choix de la géométrie et de l'adaptation de ces lentilles. Ces lentilles sont conçues pour être alignées et reposer sur la conjonctive sclérale, et pour passer en voûte au-dessus de la cornée, sans toucher le cône (Figure 26). La flèche de la lentille doit être plus importante que celle de la cornée, pour réaliser ce type de relation d'adaptation. En conservant les larmes

sous la lentille, ces lentilles sclérales peuvent présenter un avantage thérapeutique pour l'œil sec (par ex. maladie du greffon contre l'hôte ou syndrome de Sjögren) en plus de masquer des zones très étendues d'irrégularités cornéennes.

Ces lentilles présentent des avantages pour les cas évolués de DPM, de kératoglobe avancé, ainsi que pour les greffes cornéennes en surplomb ou décentrées (ou n'importe quelle autre déformation post chirurgie réfractive), fournissant confort et une meilleure optique. Comme pour les géométries semi-sclérales, chacune des trois zones de la lentille doit être prise en compte séparément, pour l'adaptation réussie de ces géométries. L'échange lacrymal est réalisé par l'action de pompage de la paupière supérieure sur la surface de la lentille, induisant flexion (pression positive) du centre de la lentille et pression négative quand la périphérie de la lentille déplace les larmes sous la lentille (Figures 27 à 28).



Figure 27. Lentille sclérale, lumière blanche

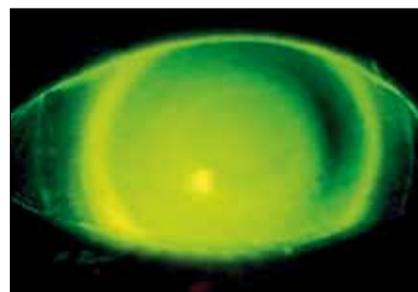


Figure 28. Lentille sclérale, image fluo

Diamètre de lentille	Classification
8,0–12,8 mm	Lentille cornéenne
12,9–13,5 mm	Scléro-cornéenne
13,6–14,9 mm	Semi-sclérale
15,0–18,0 mm	Mini-sclérale
18,1–24,0 mm	Sclérale

Les modèles de piggyback

Le système traditionnel de piggyback, pour lequel une dépression (de 8,0 à 9,8 mm) est creusée sur la lentille porteuse en hydrogel, par exemple, la lentille UltraVision KeraSoft® (de diamètre de 12,5 à 14,5 mm), avec une lentille rigide positionnée dans cette dépression, a les avantages de centrer cette lentille sur la pupille, dans des cas de cônes ovales modérés à moyens, et d'améliorer le confort, mais il a aussi l'inconvénient de réduire la tension d'oxygène sous les deux lentilles à de très faibles niveaux (Figures 29 à 30b). Avec l'arrivée des silicone-hydrogel, le piggyback a connu un regain d'intérêt, avec une utilisation "off-label" (en dehors de l'utilisation définie dans la mise sur le marché) de ces nouvelles lentilles (seules les lentilles CIBA Night and Day™, Bausch & Lomb PureVision® et Vistakon Oasys™ sont autorisées pour un usage thérapeutique). Cette combinaison offre une tension d'oxygène accrue sous ce système à deux lentilles, passant de 34 mm Hg (PMMA et lentille à faible hydrophilie) à 95 mm Hg

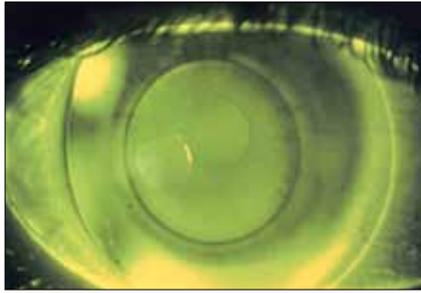


Figure 29. Piggyback, fluorescéine à grosses molécules



Figure 30a. Piggyback, lumière blanche

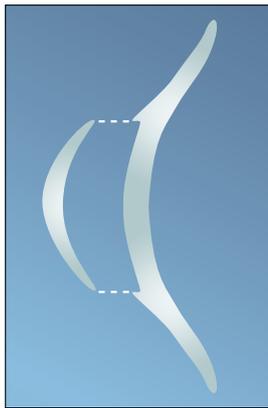


Figure 30b. Illustration de piggyback

(RPG et lentille SiHy), qui transmet jusqu'à un Dk/t de 39×10^{-9} (cm/sec)(ml O_2 x mm Hg) : bien au-dessus de la valeur nécessaire pour éviter l'œdème cornéen (24×10^{-9} [cm/sec][ml O_2 x mm Hg]) en port diurne.

En plus de l'amélioration du confort, les autres avantages du système piggyback avec les silicone-hydrogel, sont : une légère re-formation du contour cornéen et une protection cornéenne en cas d'abrasions chroniques, ainsi que les améliorations par rapport aux hydrogels. La centration ne peut être obtenue qu'avec une lentille souple de puissance positive, puisqu'il n'y a pas de dépression sur la lentille SiHy. La puissance positive (+0,50D) aide à la centration de la lentille en serrant l'adaptation centrale de la RPG sur la SiHy, et en la centrant sur la lentille souple. De par l'effet de serrage, la périphérie de la RPG peut nécessiter un dégagement axial plus important, pour éviter un effet de ventousage sur la lentille souple.

Lentilles de contact souples

Le rôle des lentilles souples dans la correction d'une cornée irrégulière, avec astigmatisme irrégulier, est limité. Ces lentilles ne doivent être envisagées que lorsque toutes les autres tentatives ont échoué et que le patient ne supporte pas les lentilles RPG (ce qui est de plus en plus rare avec l'utilisation de plus en plus répandue de lentilles RPG de grand diamètre, avec les géométries semi et mini-sclérales, qui n'ont pas de contact avec le limbe). Les lentilles souples sphériques avec des épaisseurs au centre très importantes (0,3 à 0,5 mm) peuvent masquer certaines irrégularités, mais il faut tenir compte de leur faible perméabilité à l'oxygène et de leur faible taux de réussite. D'autre part, on peut aussi penser à l'utilisation de lentilles à surface postérieure torique (également avec une épaisseur centrale importante, du fait du prisme de stabilisation) qui peuvent être réalisées sur mesure avec des corrections cylindriques jusqu'à 11 dioptries. En général, une correction complémentaire par lunettes est nécessaire pour améliorer les piètres résultats optiques. Une autre option peut être disponible, avec l'utilisation de lentilles souples sur mesure qui pourraient corriger certaines aberrations d'ordre élevé, à condition de pouvoir contrôler la rotation et la translation de la lentille.

5. Géométries des Lentilles

Lentilles de contact cornéennes

Lentilles sphériques multicourbes

Centre sphérique et périphérie sphérique : La géométrie de la lentille bicourbe “Soper” a été la première lentille en PMMA utilisée pour le kératocône. Elle avait un petit diamètre et une zone optique postérieure fixe, avec une courbe de base cambrée et une courbe secondaire (45,00 D, 7,5 mm) pour correspondre à la cornée périphérique normale. Elle peut aujourd’hui être fabriquée en matériau RPG. Elle est adaptée en modifiant la flèche centrale, jusqu’à la disparition du contact apical ou à l’apparition d’une petite bulle.

Plus tard, on a employé les lentilles McGuire, avec un centre cambré et un aplatissement progressif vers la périphérie. L’aplatissement progressif est réalisé avec une lentille à cinq courbes, dont quatre courbes périphériques qui sont plus plates que la courbe de base de 3, 6, 8 et 10 dioptries. Le diamètre de la lentille est choisi selon la taille du cône, augmentant avec l’augmentation de celui-ci, c’est à dire, de 8,1 mm pour un cône centré ou en mamelon, à 8,6 mm pour un cône ovale.

Tableau 1. Exemple de série d’essai multicourbe avec DZOP fixe

	9,4 TD																	
RZOP	7,99	7,90	7,80	7,67	7,50	7,34	7,18	7,11	7,03	6,96	6,89	6,82	6,75	6,68	6,62	6,55	6,49	6,37
DZOP	7,40																	
RC1	9,30	9,20	9,10	9,00	8,90	8,80	7,98	7,91	7,83	7,76	7,69	7,62	7,55	7,48	7,42	7,50	7,40	7,30
SCW1	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
SC2	10,30	10,20	10,10	10,00	9,90	9,80	8,98	8,91	8,83	8,76	8,69	8,62	8,55	8,48	8,42	8,55	8,40	8,30
SCW2	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
SC3	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90	10,80	10,18	10,11	10,03	9,96	9,89	9,82	9,75	9,68	9,62	9,65	9,55	9,35
SCW3	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
PC	12,30	12,20	12,10	12,00	11,90	11,80	11,68	11,61	11,53	11,46	11,39	11,32	11,25	11,18	11,12	11,00	11,00	10,85
PCW	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
AEL	0,186	0,191	0,198	0,208	0,225	0,241	0,222	0,228	0,236	0,243	0,250	0,257	0,265	0,274	0,282	0,302	0,307	0,326

Tableau 2. Exemple de série d’essai multicourbe avec DZOP flottant

	9,4 TD																	
RZOP	8,00	7,90	7,80	7,70	7,60	7,50	7,40	7,30	7,20	7,10	7,00	6,90	6,80	6,70	6,60	6,50	6,40	6,30
DZOP	7,00	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,00	5,00
RC1	9,00	8,90	8,80	8,70	8,60	8,50	8,40	8,30	8,20	8,10	8,00	7,90	7,80	7,70	7,60	7,50	7,40	7,30
SCW1	7,60	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	5,80	5,80
SC2	10,00	9,90	9,80	9,70	9,60	9,50	9,40	9,30	9,20	9,10	9,00	8,90	8,80	8,70	8,60	8,50	8,40	8,30
SCW2	8,20	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,90	6,90
SC3	11,00	10,90	10,80	10,70	10,60	10,50	10,40	10,30	10,20	10,10	10,00	9,90	9,80	9,70	9,60	9,50	9,40	9,30
SCW3	8,60	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,00	8,00
PC	12,00	11,90	11,80	11,70	11,60	11,50	11,40	11,30	11,20	11,10	11,00	10,90	10,80	10,70	10,60	10,50	10,40	10,30
PCW	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
AEL	0,213	0,262	0,270	0,279	0,288	0,298	0,350	0,362	0,375	0,389	0,403	0,455	0,473	0,492	0,513	0,535	0,606	0,633

RZOP = rayon de la zone optique postérieure, DZOP = diamètre de la zone optique postérieure, RC1 = rayon du premier dégagement, SCW1 = diamètre de l’ensemble rayon central et rayon du premier dégagement, (SCW1 - DZOP)/2 = largeur de la bande du premier dégagement = 0,6 mm, ..., PC = dernier dégagement ou “courbe périphérique”, AEL = dégagement axial du bord.

De nos jours, on peut concevoir des lentilles cornéennes avec des courbes sphériques, en utilisant un programme de dégagement axial du bord, avec tout diamètre, tout diamètre de zone optique postérieure, et un dégagement axial du bord réalisé par de multiples courbes périphériques (Tableaux 1 et 2). L'essentiel est de s'assurer que le dégagement axial du bord est important (plus important que pour une géométrie cornéenne normale), suffisamment pour fournir un espace adéquat pour des cornées avec de plus fortes excentricités. Les géométries des lentilles "diagnostiques" sont disponibles avec des DZOP fixés pour chaque RZOP, et il est possible de commander, soit une multicourbe standard soit des périphéries plus cambrées ou plus plates. De même, des géométries "diagnostiques" avec un DZOP flottant et soit une multicourbe standard, soit des périphéries plus courbes ou plus plates ont été également adaptées avec succès.

Centre sphérique et périphérie asphérique : Les progrès dans la fabrication des lentilles RPG ont entraîné des modifications des géométries, et il est maintenant possible d'obtenir des lentilles à périphérie asphérique. Ces géométries présentent l'avantage d'optiques centrales sphériques, associées à un meilleur alignement sur la périphérie cornéenne. Ces géométries permettent également un dégagement axial du bord plus important, comme cela peut être nécessaire avec un kératocône avancé. Le centre de la lentille et sa périphérie peuvent être modifiés de façon indépendante.

Lentilles de contact asphériques

Les géométries complètement asphériques, dans lesquelles la lentille s'aplatit progressivement du centre à la périphérie, sont devenues plus accessibles. De plus, certaines géométries permettent un contrôle des aberrations, avec l'addition d'une surface asphérique sur la face avant, pour améliorer l'aberration sphérique. Du fait de l'alignement plus proche de la cornée, particulièrement au centre, ces lentilles sont adaptées plus cambrées qu'une lentille sphérique de même DZOP. Certaines géométries permettent de choisir la valeur d'excentricité voulue pour la face postérieure. Bien que la zone optique et la périphérie de la lentille puissent être ajustées indépendamment, le laboratoire ajustera le RZOP et la puissance de la lentille quand la périphérie de la lentille est ajustée plus cambrée ou plus plate, du fait de l'augmentation ou de la diminution de la flèche globale de la lentille. Au lieu d'avoir un DZOP fixe, certaines géométries de lentilles ont un DZOP flottant ; c'est à dire que lorsque la courbe de base de la lentille se cambre, le DZOP diminue de taille, ce qui permet une réadaptation plus facile quand le cône progresse.

Lentilles de contact semi- et mini-sclérales

L'adaptation de lentilles semi- et mini-sclérales et leurs géométries ont évolué de façon significative avec les matériaux RPG à hyper-Dk, permettant un apport d'oxygène plus favorable. Ces lentilles sont conçues pour reposer sur la sclère, avec une optique sphérique en face postérieure, avec zones multiples, et certaines ont une optique asphérique sur la face avant, pour réduire l'aberration sphérique. Elles peuvent avoir une géométrie pentacourbe, avec la courbe de base et la première courbe périphérique dans la zone cornéenne, la zone périphérique suivante libère le limbe, et les deux courbes périphériques finales sont tangentes à la sclère. Une présentation plus détaillée de ces lentilles figure dans l'Annexe D.

Lentilles piggyback

Pour le piggyback, on utilise généralement des lentilles silicone-hydrogel avec la courbe de base la plus cambrée. Si la lentille est trop plate, son bord peut frissonner, alors qu'une lentille trop serrée emprisonnera des bulles au limbe. Bien qu'une lentille plus rigide puisse sembler plus favorable, pour masquer les irrégularités, elle peut ne pas épouser la cornée, provoquant plus de perturbations visuelles, en se gondolant au clignement. La lentille doit avoir une petite correction convexe (+0,50 D), pour aider au centrage de la lentille RPG. La courbe de base de la lentille rigide utilisée dans le système piggyback doit être ajustée en aplatissant de RZOP de 0,10 mm. Il peut être également nécessaire d'augmenter le dégagement axial du bord.

6. Adaptation des lentilles

Choix de la bonne géométrie

Considérations générales

La solution “lentilles de contact” pour le kératocône comprend (par ordre croissant de sévérité de la maladie) les options suivantes :

- Lentilles perméables aux gaz sphériques (bicourbe ou tricourbe) et asphériques
- Lentilles RPG sphériques multicourbe (lentilles spécifiques) avec périphéries sphériques ou asphériques
- Lentilles RPG semi-sclérales

Les cas avancés de kératoglobe, de DPM et les traitements post-chirurgicaux peuvent bénéficier de lentilles mini sclérales à sclérales complètes.

A ce moment, il est prudent d’initier l’adaptation de lentilles RPG, puisqu’il est inévitable qu’elle devienne nécessaire. En général, on considère qu’un patient doit porter de lentilles de contact lorsque sa vision ne peut plus être corrigée convenablement par des lunettes. Le besoin de vision fonctionnelle du patient est le premier déterminant.

La procédure d’adaptation doit comporter les éléments suivants :

- Histoire de cas
- Évaluation des larmes
- Évaluation des paupières et du bord palpébral
- Kératométrie
- Vidéokératographie
- Réfraction
- Adaptation de lentille d’essai
- Sur-réfraction
- Analyse de l’image fluo

L’évaluation avant adaptation devrait établir deux importants paramètres cornéens :

- Le stade de la maladie
- La taille et la localisation du cône (de façon à sélectionner le DZOP et le DT)

Le stade du kératocône est déterminé en calculant la moyenne des deux valeurs de la kératométrie (K). Si le K moyen est inférieur à 50,00 D ($R > 6,75$ mm), le cône est considéré comme étant à son stade initial ; si on trouve une moyenne de 50,00 à 56,00 D (6,75 à 6,03 mm) le cône est avancé. Au-delà de 56,00 D ($R < 6,03$ mm), le cône est considéré comme sévère. La vidéokératographie aidera à déterminer la forme, la localisation et la taille du cône. A partir du stade avancé, la zone conique a acquis sa forme définitive, qui peut être classée “en mamelon” (presque centrée et/ou légèrement nasale), “ovale” (déplacée latéralement ou vers le bas) ou “globe”, qui affecte 75 % ou plus de la cornée.

Il est important de disposer de lentilles d’essai pour l’adaptation.

Choix du RZOP

Pour choisir le RZOP de la lentille à partir d’un DZOP et d’un DT donnés, il faut avoir à l’esprit que plus les valeurs de K sont plus cambrées et plus la flèche de la cornée augmente. Un alignement doit être réalisé, en Vous pouvez prédire plus précisément le RZOP de la lentille de contact pour le patient kératoconique en utilisant le topographe et les lectures des Ks centraux simulés, en appliquant le nomogramme d’adaptation décrit dans le Tableau 3, ou un nomogramme proposé par le fabricant de lentilles.

Edrington et col. (*Optom Vis Sci* 1996) ont utilisé une valeur moyenne de K extraite d'une kératométrie traditionnelle, comme point de départ de leur étude. Ils n'ont pas trouvé de différence significative entre le K moyen et le RZOP ($p = 0,3907$). Cette étude n'analysait pas le RZOP en définitive adapté avec succès, mais l'utilisait comme point de départ.

Évitez l'utilisation de RZOP excessivement plats, car ils peuvent augmenter les prises fluo cornéennes, les cicatrices et les distorsions, en plus d'accroître l'inconfort. Un dégagement apical trop important peut aussi entraîner un modelage cornéen, ainsi que des anomalies transitoires, telles que l'œdème cornéen, les prises fluo cornéennes, et le marquage épithélial de la cornée (impression) par une lentille immobile. On a également fait état de cicatrices cornéennes, ainsi que de mauvaises acuités visuelles.

Sorbara et Luong (1999) ont utilisé des cartes instantanées (ou tangentielles) pour l'adaptation, car elles définissent mieux le décentrement de l'apex et la forme de la cornée. Les patients ont été classés en fonction de la quantité d'astigmatisme (delta K), et le RZOP final le mieux adapté a été enregistré. Des équations basées sur la relation entre la courbe de base finale et le K le plus plat ont été calculées. Le Tableau 3 résume le nomogramme d'adaptation dérivé pour l'adaptation de patients kératoconiques, en utilisant le delta K et le K le plus plat dérivés des valeurs de K simulées à partir du topographe. Un exemple suit :

Si un sujet 1 a un K plat simulé de 48,00 D (7,03 mm), mesuré par le topographe cornéen et $-3,00$ D d'astigmatisme cornéen, le RZOP de la lentille de contact devrait être égal à : $48,00 - (0,609 \times (-3,00)) = 49,83$ D (6,77 mm).

Si un sujet 2 a un K plat simulé de 48,00 D, mais avec $-7,00$ D d'astigmatisme cornéen, le RZOP = $48,00 - (0,419 \times (-7,00))$ ce qui est égal à 50,93 D (6,62 mm).

Pour la valeur moyenne d'astigmatisme (entre $-4,00$ et $-7,50$ D), le nomogramme indique approximativement la moyenne des valeurs de K simulées pour le RZOP choisi, adapté à un diamètre de lentille de 9,4 mm (0,419 à approximativement égal à 0,50 (moyenne des K plat et cambré)). Pour des diamètres de lentille plus petits (par ex. 8,7 mm), le K moyen plus cambré de 0,2 mm est un bon point de départ, et pour des diamètres plus grands (par ex. 9,6 à 10,1 mm), K moyen moins cambré de 0,2 mm constitue un bon RZOP de départ, pourvu que les RZOP soient de même plus petits et plus grands, respectivement. Le RZOP final est déterminé en fonction de l'image fluo ; un contact léger en trois points est souhaitable (Figures 31a et 32a). Un contact

De plus en plus d'études confirment l'utilisation des mesures de vidéokératographie pour déterminer la courbe de base des lentilles de contact. Wasserman et col. (*CLAO J* 1992) ont trouvé, après avoir adapté 11 sujets avec une lentille sphérique, que le RZOP était en relation plus étroite avec le K le plus plat, dans la zone de 5 mm. Donshik et col. (*Trans Am Ophthalmol Soc* 1996) ont trouvé que le RZOP final des lentilles RPG était le mieux corrélé avec la moyenne des deux demi-méridiens les plus plats dans la zone centrale de 3 mm. Szczołka (*CLAO J* 1998) a trouvé que les mesures simulées du K cambré axial (où l'on fait la moyenne du 5ème, du 6ème, et du 7ème méridien), représentaient le mieux le RZOP sphérique moyen des lentilles RPG.

Tableau 3. Détermination du RZOP en fonction de l'astigmatisme cornéen pour un DT de 9,4 mm

ΔK (D)	RZOP (D) (DT = 9,4)
$-0,25$ D à $-3,75$ D	K plat (D) $- 0,61 \times (\Delta K)$
$-4,00$ D à $-7,50$ D	K plat (D) $- 0,50 \times (\Delta K)^*$
$-7,75$ D à $-16,75$ D	K plat (D) $- 0,35 \times (\Delta K)$

*Approximativement K moyen pour un RZOP de 7,4 mm

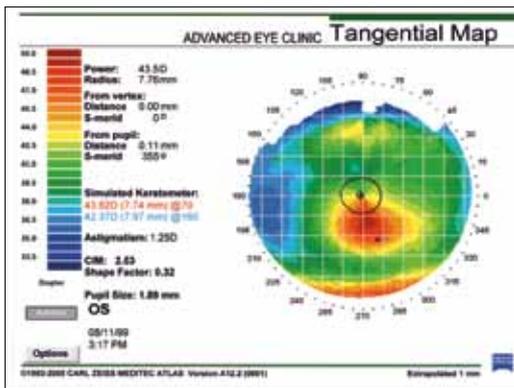


Figure 31. Cône ovale débutant, carte topographique

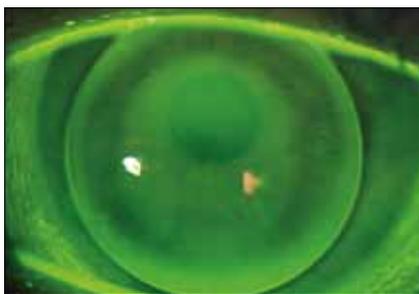


Figure 31a. Fluorescéine, cône ovale débutant

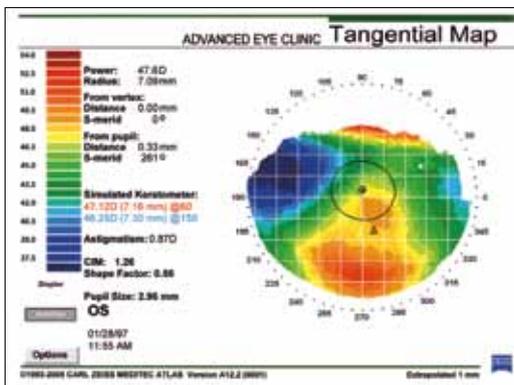


Figure 32. Cône ovale modéré, carte topographique



Figure 32a. Fluorescéine, cône ovale modéré

en trois points brutal peut provoquer des cicatrices cornéennes, un décentrement excessif, un inconfort avec la lentille et une déformation cornéenne.

Ces mêmes règles peuvent s'appliquer pour des lentilles bi-aspériques, sauf que la courbe de base initiale devrait être plus plate de 0,1 à 0,2 mm que celle qui est proposée par le nomogramme, du fait d'une adéquation plus étroite entre la face postérieure de la lentille de contact et la cornée.

Considérations concernant la puissance

Les premiers signes dans le diagnostic du kératocône sont une augmentation de l'astigmatisme et un changement de l'axe du cylindre. Normalement, le patient est un astigmatisme myopique, avec, soit un astigmatisme direct, soit un astigmatisme oblique, en cas de kératocône, mais avec la dégénérescence marginale pellucide, le patient a un fort astigmatisme indirect, avec hypermétropie (du fait de l'aplatissement excessif en face de la pupille). Dans les deux cas, cet astigmatisme devient de plus en plus irrégulier et non orthogonal, rendant la skiascopie difficile, et diminuant ensuite l'acuité visuelle corrigée du patient. On ne peut obtenir une sur-réfraction qu'après l'adaptation d'une lentille RPG. La surface postérieure sphérique de la lentille RPG neutralise l'irrégularité cornéenne en rendant la face antérieure du film lacrymal sphérique, aussi longtemps que la lentille RPG n'a pas une flexion excessive. Sans la lentille RPG sur l'œil, la réfraction est difficile à prédire. L'adaptation empirique est de moins en moins réalisable avec des cônes plus cambrés.

Procédures d'adaptation : sélection du DZOP et du DT appropriés

Auparavant, l'utilisation de lentilles de petit diamètre, avec de petites zones optiques postérieures, impliquait que ces lentilles soient adaptées avec un dégagement apical (cambrées), et les diamètres plus grands étaient adaptées avec un contact apical et un attachement palpébral ; cependant, la plupart des experts pensent que ces derniers types d'adaptation devraient être évités. Une méthode d'adaptation avec contact en trois points peut non seulement améliorer le résultat visuel, mais peut aider à maintenir la santé cornéenne sur le long terme.

Déterminez plus précisément le DZOP (et donc le DT) pour un patient kératoconique en examinant avec soin les cartes topographiques tangentiellles. Les cartes permettent de reconnaître si le patient a un cône de type "en mamelon", "ovale" ou "en globe", la dimension de la zone amincie et la localisation du cône. Chaque carte topographique a des indicateurs de

taille avec lesquels une échelle, sur le côté, avec des pas de 1 mm, aide à évaluer rapidement la dimension de la zone plus cambrée. En associant avec soin cette mesure au DZOP de la lentille, on pourra prédire l'aspect de la zone de fluo concentrée autour du cône, et le centrage de la lentille. Ces deux paramètres sont essentiels pour réussir l'adaptation du patient avec kératocône.

Une communication étroite avec votre laboratoire de lentilles de contact vous aidera à comprendre la géométrie des lentilles diagnostiques, et vous permettra d'associer les paramètres de la lentille au type et à la taille du cône que vous êtes en train d'adapter.

Adaptation de lentilles de petit diamètre (8,5 à 9,3 mm)

Après avoir identifié la taille du cône et le type de kératocône, le DZOP de la lentille peut être choisi. Les lentilles de petit diamètre sont plus appropriées pour les cônes en mamelon ou les cônes centrés, et pour les cônes ovales débutants.

Quand le cône en mamelon progresse, des lentilles de plus petit diamètre avec des DZOP de plus en plus petits, auront un meilleur centrage et éviteront les bulles d'air autour du cône.

Un cône en mamelon centré occupe une aire plus petite. Quand le cône progresse, il se cambre et devient de plus en plus petit (Figure 33a et 33b). Le DZOP et le RZOP doivent aussi diminuer, au fur et à mesure du cambrage du cône, de façon à correspondre au cône et à minimiser l'espace au-dessus et en dessous, où les larmes seront concentrées. Il en résultera un meilleur centrage de la lentille et un alignement avec le cône (Figure 34).

Adaptation de lentilles de diamètre moyen (9,4 à 9,9 mm)

Les lentilles de diamètres de zone optique postérieure de plus en plus importants sont plus appropriés pour l'adaptation de cône ovale en cours de développement, permettant un bon centrage au cours de la progression du cône, et évitant un dégagement excessif et des bulles autour du cône.

Les Figures 31, 32, 35 et 36 montrent que les cornées avec kératocône débutant peuvent avoir de plus petits cônes, alors que les cornées avec des cônes plus avancés ont des cônes plus larges, si ces cônes sont de type ovale.

Pour choisir le DZOP (et donc le diamètre total de la lentille : DT), regardez la vidéokératographie et évaluez la taille ou la surface du cône. Choisissez un DZOP et un DT plus importants pour des cônes plus larges (et habituellement plus cambrés, ou plus avancés).

Pour ces cônes de type ovale avancés, des lentilles de contact plus cambrées au centre, avec des DZOP plus larges, s'adapteront

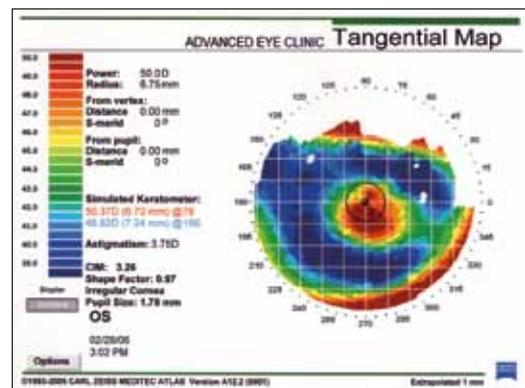


Figure 33a. Cône centré (débutant), carte topographique

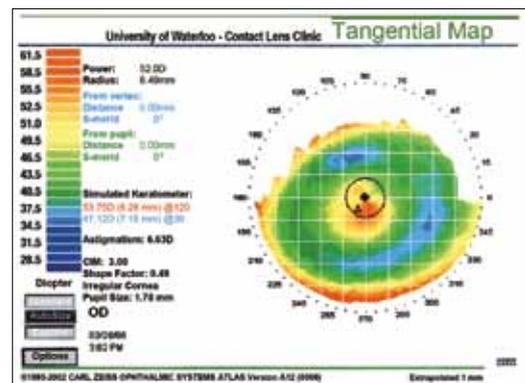


Figure 33b. Cône centré (avancé), carte topographique

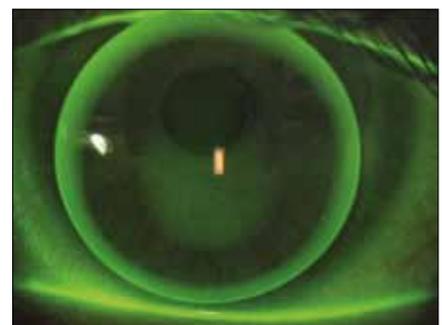


Figure 34. Image fluo d'une lentille de petit diamètre sur un cône centré

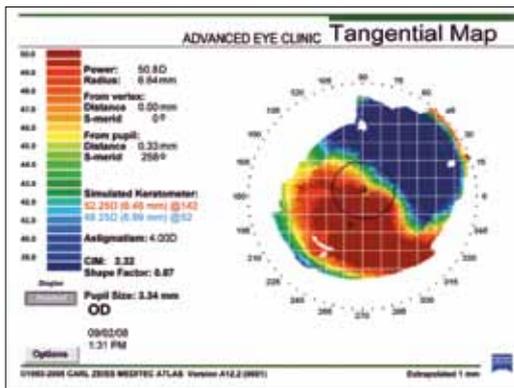


Figure 35. Cône ovale sévère (carte topographique)

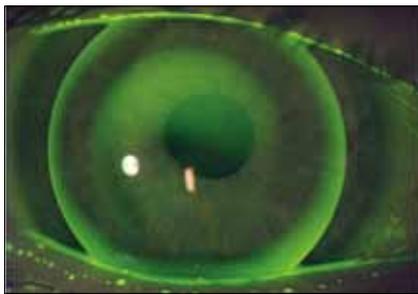


Figure 35a. Fluorescéine, cône ovale sévère

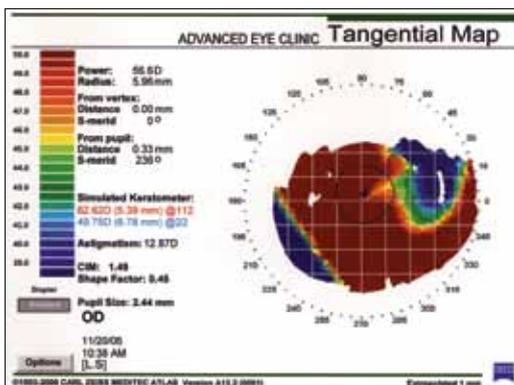


Figure 36. Cône en globe (carte topographique)



Figure 36a. Fluorescéine, cône en globe

mieux à ce sommet cornéen plus cambré et plus large, s'alignant sur le contour cornéen, mais sans dégager l'apex. Le contact apical résultant ne doit pas être trop marqué.

Les Figures 31a, 32a, 35a et 36a montrent le léger contact en trois points qui doit être utilisé pour minimiser le trauma cornéen à l'apex, tout en permettant de "régulariser" la surface cornéenne irrégulière, ou de la rendre sphérique, quand elle est corrigée avec une lentille RPG pour obtenir la meilleure acuité visuelle. Les séries de lentilles d'essai basées sur la géométrie multicourbe de McGuire™ (disponibles dans la plupart des laboratoires) ou sur les géométries de Soper, ont un DZOP constant pour chaque diamètre de lentille. Il est ainsi possible de prescrire par exemple, soit un DZOP de 5,75 mm avec un DT de 9,0 (pour le kératocône naissant) ou un DZOP de 6,25 mm/DT 9,6 (pour le kératocône modéré), ou un DZOP de 7,0 mm/DT 10,1 (pour le kératocône avancé).

Adaptation de lentilles cornéennes de grand DT (10,0 à 12,8 mm) et scléro-cornéennes (12,9 à 13,5 mm)

Même les lentilles de plus grand diamètre, avec de grands DZOP, sont adaptées pour suivre la taille du cône évolué, évitant un dégagement excessif, tout comme un contact excessif sur l'apex du cône, ce qui favorise alors le centrage. La Figure 36a est un exemple d'une lentille avec un grand DZOP et un grand DT, sur un cône large (de type globe), donnant un bon centrage et un léger contact en trois points. La lentille est asphérique, avec grands DT/DZOP (10,2 mm/9,2 mm). D'autres choix (Figure 37) peuvent aussi être appropriés avec des diamètres plus grands comme 10,4 mm. Pour le cône en globe, des lentilles de plus grands diamètres (11,2 mm, par exemple) (Figure 38 et 39) ou Figure 37, diamètre de 10,4 mm, Figure 38, diamètre de 11,2 mm (sphérique), ainsi que des lentilles scléro-cornéennes de DT de 12,9 à 13,5 atteindront le résultat recherché (Figure 40).

Le Tableau 4 résume les relations entre le DZOP et la dimension du cône. Les Tableaux 5a et 5b associent le DZOP et le RZOP.

Adaptation de semi-sclérales (DT de 13,6 à 14,9 mm) et mini-sclérales (DT de 15,0 à 18,0 mm)

Étant donné que les lentilles semi-sclérales sont utilisées pour équiper des cornées très irrégulières, du fait de kératocônes et DMP avancés, de suites de traumatismes, d'ectasies post-réfractives, de greffes transfixiantes et en post-KR, PRK et LASIK, il est utile d'avoir une idée de la flèche cornéenne de façon à choisir la courbe de base ou flèche appropriée pour la lentille de contact. L'idéal est de s'assurer que la flèche de la lentille est plus importante que celle de la cornée, pour permettre un réservoir continu de larmes sur toute la surface postérieure de la lentille,

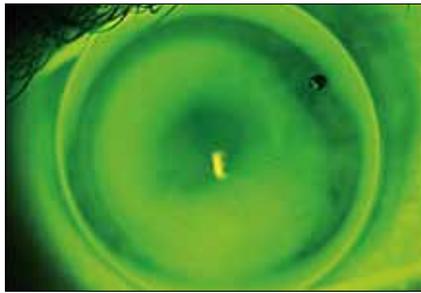


Figure 37. Diamètre de 10,4 mm

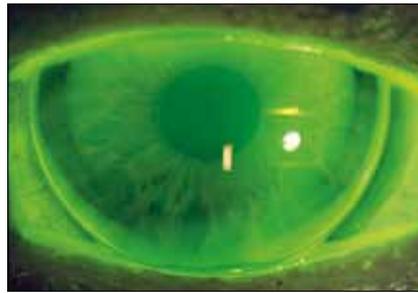


Figure 38. Diamètre de 11,2 mm (sphérique)



Figure 39. Diamètre de 11,2 mm (asphérique)

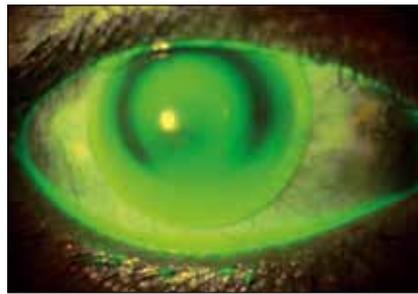


Figure 40. Diamètre de 13,5 mm

sans espace trop important, qui favoriserait la venue de bulles.

La flèche cornéenne peut être mesurée directement en utilisant un OCT Visante, qui peut être placé à n'importe quel diamètre de corde (Figure 41). L'Orbscan II peut aussi fournir une estimation de la flèche cornéenne à la corde du HVID (Diamètre Horizontal Visible de l'Iris, "de blanc à blanc", comme on dit aussi), où la mesure de la profondeur de la chambre antérieure est donnée. En y ajoutant l'épaisseur cornéenne au centre, cette mesure constituera une estimation de la flèche cornéenne. D'autres topographes,

comme le Medmont, fournissent une mesure directe de la flèche. On peut aussi, avec tout topographe donnant une valeur d'excentricité (e-value) calculer la flèche cornéenne en utilisant la formule pour ellipses prolates, qui comporte le facteur de forme ($p=1-e^2$), la mesure kératométrique K dans le méridien (plat) et n'importe quel diamètre de demi-corde.

$$Sag = \frac{r - \sqrt{r^2 - p \left(\frac{chord}{2}\right)^2}}{p} \text{ où } r \text{ est le rayon et } p \text{ le facteur de forme (Sag = Flèche).}$$

Avec la flèche de la cornée, on peut maintenant choisir une lentille semi-sclérale avec une flèche légèrement plus importante, pour assurer un dégagement cornéen. Si la lentille est marquée avec des mesures de rayons, la flèche de la cornée sera calculée au DZOP de la lentille de contact, puis cette valeur pourra être convertie en rayon.

$$r = \frac{\left(\frac{chord}{2}\right)^2 - p(sag)^2}{2(sag)}$$

Les guides d'adaptation des fabricants proposeront également une lentille d'essai initiale, basée sur la progression du cône.

Pour réaliser le réservoir de périphérie moyenne, les courbes de la périphérie moyenne de la lentille de contact (soit deux ou trois courbes sphériques ou une zone asphérique) devront être :

- aplaties (s'il n'y a pas de dégagement), ou
- serrées (s'il y a un dégagement excessif avec des bulles d'air)

La portion finale de la lentille, la zone sclérale, ne peut être que partiellement vue avec les OCT les plus récents, comme le RT-Vue OCT (Clarion Medical Tech), l'OCT Visante (Zeiss Meditec, CA) ainsi qu'avec une photographie de profil avec la lampe à fente. On reconnaît une zone sclérale tangente (donc alignée)

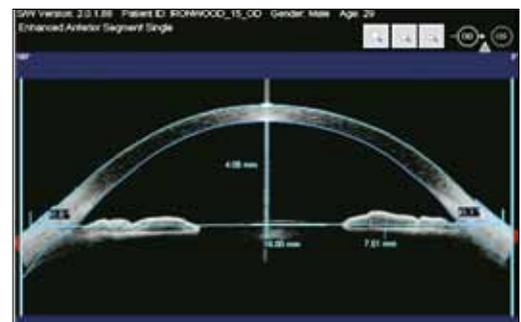


Figure 41. Flèche avec l'OCT Visante

Tableau 4. Relations entre le diamètre du cône et les DZOP/DT

Type de cône	Diamètre cône	DZOP	DT
Cône centré :			
Débutant	4,0 à 5,0 mm	7,40 à 8,10 mm	9,4 à 9,6 mm
Modéré	2,8 à 3,9 mm	5,00 à 7,30 mm	8,8 à 9,3 mm
Évolué	2,0 à 2,7 mm	3,00 à 4,90 mm	8,0 à 8,7 mm
Cône ovale :			
Débutant	2,0 à 4,0 mm	5,25 à 7,50 mm	8,5 à 9,6 mm
Modéré	4,2 à 5,0 mm	7,60 à 8,10 mm	9,8 à 10,1 mm
Évolué	5,2 à 7,0 mm	8,20 à 9,40 mm	10,2 à 11,4 mm
Cône globe	>7,0 mm	9,20 à 9,60 mm	10,2 à 11,4 mm
DPM :			
Débutant	5,0 à 7,0 mm	8,20 à 9,40 mm	10,2 à 11,4 mm
Évolué	7,2 à 9,0 mm	9,40 à 10,50 mm	11,4 à 18,2 mm

Tableau 5a. Détermination du RZOP en fonction d'un DZOP flottant

DZOP flottant	RZOP (mm)
3,3–4,3 mm	K moyen (mm) – 0,4 mm
3,9–4,6 mm	K moyen (mm) – 0,35 mm
5,1–6,1 mm	K moyen (mm) – 0,3 mm
6,2–7,2 mm	K moyen (mm) – 0,2 mm
7,4–8,0 mm	K moyen (mm)
DZOP > 8,1	K moyen (mm) + 0,2 mm

Tableau 5b. Détermination du RZOP en fonction d'un DZOP fixe

DZOP/DT fixe	RZOP (mm)
6,5–7,2/8,5–9,0 mm	K moyen (mm) – 0,2 mm
7,3–7,5/9,2–9,6 mm	K moyen (mm)
7,6–8,1/9,8–10,1 mm	K moyen (mm) + 0,15 mm
8,2–8,6/10,2–10,6 mm	K moyen (mm) + 0,2 à 0,3 mm
8,7–9,4/10,8–11,4 mm	K moyen (mm) + 0,4 mm

en évaluant les vaisseaux sanguins conjonctivaux pour l'effet que cette zone produit sur leur flux, ainsi qu'avec la fluorescéine.

Voir Figures 42, 42a, 42b et 43 pour des exemples de lentilles semi-sclérales.

Géométrie de la périphérie de la lentille

Détermination du dégagement axial du bord (AEL)

Le dernier paramètre relatif à la performance de la lentille et permettant une physiologie cornéenne inchangée, est le système de courbure périphérique décrit comme le "dégagement axial du bord" (AEL) de la lentille. Sur l'œil, ce dégagement correspond à l'espace axial du bord (AEC) (Figure 44). L'AEC est l'épaisseur du film lacrymal (TLT) entre le bord de la lentille de contact et la cornée.

Pour un kératocône débutant, utiliser des lentilles avec un dégagement axial du bord (AEL) de 120 microns (standard) ou des lentilles asphériques standard (par ex. Boston Envision™) avec des AEL légèrement plus élevées. Cette valeur de l'AEL est basée sur une valeur moyenne de l'excentricité (excentricité de 0,45 à 0,55). Quand le kératocône atteint un stade avancé, il faut adapter des géométries multicourbes, nécessitant des DZOP soit plus petits, soit plus grands que la moyenne, et des AEL plus élevés (de 200 à 350 microns, au départ), au fur et à

mesure du resserrement de la courbure du cône (par conséquent, la flèche augmente), en plus d'un aplatissement rapide vers la périphérie. Puis, des AEL de 650 microns et plus peuvent être nécessaires, les valeurs d'excentricité de la cornée kératoconique augmentant (de 0,75 à $\approx 1,00$), avec le resserrement central croissant.

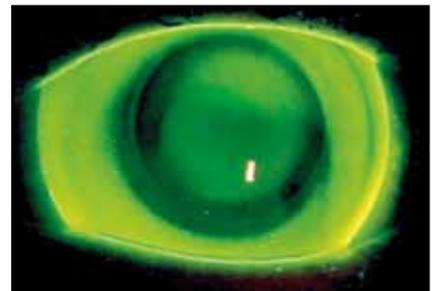
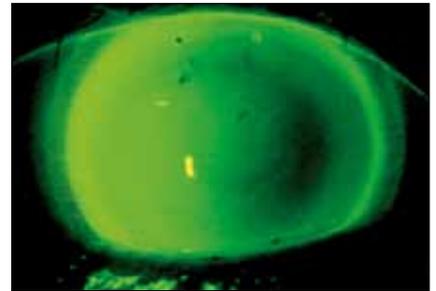
Les lentilles d'essai diagnostiques ont des périphéries standard avec des géométries périphériques brevetées, et des AEL supérieures à la moyenne. L'essai de ces lentilles doit donner une image fluo avec un léger appui central en trois points, mais avec un dégagement périphérique insuffisant (le plus souvent), ou excessif. Ce n'est que dans ces cas que le dégagement périphérique du bord doit être ajusté. L'AEL de la lentille ne doit pas être modifiée avant d'avoir trouvé la forme centrale idéale, puisque le dégagement périphérique peut tout simplement résulter d'une lentille trop serrée ou trop plate. Quand la relation entre la courbe de base (RZOP) de la lentille et la cornée est idéale, on peut réorganiser la périphérie, pas à pas, (pas #1, #2 ou #3 etc.) qui sont, soit plus cambrés, soit plus plats, que le standard.

Quand on modifie la périphérie de lentilles de très petits DZOP (3,7 mm à 5,1 mm), l'adaptation centrale de la lentille s'en trouve affectée. Une périphérie plus cambrée donnera l'impression que le centre est plus cambré, du fait de l'augmentation de la flèche. Le laboratoire aplatira automatiquement le RZOP (de 0,05 mm généralement), pour compenser cette modification de la flèche. La puissance de la lentille sera également compensée, de -0,25 D. Une périphérie plus plate donnera une réduction de la flèche, visible à la fluo, du fait de petits RZOP, et, de la même façon, le RZOP sera resserré (de 0,05 mm) et la puissance sera compensée en moins concave (+0,50 D). Lors d'une nouvelle commande, il sera indiqué que ces nouveaux paramètres ont déjà été adaptés, pour ne pas avoir à effectuer une autre compensation.

En général, les lentilles de plus grands DZOP (>6,25 mm) peuvent ne pas avoir besoin de compensation liée au changement de flèche. En effet, l'image fluo (centrale) peut ne pas être affectée par la modification de flèche provoquée par l'augmentation ou la réduction du dégagement périphérique du bord. Ces lentilles peuvent être commandées avec des périphéries et des dégagements axiaux du bord augmentés ou réduits, et le RZOP est conservé. Lors de l'essai de cette nouvelle lentille, l'image fluo sera examinée pour vérifier si une compensation est nécessaire ou non.

Périphéries toriques ou inégales

De récentes géométries de lentilles, basées sur les données topographiques, permettent de vérifier si l'astigmatisme irrégulier s'étend jusqu'à la cornée périphérique. Ces géométries ont des périphéries toriques ou des périphéries dont une section a été fabriquée avec un AEL plus faible que sur le reste de la lentille. Une périphérie torique peut avoir une largeur de 1,0 mm, avec une différence de 0,8 mm



Figures 42, 42a et 42b. diamètre de 15,8 mm

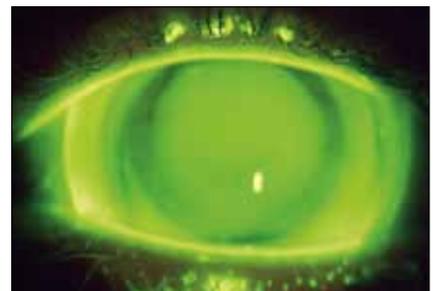


Figure 43. diamètre de 18,2 mm

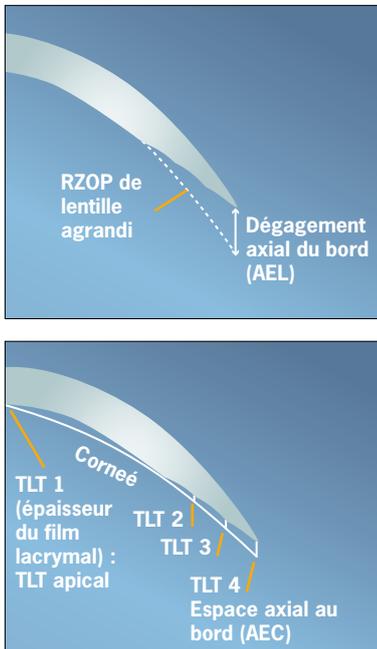


Figure 44. Dégagement axial du bord de lentilles de contact

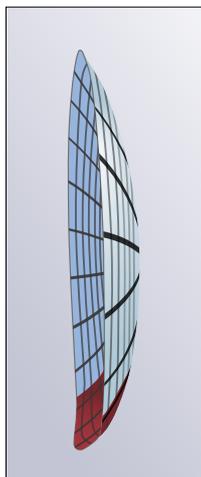


Figure 45. Périphéries inégales

entre les deux méridiens. Le RZOP sera resserré de 0,05 mm, et la puissance sera compensée par un $-0,50$ D, quand on réalise cette modification.

Les géométries périphériques “Toriques” sont indiquées quand la topographie montre la cornée inférieure plus cambrée et déplacée vers le bas, provoquant un relèvement du bord inférieur de la lentille et irritant la paupière inférieure. Les lentilles peuvent avoir une périphérie standard à 90° , et une périphérie plus cambrée à 270° , avec un prisme de 1 à $1,25 \Delta$ base à 270° , pour stabiliser la lentille dans cette position. D’autres géométries ont une zone supérieure avec une périphérie standard, avec un quart inférieur plus cambré et les zones nasale et temporale comme zones de transition, avec des AEL intermédiaires.

Ces géométries de lentilles sont aussi utiles dans des cas de dégénérescence pellucide marginale, dans lesquelles l’amincissement de la cornée se trouve beaucoup plus bas que pour les cornées à kératocône, provoquant un dégagement excessif sur le bord inférieur de la lentille (Figure 45).

Évaluation de l’adaptation appropriée

Image fluo

L’évaluation de l’image fluo doit être entièrement réalisée avec le filtre cobalt de la lampe à fente, et avec le filtre jaune Wratten #12 pour assurer le meilleur contraste (Figure 46). Le bâtonnet de fluorescéine humidifié doit être mis en contact avec la conjonctive bulbaire pour minimiser la quantité de fluorescéine qui vient en contact avec la face avant de la lentille. Comme la plupart des périphéries des lentilles d’essai ont un dégagement du bord standard, les cônes plus avancés, avec des valeurs d’excentricité plus élevées, auront besoin de périphéries plus plates. Il faut pomper un peu du film lacrymal sous le bord inférieur plus cambré de la lentille, pour évaluer l’image fluo centrale. Il est également important de permettre à la lentille de se mettre en place sur l’œil pendant 5 à 20 minutes, en particulier pour les lentilles à appui scléral, étant donné que la lentille peut fléchir et se rapprocher du profil cornéen après quelque temps.



Figure 46. Filtre Wratten de Boston

Appui en trois points (appui réparti)

Il est généralement admis qu’un contact léger en trois points, au bord du dégagement apical, constitue l’image d’adaptation à obtenir pour la portion centrale de la lentille. La localisation de cet appui dépend de l’emplacement de l’apex du cône. Il sera situé vers le centre, avec un cône en mamelon, alors qu’avec un cône ovale, cette zone sera déplacée vers le bas, ou vers le bas et sur le côté. Les deux autres zones de contact sont habituellement le long du méridien le plus plat, ordinairement le méridien horizontal dans le kératocône, et peut-être le méridien vertical, avec un début de DPM. On peut

obtenir un dégagement périphérique de 0,5 à 0,7 mm de large avec des périphéries plus plates que le standard (Figure 47).

Contact apical

Il est démontré que le contact apical induit par une courbe de base trop plate (ou une flèche trop faible) peut provoquer une atteinte apicale, y compris une spire de fluo et une cicatrice. Les lentilles de grand diamètre doivent être adaptées plates, avec une retenue palpébrale, comme il a été dit précédemment. Utiliser une flèche plus importante pour équiper un cône plus large, sans appui apical marqué. La Figure 48 montre l'impact d'une adaptation plate avec une lésion cornéenne apicale. Il faut éviter ce type d'adaptation.

Dégagement apical

Il faut aussi éviter un dégagement apical excessif. Des bulles peuvent être coincées dans la zone optique, et interférer avec le confort et l'acuité. La mauvaise acuité peut être également due à la flexion de la lentille, qui rend la couche de larmes antérieure torique, ce qui fait que la lentille ne corrige plus l'irrégularité cornéenne provenant de cet astigmatisme résiduel (Figure 49). Avec des lentilles excessivement cambrées, en particulier sur des cornées avec un fort astigmatisme, la courbure cornéenne peut se cambrer, ce qui entraîne un moulage cornéen, et par conséquent une progression myopique.

Dégagement axial du bord idéal

Une fois l'image fluo centrale idéale obtenue, on peut évaluer l'image fluo de périphérie moyenne et de périphérie. Idéalement, la périphérie moyenne devrait être tangente à la périphérie moyenne de la cornée, selon un modèle d'alignement des courbes périphériques sphériques (Figure 50). Si les courbes périphériques sont asphériques, cet alignement est plus évident, avec un peu de fluo diffuse s'estompant vers la périphérie de la lentille (Figure 51). La périphérie de la lentille devrait avoir un dégagement laissant un espace de 100 à 120 microns par rapport à la périphérie cornéenne. Un espace un peu plus important est justifié pour les lentilles de plus grand diamètre avec des courbes périphériques plus plates (c'est à dire avec des dégagements axiaux du bord augmentés), et un espace un peu moins important (c'est à dire avec des dégagements axiaux du bord diminués) est nécessaire pour des lentilles de plus petits diamètres. Ce dégagement idéal est nécessaire pour permettre le mouvement de la lentille, l'échange lacrymal et le rejet des débris de dessous la lentille, en plus de maintenir le centrage de la lentille.

Un anneau de dégagement de 0,7 mm de large est l'idéal, uniformément dans toutes les directions. Si le DZOP et le DT sont suffisamment importants, avec des cônes étendus et peu élevés, le bord inférieur de la lentille doit passer sous la paupière inférieure avec le dégagement périphérique uniforme, sur 360°. Pour réaliser le dégagement idéal, il est nécessaire d'aplatir ou de cambrer le dégagement axial du bord (AEL). Si

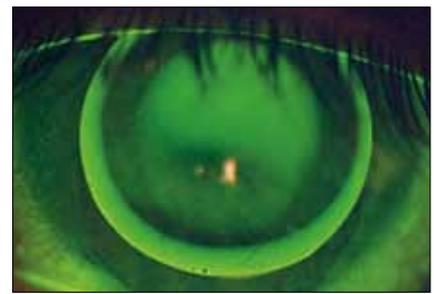


Figure 47. Contact en trois points (appui réparti), fluorescéine



Figure 48. Plat (contact central), fluorescéine

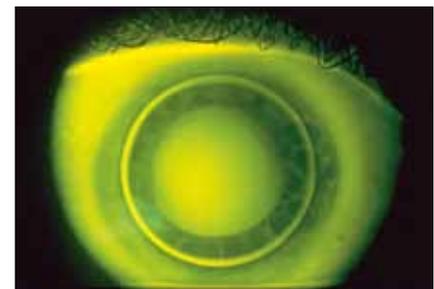


Figure 49. Serré (dégagement apical), fluorescéine

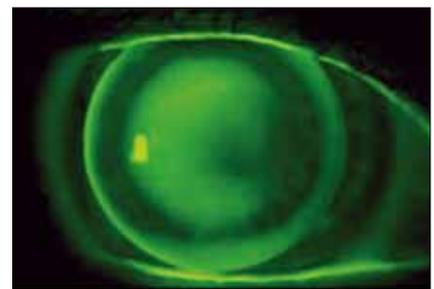


Figure 50. Dégagement du bord périphérique idéal (lentille sphérique)

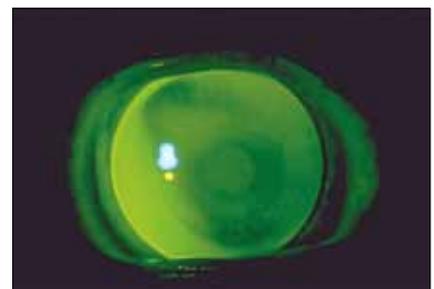


Figure 51. Dégagement du bord périphérique idéal (lentille asphérique)

Une meilleure compréhension de l'excentricité de la cornée et de son augmentation dans les cas de kératocône, ce que vous pouvez voir avec les cartes topographiques, aidera à expliquer les raisons de l'augmentation ou de la réduction du dégagement axial du bord de la lentille, pour assurer le degré de dégagement périphérique idéal.

nécessaire, modifier l'AEL dans un seul secteur de la lentille pour obtenir un espace du bord uniforme.

Espace au bord minimum

Un espace au bord minime, ou l'absence de cet espace, pour n'importe quel diamètre de lentille, est inacceptable. Cela peut entraîner une empreinte sur la cornée, des prises fluo et une réduction ou absence de mouvement. Il en résulte le blocage de larmes qui stagnent, avec des débris, provoquant des œdèmes et des réactions inflammatoires. Des lentilles à faible dégagement du bord, tendent à rester centrées sur l'apex du cône, qui peut être décentré inférieurement et côté temporal ou côté nasal (Figure 52).

Espace au bord excessif

Un espace au bord excessif provoque une irritation et une sensation de corps étranger. Il peut faire poser le bord inférieur de la lentille au-dessus de la paupière inférieure, risquant l'éjection de la lentille lors d'un mouvement latéral extrême de l'œil, ou le déplacement répété de la lentille (Figure 53). La paupière supérieure peut aussi attirer la lentille dans une position fixée à la paupière, ce qui n'est également pas souhaitable, car susceptible de provoquer un aplatissement local sur l'apex du cône déplacé vers le bas.

Centrage de la lentille et mouvement

Idéalement, la lentille devrait être centrée, comme pour toute adaptation intra-palpébrale de lentilles de contact (Figure 54). Le centrage peut être réalisé avec une image fluo idéale et le diamètre de lentille approprié pour s'adapter au diamètre du cône (c'est à dire, des lentilles plus grandes avec des diamètres de cône plus importants). Le mouvement est également nécessaire pour assurer une physiologie cornéenne normale. Le mouvement de la lentille devrait aller de 2,0 mm pour les lentilles de petit diamètre à 0,5 mm pour les lentilles cornéennes de très grand diamètre. Les lentilles scléro-cornéennes et semi-sclérales auront un mouvement très faible, ou pas de mouvement. Les échanges de larmes sous la lentille dépendent de l'action de pompage lacrymal par les paupières sur le dégagement apical. Utiliser la méthode du "push-up" pour s'assurer que la lentille n'a pas de points de contact sur la sclère.

Sur-réfraction

Après avoir optimisé l'adaptation de la lentille d'essai, il faut procéder à une sur-réfraction, avec la lentille en place, pour déterminer la puissance finale de la lentille. L'aide d'un autoréfracteur sera utile, étant donné que la skiascopie sera difficile à cause de "l'effet ciseaux". Du fait de la difficulté potentielle à déterminer la puissance et l'axe du cylindre, procéder d'abord à une sur-réfraction sphérique. S'il est évident que l'astigmatisme résiduel doit être corrigé et qu'il améliore l'acuité, cette sur-réfraction peut être placée sur une paire de lunettes à porter en plus des lentilles de contact (en particulier pour le patient kératoconique presbyte).

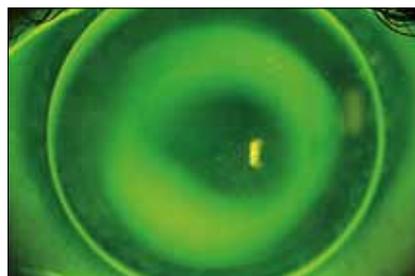


Figure 52. Espace au bord minimal

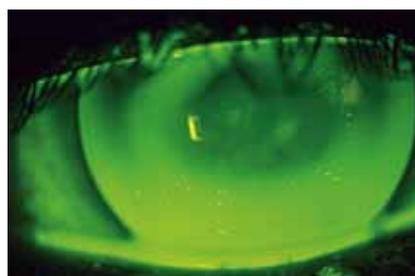


Figure 53. Espace au bord excessif (reposant sur la paupière inférieure)

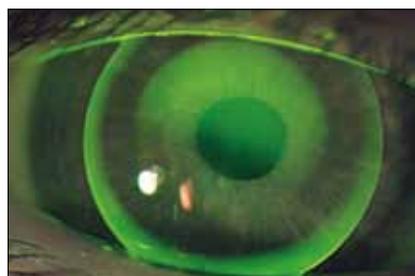


Figure 54. Lentille centrée

Simulations d'images fluo à partir de cartes topographiques

L'utilisation du vidéokératoscope, qui définit plus précisément la forme de la cornée, et du nomogramme d'adaptation, constituent un avantage pour déterminer rapidement le RZOP, le DZOP et le DT. Le programme du topographe vous invite, vous l'adaptateur, à installer votre propre nomogramme d'adaptation dans un module d'adaptation de lentilles de contact pour lentilles de types spécifiques que vous sélectionnez sous "Préférences de l'Adaptateur". Avec quelques compétences, ce nomogramme peut être installé pour des géométries de lentilles multi-courbes kératoconiques, sur tout topographe. L'utilisation du topographe et de ce nomogramme pour prévoir les paramètres initiaux ou définitifs de la lentille renforce leur utilisation future en pratique optométrique. Les topographes proposent également des images fluo simulées qui peuvent être manipulées pour montrer une adaptation centrale serrée, plate ou idéale. Les Figures 55, 56 et 57 présentent quelques exemples (simulations fluo de zones particulières).

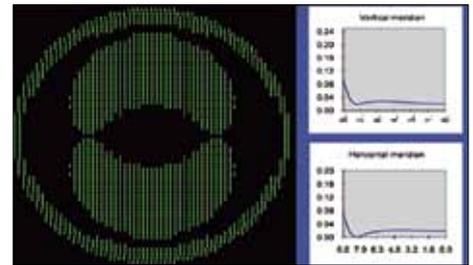


Figure 55. Image fluo simulée idéale

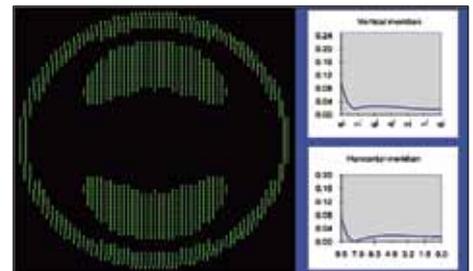


Figure 56. Image fluo simulée trop plate

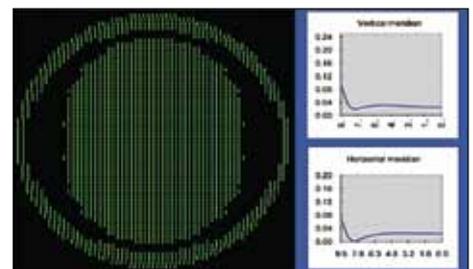


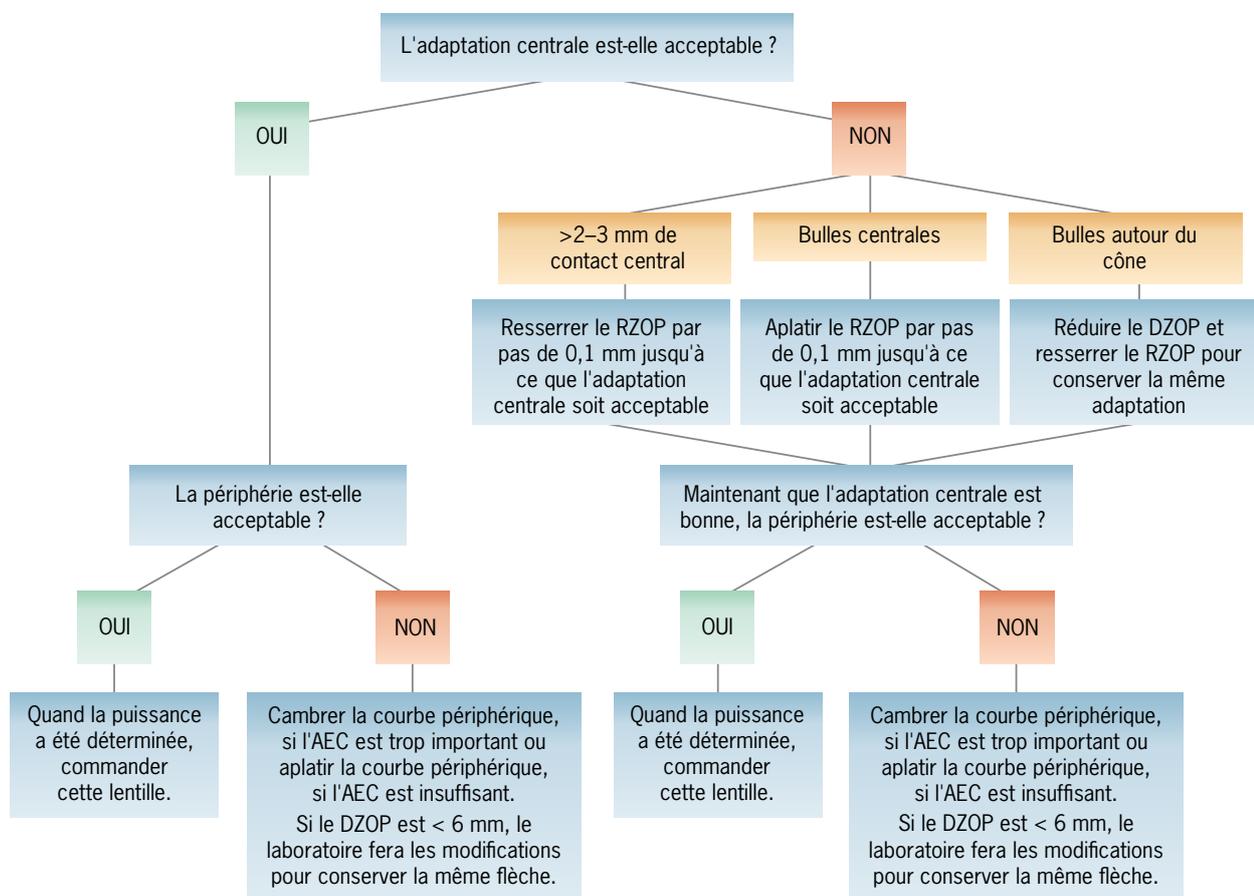
Figure 57. Image fluo simulée trop serrée

7. Stratégies de suivi et de prise en charge

Procédures de suivi et visites de contrôle

Les patients kératoconiques demandent habituellement un suivi plus fréquent et plus de visites de contrôle que les autres porteurs de lentilles de contact. Ils sont également plus fidèles et apprécient vos services. Ils vous adresseront des patients, car ils vous considèrent comme un spécialiste. Des modifications des paramètres des lentilles sont également nécessaires de façon régulière, en particulier pendant les phases de progression.

Après la livraison initiale des lentilles et le rendez-vous d'apprentissage, il faut envisager des visites à une semaine, puis à un, deux et trois mois, suivies de visites tous les trois mois pendant la première année. La fréquence des visites peut ensuite diminuer au cours des années suivantes, selon le rythme de progression de la maladie. Lors de chaque visite à trois mois, il faut mesurer les acuités visuelles (en fort et faible contraste), faire une sur-réfraction, une topographie cornéenne, examiner la surface de la lentille et l'adaptation avec de la fluo et à la lampe à fente, avec et sans lentille. Il faut, à chaque visite, discuter avec le patient de la qualité de sa vision, de son confort, de sensation de corps étrangers et de symptômes de sécheresse oculaire. Il faut porter une attention particulière à l'importance du contact central/apex, qui doit être léger, avec un faible dégagement apical, sans présenter d'appui central évident. Si cette relation lentille/cornée a changé, la lentille devra être réadaptée : soit cambrée avec la même géométrie, ou changée pour une lentille de plus grand diamètre, en particulier si la dimension du cône a augmenté de façon significative. Les organigrammes suivants vous assistent au cours de la procédure d'adaptation, lors de la première visite de suivi.



Le patient doit vous rapporter tout épisode de forte douleur immédiatement, car il peut correspondre à un hydrops nécessitant une prise en charge appropriée et une référence.

Si vous ne pouvez pas être contacté, le patient devra consulter un spécialiste de la cornée. Ces épisodes peuvent résulter d'hydrops cornéens (rupture de la pompe endothéliale s'accompagnant d'un œdème massif et de douleur), et une détection précoce est essentielle à une récupération favorable (Figure 58). Le diagnostic précoce d'un hydrops cornéen peut être traité par l'arrêt du port de lentille et des gouttes hypertoniques comme Muro 128 (B&L) (solution hypertonique de chlorure de sodium, ndt), suivis de la référence à un spécialiste de la cornée. Selon sa guérison et s'il reste des cicatrices cornéennes centrales, une greffe cornéenne transfixiante pourra être envisagée. Le remplacement de lentille, en dehors des changements de paramètres ou de puissance, peut être fait sur une base annuelle, pour éviter dépôts et rayures.



Figure 58. Hydrops cornéen

Complications nécessitant des changements de lentilles

Le tableau suivant établit la liste des observations cliniques qui pourraient nécessiter un rééquipement :

Observations	Signification possible (rééquipement nécessaire)																		
	Aggravation de l'amincissement cornéen	Mauvais bord de lentille	Augmentation des dépôts cornéens	Mouvement excessif de la lentille	Augmentation de la cambrure cornéenne	Périphérie cambrée	Périphérie plate	Augmentation de l'excentricité cornéenne	Lentille plate/adaptation	Dégagement au bord excessif	Astigmatisme irrégulier accru	Aberrations augmentées	Décentrement de la lentille	Diamètre de lentille trop petit	Sécheresse augmentée	Grand DZOP	Petit DZOP	Augmentation des cicatrices cornéennes	Œdème cornéen
Augmentation des cicatrices cornéennes	■				■														
Augmentation du contact central					■														
Réduction du dégagement axial du bord						■		■											
Augmentation du déplacement de la lentille									■	■									
Réduction du mouvement de la lentille													■						
Augmentation des prises fluo 3 h - 9 h														■	■				
Augmentation des prises fluo centrales									■										
Augmentation des bulles centrales																■			
Augmentation des bulles périphériques							■			■									
Diminution de la vision											■	■						■	
Augmentation des reflets													■					■	
Augmentation des halos																			■
Augmentation des fluctuations de vision		■	■										■						
Difficulté pour retirer la lentille					■														
Inconfort ou irritation avec lentille		■						■											

Modification de la géométrie de la lentille

Modification du RZOP

- Quand vous resserrez ou aplatissez le RZOP, assurez-vous d'avoir converti le rayon de millimètres en dioptries, pour adapter la puissance de la lentille de contact à la modification de la couche de larmes.
- Modifiez le RZOP par 0,1 mm, pour vous assurer que vous constatez toute modification significative de l'adaptation.
- Resserrez le RZOP si l'image du contact central est inacceptable, et qu'une atteinte cornéenne apicale est évidente ou possible.
- Aplatissez le RZOP quand des bulles sont présentes et qu'elles ne disparaissent pas au clignement, perturbant la vision, ou quand la lentille est nettement fixée à la cornée.

Modification du DZOP

- Quand vous augmentez ou diminuez le DZOP, assurez-vous que vous compensez la modification de la flèche de la lentille en aplatissant ou resserant, respectivement, le RZOP, pour conserver la même relation d'adaptation. Il n'est alors pas nécessaire de modifier la puissance de la lentille.
- Augmentez le DZOP (et conservez le même RZOP) quand le diamètre du cône s'est élargi, pour améliorer l'alignement avec la topographie. Cette modification augmente la flèche de la lentille.
- Réduisez le DZOP (et conservez le même RZOP) quand il y a des bulles devant la pupille, pour réduire le dégagement autour du cône et améliorer l'alignement à la dimension du cône. Dans ce cas, ajustez la puissance de la lentille, du fait du changement de la flèche et par conséquent du film lacrymal
- Resserer le RZOP nécessite d'augmenter la puissance négative et vice versa.

Modification du DT

- Augmenter ou diminuer le diamètre de la lentille sans modifier le DZOP produit une augmentation ou une diminution du dégagement périphérique, à moins que vous ne demandiez que le dégagement axial au bord (AEL) soit conservé.
- L'augmentation du diamètre de la lentille peut être utile quand :
 - le diamètre du cône a augmenté,
 - la lentille commence à se décentrer,
 - il y a des prises fluo à 3 heures, 9 heures.
- Réduire le diamètre de la lentille, si le bord de la lentille approche du limbe, sans le dépasser, ou pour diminuer le poids de la lentille. Un bord de lentille qui s'appuie sur le limbe peut provoquer une irritation.

Modification de l'AEL

- Ne modifier l'AEL de la lentille que lorsque l'image fluo centrale est idéale et montre une adaptation parfaite. Augmenter ou diminuer l'AEL d'une lentille de petit DZOP modifie sensiblement sa flèche globale, qu'il faut alors adapter.
- Quand on augmente l'AEL pour améliorer l'échange lacrymal à la périphérie de la lentille, le RZOP doit être reserré (habituellement de 0,1 mm), et la puissance doit être modifiée pour ajouter la quantité de puissance négative nécessaire aux lentilles de petits diamètres de zone optique. Si l'AEL est réduit, (c'est à dire si la lentille se positionne trop haut, ou si le bord irrite), l'inverse est vrai.

Modification d'un secteur de l'AEL

- Habituellement, les modifications du secteur inférieur de la lentille ne modifient pas son adaptation. L'ajout d'un prisme ballast pour maintenir ce secteur en position inférieure peut affecter le confort.
- Des périphéries toriques ne modifient pas l'adaptation et peuvent améliorer le confort.

- Penser à une modification d'un secteur en cas de DPM, où le cône déplacé vers le bas fait que le bord inférieur de la lentille provoque une irritation de la paupière inférieure, et si un diamètre ou un DZOP plus important ne permet pas au bord inférieur de la lentille de passer sous la paupière inférieure.

Modification de l'épaisseur au centre

- Penser à augmenter l'épaisseur au centre de la lentille, si sa flexibilité ne résulte pas d'une adaptation trop serrée, mais plutôt d'une lentille trop fine. Habituellement, une modification de 0,02 mm est suffisante pour réduire la flexion de 0,75 D.
- Assurez-vous d'utiliser un matériau de perméabilité à l'oxygène suffisante pour éviter de réduire de façon significative la transmissibilité à l'oxygène.

Modification de la puissance de la lentille

- Quand vous augmentez la puissance négative de la lentille au-delà de 4,00 D, pensez à une correction lenticulaire, ou à augmenter le lenticule.
- Les géométries de lentilles à face avant torique peuvent ne pas donner de résultat, du fait de l'irrégularité de l'astigmatisme.

Ré-adaptation avec une lentille et/ou une géométrie différente

D'un DZOP sphérique à asphérique

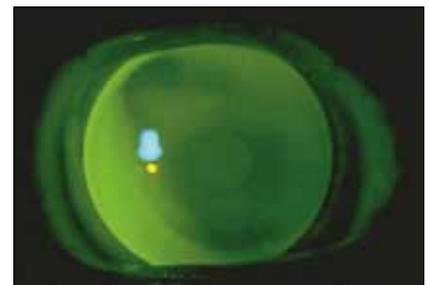
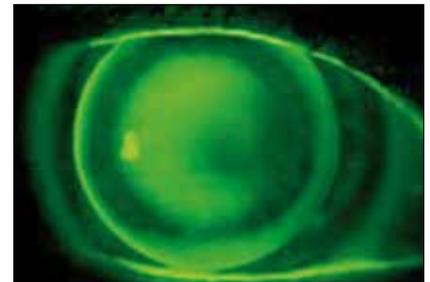
- En ré-adaptant d'une géométrie de zone optique sphérique à une géométrie de zone optique asphérique, modifier le RZOP pour l'aplatir de 0,10 à 0,15 mm.
- Compenser la puissance de la lentille en ajoutant 0,50 à 0,75 D de convexe. L'inverse est vrai, en passant d'une zone optique asphérique à une sphérique (Figures 59a et b).

D'une périphérie sphérique à asphérique

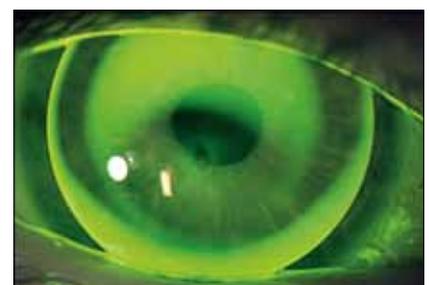
- En passant d'une périphérie multicourbe sphérique à une périphérie asphérique, vous pouvez avoir besoin d'augmenter le dégagement axial du bord. Sans cela, la périphérie asphérique sera trop proche du profil cornéen, et peut nécessiter alors un aplatissement (et vice versa en passant d'une géométrie périphérique asphérique à sphérique) (Figures 60a et b).

D'un DZOP fixe à un DZOP flottant

- En passant d'une géométrie de lentille à DZOP fixe à une géométrie avec DZOP flottant, il peut être nécessaire d'augmenter ou diminuer le DZOP, selon le rayon de la lentille.
- Pour les géométries avec RZOP flottant, les lentilles plus serrées ont des DZOP plus petits.



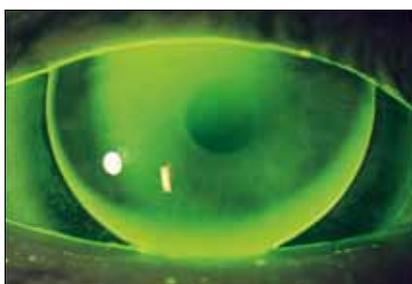
Figures 59a et 59b. D'un centre sphérique à asphérique



Figures 60a et 60b. D'une périphérie sphérique à asphérique



Figures 61a et 61b. De fixe à flottant



Figures 62a et 62b. De cornéen à scléral

- Pour conserver la même relation d'adaptation, il peut être nécessaire de compenser le DZOP en aplatissant ou en resserrant le RZOP pour conserver la même relation d'adaptation (si le DZOP est respectivement plus grand ou plus petit) (Figures 61a et b).

Des lentilles cornéennes aux géométries semi-sclérales

- En réalisant que ce changement de diamètre de lentille a considérablement augmenté la flèche de la lentille, il faudra compenser cette augmentation par un RZOP beaucoup plus plat. La lentille est maintenant adaptée sur la flèche de la cornée, plutôt que sur la courbe de base (K, ndt). Votre image de léger contact en trois points est remplacée par une image fluo de léger dégagement apical sur toute la cornée, tandis que la lentille repose sur la sclère (Figures 62a et b).

8. Complications



Figure 63. Toxicité à une solution d'entretien

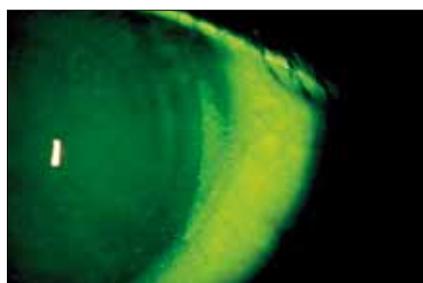


Figure 64. Prises fluo 3 h – 9 h

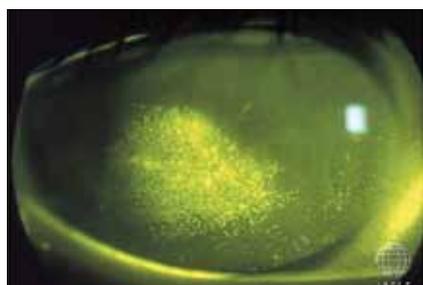


Figure 65. Tache de fluo coalescente

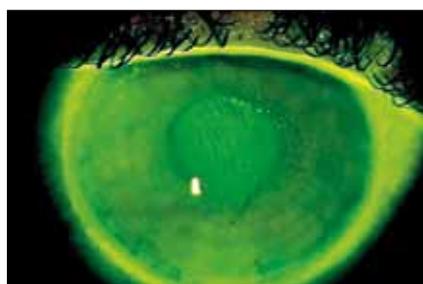


Figure 66. Prise fluo en spirale sur le cône : diamètre trop petit et serré (décentré)

Prises fluo cornéennes

On peut identifier de nombreuses formes de prises fluo cornéennes avec le port de lentilles RPG pour kératocône, y compris :

Prises fluo de toxicité à une solution d'entretien

Les prises fluo de toxicité à une solution sont rares avec les lentilles RPG, mais elles peuvent se produire avec certains agents de conservation, tels que la chlorhexidine, le thimérosal ou, rarement, le polyhexanide et le polyquad. Cette réaction dépend de la concentration de ces composants et peut provoquer une prise fluo diffuse dans la zone sous la lentille (Figure 63). La présence de cette prise de fluo indique que le système d'entretien doit être changé et/ou qu'un rinçage avec une solution saline doit être effectué avant la pose de la lentille. Il faut également avoir à l'esprit que les gouttes lubrifiantes et les larmes artificielles peuvent provoquer cette réaction. Dans ce cas, des larmes artificielles sans conservateur pourront être nécessaires.

Prises fluo 3 heures – 9 heures

Les prises fluo trois heures – neuf heures résultent d'une combinaison de nombreux facteurs liés à l'adaptation de la lentille et à la surface oculaire. Les prises fluo quatre heures – huit heures se rencontrent communément quand la lentille se positionne vers le bas et reste immobile, empêchant un clignement complet (Figure 64). Si la lentille a un bord épais ou un dégagement axial du bord important, la zone adjacente à la périphérie de la lentille séchera et provoquera des prises fluo. Si la lentille est trop petite, la partie exposée de la cornée se déshydratera et présentera des prises fluo, en particulier chez les patients à œil sec. Le patient kératoconique peut avoir l'œil sec, associé à la maladie allergique et à un dysfonctionnement meibomien, qui tous deux contribuent aux prises de fluo périphériques. Pour répondre à cette situation,

- augmenter le diamètre de la lentille
- réaliser un lenticule sur la face avant de la lentille pour réduire l'épaisseur au bord
- s'assurer d'un dégagement au bord approprié et du centrage de la lentille

La bonne hygiène des paupières et la prise en charge de l'œil sec sont également très importants pour permettre des temps de port appropriés.

Prises fluo en tache ou linéaires, dues à l'abrasion ou à un corps étranger

Les taches coalescentes de prise fluo peuvent se rencontrer quand la face arrière de la lentille peut frotter ou irriter la surface cornéenne, d'habitude du fait d'un contact excessif. Associées au blocage de corps étrangers, ces agressions peuvent rompre l'épithélium cornéen (Figure 65). Pour résoudre ce problème, il faut prendre en compte

à la fois la topographie cornéenne et la topographie de la surface postérieure de la lentille. Parmi les solutions, on peut nettoyer la face postérieure de la lentille, adoucir les transitions des courbes périphériques ou essayer une géométrie asphérique.

Prise fluo apicale

La prise de fluo apicale (d'habitude en forme de spirale), se produit quand la lentille est trop plate, avec un contact apical et un mouvement excessif (rotation apicale) (Figure 66). Cette irritation constante peut conduire à une cicatrice (Figure 67). Relâcher la pression de la lentille sur l'apex du cône, aidera dans des cas de ce genre.

Dépression voilée

Une dépression voilée peut être produite par l'impression de bulles d'air sur la surface cornéenne. Elle n'a pas d'effet physiologique à long terme, mais peut être associée à des symptômes d'inconfort. Elle peut perturber la vision, en cas de localisation centrale. Une demi-heure après le retrait de la lentille, les marques des bulles disparaissent de la surface cornéenne. Pour remédier à cette situation, réduire l'aire de dégagement en :

- diminuant l'importance du dégagement apical (si les bulles sont placées sur le cône)
- diminuant le DZOP (si les bulles sont placées autour du cône)
- diminuant le dégagement axial du bord (si elles sont localisées à la périphérie de la lentille) (Figure 68)

Vision

Les lentilles avec des DZOP trop grands en comparaison avec la taille du cône, auront un dégagement apical excessif et pourront aussi avoir des bulles d'air sur et autour du cône, perturbant la performance visuelle. Les lentilles dont le DZOP est trop petit peuvent être décentrées, en plus de produire des reflets et de réduire la performance visuelle. En adaptant le DZOP au diamètre du cône, on peut répondre à ces difficultés visuelles.

Avec un dégagement apical excessif, la lentille fléchira sur la cornée provoquant un flou fluctuant au clignement. La lentille devrait être alignée sur l'apex, et s'il subsiste encore une flexion après avoir ajusté le RZOP, l'épaisseur au centre de la lentille devra être modifiée. Pour permettre une vision adéquate, les lentilles ne doivent pas être adaptées avec un contact excessif (Zadnick (CLEK), Sorbara et col.). Un contact apical minimal permettra la meilleure acuité.

La cornée kératoconique a des niveaux anormalement élevés d'aberrations d'ordre supérieur, en particulier aberration sphérique et coma, qui dégradent la vision. Essayer de corriger certaines aberrations avec une optique asphérique de la face antérieure de la lentille peut apporter un bénéfice à certains patients.

Décentrement de la lentille

Quand une lentille de petit DZOP est associée à un cône large, sa flèche réduite la fait glisser autour et la décentre plus facilement. De la même façon, les lentilles avec des périphéries ouvertes (dégagement au bord important) se décentreront parfois, en étant retenues en haut par la paupière



Figure 67. Cicatrice du cône



Figure 68. Dépression voilée

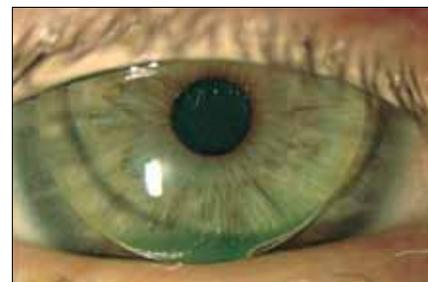


Figure 69. Périphérie trop plate (décentrée)



Figure 70. Périphérie trop serrée (décentrement vers le bas)

supérieure (Figure 69). Cette adaptation lâche affecte la performance visuelle et peut entraîner une mauvaise réponse physiologique. Les lentilles avec de faibles dégagements axiaux du bord et un dégagement apical excessif se décentrent souvent vers le bas, en direction de l'emplacement de l'apex du cône, entraînant un clignement incomplet et un dessèchement (Figure 70).

Marquage cornéen

Une lentille se décentre si elle a une périphérie plate, combinée à une périphérie cornéenne plus plate, ou, d'un autre côté, une périphérie cambrée empêchant le mouvement de la lentille (et, à l'occasion, adhérant à la cornée). L'adhérence de la lentille à la cornée se produit habituellement avec le port pendant la nuit, mais peut aussi se produire en port journalier chez le patient kératoconique, du fait de l'absence d'un film lacrymal adéquat entre la lentille et la cornée. La partie aqueuse du film lacrymal est expulsée et la couche de mucine se comporte comme un adhésif entre la lentille et la cornée. Dans ces cas, l'adaptation de la lentille doit être modifiée et des larmes artificielles devraient être utilisées pendant la journée, pour améliorer la mouillabilité de la lentille et favoriser le mouvement (Figure 71).



Figure 71. Marquage cornéen d'une lentille immobile

9. Références

- Al Mezaine HS, Al Amro SA, Kangave D, et al. Comparison between central corneal thickness measurements by oculus pentacam and ultrasonic pachymetry. *Int Ophthalmol* 2008;28:333–8.
- Aldave AJ, Yellore VS, Salem AK, et al. No VSX1 gene mutations associated with keratoconus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:2820–2.
- Ang M, Mehta JS, Arundhati A, Tan DT. Anterior Lamellar Keratoplasty Over Penetrating Keratoplasty for Optical, Therapeutic, and Tectonic Indications: A Case Series. *Am J Ophthalmol* 2008.
- Auffarth GU, Wang L, Volcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. *J Cataract Refract Surg* 2000;26:222–8.
- Bahar I, Kaiserman I, Srinivasan S, et al. Comparison of three different techniques of corneal transplantation for keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2008;146:905–12.
- Betts AM, Mitchell LG, Zadnik K. Visual performance and comfort with the Rose K lens for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2002;79:493–501.
- Bilgihan K, Ozdek SC, Sari A, Hasanreisoglu B. Microkeratome-assisted lamellar keratoplasty for keratoconus: stromal sandwich. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:1267–72.
- Binder PS, Lindstrom RL, Stulting RD, et al. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2035–8.
- Brancati F, Valente EM, Sarkozy A, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus maps to human chromosome 3p14–q13. *J Med Genet* 2004;41:188–92.
- Brennan NA, Efron N, Carney LG. Critical oxygen requirements to avoid oedema of the central and peripheral cornea. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1987;65:556–64.
- Burger D, Zadnik K. Keratoconus: Contact Lenses for Pre- and Post-Surgery. St. Louis, Missouri. Mosby, 1997;21-52.
- Cheng AC, Rao SK, Lau S, et al. Central corneal thickness measurements by ultrasound, Orbscan II, and Visante OCT after LASIK for myopia. *J Refract Surg* 2008;24:361–5.
- Colin J, Velou S. Current surgical options for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:379–86.
- Crews MJ, Driebe WT, Stern GA. The clinical management of keratoconus: a 6 year retrospective study. *CLAO J* 1994;20:194–7.
- Dao CL, Kok JH, Brinkman CJ, van M. Corneal eccentricity as a tool for the diagnosis of keratoconus. *Cornea* 1994;13:339–44.
- de Brabander, Chateau N, Marin G, et al. Simulated optical performance of custom wavefront soft contact lenses for keratoconus. *Optom Vis Sci* 2003;80:637–43.
- DeNaeyer GW, Breece R. Fitting techniques for a scleral lens design. *Contact Lens Spectrum* 2009;34–7.
- Donshik P, et al. The Use of Computerized Videokeratography as an aid in Fitting Rigid Gas Permeable Contact Lenses. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1996;XCIV:135–45.
- Dupps WJ, Wilson SE. Biomechanics and wound healing in the cornea. *Exp Eye Res* 2006;83:709–20.
- Edrington TB, Barr JT, Zadnik K, et al. Standardized rigid contact lens fitting protocol for keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:369–75.
- Edrington TB, Szczotka LB, Barr JT, et al. Rigid contact lens fitting relationships in keratoconus. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group. *Optom Vis Sci* 1999;76:692–9.
- Edrington TB, Szczotka LB, Begley CG, et al. Repeatability and agreement of two corneal-curvature assessments in keratoconus: keratometry and the first definite apical clearance lens (FDACL). CLEK Study Group. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus. *Cornea* 1998;17:267–77.

- Ertan A, Kamburoglu G. INTACS implantation using a femtosecond laser for management of keratoconus: Comparison of 306 cases in different stages. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1521–6.
- Galin M, Berger R. Atopy and Keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1958;45:904–6.
- Gasset AR, Lobo L. Dura-T semiflexible lenses for keratoconus. *Ann Ophthalmol* 1975;7:1353–7.
- Gemoules G. A novel method of fitting scleral lenses using high resolution optical coherence tomography. *Eye Contact Lens* 2008;34:80–3.
- Giasson CJ, Perreault N, Brazeau D. Oxygen tension beneath piggyback contact lenses and clinical outcomes of users. *CLAO J* 2001;27:144–50.
- Girard LJ, Soper JW. Indications for contact lenses or keratoplasty in keratoconus. *Ophthalmologica* 1965;150:161–6.
- Gonzalez-Meijome JM, Jorge J, de A, Parafita MA. Soft contact lenses for keratoconus: case report. *Eye Contact Lens* 2006;32:143–7.
- Gundel RE, Libassi DP, Zadnik K, et al. Feasibility of fitting contact lenses with apical clearance in keratoconus. *Optom Vis Sci* 1996;73:729–32.
- Haque S, Jones L, Simpson T. Thickness mapping of the cornea and epithelium using optical coherence tomography. *Optom Vis Sci* 2008;85:E963–E976.
- Haque S, Simpson T, Jones L. Corneal and epithelial thickness in keratoconus: a comparison of ultrasonic pachymetry, Orbscan II, and optical coherence tomography. *J Refract Surg* 2006;22:486–93.
- Hom MM. Another perspective on keratoconus contact lens fitting. *J Am Optom Assoc* 1986;57:886–8.
- Hood A. Advanced contact lens fitting: part 3 – hospital contact lens practice. *Optician* 1997;214:16–22.
- Hughes AE, Dash DP, Jackson AJ, et al. Familial keratoconus with cataract: linkage to the long arm of chromosome 15 and exclusion of candidate genes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:5063–6.
- Hutchings H, Ginisty H, Le G, et al. Identification of a new locus for isolated familial keratoconus at 2p24. *J Med Genet* 2005;42:88–94.
- Kaluzny BJ, Fojt W, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography in video-rate and 3D imaging of contact lens wear. *Optom Vis Sci* 2007;84:1104–9.
- Kaluzny BJ, Kaluzny JJ, Szkulmowska A, et al. Spectral optical coherence tomography: a new imaging technique in contact lens practice. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006;26:127–32.
- Karabatsas CH, Cook SD. Topographic analysis in pellucid marginal corneal degeneration and keratoglobus. *Eye* 1996;10 (Pt 4):451–5.
- Kayazawa F, Nishimura K, Kodama Y, et al. Keratoconus with pellucid marginal corneal degeneration. *Arch Ophthalmol* 1984;102:895–6.
- Kenney MC, Chwa M, Atilano SR, et al. Increased levels of catalase and cathepsin V/L2 but decreased TIMP-1 in keratoconus corneas: evidence that oxidative stress plays a role in this disorder. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:823–32.
- Kohlhaas M, Spoerl E, Schilde T, et al. Biomechanical evidence of the distribution of cross-links in corneas treated with riboflavin and ultraviolet A light. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:279–83.
- Kok JH, van M. Piggyback lenses in keratoconus. *Cornea* 1993;12:60–4.
- Korb DR, Finnemore VM, Herman JP. Apical changes and scarring in keratoconus as related to contact lens fitting techniques. *J Am Optom Assoc* 1982;53:199–205.
- Krachmer JH, Feder RS, Belin MW. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. *Surv Ophthalmol* 1984;28:293–322.
- Krachmer JH. Eye rubbing can cause keratoconus. *Cornea* 2004;23:539–40.
- Kymionis G, Portaliou D. Corneal crosslinking with riboflavin and UVA for the treatment of keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1143–4.

- Kymionis GD, Siganos CS, Tsiklis NS, et al. Long-term follow-up of INTACS in keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2007;143:236–44.
- Lawless M, Coster DJ, Phillips AJ, Loane M. Keratoconus: diagnosis and management. *Aust NZ J Ophthalmol* 1989;17:33–60.
- Lee BW, Jurkunas UV, Harissi-Dagher M, et al. Ectatic disorders associated with a claw-shaped pattern on corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;144:154–6.
- Lee LR, Readshaw G, Hirst LW. Keratoconus: the clinical experience of a Brisbane ophthalmologist. *Ophthalmic Epidemiol* 1996;3:119–25.
- Lee R, Ahmed I. Anterior segment optical coherence tomography: Non-contact high resolution imaging of the anterior chamber. *Techniques in Ophthalmology* 2006;4:120–7.
- Leung KK. RGP fitting philosophies for keratoconus. *Clin Exp Optom* 1999;82:230–5.
- Li X, Rabinowitz YS, Tang YG, et al. Two-stage genome-wide linkage scan in keratoconus sib pair families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:3791–5.
- Lim L, Wei RH, Chan WK, Tan DT. Evaluation of keratoconus in Asians: role of Orbscan II and Tomey TMS-2 corneal topography. *Am J Ophthalmol* 2007;143:390–400.
- Lu F, Simpson T, Fonn D, et al. Validity of pachymetric measurements by manipulating the acoustic factor of Orbscan II. *Eye Contact Lens* 2006;32:78–83.
- Mackie IA. Management of keratoconus with hard corneal lenses: The lens lid attachment technique. *Trans Ophthalmol Soc U K* 1977;97:131–5.
- Maguire LJ, Klyce SD, McDonald MB, Kaufman HE. Corneal topography of pellucid marginal degeneration. *Ophthalmology* 1987;94:519–24.
- Mandell RB. Contemporary management of keratoconus. *Int Contact Lens Clin* 1997;24:43–58.
- Mannis MJ, Zadnik K. Contact lens fitting in keratoconus. *CLAO J* 1989;15:282–9.
- Marsack JD, Parker KE, Applegate RA. Performance of wavefront-guided soft lenses in three keratoconus subjects. *Optom Vis Sci* 2008;85:E1172–E1178.
- Matsuda J, Hieda O, Kinoshita S. Comparison of central corneal thickness measurements by Orbscan II and Pentacam after corneal refractive surgery. *Jpn J Ophthalmol* 2008;52:245–9.
- Mazzotta C, Balestrazzi A, Traversi C, et al. Treatment of progressive keratoconus by riboflavin-UVA-induced cross-linking of corneal collagen: ultrastructural analysis by Heidelberg Retinal Tomograph II in vivo confocal microscopy in humans. *Cornea* 2007;26:390–7.
- McMonnies CW. Keratoconus fittings: apical clearance or apical support? *Eye Contact Lens* 2004;30:147–55.
- McMonnies CW. The evidentiary significance of case reports: eye rubbing and keratoconus. *Optom Vis Sci* 2008;85:262–9.
- Moezzi AM, Fonn D, Simpson TL, Sorbara L. Contact lens-induced corneal swelling and surface changes measured with the Orbscan II corneal topographer. *Optom Vis Sci* 2004;81:189–93.
- Nilforoushan MR, Speaker M, Marmor M, et al. Comparative evaluation of refractive surgery candidates with Placido topography, Orbscan II, Pentacam, and wavefront analysis. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:623–31.
- Norman C, Caroline PJ. Step-by-step approach to managing keratoconus patients with RGPs. *Contact Lens Forum* 1986;11:25–31.
- O'Donnell C, Codina CM. A hyper-Dk piggyback contact lens system for keratoconus. *Eye Contact Lens* 2004;30:44–8.
- Owen H, Watters GA. An evaluation of the keratoconic cornea using computerised corneal mapping and ultrasonic measurements of corneal thickness. *Ophthalmic Physiol Opt* 1996;16:115–23.
- Ozkurt YB, Sengor T, Kurna S, et al. Rose K contact lens fitting for keratoconus. *Int Ophthalmol* 2007.

- Paik DC, Wen Q, Braunstein RE, et al. Initial Studies Using Aliphatic Nitro Alcohols for Therapeutic Corneal Cross-linking. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008.
- Parker J, Ko WW, Pavlopoulos G, et al. Videokeratography of keratoconus in monozygotic twins. *J Refract Surg* 1996;12:180–3.
- Paul T, Lim M, Starr CE, et al. Central corneal thickness measured by the Orbscan II system, contact ultrasound pachymetry, and the Artemis 2 system. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1906–12.
- Rabinowitz Y, Dong L, Wistow G. Gene expression profile studies in human keratoconus cornea for NEIBank. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2005;46:1239–46.
- Rabinowitz YS, Garbus JJ, Garbus C, McDonnell PJ. Contact lens selection for keratoconus using a computer-assisted videophotokeratoscope. *CLAO J* 1991;17:88–93.
- Rabinowitz YS, Rasheed K, Yang H, Elashoff J. Accuracy of ultrasonic pachymetry and videokeratography in detecting keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:196–201.
- Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998;42:297–319.
- Raiskup-Wolf F, Spoerl E. Reply: Long-term results of collagen crosslinking with riboflavin and UVA in keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:1617.
- Randleman JB, Woodward M, Lynn MJ, Stulting RD. Risk assessment for ectasia after corneal refractive surgery. *Ophthalmology* 2008;115:37–50.
- Rao SN, Raviv T, Majmudar PA, Epstein RJ. Role of Orbscan II in screening keratoconus suspects before refractive corneal surgery. *Ophthalmology* 2002;109:1642–6.
- Rose P. Improving a keratoconus lens design. *Contact Lens Spectrum* 2005;20:38–42.
- Shapiro MB, France TD. The ocular features of Down's syndrome. *Am J Ophthalmol* 1985;99:659–63.
- Shovlin JP. Primary Eyecare: Contact lens “fits” over problem eyes. Vol. 3. 1984;67–9.
- Sindt CW. Basic scleral lens fitting and design. *Contact Lens Spectrum* 2008;23:32–6.
- Sonmez B, Doan MP, Hamilton DR. Identification of scanning slit-beam topographic parameters important in distinguishing normal from keratoconic corneal morphologic features. *Am J Ophthalmol* 2007;143:401–8.
- Sorbara L, Chong T, Fonn D. Visual acuity, lens flexure, and residual astigmatism of keratoconic eyes as a function of back optic zone radius of rigid lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2000;23:48–52.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part I. design parameters affecting vertical decentration. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:99–104.
- Sorbara L, Fonn D, Holden BA, Wong R. Centrally fitted versus upper lid-attached rigid gas permeable lenses: part II. a comparison of the clinical performance. *Int Cont Lens Clin* 1996;23:121–7.
- Sorbara L, Luong J. Contact lens fitting guidelines for the keratoconic patient using videokeratographic data. *Practical Optometry* 1999;10:238–43.
- Sridhar MS, Mahesh S, Bansal AK, et al. Pellucid marginal corneal degeneration. *Ophthalmology* 2004;111:1102–7.
- Steele C. Contact lens fitting today – fitting for the irregular cornea. *Optometry Today(UK)* 2005;45:32–9.
- Szczotka LB, Thomas J. Comparison of axial and instantaneous videokeratographic data in keratoconus and utility in contact lens curvature prediction. *CLAO J* 1998;24:22–8.
- Tabbara KE, Kotb AA. Risk factors for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology* 2006;113:1618–22.
- Tan BU, Purcell TL, Torres LE, Schanzlin DJ. New surgical approaches to the management of keratoconus and post-LASIK ectasia. *Trans Am Ophthalmol Soc* 2006;104:212–20.
- Tang M, Shekhar R, Miranda D, Huang D. Characteristics of keratoconus and pellucid marginal degeneration in mean curvature maps. *Am J Ophthalmol* 2005;140:993–1001.
- Teng C. Electron microscope study of the pathology of Keratoconus: Part 1. *Am J Ophthalmol* 1963;55:18–47.

- Trimarchi F, Poppi E, Klersy C. [Deep lamellar keratoplasty]. *J Fr Ophthalmol* 2002;25:718–21.
- Tsubota K, Mashima Y, Murata H, Yamada M. A piggyback contact lens for the correction of irregular astigmatism in keratoconus. *Ophthalmology* 1994;101:134–9.
- Tyynismaa H, Sistonen P, Tuupanen S, et al. A locus for autosomal dominant keratoconus: linkage to 16q22.3–q23.1 in Finnish families. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3160–4.
- Visser ES, Visser R, van Lier HJJ, Otten HM. Modern scleral lenses, Part I: Clinical features. *Eye Contact Lens* 2007;33:13–20.
- Visser ES. Advanced contact lens fitting: part 5 – the scleral contact lens – clinical indications. *Optician* 1997;214:15–20.
- Wang Y, Rabinowitz YS, Rotter JL, Yang H. Genetic epidemiological study of keratoconus: evidence for major gene determination. *Am J Med Genet* 2000;93:403–9.
- Ward MA, Artunduaga G, Thompson KP, et al. Phototherapeutic keratectomy for the treatment of nodular subepithelial corneal scars in patients with keratoconus who are contact lens intolerant. *CLAO J* 1995;21:130–2.
- Wasserman D, Itzkowitz J, Kamenar T, Asbell P. Corneal topographic data: its use in fitting aspheric contact lenses. *CLAO J* 1992;18:83–5.
- Wei RH, Lim L, Chan WK, Tan DT. Evaluation of Orbscan II corneal topography in individuals with myopia. *Ophthalmology* 2006;113:177–83.
- Winkler T. Corneo-scleral rigid gas permeable contact lens prescribed following penetrating keratoplasty. *Int Cont Lens Clin* 1998;25:86–8.
- Wollensak G, Sporn E, Reber F, et al. Corneal endothelial cytotoxicity of riboflavin/UVA treatment in vitro. *Ophthalmic Res* 2003;35:324–8.
- Wollensak G. Crosslinking treatment of progressive keratoconus: new hope. *Curr Opin Ophthalmol* 2006;17:356–60.
- Woodward E. The role of rigid contact lenses in the management of keratoconus. *J Brit Contact Lens Assoc* 1991;14:211–7.
- Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, et al. Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998;39:2537–46.
- Zadnik K, Barr JT, Steger-May K, et al. Comparison of flat and steep rigid contact lens fitting methods in keratoconus. *Optom Vis Sci* 2005;82:1014–21.
- Zadnik K, Mutti DO. Contact lens fitting relation and visual acuity in keratoconus. *Am J Optom Physiol Opt* 1987;64:698–702.
- Zadnik K. Meet the challenge of fitting the irregular cornea. *Rev Optom* 1994;131:77–83.

Étiologie et Génétique

La relation exacte entre la cause et l'effet est encore inconnue. De nombreux facteurs ont été associés au kératocône, parmi lesquels :

- se frotter les yeux
- le port de lentilles de contact
- la maladie allergique et/ou atopie
- la trisomie 21
- des troubles du tissu conjonctif
- la famille

Rabinowitz (1998) a trouvé que la majorité des patients kératoconiques se frottaient les yeux : 80 % comparés à 58 % dans la population normale. La même étude a rapporté que 44 % de la population kératoconique et 36 % de la population normale avaient des allergies. De même, 15 % de la population kératoconique et 12 % de la normale avaient des problèmes de mobilité des articulations. Dix pour cent de la population kératoconique avaient une histoire familiale de kératocône (un ou plusieurs membres de la famille), comparé à 0,5 % dans la population normale.

Neuf chromosomes différents sont considérés comme associés au kératocône, et de nombreuses variables peuvent indiquer une cause génétique, y compris :

- bilatéralité (96 % des cas)
- images cornéennes topographiques (visualisées avec la vidéokératoscopie)
- histoire familiale (10 à 23 % mentionnés)
- agrégation familiale
- études sur des jumeaux - la concordance chez des jumeaux monozygotes devrait aller avec un génome égal
- analyse de ségrégation (le rapport = proportion d'individus dans un groupe de frères ou sœurs qui en moyenne exprimeront la maladie)
- études de liaisons génétiques et d'expression des gènes

Le gène de la lysyle oxidase (LOX) joue un rôle dans le crosslinking du collagène, et, après mutation, peut intervenir dans le kératocône. Une étude d'expression d'un gène a conduit à la découverte de l'inhibition de l'aquaporine-5 (un gène de transport de l'eau intervenant dans la cicatrisation) dans l'épithélium de la cornée de patients kératoconiques. Ce fut le premier défaut moléculaire jamais identifié pour le kératocône.

D'autre part, certaines études montrent que des facteurs environnementaux peuvent être responsables du développement de cette maladie.

Kenney et col. (IOVS 2005) ont montré que le stress oxydatif sur la cornée produisait un amincissement de la cornée, dans cette maladie. Ce stress provoque une augmentation de l'apoptose et une instabilité mécanique. L'activation d'enzymes de dégradation entraîne également une régulation anormale de la cicatrisation, produisant une inflammation excessive et un brouillard dans le stroma. On retrouve une autre preuve de cette voie dans des études d'ectasie post-LASIK par Dupps, Randleman, Binder et Rabinowitz et Tabbara, études montrant que la chirurgie elle-même était source de stress oxydatif de la cornée, provoquant l'accumulation d'enzymes antioxydants anormaux, comme le superoxyde, le peroxyde, et l'oxyde nitrique, conduisant à un fonctionnement cellulaire anormal et à un amincissement de la cornée.

Il existe aussi une controverse pour savoir si l'étiologie du kératocône relève d'un défaut de la couche épithéliale (ectodermique) ou stromale (mésenchymateuse ou du collagène) de la cornée. Que le défaut soit localisé dans l'épithélium basal d'abord, suivi de défauts dans le stroma, ou vice versa, il apparaît que finalement les deux couches sont affectées.

Il semble plus probable que de multiples gènes contribuent au kératocône, tous liés dans un ensemble final commun et qu'ils déclenchent la maladie quand ils se combinent à d'autres facteurs mécaniques.

Correction chirurgicale du Kératocône

Grefe transfixiante (de toute l'épaisseur de la cornée)

C'est la chirurgie la plus souvent réalisée pour 26 % des patients avec kératocône. Le taux de succès est de 80 à 90 %. La technique demande de retirer un bouton de 8 mm (toutes les couches de la cornée) de l'hôte, et un bouton de 8,25 mm du donneur. L'opération est réalisée en utilisant une technique de sutures doubles, comprenant 4 à 8 sutures arrêtées (Figure 1). Après une période de six semaines à six mois, le patient est équipé de lentilles de contact pour corriger l'astigmatisme régulier normalement induit par cette méthode. Le taux de rejet de la greffe est de 18 %, dû essentiellement à la néovascularisation de la cornée de l'hôte, avant la chirurgie (Figure 2).

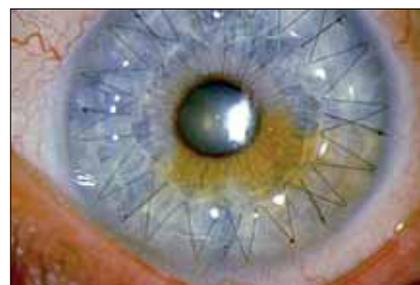


Figure 1. Kératoplastie transfixiante avec sutures



Figure 2. Néovascularisation et kératocône

Kératoplastie lamellaire (d'une partie de l'épaisseur de la cornée)

Kératoplastie lamellaire profonde

Dans cette technique, on enlève plus de 90 % de l'épithélium et du stroma cornéen de l'hôte (dissection lamellaire), qu'on remplace par l'épaisseur totale de la cornée du donneur, la membrane de Descemet étant enlevée. Dans cette chirurgie, il n'y a pas de perte de cellules endothéliales, et par conséquent, pas de rejet endothélial. Elle conserve également l'intégrité structurale, réduit l'astigmatisme et permet le retrait plus précoce des sutures. Malheureusement, la cornée plus épaisse provoque un renflement postérieur et un brouillard dans l'interface, qui entraîne une acuité corrigée réduite.

Kératoplastie lamellaire antérieure

L'objectif de cette chirurgie est de restaurer une épaisseur cornéenne normale. La cornée "hôte" est réduite à 200 microns et celle du donneur à 400 microns, et on réalise la même procédure que pour la kératoplastie lamellaire profonde. Dans des séries de cas publiés, les résultats sont meilleurs qu'avec la kératoplastie lamellaire profonde, et les auteurs pensent que cette technique peut être une alternative raisonnable à la kératoplastie transfixiante dans certains cas (Tan et al, 2006).

Kératoplastie intra-lamellaire

Avec un microkératome, on découpe un volet de 9 mm de la cornée de l'hôte, et on découpe au trépan un bouton de 7,0 à 7,5 mm dans la cornée du donneur. Le bouton du donneur est suturé sur le lit stromal de l'hôte. Cette chirurgie est décrite comme un insert de tissu intra-lamellaire. Après six mois, on effectue une PRK ou un LASIK, pour corriger l'astigmatisme résiduel.

Une autre méthode utilise la création d'une poche lamellaire de 10 mm dans la cornée "hôte", avec un Laser Intralase®. Un bouton "donneur" de 9 mm et 200 à 300 microns est inséré dans la poche stromale. Malheureusement, cette technique provoque la formation de débris dans l'interface, un œdème modéré et une augmentation de l'épaisseur cornéenne de 100 à 200 microns.

INTACS®

Les inserts INTACS® sont des arcs taillés au tour de précision, en polyméthylméthacrylate (PMMA) (Figure 3), de 150 degrés. Un Laser Intralase® est utilisé pour creuser des canaux dans lesquels les INTACS® sont insérés.

L'arc inférieur est plus épais (0,45 mm de diamètre et 8,1 mm de rayon), provoquant un "relèvement", et l'arc supérieur est plus fin (0,25 mm de diamètre et 6,8 mm de rayon), provoquant un aplatissement cornéen.

Les INTACS® donnent de meilleurs résultats pour :

- les cônes débutants à modérés, déplacés vers le bas (comme dans la dégénérescence pellucide marginale)
- des valeurs de kératométrie < 54,00 D (6,25 mm), avec un équivalent sphérique < - 5,00 D
- si une incision est placée dans le méridien réfractif le plus cambré
- s'il y a très peu de cicatrices dans l'axe visuel

On peut les retirer et les échanger, la technique est moins invasive et la valeur d'aplatissement cornéen attendue peut améliorer l'acuité visuelle non-correctée. L'inconvénient c'est que si les inserts sont laissés en place, la déformation cornéenne résiduelle et/ou l'erreur réfractive non-correctée rendent l'adaptation de lentilles de contact plus difficile.

Agents de crosslinking

Il existe à présent une technique impliquant le "crosslinking" du collagène cornéen, avec une solution de phosphate de riboflavine à 0,1 % et de dextran T-500 à 20 %. Cette technique est utilisée pour le traitement de kératocône progressif. Elle a pour objectif d'augmenter la rigidité ou la résistance mécanique du collagène stromal de la cornée, par la photo-polymérisation des fibres stromales par une substance photo-sensibilisante (C3-R®) et un éclairage UV-A. Le traitement est utilisé pour des patients avec kératocône débutant à modéré (une épaisseur cornéenne minimum de 400 microns), en chirurgie ambulatoire, avec anesthésie locale. Elle dure environ une heure.

On enlève l'épithélium cornéen sur une zone de 9 mm de diamètre, puis on instille la solution de riboflavine 5 minutes avant l'exposition aux UV-A, puis toutes les 5 minutes, jusqu'à 30 minutes. La cornée (sur une zone de 7 mm) est alors exposée aux UV-A pendant 30 minutes. Après le traitement, on applique un antibiotique et une lentille de contact pansement pour protéger la surface cornéenne, jusqu'à cicatrisation complète de l'épithélium.

Bien que ce soit un traitement définitif, on a remarqué que l'effet de renforcement peut régresser, un nouveau traitement devenant nécessaire. La majorité des études ont été réalisées sur des yeux de porcs ou de lapins, et elles montrent que l'effet de crosslinking n'est pas distribué de façon homogène dans l'épaisseur de la cornée et que l'effet de raidissement est concentré dans les 200 à 300 microns antérieurs de la cornée, du fait de la forte absorption de la lumière UV par ces couches antérieures. Les résultats à long terme chez l'homme sont prometteurs, bien que, sur 50 à 60 % des sujets traités qui ont eu une amélioration de l'acuité visuelle corrigée de plus d'une ligne, 20 à 29 % seulement conservent ce niveau de vision sur une période de trois ans. L'utilisation du microscope confocal a montré qu'il faut trois à six mois pour que l'œdème stromal disparaisse et pour que les kératocytes du stroma se reforment. Le stroma cornéen profond, sous 350 microns, semble ne pas être affecté par le traitement, et la densité et la morphologie endothéliales sont inchangées. Les cornées animales de moins de 400 microns d'épaisseur ont montré une cytotoxicité avec la combinaison des UV-A et de l'agent de crosslinking, ce qui indique que les cornées fines ne pourraient pas bénéficier de ce traitement.



Figure 3. INTACS, lumière blanche

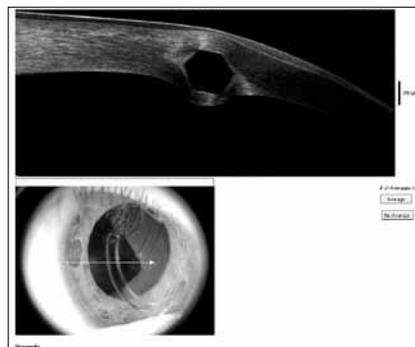


Figure 4. Image RTVue (OCT) de la coupe d'un INTACS

Détection du Kératocône avec l'Orbscan II

L'Orbscan II est un instrument qui utilise des techniques photographiques de scan en fente, pour détecter les surfaces cornéennes antérieures et postérieures avec des calculs mathématiques utilisant la triangulation de la lumière. Il choisit une sphère d'un rayon donné qui correspond au mieux à la surface cornéenne dans la périphérie moyenne (élévation zéro) et relie l'élévation cornéenne comme se situant au-dessus ou en dessous de cette sphère de meilleur suivi cornéen, ou de meilleure conformation (BFS) en microns ou millimètres (Figure 1). Par rapport à la BFS, ces cartes d'élévation sont interprétées en utilisant les indices suivants ainsi que d'autres présentés comme catégorisant les éléments cornéens, pour déterminer s'ils sont ou non dans la normale :

- Point de pachymétrie le plus fin <470 microns
- Différence dans la pachymétrie centrale de 7 mm et le point minimum > 100 microns
- Point de pachymétrie le plus fin en dehors d'un rayon de 2,5 mm du centre de la carte
- Puissance kératométrique moyenne maximum (dans une zone centrale de 7 mm) > 45,50 D (7,42 mm)
- "Nœud papillon" cassé/irrégulier/asymétrique sur la carte tangentielle antérieure
- Différence de puissance axiale antérieure dans la zone centrale de 3 mm >3,00 D
- Rayon de la sphère postérieure de meilleure conformation (BFS) $\geq 55,00$ D (6,14 mm)
- Élévation postérieure maximale de la zone centrale de 5 mm > 50 microns
- Asymétrie tordue/déformée sur les cartes d'élévation antérieure et postérieure
- La position de l'élévation antérieure maximum correspond (+/-1 mm) à la position de l'élévation postérieure maximum ou à la position du rayon tangent antérieur maximum ou à la position du point pachymétrique minimum.
- Position inféro-temporale du point élevé d'élévation antérieure et postérieure.
- Rapport entre le rayon de la BFS antérieure (en mm) et le rayon de la BFS postérieure (en mm) >1,2

Des études ont montré que le meilleur indicateur de kératocône naissant est une élévation postérieure de la cornée centrale de plus de 40 à 50 microns.



Figure 1. Orbscan II, carte d'élévation avec la sphère de meilleure conformation (BFS)

Adaptation des lentilles semi- et mini-sclérales

L'adaptation des lentilles de grand diamètre, de 14,5 à 18,2 mm, est mieux réalisée en utilisant la mesure de la flèche cornéenne. L'OCT Visante utilise une tomographie de domaine spectral pour figurer le segment antérieur de l'œil, permettant au clinicien de se servir du compas d'épaisseur fourni par le logiciel pour mesurer manuellement la profondeur sagittale cornéenne pour n'importe quelle corde. Les dernières modifications des topographes cornéens actuels permettent aussi de mesurer la flèche cornéenne. Cette mesure aide à la sélection de la première lentille d'essai, en particulier pour le patient présentant un kératocône avancé (ou le patient post-chirurgical). Le MSD lens identifie ses lentilles par la mesure de la flèche, facilitant l'adéquation de la lentille d'essai avec la flèche cornéenne. Pour les autres lentilles dont la flèche n'est pas indiquée, la profondeur sagittale peut être calculée manuellement pour un diamètre de lentille donné, avec la valeur d'excentricité et le rayon central (formule indiquée précédemment), un nomogramme d'adaptation basé sur les lectures du K central, ou l'astigmatisme cornéen étant fourni. En contrôlant l'adaptation de ces lentilles, rappelez-vous d'insérer la fluorescéine dans le creux de la lentille, qui sera rempli soit avec une solution saline, soit avec des gouttes de larmes artificielles sans conservateur, avant l'insertion.

Adaptation de la profondeur sagittale centrale

Quand la profondeur sagittale de la lentille de contact est inférieure à celle de la cornée, l'adaptation de la lentille est plate (Figure 1). Des lentilles adaptées excessivement plates, avec un dégagement périphérique important au-dessus de la jonction scléro-limbique, provoqueront des bulles dans cette zone, comme le montre la Figure 2. Une profondeur sagittale beaucoup plus importante que celle de la cornée produira un dégagement cornéen excessif, avec le plus souvent une grosse bulle au centre, comme sur la Figure 3. La réduction de la profondeur sagittale de la lentille de contact fera disparaître cette bulle centrale. L'adéquation entre la flèche cornéenne et la flèche de la lentille donnera un alignement légèrement serré sur la cornée (Figure 4).

Adaptation de la périphérie moyenne ou de la zone limbique

Il doit y avoir un dégagement au-dessus de la périphérie moyenne de la lentille, zone où la lentille passe sur l'aire limbique, comme on le voit à la fluorescéine. Tout contact de la lentille dans cette région provoquera des abrasions et un inconfort, et d'un autre côté, un dégagement excessif

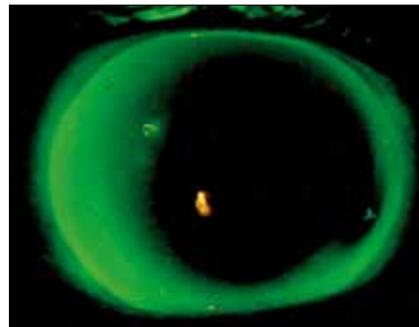


Figure 1. Lentille plate

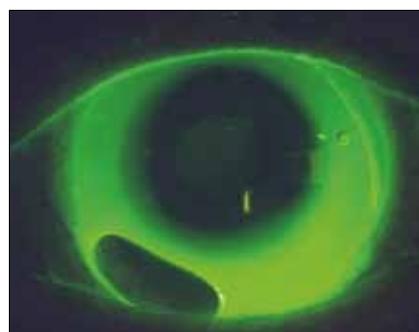


Figure 2. Lentille plate avec bulle périphérique



Figure 3. Lentille serrée, avec bulle centrale

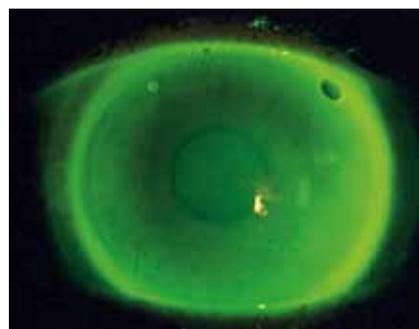


Figure 4. Adaptation idéale

provoquera des bulles susceptibles de provoquer un dessèchement de la cornée. Il faut aplatir la périphérie moyenne de la lentille (quand il y a un contact trop important), ou resserrer (quand il y a des bulles) selon le cas. Le diamètre de la lentille peut aussi être augmenté (en cas de contact excessif) ou diminué (quand il y a des bulles), si plusieurs diamètres sont disponibles.

Zone d'adaptation sclérale

La zone sclérale de la lentille doit être alignée avec la conjonctive bulbaire, sans pression ni dégagement excessifs, pour optimiser le confort et faciliter le retrait de la lentille (même avec une ventouse, par exemple le DVM).

Quand la zone sclérale est trop cambrée et qu'elle presse sur la conjonctive, les vaisseaux sanguins conjonctivaux blanchiront à la jonction bord de lentille/conjonctive. Il peut y avoir un gonflement entre le limbe et le bord de la lentille qu'on observe bien après le retrait de la lentille. Dans ce cas, il faut des périphéries plus plates, tout en évitant une périphérie trop plate. Des périphéries trop plates provoqueront un inconfort et peut-être même un déplacement de la lentille, ce qu'il faut éviter.

Exemples d'Adaptation

Exemple d'adaptation : cône centré ou en mamelon (stade débutant)

Le patient SP, âgé de 17 ans, se présente, se plaignant d'une mauvaise vision, en particulier la nuit, malgré un récent changement de prescription de lunettes. Ce patient a des allergies et utilise, à l'occasion, des gouttes pour des symptômes d'œil sec. L'histoire de cas (oculaire, personnelle et familiale) est négative, et il ne prend pas d'autre traitement.

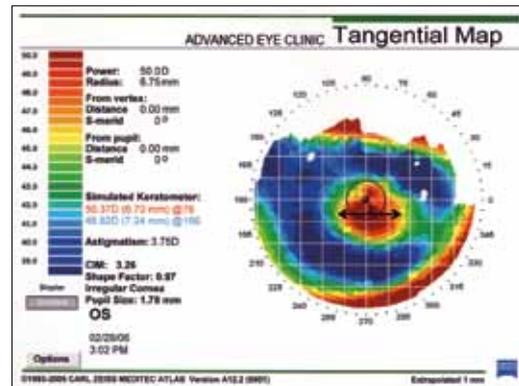


Figure 1: Topographie cornéenne

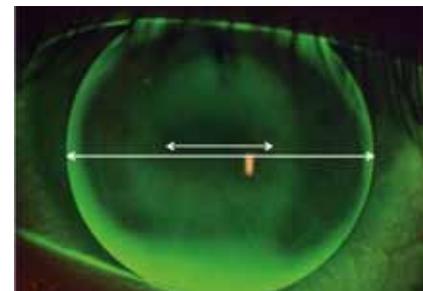


Figure 2: Image fluo

Caractéristiques oculaires

HVID (diamètre horizontal visible de l'iris) : 11 mm, PA (ouverture palpébrale) = 10 mm, PS (taille de la pupille en conditions photopiques) = 1,78 mm

Tear break-up time (TBUT) : 9 sec. (ODG)

Skiascopie : Reflet skiascopique irrégulier ("en ciseaux") avec des points limites difficiles à déterminer, du fait d'astigmatisme non-orthogonal ou irrégulier et de changements d'axes de direct à oblique, ainsi que de puissances, déjà notés lors de la visite précédente.

Acuités visuelles : Corrigées, jusqu'à 6/7,5⁻² (8/10⁻²)

Biomicroscopie : Cornée, conjonctive, paupières et cils :

Signes	Présent	Absent
Signe de Munson		■
Anneau de Fleisher	■	
Stries de Vogt		■
Lignes fibrillaires subépithéliales	■	
Nerfs cornéens apparents	■	
Cicatrices cornéennes		■
Amincissement cornéen	■	
Néovascularisation		■
Hyperémie conjonctivale	■	
Prise fluo cornéenne, centrale		■
Prise fluo cornéenne, périphérique		■
Blépharite	■	
Dysfonction des glandes de Meibomius	■	

Topographie cornéenne :

Valeurs de K simulées (D, mm)	46,62 (7,24) @166 / 50,37 (6,7) @076
Astigmatisme cornéen (D)	-3,75 x 166
Valeur moyenne de K	48,50 (6,96)
Méridien le plus cambré	50,00
Diamètre du cône le plus cambré (mm)	2
Diamètre du cône total (mm)	4,5
Valeurs de Q, e et p*	0,97, 0,98, 0,03

*Q (asphéricité) = e², e = excentricité, p (facteur de forme) = 1-Q

Phases de l'adaptation

Phase 1 : Détermination de zone optique postérieure/ diamètre total (DZOP/DT)

Ce patient présente un cône centré à un stade débutant ou "en mamelon". Quand ce cône progressera (se cambrera), le diamètre du cône diminuera. Les lentilles d'essai avec un DZOP de type flottant conviendront à ce patient, étant donné que les DZOP sont petits et en relation avec le RZOP. Cependant, on peut adapter toute lentille d'essai avec un plus petit DZOP. Ajuster le DZOP au diamètre du cône permettra une meilleure adéquation entre la flèche cornéenne et la flèche de la lentille au-dessus de la corde de la zone optique.

Type de cône	Diamètres du cône	Valeurs du DZOP	Diamètres des lentilles
Cône centré : modéré	4,0 à 5,0 mm	7,4 à 8,1 mm	9,4 à 9,6 mm

Pour l'essai, nous avons choisi la lentille suivante (Voir Tableau 2, page 13).

Type de cône	Diamètres du cône	Valeurs du DZOP	Diamètres des lentilles
Cône centré : modéré	4,0 mm	5,5 mm	9,4 mm

Phase 2 : Détermination du rayon de la zone optique postérieure (RZOP)

On détermine le rayon de la zone optique postérieure en prenant en compte deux paramètres : d'abord la valeur de l'astigmatisme cornéen (Tableau A) et deuxièmement la dimension du DZOP (Tableau B).

Pour convertir les millimètres (mm) en dioptries (D), utiliser la formule suivante : $\frac{337,5}{\text{mm or D}} = D \text{ or mm}$
(Voir Annexe F : Table de conversion des mesures kératométriques)

Tableau A : Astigmatisme cornéen

ΔK (D)	RZOP (D) (DT : 9,4)
-0,25D à -3,75D	K le plus plat (D) - 0,609 x (ΔK)
-4,00D à -7,50D	K le plus plat (D) - 0,491 x (ΔK)*
-7,75D à -16,75D	K le plus plat (D) - 0,354 x (ΔK)

* K moyen pour DZOP de 7,4 mm

Tableau B : Dimension du DZOP

DZOP flottant	RZOP (mm)
3,0–3,7 mm	K moyen (mm) – 0,4 mm
3,8–4,9 mm	K moyen (mm) – 0,35 mm
5,0–6,1 mm	K moyen (mm) – 0,3 mm
6,2–7,3 mm	K moyen (mm) – 0,2 mm
7,4–8,0 mm	K moyen (mm)
DZOP > 8,1	K moyen (mm) + 0,2 mm

Pour cette géométrie de lentille et un DT de 9,4 TD avec un DZOP de 7,4, et avec une zone centrale de la lentille sphérique, le RZOP initial sera calculé ainsi :

ΔK (D)	RZOP (D) (DT 9,4/DZOP 7,4)
-3,75 D	K moyen = 48,50 D (6,96 mm)

Phase 3: Choix d'une lentille d'essai

Voir Tableau 2, page 13, pour un exemple de paramètres de lentilles d'essai, quand le diamètre de la zone optique postérieure (DZOP) varie, non seulement avec le diamètre total de la lentille (DT), mais avec le rayon de la zone optique postérieure (RZOP). Quand le RZOP se cambre, le DZOP diminue. La lentille choisie a un plus petit DZOP (5,5 au lieu de 7,4) et il faut donc modifier le RZOP (6,96 – 0,3 mm = 6,66 mm). Voir Tableau B.

RZOP	DZOP	AEL* périphérique	Puissance
6,66	5,50	"Standard"	-6,00 D

* AEL = dégagement axial au bord

Phase 4 : Évaluation de l'adaptation de la lentille

L'adaptation de la lentille est évaluée pour son centrage et son mouvement au clignement. L'image fluo est examinée en utilisant à la fois le bleu cobalt et le filtre Wratten #12 jaune. Voir la carte, page 27. Dans ce cas, l'adaptation centrale est acceptable, mais l'adaptation périphérique est trop serrée. Ceci est dû à la forte valeur d'excentricité de cette cornée et l'AEL de la lentille n'offre pas un dégagement axial du bord suffisant sur l'œil.

	Initial	Modifié
RZOP	6,66	Pas de changement
DZOP	5,50	Pas de changement
DT	9,40	Pas de changement
Périphérie	(AEL) "Standard"	Plat #2

Phase 5: Sur-réfraction/détermination de la puissance

Réaliser une sur-réfraction sur la lentille de contact pour déterminer la puissance de la lentille. L'emploi d'un autoréfracteur peut être utile dans ce cas, car il y a habituellement un peu d'astigmatisme résiduel qu'il est difficile de déterminer avec votre skiascope. L'autoréfracteur fournira un assez bon point de départ pour votre sur-réfraction subjective. On détermine la meilleure sphère,

et on fait la correction nécessaire en fonction du vertex (distance verre/œil) si $> -4,00$ D, puis cette sphère est ajoutée à la puissance de la lentille. Les géométries toriques ne sont pas utilisées pour corriger l'astigmatisme résiduel, du fait de son irrégularité. On mesure les acuités en fort contraste.

Puissance de la lentille de contact	-6,00D
Sur-réfraction (sphéro-cyl) (autoréfraction)	-4,00/-1,25 x 152°
Meilleure sphère	-5,00
Meilleure sphère corrigée pour le vertex/acuité	-4,75 D 6/6 HCVA*
Puissance finale de la lentille	-10,75 D

*10/10, HCVA = acuité visuelle en fort contraste

Phase 6 : Commande de la lentille finale

La commande de la lentille finale comprendra :

Géométrie finale de la lentille : rigide perméable aux gaz <input type="checkbox"/> sphérique <input type="checkbox"/> asphérique <input type="checkbox"/> multicourbe								
Laboratoire :				Nom de la lentille :				
	RZOP	R. 2ème courbe/ Largeur	R. Courbe périph./ Largeur	Diamètre	DZOP	Puissance	Épaisseur au centre	Couleur
D								
G	6,66	Plat # 2	Plat # 2	9,4	5,5	-10,75	0,14	bleu
Information additionnelle : ___ lenticuler avec un porteur positif ___ amorti ___ moyen ___								
Commentaires : ___ le RZOP sera resserré de 0,1 mm à 6,55 mm et la puissance sera de -11,25D en vérifiant la compensation pour le changement de flèche lié à la périphérie plus plate.								

Phase 7 : Livraison de la lentille et suivi

La lentille a été commandée dans un matériau à fort Dk pour optimiser la santé physiologique et avec un traitement plasma pour le confort. On a indiqué au patient de continuer d'utiliser les larmes artificielles en portant sa lentille. Lors de la délivrance de la lentille au patient, l'adaptation et la performance visuelle correspondaient à qui avait été trouvé avec la lentille diagnostique. Une visite de contrôle à deux semaines a montré d'excellents résultats. Les patients à kératocônes sont souvent revus pendant les trois premiers mois, pour l'ajustement de l'adaptation et de la puissance de la lentille. Les visites régulières tous les trois mois permettent de contrôler l'adaptation et la réponse physiologique à la lentille, et à six mois d'intervalle on refait une topographie cornéenne et une pachymétrie.

Exemple d'adaptation : cône ovale (stade sévère)

Le patient JS, âgé de 49 ans, est venu en se plaignant de mauvaise vision, en particulier la nuit, et aussi qu'en général il ne se sentait pas capable de voir assez bien, malgré un récent changement de prescription de lunettes. Son histoire de cas indique des allergies et il utilise des gouttes oculaires occasionnellement pour des symptômes d'œil sec. Pour le reste, l'histoire de cas (oculaire, personnelle et familiale) était négative. Il ne prenait pas d'autre médicament.

Observations oculaires

HVID : 11,0 mm, PA (ouverture palpébrale) = 10mm, PS (diamètre de la pupille en conditions photopiques) = 3,34 mm

Tear break-up time (TBUT) : 8 sec. (ODG)

Skiascopie : Reflet skiascopique irrégulier ("en ciseaux") avec des points limites difficiles à déterminer, du fait d'astigmatisme non-orthogonal ou irrégulier et de changements d'axes de direct à oblique, ainsi que de puissances, déjà notés lors de la visite précédente.

Acuités visuelles : Corrigées, jusqu'à $6/7,5^{-2}$ ($8/10^{-2}$)

Biomicroscopie : Cornée, conjonctive, paupières et cils :

Signe	Présent	Absent
Signe de Munson	■	
Anneau de Fleisher	■	
Stries de Vogt	■	
Lignes fibrillaires subépithéliales	■	
Nerfs cornéens apparents	■	
Cicatrices cornéennes		■
Amincissement cornéen	■	
Néovascularisation		■
Hyperémie conjonctivale	■	
Prise fluo cornéenne, centrale	■	
Prise fluo cornéenne, périphérique		■
Blépharite		■
Dysfonction des glandes de Meibomius	■	

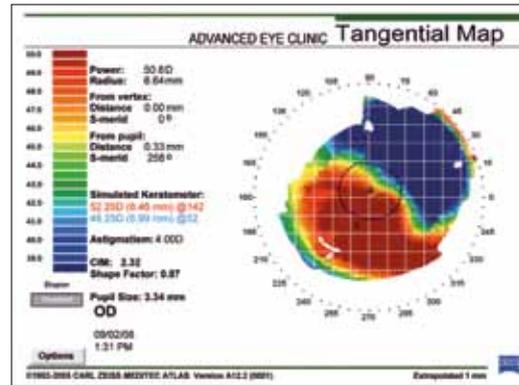


Figure 3: Topographie cornéenne

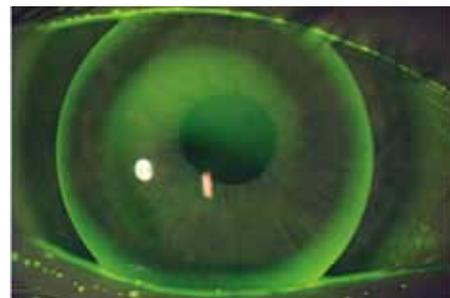


Figure 4: Image fluo

Topographie cornéenne :

Valeurs de K simulées (D, mm)	48,25 (6,99) @052 / 52,25 (6,46) @142
Astigmatisme cornéen (D)	-4,00 x 052
Valeur moyenne de K (D, mm)	50,25 (6,7)
Méridien le plus cambré (D)	54,00
Diamètre du cône le plus cambré (mm)	5,5
Overall cone diameter (mm)	6
Valeurs de Q, e et p*	0,87, 0,93, 0,07

*Q (asphéricité) = e², e = excentricité, p (facteur de forme) = 1-Q

Phases de l'adaptation

Phase 1 : Détermination de zone optique postérieure/ diamètre total (DZOP/DT)

Ce patient présente un cône de type ovale à un stade avancé. Quand le cône progressera (se cambrera), le diamètre du cône deviendra plus grand. Les lentilles de contact avec un DZOP fixe conviendront à ce patient puisque les DZOP sont plus importants et ne sont pas liés au RZOP. Cependant, toute lentille d'essai de grand DZOP peut aussi être adaptée. En reliant le DZOP au diamètre du cône, on obtiendra une meilleure correspondance entre la flèche cornéenne et la flèche de la lentille au-dessus de la longueur de la corde de la zone optique.

Type de cône		Diamètres du cône	Valeurs du DZOP	Diamètres des lentilles
Ovale	Sévère	6,1 à 8,0 mm	8,10 à 9,40 mm	10,2 à 11,2 mm

On a choisi une lentille multicourbe de DT de 10,4 mm et de DZOP de 8,4 mm pour l'essai.

Phase 2 : Détermination du rayon de la zone optique postérieure (RZOP)

On détermine le rayon de la zone optique postérieure en prenant en compte deux paramètres : d'abord la valeur de l'astigmatisme cornéen (Tableau C) et deuxièmement la dimension du DZOP (Tableau D).

Pour convertir les millimètres (mm) en dioptries (D), utiliser la formule suivante : $\frac{337,5}{\text{mm ou D}} = D$ ou mm
(Voir Annexe F : Table de conversion des mesures kératométriques)

Tableau C : Astigmatisme cornéen

ΔK (D)	RZOP (D) (DT : 9,4)
-0,25D à -3,75 D	K le plus plat (D) - 0,609 x (ΔK)
-4,00D à -7,50 D	K le plus plat (D) - 0,491 x (ΔK)*
-7,75D à -16,75 D	K le plus plat (D) - 0,354 x (ΔK)

* K moyen avec un DZOP de 7,4

Tableau D : Dimension du DZOP

DZOP fixe/DT	RZOP (mm)
5,25–6,5/8,5–8,8 mm	K moyen (mm) – 0,2 mm
7,2–7,5/9,2–9,6 mm	K moyen (mm)
7,6–8,1/9,8–10,1 mm	K moyen (mm) + 0,15 mm
8,2–8,6/10,2–10,7 mm	K moyen (mm) + 0,2 to 0,3 mm
8,7–9,4/10,8–11,4 mm	K moyen (mm) + 0,4 mm

Pour cette géométrie de lentille, avec une portion centrale sphérique, le RZOP initial sera de :

ΔK (D)	RZOP (D) (DT : 9,4 / DZOP : 7,4)
-4,00 D	K moyen = 50,25 D (6,7 mm)

La lentille choisie a un DZOP plus grand (8,4 mm). Le RZOP final devra :

ΔK (D)	RZOP (D) (DT : 9,4 / DZOP : 7,4)	RZOP adapté
-4,00 D	K moyen = 50,25 D (6,7 mm)	K moyen + 0,25 mm (6,7 + 0,25) = 6,95 mm

Phase 3 : Choix de la lentille d'essai

	10,2–10,6 TD																	
RZOP	7,94	7,76	7,58	7,42	7,18	7,11	7,03	6,96	6,89	6,82	6,75	6,68	6,62	6,55	6,49	6,37	6,25	6,14
DZOP	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60
RC1	8,94	8,76	8,58	8,42	7,98	7,91	7,83	7,76	7,69	7,62	7,55	7,48	7,42	7,50	7,40	7,30	7,25	7,20
SCW1	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,60	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	8,80	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
SC2	10,15	10,10	10,00	9,80	8,98	8,91	8,83	8,76	8,69	8,62	8,55	8,48	8,42	8,55	8,40	8,30	8,25	8,20
SCW2	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,20	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
SC3	11,50	11,40	11,30	11,00	10,18	10,11	10,03	9,96	9,89	9,82	9,75	9,68	9,62	9,65	9,55	9,35	9,35	9,25
SCW3	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,60	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
PC	12,15	12,15	12,10	12,00	11,68	11,61	11,53	11,46	11,39	11,32	11,25	11,18	11,12	11,00	11,00	10,85	10,80	10,75
PCW	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,20	10,40	10,40	10,40	10,40	10,40	10,40	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60	10,60
AEL	0,245	0,266	0,287	0,303	0,310	0,319	0,349	0,361	0,373	0,386	0,400	0,415	0,457	0,486	0,501	0,538	0,591	0,644

RZOP = rayon de la zone optique postérieure, DZOP = diamètre de la zone optique postérieure, RC1 = rayon du premier dégagement, SCW1 = diamètre de l'ensemble rayon central et rayon du premier dégagement, (SCW1 - DZOP)/2 = largeur de la bande du premier dégagement = 0,6 mm, ..., PC = dernier dégagement ou "courbe périphérique", AEL = dégagement axial du bord.

Voir le tableau ci-dessus pour des exemples de paramètres de lentille d'essai multicourbe, avec des diamètres de zone optique postérieure (DZOP) fixes qui ne varient qu'en fonction du diamètre de la lentille (DT) et pas du rayon de la zone optique postérieure (RZOP). Le DZOP augmente en même temps que le diamètre augmente. Noter que le dégagement axial de la lentille (AEL) varie en fonction du resserrement de la cornée et que l'AEL augmente aussi en fonction de l'augmentation de l'excentricité (e-value). La lentille d'essai a les caractéristiques suivantes :

RZOP	DZOP/DT	AEL périphérique	Puissance
6,95	8,4/10,4	0,36	-8,00 D

Phase 4 : Évaluation de l'adaptation de la lentille

L'adaptation de la lentille est évaluée pour son centrage et son mouvement au cours du clignement. L'image fluo est examinée en utilisant le bleu cobalt et le filtre jaune Wratten #12. Dans le cas présent,

l'adaptation centrale était acceptable, mais l'adaptation périphérique était trop serrée. Du fait de la forte valeur d'excentricité de cette cornée, L'AEL "standard" de la lentille ne donne pas un dégagement au bord suffisant sur l'œil. La lentille sera commandée avec une périphérie plus plate, en augmentant l'AEL de 0,2 mm.

	Initial	Modifié
RZOP	6,95	Pas de changement
DZOP	8,4	Pas de changement
DT	10,4	Pas de changement
Périphérie (AEL)	0,36	0,56

Phase 5 : Sur-réfraction/détermination de la puissance

Réaliser une sur-réfraction sur la lentille d'essai pour déterminer la puissance de la lentille. L'emploi d'un autoréfracteur peut être utile dans ce cas, car il y a habituellement un peu d'astigmatisme résiduel qu'il est difficile de déterminer avec votre skiascope. L'autoréfracteur fournira un assez bon point de départ pour votre sur-réfraction subjective. On détermine la meilleure sphère, et on fait la correction nécessaire en fonction du vertex (distance verre/œil) si $> -4,00$ D, puis cette sphère est ajoutée à la puissance de la lentille. Les géométries toriques ne sont pas utilisées pour corriger l'astigmatisme résiduel, du fait de son irrégularité. On mesure les acuités en fort contraste.

Puissance de la lentille	-8,00 D
Sur-réfraction (sphéro-cyl) (autoréfraction)	-6,00/-1,75 x 032
Meilleure sphère	-7,00
Meilleure sphère corrigée pour le vertex/acuité	-6,25D 6/6 HCVA
Puissance finale de la lentille	-14,25 D

Phase 6 : Commande finale de la lentille

La commande finale de la lentille comportera :

Géométrie finale de la lentille : rigide perméable aux gaz <input type="checkbox"/> sphérique <input type="checkbox"/> asphérique <input type="checkbox"/> multicourbe										
Laboratoire :					Nom de la lentille :					
	RZOP	SCR/W'			PCR/W'	Diamètre	DZOP	Puissance	CT[†]	Couleur
D	6,95	8,0/0,2, 9,76/0,2, 10,96/0,3			12,25/0,3	10,4	8,4	-14,25	0,16	bleu
G										
Information complémentaire : ___ lenticuler avec porteur positif ___ amorti ___ moyen ___ Ajouter un point OD _____										
Commentaires : _____ AEL = 0,561 _____										

* Voir note sous le tableau de la phase 3

† Épaisseur au centre

Phase 7 : Délivrance de la lentille et suivi

La lentille a été commandée dans un matériau à fort Dk pour optimiser la santé physiologique et avec un traitement plasma pour le confort. On a indiqué au patient de continuer d'utiliser les larmes artificielles en portant sa lentille. Lors de la délivrance de la lentille au patient, l'adaptation et la performance visuelle correspondaient à qui avait été trouvé avec la lentille diagnostique. Une visite de contrôle à deux semaines a montré d'excellents résultats. Les patients à kératocônes sont souvent revus pendant les trois premiers mois, pour l'ajustement de l'adaptation et de la puissance de la lentille. Les visites régulières tous les trois mois permettent de contrôler l'adaptation et la réponse physiologique à la lentille, et à six mois d'intervalle on refait une topographie cornéenne et une pachymétrie.

Annexe F : Table de conversion des lectures kératométriques

Pour convertir les millimètres (mm) en dioptries (D), utiliser la formule : $\frac{337,5}{\text{mm ou D}} = \text{D ou mm}$

De mm en D

mm	D	mm	D
4,70	71,81	6,65	50,75
4,75	71,05	6,70	50,37
4,80	70,31	6,75	50,00
4,85	69,59	6,80	49,63
4,90	68,88	6,85	49,27
4,95	68,18	6,90	48,91
4,75	71,05	6,95	48,56
4,80	70,31	7,00	48,21
4,85	69,59	7,05	47,87
4,90	68,88	7,10	47,54
4,95	68,18	7,15	47,20
5,00	67,50	7,20	46,88
5,05	66,83	7,25	46,55
5,10	66,18	7,30	46,23
5,15	65,53	7,35	45,92
5,20	64,90	7,40	45,61
5,25	64,29	7,45	45,30
5,30	63,68	7,50	45,00
5,35	63,08	7,55	44,70
5,40	62,50	7,60	44,41
5,45	61,93	7,65	44,12
5,50	61,36	7,70	43,83
5,55	60,81	7,75	43,55
5,60	60,27	7,80	43,27
5,65	59,73	7,85	42,99
5,70	59,21	7,90	42,72
5,75	58,70	7,95	42,45
5,80	58,19	8,00	42,19
5,85	57,69	8,05	41,93
5,90	57,20	8,10	41,67
5,95	56,72	8,15	41,41
6,00	56,25	8,20	41,16
6,05	55,79	8,25	40,91
6,10	55,33	8,30	40,66
6,15	54,88	8,35	40,42
6,20	54,44	8,40	40,18
6,25	54,00	8,45	39,94
6,30	53,57	8,50	39,71
6,35	53,15	8,55	39,47
6,40	52,73	8,60	39,24
6,45	52,33	8,65	39,02
6,50	51,92	8,70	38,79
6,55	51,53	8,75	38,57
6,60	51,14	8,80	38,35

De D en mm

D	mm	D	mm	D	mm
38,00	8,88	49,00	6,89	60,00	5,63
38,25	8,82	49,25	6,85	60,25	5,60
38,50	8,77	49,50	6,82	60,50	5,58
38,75	8,71	49,75	6,78	60,75	5,56
39,00	8,65	50,00	6,75	61,00	5,53
39,25	8,60	50,25	6,72	61,25	5,51
39,50	8,54	50,50	6,68	61,50	5,49
39,75	8,49	50,75	6,65	61,75	5,47
40,00	8,44	51,00	6,62	62,00	5,44
40,25	8,39	51,25	6,59	62,25	5,42
40,50	8,33	51,50	6,55	62,50	5,40
40,75	8,28	51,75	6,52	62,75	5,38
41,00	8,23	52,00	6,49	63,00	5,36
41,25	8,18	52,25	6,46	63,25	5,34
41,50	8,13	52,50	6,43	63,50	5,31
41,75	8,08	52,75	6,40	63,75	5,29
42,00	8,04	53,00	6,37	64,00	5,27
42,25	7,99	53,25	6,34	64,25	5,25
42,50	7,94	53,50	6,31	64,50	5,23
42,75	7,89	53,75	6,28	64,75	5,21
43,00	7,85	54,00	6,25	65,00	5,19
43,25	7,80	54,25	6,22	65,25	5,17
43,50	7,76	54,50	6,19	65,50	5,15
43,75	7,71	54,75	6,16	65,75	5,13
44,00	7,67	55,00	6,14	66,00	5,11
44,25	7,63	55,25	6,11	66,25	5,09
44,50	7,58	55,50	6,08	66,50	5,08
44,75	7,54	55,75	6,05	66,75	5,06
45,00	7,50	56,00	6,03	67,00	5,04
45,25	7,46	56,25	6,00	67,25	5,02
45,50	7,42	56,50	5,97	67,50	5,00
45,75	7,38	56,75	5,95	67,75	4,98
46,00	7,34	57,00	5,92	68,00	4,96
46,25	7,30	57,25	5,90	68,25	4,95
46,50	7,26	57,50	5,87	68,50	4,93
46,75	7,22	57,75	5,84	68,75	4,91
47,00	7,18	58,00	5,82	69,00	4,89
47,25	7,14	58,25	5,79	69,25	4,87
47,50	7,11	58,50	5,77	69,50	4,86
47,75	7,07	58,75	5,74	69,75	4,84
48,00	7,03	59,00	5,72	70,00	4,82
48,25	6,99	59,25	5,70	70,25	4,80
48,50	6,96	59,50	5,67	70,50	4,79
48,75	6,92	59,75	5,65	70,75	4,77

Annexe G : Table de Conversion : Acuité Visuelle au loin

Snellen (pieds)	Snellen (mètres)	LogMar	Min. d'Arc
20/200	6/60	1,0	0,1
20/160	6/48	0,9	0,125
20/100	6/30	0,8	0,2
20/80	6/24	0,7	0,25
20/70	6/23	0,6	0,28
20/63	6/18	0,5	0,32
20/50	6/15	0,4	0,4
20/40	6/12	0,3	0,5
20/32	6/9	0,2	0,64
20/25	6/7,5	0,1	0,8
20/20	6/6	0,0	1,0



Centre for Contact Lens Research

School of Optometry, University of Waterloo

200 University Avenue West

Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1

519 888-4742

<http://cclr.uwaterloo.ca>