

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE



**INTERET DE LA CORRECTION OPTIQUE PAR  
LENTILLES RIGIDES PERMEABLES AUX GAZ  
CHEZ LES PATIENTS PORTEURS DE  
KERATOCONE**

**MEMOIRE PRESENTE PAR**

**Docteur ZINEB KHRIFI**  
Née le 22 Avril 1984 à Fès

**POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE  
OPTION : OPHTALMOLOGIE**

**Sous la direction du Professeur :  
TAHRI HICHAM**

Juin 2014

# PLAN

<b>INTRODUCTION</b>	<b>6</b>
<b>RAPPELS</b>	<b>8</b>
I- Rappel anatomo-physiologique de la cornée	9
1. Anatomie de la cornée	9
2. Physiologie de la cornée	12
II- Rappels de la géométrie cornéenne	16
1. Propriétés géométriques de la cornée	
III- Rappels sur les lentilles de contact	19
1. Propriétés des lentilles rigides perméables aux gaz (LRPG)	
2. Chimie des matériaux des LRPG	
3. Géométrie et paramètres des LRPG	
IV- Kératocône	26
1. Epidémiologie	26
2. Actualités physiopathologiques	29
3. Diagnostic	29
4. Classification	33
5. Ectasie post Lasik	35
6. Diagnostic différentiel	36
7. Prise en charge	38
V- Lentilles de contact et traitement du kératocône	45
A-Lentilles de contact utilisées dans le kératocône	45
1. LRPG	
2. Les autres lentilles utilisées dans le kératocône	53
3. Contrôle de l'adaptation	54
4. Complication de l'adaptation	56
5. Contre-indications des LRPG	59
B-Entretien des lentilles de contact	60
<b>Notre série</b>	<b>62</b>
<b>Matériel et méthodes</b>	<b>63</b>
I. Technique d'adaptation	65
1. Lentille Rose K2	65
2. Adaptation des kératocônes	66

II.	Protocole d'adaptation : adaptation en 6 étapes	69
	1. La kératométrie	
	2. Choix de la première lentille	
	3. Evaluer le contact au sommet du cône	
	4. Evaluer la périphérie	
	5. Evaluer le centrage et la mobilité	
	6. Puissance	
<b>Résultats</b>		<b>74</b>
I.	Caractéristiques épidémiologiques	75
	1. Sexe	
	2. Age	
	3. Activité socio-professionnelle	
	4. Signes associés	
	5. Antécédents familiaux de kératocône	
	6. Mode de correction au moment de la consultation pour adaptation en LRPG	
II.	Etude clinique	79
	1. Type de l'atteinte	
	2. Stade du kératocône	
	3. Fréquence des anomalies cornéennes liées au kératocône	
III.	Etude paraclinique	81
	1. Réfraction	
	2. Topographie cornéenne	
	3. Pachymétrie	
IV.	Résultats visuels et tolérance aux LRPG	99
	1. Résultats visuels	
	2. Evaluation de la tolérance et du confort de port des lentilles	
	3. Complications	
<b>Discussion</b>		<b>102</b>
I.	Epidémiologie	103
	1. Les études pilotes portant sur le kératocône et l'adaptation en LRPG	
	2. L'âge	
	3. Le sexe	

4. Antécédents familiaux	
5. Signes associés	
6. Mode de correction	
II. Etude clinique	106
1. L'examen ophtalmologique	
2. Bénéfice visuel après adaptation en LRPG	
III. Etude paraclinique	107
1. Topographie cornéenne	
IV. Tolérance aux lentilles de contact et confort visuel	112
V. Complications	113
Conclusion	114
Bibliographie	116

## INTRODUCTION :

Le kératocône est une maladie non inflammatoire caractérisée par un amincissement et un bombement de la cornée, apparaissant généralement pendant l'adolescence et d'évolution lentement progressive pour se stabiliser entre la troisième et la quatrième décennie. Il entraîne une diminution de l'acuité visuelle du fait de l'importance de l'astigmatisme irrégulier et de la fréquente survenue d'opacités cornéennes. La baisse d'acuité visuelle est d'autant plus handicapante que l'atteinte est volontiers bilatérale (4,5% des patients présentent une atteinte unilatérale) et le malade est souvent jeune [1, 2].

L'évolution est souvent difficilement prévisible et asymétrique [1].

L'atteinte histologique prédomine au niveau de la couche de Bowman et du stroma cornéen. [3]

La pathogénie exacte de cette affection est encore non élucidée. Certaines hypothèses sont émises quant aux facteurs de risque de cette maladie et son association à certaines maladies rares ou systémiques [1].

Concernant la prévalence de la maladie, il y a d'importantes discordances dans les estimations du nombre exact des personnes atteintes. De telles variations sont dues aux différents critères diagnostiques et méthodes de détection. En effet certaines formes légères de kératocône peuvent passer inaperçues [1].

Il existe des formes frustes peu évolutives, détectées grâce au développement des examens vidéo-topographiques et qu'il est important de dépister, notamment avant une chirurgie réfractive. [3]

Le traitement est d'abord et avant tout optique, grâce aux progrès de la contactologie notamment des lentilles rigides, puis chirurgical en cas d'intolérance aux lentilles, avec un objectif de stabilisation : le cross-linking du collagène cornéen, ou de réhabilitation visuelle : anneaux intra-cornéens et kératoplasties. [3]

La lentille de contact est connue depuis fort longtemps dans le traitement médical du kératocône et demeure son traitement optique de choix. Elle est préconisée chez environ 75% des patients avant le stade de chirurgie et permet l'obtention d'excellents résultats visuels. De plus, elle est adaptable à l'évolutivité du kératocône dans le temps [4, 5].

L'adaptation du kératocône en lentilles de contact a de nombreuses spécificités par rapport aux adaptations pour d'autres troubles visuels :

-La cornée à équiper est pathologique : Il faut être vigilant à ne pas favoriser ou aggraver ses anomalies, surtout la survenue d'opacités cornéennes.

-Le métabolisme cornéen est perturbé : Le choix de matériaux très performants et un mode de port journalier sont à privilégier.

-La déformation cornéenne va augmenter dans le temps : Le choix de la lentille la plus adaptée à la forme de la cornée sera à reconsidérer à plusieurs reprises.

-La forme du kératocône est très variable d'un individu à l'autre : variété de formes de lentilles à adapter sur des cornées toutes très différentes.

Les lentilles rigides en particulier les lentilles rigides perméables au gaz (LRPG) représentent l'indication première dans l'adaptation des kératocônes [4].

Le but de notre étude est d'analyser les résultats visuels et la tolérance après adaptation en LRPG chez 57 patients atteints de kératocône, adaptés en lentilles rigides perméables aux gaz, et suivis en consultation spécialisée au centre hospitalier universitaire de Fès.

# RAPPELS :

# I. Rappel anatomo-physiologique de la cornée :

## 1-Anatomie de la cornée :

### 1.1 Anatomie macroscopique [6, 7]

La cornée est le principal élément réfractif de l'œil. Elle couvre environ un cinquième de sa circonférence. Elle est avasculaire, transparente et enchâssée dans l'orifice antérieur de la sclérotique.

Son diamètre moyen est de 11,5mm, avec un diamètre horizontal de 11,7mm, plus important que le diamètre vertical qui est de 10,6mm.

En arrière, elle est à peu près circulaire et son diamètre est de 13mm dans toutes les directions. Ainsi la face postérieure étant plus étendue que l'antérieure, la périphérie est taillée en biseau aux dépend de la face antérieure.

Le diamètre varie selon les individus, le sexe et l'âge. Sa taille définitive est atteinte à l'âge de 6ans.

L'épaisseur de la cornée augmente du centre (0,52mm en moyenne) vers la périphérie pour atteindre 0,7 mm au limbe.

La cornée répond en avant au film lacrymal et aux paupières, en arrière à la chambre antérieure. En périphérie, elle répond au limbe cornéo-scléral (Figure 1).

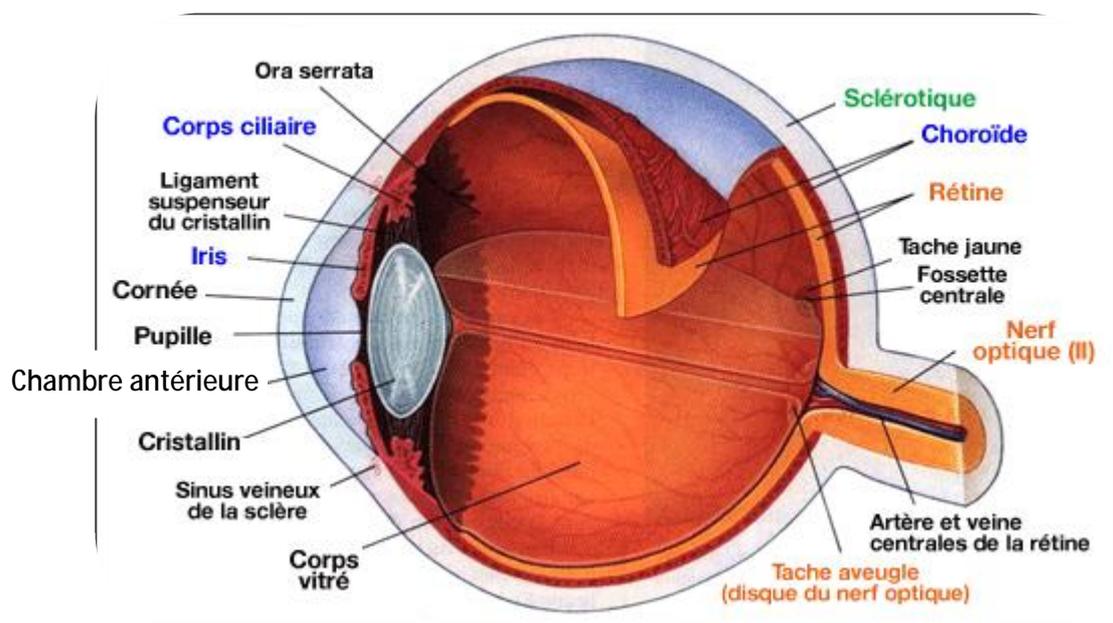


Figure 1: Coupe sagittale schématique de l'œil montrant les différents rapports de la cornée.[6]

## 1.2 Anatomie microscopique [7]

La cornée est classiquement décrite en cinq couches, alors que son rôle réfractif impose d'inclure le film lacrymal dans sa structure normale (Figure 2 et 3).

### ▼ Le film lacrymal pré-cornéen

Il est essentiel à l'épithélium cornéen, avec lequel il partage ses fonctions optiques et métaboliques.

Il s'agit d'un gel comprenant :

- Une phase muqueuse, profonde qui dépend des cellules caliciformes conjonctivales.
- Une phase intermédiaire aqueuse sous la dépendance des glandes lacrymales.
- Une phase superficielle réalisant un film lipidique permettant de retarder l'évaporation du film lacrymal, et qui est sécrétée par les glandes de Meibomius.

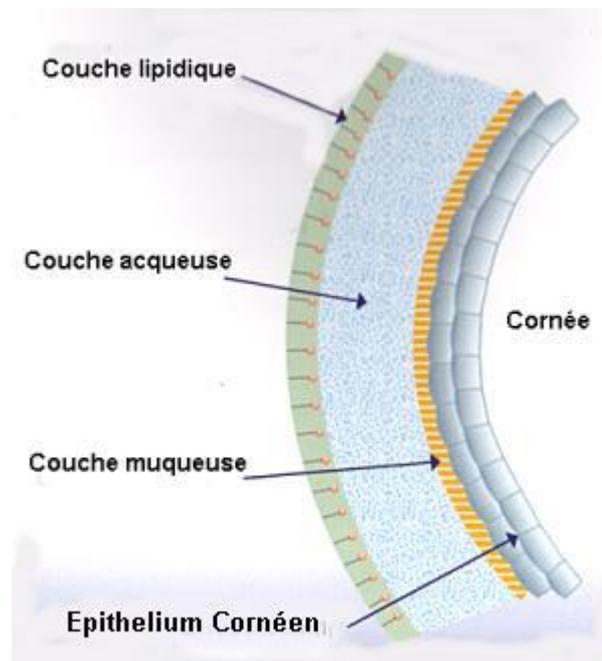


Figure 2 : Différentes couches du film lacrymal [6]

#### ▼ L'épithélium cornéen :

C'est un épithélium pavimenteux stratifié, ayant une épaisseur de 50 à 60µm, soit 10% de l'épaisseur cornéenne totale.

Il comprend 7 à 8 assises cellulaires, réparties en 3 couches :

-Une assise superficielle : faite de 2 à 4 couches de cellules qui perdent leur noyau avant de desquamer dans les larmes. Leur membrane cytoplasmique est hérissée de microvillosités dont l'extrémité présente une substance : Le glycocalyx qui adhère fortement à la phase muqueuse du film lacrymal.

-Une assise intermédiaire : constituée de 2 ou 3 couches de cellules arrondies, qui sont réunies entre elles et avec les cellules basales ou superficielles par des desmosomes.

-L'assise basale : est monostratifiée, faite de longues cellules cylindriques disposées sur une fine membrane basale. Les mitoses y sont fréquentes.

#### ▼ La couche de Bowman :

C'est une couche acellulaire de 8 à 14 µm d'épaisseur, située entre la membrane basale de l'épithélium et le stroma. Elle est constituée essentiellement de fibres de collagène ayant un agencement anarchique.

#### ▼ Le stroma cornéen

Il constitue environ 90% de l'épaisseur cornéenne et se compose de :

-Fibrilles de collagène : Empilées les unes sur les autres de façon parallèle, avec une distance inter-fibrillaire constante. Cet arrangement régulier permet une bonne transparence de la cornée et une bonne résistance mécanique à la pression intraoculaire. Les fibrilles de collagène s'unissent en faisceaux qui s'étendent du limbe au limbe opposé. Celles-ci s'arrangent à leur tour en lamelles.

-Les kératocytes ou fibroblastes: Cellules étoilées, peu nombreuses, s'étendant parallèlement aux lamelles de collagène et synthétisant les molécules de collagène à un taux très lent.

-Les protéoglycanes : Essentiellement le kératane sulfate. Elles occupent tout l'espace compris entre les fibrilles de collagènes et sont responsables de leur espacement strictement ordonné : Elles ont une nature polyanionique qui attire l'eau et tend à écarter ces fibrilles entre elles.

#### ▼ La membrane de Descemet :

C'est une membrane amorphe, élastique et résistante, faite de fibrilles de collagène de petit diamètre réparties au sein d'une matrice glycoprotéique.

#### ▼ L'endothélium cornéen :

Il se situe sur la face postérieure de la cornée. Il est constitué d'une monocouche de 5µm d'épaisseur. Les cellules endothéliales sont hexagonales et reposent sur la membrane de Descemet. Elles sont unies entre elles par des jonctions serrées à la partie apicale de l'espace intercellulaire et par des jonctions communicantes au niveau des membranes latérales.

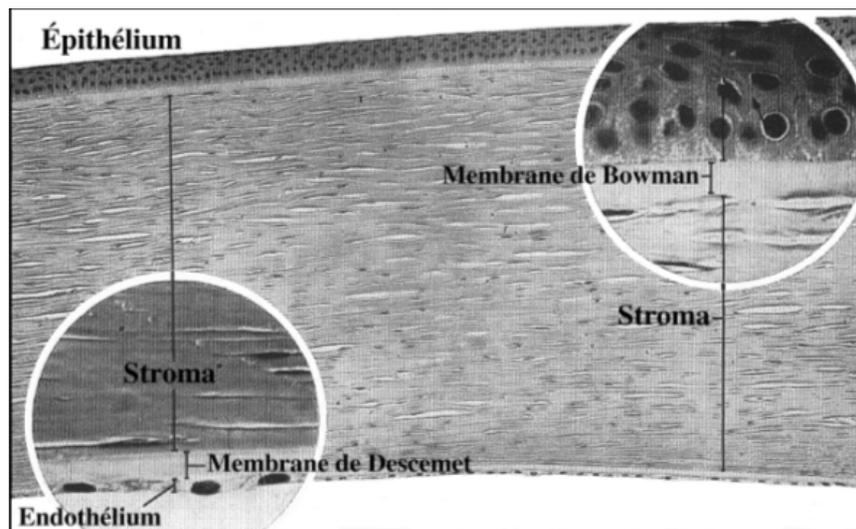


Figure 3 : Anatomie microscopique de la cornée [8].

### 1.3 Limbe scléro-cornéen

Le limbe est la zone de transition entre la cornée transparente et la sclère opaque. Il joue un rôle fondamental dans la nutrition et le métabolisme de la cornée périphérique grâce à la richesse de sa vascularisation.

Histologiquement, il se distingue par différents critères :

- L'épithélium s'épaissit au limbe pour atteindre environ 10 couches de cellules.
- Les fibres de collagène du stroma perdent leur régularité.
- Des vaisseaux sanguins apparaissent dans le stroma.
- La couche de Bowman et la membrane de Descemet disparaissent à son niveau.

## 1.4 Innervation de la cornée [9]

-Sensitive : La cornée est le tissu le plus richement innervé. Elle reçoit une innervation sensitive à partir des nerfs ciliaires, branches terminales de la division ophtalmique de la cinquième paire crânienne. Les plexi nerveux sous épithéliaux se situent sous la membrane de Bowman puis la traversent et perdent leur gaine de Schwann. Leurs terminaisons atteignent toutes les couches de l'épithélium mais aussi le stroma au contact des kératocytes.

-Sympathique et adrénargique : Elle se fait à partir du ganglion cervical supérieur homolatéral. Les fibres s'intègrent aux nerfs ciliaires courts et longs.

## 2- Physiologie de la cornée [6, 7,10]

### 2.1 Propriétés physiques

-Rôle mécanique :

La cornée protège l'œil contre les agents extérieurs et intervient dans la résistance à la pression intraoculaire.

-Fonction optique :

- Transmission de la lumière : La cornée transmet les radiations de longueur d'onde comprise entre 310nm (ultra violet) et 2500nm (infra rouge). Cette transmission, à travers le stroma est due à l'uniformité du diamètre des fibrilles de collagène et de la distance inter-fibrillaire.

- Réfraction de la lumière : La cornée joue le rôle d'une lentille convergente qui forme l'élément principal du dioptré oculaire, sa puissance est fonction de :

- Ø Des rayons de courbure qui sont en moyenne pour la face antérieure de 7,8mm en horizontal et de 7,7mm en vertical; et pour la face postérieure, de 6,6mm.

- Ø L'indice de réfraction qui est d'environ 1,376

- Ø L'interface antérieure air-cornée avec un pouvoir réfractif de 47D.

- Ø L'interface postérieure avec un pouvoir réfractif de -5D

Le pouvoir réfractif total de la cornée est de 42D en moyenne.

- La réflexion de la lumière : La cornée se comporte comme un miroir convexe. Une source lumineuse placée à 50 cm de la cornée donne une première image réfléchiée par la face antérieure de la cornée, située à 6mm en arrière de celle-ci, et une deuxième de plus petite taille, réfléchiée par la face postérieure (image de Purkinje).

-La transparence cornéenne :

Les facteurs de transparence :

▼ Anatomiques :

- La régularité de la disposition des cellules épithéliales.
- La finesse et le parallélisme des fibres de collagène.
- L'absence de vaisseaux sanguins.

▼ Biochimiques :

A l'état normal, la cornée maintient une hydratation constante et lutte contre l'imbibition hydrique. On dit qu'elle est en état de déturgescence :

• L'action de l'épithélium est minime, il réduit l'évaporation et diminue l'absorption des fluides à partir des larmes.

• L'endothélium, par contre, joue un rôle très important. Il fonctionne comme une pompe active grâce à la pompe  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ATPase. Cette dernière expulse le  $\text{Na}^+$  dans l'humeur aqueuse et libère le  $\text{K}^+$  dans la cellule endothéliale, ce qui crée un gradient osmotique assurant la déturgescence du stroma puisque l'eau suit les mouvements du  $\text{Na}^+$ .

• Les mouvements ioniques génèrent aussi une différence de potentiel entre le milieu intra et extracellulaire endothélial. Ceux de l'ion bicarbonates sont responsables de la polarisation négative de la face postérieure de l'endothélium. Ce qui intervient aussi dans le phénomène de déturgescence.

## 2.2 Composition biochimique de la cornée [11]

La cornée est caractérisée par sa forte hydrophilie. Elle est composée de :

- Eau : 75 à 80% du poids total du stroma
- Protéines : 20% du poids du stroma. Essentiellement du collagène.
- Enzymes : Acétylcholine qui intervient dans la sensibilité cornéenne comme médiateur au niveau de l'innervation cornéenne.
- Ions : Le stroma est surtout riche en  $\text{Na}^+$ , l'épithélium est riche en  $\text{K}^+$ .
- Glucose : L'épithélium est riche en glucose et en glycogène (4%).
- Les lipides : Présents surtout dans l'épithélium (1%).

## 2.3 Métabolisme cornéen

▼ Métabolisme glucidique :

La cornée puise l'énergie indispensable à son activité métabolique dans le catabolisme du glucose et du glycogène par les voies aérobies et anaérobies à partir de l'oxygène atmosphérique. Seulement 5 à 10% du glucose nécessaire provient des larmes ou de la vascularisation limbique, l'humeur aqueuse apportant la majorité du glucose [12].

#### ✓ Cornée et oxygène :

La cornée puise ses besoins en oxygène essentiellement à partir de l'air atmosphérique, par diffusion à travers le film lacrymal, lorsque l'œil est ouvert. Lors de la fermeture palpébrale, la vascularisation limbique et la conjonctive palpébrale ainsi que l'humeur aqueuse participent à l'apport de l'oxygène. Pour les couches cornéennes profondes, l'oxygène est apporté par l'humeur aqueuse.

#### 2.4 Nutrition de la cornée [13]

La cornée est avasculaire. Elle reçoit son apport nutritif du limbe, des larmes et de l'humeur aqueuse.

La vascularisation limbique assure la nutrition de la périphérie de la cornée.

Les échanges se font avec les larmes à travers les cellules épithéliales qui réalisent une barrière imperméable aux substances hydrosolubles et perméable aux substances liposolubles.

La voie trans-endothéliale assure le passage des éléments à partir de l'humeur aqueuse selon un mode passif ou actif.

## II. Rappel de la géométrie cornéenne [14]

La cornée est un puissant dioptré de l'œil car elle détient les 2/3 de son pouvoir réfractif. Elle doit cette propriété à l'importance des différences d'indice de réfraction entre l'air ( $n=1$ ) et le film lacrymal ( $n=1,336$ ) au niveau de sa face antérieure. Ses propriétés topographiques et optiques sont intimement liées.

La cornée constitue le support anatomique de la lentille de contact. Sa géométrie influence en grande partie les règles de l'adaptation.

Le méridien cornéen est une ligne courbe formée à l'intersection de la surface de la cornée par un plan antéropostérieur passant par son apex et perpendiculaire à son équateur (Figure 4).

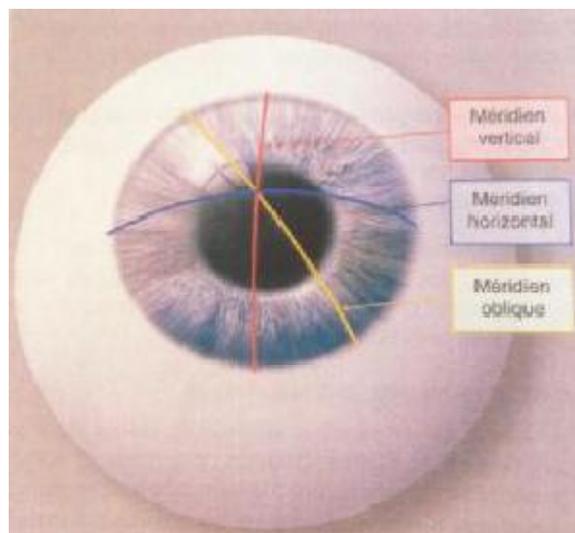


Figure 4: Représentation schématique des méridiens cornéens

### 1- Propriétés géométriques de la cornée antérieure

Globalement, trois éléments définissent la surface cornéenne :

#### ▼ L'asphéricité

La cornée est une surface asphérique: sa courbure varie en chaque point d'un méridien considéré (du sommet vers la périphérie).

De ce concept, on a assimilé la surface cornéenne à celle d'un ellipsoïde.

Il existe 2 types de cornée :

- Une cornée prolata: où la courbure est plus plate en périphérie ( $R$ ) qu'au centre ( $r$ ) ( $R > r$ ). C'est le cas des cornées régulières non opérées ainsi que celui des cornées hyperprolates (exemple du kératocône) (Figure 5).

- Une cornée oblate: où la courbure est plus plate au centre ( $R$ ) qu'en périphérie ( $r$ ). C'est le cas des cornées ayant subi des chirurgies ablatives (Figure 6).

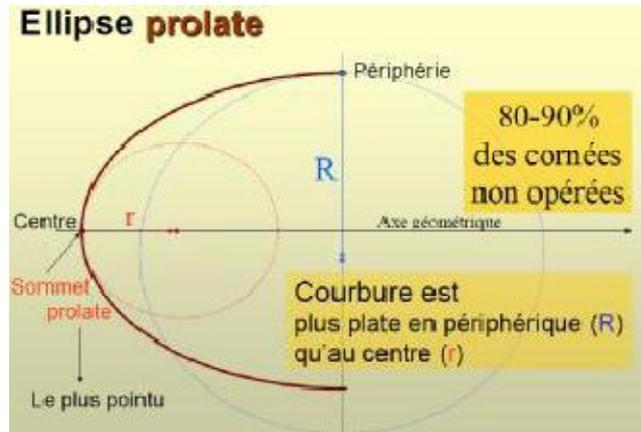


Figure 5 : Ellipse prolate



Figure 6 : Ellipse oblate

#### ▼ La toricité apicale

La surface cornéenne est plus au moins torique.

La toricité du sommet cornéen traduit la variation de la courbure apicale de chacun des méridiens cornéens. Il existe une toricité régulière cornéenne physiologique : le plus souvent le rayon de courbure vertical est légèrement inférieur au rayon de courbure horizontal.

#### ▼ L'asymétrie

En plus d'être plus ou moins torique et asphérique, la cornée est légèrement asymétrique. Cette asymétrie est caractérisée par un axe particulier qui délimite les héli-méridiens opposés dont la différence de courbure est la plus importante.

La présence d'une asymétrie marquée doit faire suspecter une pathologie dégénérative de type kératocône ou dégénérescence marginale pellucide (Figure 7).

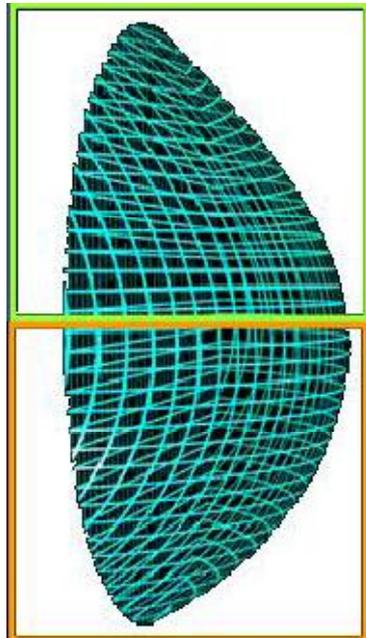


Figure7 : Asymétrie cornéenne : l'hémi-cornée inférieure est plus cambrée que l'hémi-cornée supérieure.

### III. Rappels sur les lentilles de contact

Les Lentilles rigides perméables au gaz (LRPG) sont actuellement les lentilles de choix en matière de kératocône.

Dans ce chapitre, nous allons rappeler les propriétés de ce type de lentilles, ainsi que leur géométrie.

#### 1- Propriétés des LRPG :

##### a- Propriétés physiques :

Ø Perméabilité et transmissibilité à l'oxygène [15] :

-La perméabilité à l'oxygène (P) : est la capacité du matériau à laisser passer les molécules d'oxygène.

$$P = Dk \text{ (x } 10^{-11}\text{)}$$

D: coefficient de diffusion ; k: coefficient de solubilité de l'O<sub>2</sub> dans un matériau donné.

Elle varie de 0 à 300 (x 10<sup>-11</sup>) et se mesure en «unité barrer» ou « unité Fatt».

-La transmissibilité à l'oxygène(O<sub>2</sub>) ou Dk/e : est la quantité d'O<sub>2</sub> parvenant à la cornée à travers la lentille. Elle est fonction de sa perméabilité (Dk) et de son épaisseur au centre (e), elle-même dépendante de sa puissance et de sa géométrie.

Elle varie de 0 à 200 (x 10<sup>-9</sup>). Elle est exprimée en unités. Sa valeur minimale est de 125 unités afin d'assurer à la cornée ses besoins en oxygène. Plus l'épaisseur est importante, plus la transmissibilité diminue.

- La haute transmissibilité à l'oxygène d'un matériau implique :

- L'absence ou la disparition de la néo-vascularisation cornéenne.
- La diminution majeure du risque de complications infectieuses.
- La possibilité d'un port continu sans risque.

Ø Mouillabilité de surface [16]

Elle permet de maintenir un film lacrymal stable et épais sur toute la surface de la lentille entre chaque clignement afin d'offrir une meilleure vision, un bon confort et une réponse physiologique satisfaisante.

Cette propriété intervient sur la capacité de la LRPG à fixer les dépôts à sa surface. Plus la mouillabilité de surface est élevée, moins il y aurait de fixation de dépôts et de risque de conjonctivite giganto-papillaire.

La LRPG assure aussi un meilleur renouvellement des larmes sous la lentille permettant l'évacuation des déchets métaboliques.

#### Ø Résistance à la flexion [17]

La résistance à la flexion d'un matériau exprime sa capacité à ne pas se déformer sous l'emprise de forces de traction ou de flexion. Cette résistance estime la facilité ou la difficulté de la lentille à se déformer sous l'effet de la tenaille palpébrale. Plus forte est la résistance à la flexion, plus efficace sera la correction de l'astigmatisme cornéen et meilleure sera la qualité de vision.

#### Ø Densité spécifique [18]

La densité d'un matériau transparent est double :

-La densité pondérale : est définie par le rapport du poids de la LRPG sur le poids de son volume en eau à la même température.

Elle peut être faible (1,1 ou moins), moyenne (1,1 à 1,20), ou forte (plus de 1,20).

Plus la densité augmente, plus elle subit la loi de la pesanteur ce qui est source de décentrement inférieur.

-La densité optique correspond à l'indice de réfraction du matériau rapporté à celui de l'air qui est de 1. Il est en général compris entre 1,4 et 1,5.

La densité pondérale d'un matériau donné est inversement proportionnelle à sa densité optique.

#### Ø Dureté :[18]

C'est un indicateur sur la résistance du matériau aux rayures.

#### Ø Le matériel idéal :[18]

Le matériel idéal doit avoir : -Une forte perméabilité à l'oxygène.

-Une bonne mouillabilité de surface.

-Une bonne flexibilité.

-Une surface dure qui résiste aux cassures.

## b-Propriétés optiques : [19]

Les propriétés optiques des lentilles sont étroitement liées à leur composition chimique et à leur stabilité face aux agressions comme la température ou le pH des larmes.

### Ø Transmission optique :

La transmission spectrale d'une lentille doit être uniforme au sein de la lumière visible afin de ne pas perturber la vision des couleurs.

### Ø Indice de réfraction :

L'indice de réfraction est une constante propre à chaque matériau. Il a une influence sur l'épaisseur d'une lentille fabriquée pour une puissance donnée. En effet, l'épaisseur d'une LRPG qui a une puissance donnée est d'autant plus faible que l'indice de réfraction du matériau est important.

### Ø Filtre UV

Il peut être ajouté au matériau de la lentille, afin d'accroître considérablement sa faculté à bloquer la transmission des radiations ultraviolettes.

## 2-Chimie des matériaux des LRPG [20] :

Les différents matériaux disponibles sur le marché sont :

### Ø Lentilles en silico-acrylate

Résultent d'une combinaison de polyméthylmétacrylate (PMMA) et de silicone.

- L'acrylate (PMMA) est de transparence élevée, léger, d'indice de réfraction important et stable du fait de sa faible hydrophilie. Très résistant et élastique, il se casse difficilement.

- Le silicone est très perméable à l'oxygène. Il est également souple et hydrophobe. C'est un bon conducteur thermique : Il permet la dissipation de l'énergie thermique locale à distance de l'épithélium, réduisant ainsi les besoins en oxygène.

- L'adjonction de l'acide méthacrylique aux 2 précédents constituants, améliore la mouillabilité de surface de la lentille empêchant ainsi la formation de dépôts.

- Inconvénients de ces lentilles:
  - Dk < 60
  - Fragilité aux rayures.

#### Ø Lentilles en fluoro-silicoacrylate

Il s'agit de l'incorporation de monomères fluorinés aux silicoacrylates. Cette combinaison a permis d'améliorer la mouillabilité de la lentille et par conséquent de diminuer l'adhérence du mucus et des protéines à sa surface. Sa perméabilité à l'oxygène est excellente.

Par rapport aux lentilles en silicoacrylate, elles sont :

- Fortement perméables à l'oxygène.
- Moins résistantes avec risque plus élevé de cassures et de rayures.
- Plus flexibles.

#### Ø Lentilles en siloxanylstyrène-fluorométhacrylate

Il est composé de siloxanylstyrène, de fluorométhacrylate et de benzotriazol.

Sa surface est modifiée afin d'améliorer la mouillabilité en ajoutant des monomères hydrophiles.

Sa perméabilité à l'oxygène est très élevée (hyper Dk), avec une intégrité structurelle résistante. Son indice réfractif est élevé.

#### Ø Matériaux rigides hydrophilisés

Certaines LRPG sont modifiées afin d'améliorer le port sans pour autant réduire leurs caractéristiques initiales (longévité, résistance et perméabilité à l'oxygène) : soit par adjonction d'un traitement de surface, soit par incorporation de monomères hydrophiles au sein même du matériau de la LRPG.

Leurs inconvénients résident dans la possibilité d'instabilité des paramètres de la lentille, le coût élevé et la nécessité d'utiliser des solutions d'entretien spéciales.

### 3- Géométrie et paramètres des LRPG [21]

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

#### 3.1 Diamètre total ( $\emptyset T$ )

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

#### 3.2 Face postérieure

Elle joue un rôle très important dans la construction dioptrique de la LRPG. Elle est en contact direct avec la cornée et conditionne le comportement de la lentille et sa tolérance physiologique.

Elle permet de créer une interface avec le ménisque de larmes. Ce dernier présente un pouvoir réfractif non négligeable. Aussi, il intervient dans la stabilité de la lentille et prévient contre les traumatismes cornéens.

Elle présente à décrire deux zones : La zone optique centrale et les bandes de dégagements périphériques (Figures 7 et 8).

##### a- Zone optique centrale postérieure (ZO)

Elle peut présenter une géométrie sphérique ou asphérique. Elle est définie par deux paramètres:

##### $\emptyset$ Rayon de courbure ( $R_o$ )

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

##### $\emptyset$ Diamètre de la zone optique ( $\emptyset o$ )

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

##### b- Bandes de dégagement

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

§ Le nombre des dégagements et leur largeur.

§ L'aplatissement périphérique des dégagements: Le rayon de courbure de la zone optique centrale ( $R_c$ ) est inférieur au rayon de courbure périphérique ( $R_p$ ).

§ Le dégagement le plus périphérique doit être ouvert, mais sans qu'il soit décollé, pour faciliter le passage des larmes sous la lentille, afin d'obtenir un maximum de confort.

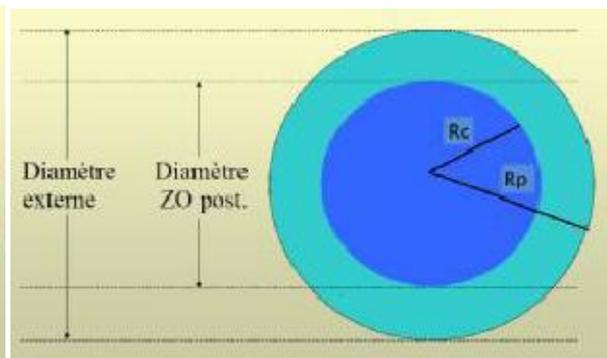
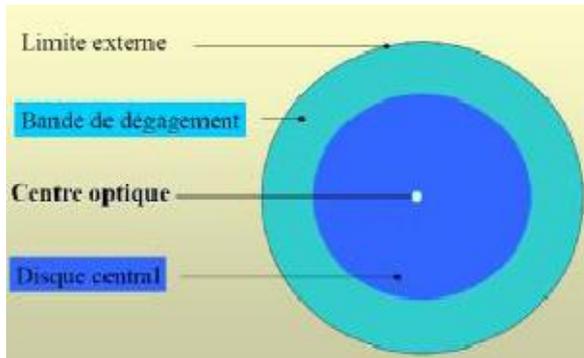


Figure 8

Figure 9

Figure 8 et 9 : Face postérieure de la lentille [21]

Un autre paramètre intervenant dans l'équipement en LRPG est la hauteur axiale au bord de la lentille, appelée encore par les anglosaxons : « Axial Edge Lift » (AEL). Il correspond à la distance relevée sur un axe parallèle à l'axe optique, entre le bord de la lentille et l'intersection entre cet axe et la prolongation du rayon de courbure (Figure 10).

Une LRPG qui présente un AEL important, présente un fort aplatissement. C'est l'apanage des LRPG destinées aux équipements pour kératocônes.

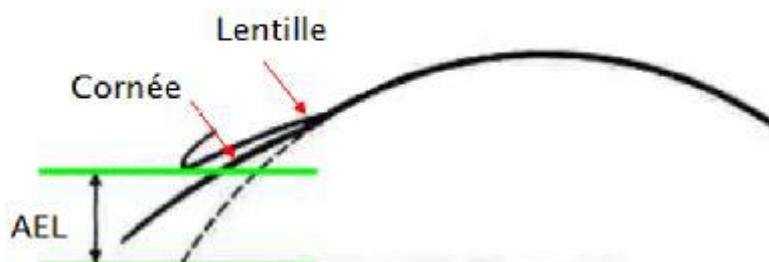


Figure 10: Axial Edge Lift d'une lentille [21]

### 3.3 Face antérieure

La face antérieure d'une LRP (Figure 11) est constituée par:

- Une zone optique antérieure centrale : Elle permet de donner la puissance à la lentille en tenant compte de la géométrie postérieure et d'optimiser son épaisseur finale. Ses paramètres sont déterminés par le fabricant.
- Des bandes d'allègement périphériques: Elles n'ont aucun pouvoir réfractif. Elles permettent le raccordement entre la zone antérieure optique et le bord externe de la lentille pour plus de confort.

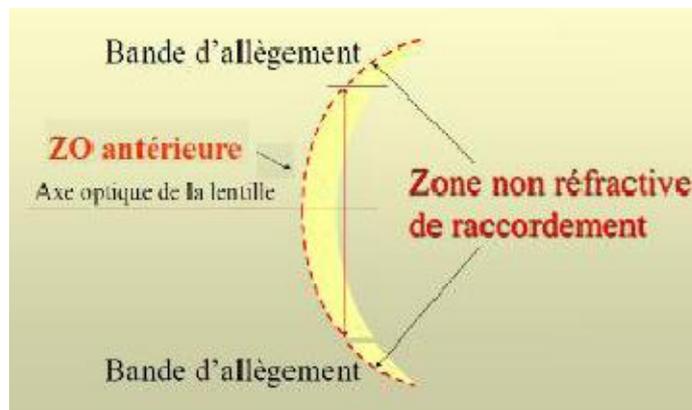


Figure 11: Face antérieure de la lentille [21]

### 3.4 Géométries des LRP utilisées dans le traitement du kératocône

De nombreuses lentilles dites « spécial kératocône », permettent d'adapter toutes les formes de la maladie :

Les géométries les plus utilisées sont:

- Sphériques multicourbes : La zone optique centrale est sphérique avec plusieurs bandes de dégagements sphériques allant de 2 à 5 qui s'aplatissent progressivement.
- Sphéro-asphériques: Sphérique: La zone optique centrale est sphérique.  
Asphériques: Les dégagements périphériques sont asphériques
- Asphériques: La zone optique centrale et les dégagements périphériques sont asphériques.
- Une lentille particulière, qui est la lentille Rose K2, dessinée par Paul Rose afin de simplifier l'adaptation des kératocônes. Elle présente une géométrie complexe multicourbe et possède une zone optique postérieure réduite qui diminue de plus en plus avec la progression de la maladie.

## IV-LE KERATOCONE :

Le kératocône (du grec kerato, corne, cornée et conos cône) est une maladie non inflammatoire caractérisée par un amincissement et un bombement de la cornée. Les progrès des techniques d'exploration et thérapeutiques ont depuis dix ans considérablement modifié sa prise en charge.

### 1-Epidémiologie: [3]

#### 1-1-Incidence, prévalence âge d'apparition, évolution :

L'incidence et la prévalence varient selon les études. Cette variation reflète surtout les différences de critères diagnostiques pris en compte et les progrès dans le dépistage des formes frustes ou minimales. La généralisation des topographies cornéennes permet d'isoler des formes qui ne l'auraient pas été sur des seuls critères cliniques. Les différences d'incidence et de prévalence peuvent également refléter l'influence de facteurs génétiques et environnementaux, variables selon les populations étudiées. L'incidence du kératocône est estimée entre 50 et 230 pour 100 000 habitants. La prévalence est estimée à 54,5 pour 100 000 (soit environ 1/2000).

Il est classique de situer le début de la maladie à la puberté, mais le kératocône peut survenir à un âge plus précoce ou plus tardif. Sur une série multicentrique de 1579 patients, l'étude CLEK (Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus) rapporte un âge moyen de découverte de 27,3+ /- 9,5 ans avec près de 90% des patients diagnostiqués entre 10 et 39 ans. L'âge de survenue du kératocône est ainsi probablement variable et difficile à définir avec précision d'autant qu'il peut être très différent de l'âge de découverte. La découverte intervient après une progression de la maladie qui peut également être variable. Amsler rapporte, sur une série de 286 yeux, une progression dans 22% des cas, maximale entre 10 et 20 ans, ralentie entre 20 et 30 ans et rare après 30 ans.

Plus récemment, l'étude CLEK a rapporté, sur une série multicentrique de 1032 patients, un profil de progression proche de celui rapporté par Amsler.

S'il est classique d'observer une progression moindre à partir de la 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> décennie, une aggravation est toujours possible plus tardivement.

Le kératocône touche indifféremment les hommes et les femmes. Si les formes unilatérales de kératocône sont rares, les formes asymétriques sont la règle.

La surveillance de la progression du kératocône doit être bilatérale, la progression pouvant être différente sur les deux yeux. Si un certain nombre de formes unilatérales de kératocône a été rapporté lorsque le diagnostic était basé sur des critères cliniques, en utilisant des techniques de topographies cornéennes dépistant les formes frustes, ce nombre a diminué à des valeurs comprises entre 0,5 et 4%.

#### 1-2- Terrain génétique :

Classiquement estimées à 10% de l'ensemble des kératocônes, les formes familiales représenteraient en fait près de 40% des cas.

Plusieurs travaux suggèrent l'existence de formes infra-cliniques dites « frustes » parmi les apparentés de patients porteurs d'un kératocône. Ces formes frustes pourraient correspondre en fait à des kératocônes d'expressivité faible uniquement détectables par la topographie cornéenne. Wang et al. estiment ainsi que le risque relatif d'être atteint d'un kératocône est 15 à 67 fois supérieur chez les apparentés de premier degré par rapport au risque de la population générale.

La plupart des études familiales font état d'une hérédité autosomique dominante avec une pénétrance et une expressivité variables. Dans certains isolats génétiques, avec notamment une consanguinité, on signale un mode de transmission récessif autosomique. Les différentes analyses de liaison, effectuées au sein de familles de patients porteurs de kératocône, ont permis de mettre en évidence des régions chromosomiques qui coségrègent avec la maladie, sans pour autant pouvoir isoler des gènes responsables.

La plus grande concordance chez les jumeaux monozygotes que chez les jumeaux dizygotes est très en faveur d'une implication génétique dans la transmission de cette maladie. Une discordance entre les aspects des cornées chez certains jumeaux monozygotes est en revanche en faveur de l'existence de formes de kératocône apparemment sporadiques.

### 1-3- Facteurs environnementaux :

Le frottement oculaire a été rapporté comme « vigoureux » dans 45,8% des cas dans l'étude CLEK sur 1079 patients. Le frottement des yeux doit être proscrit dans le kératocône.

L'association kératocône – atopie est également retrouvée avec une plus grande fréquence. Rahi et al. rapportent 35% de manifestations atopiques (asthme, eczéma, rhinite saisonnière) chez 182 patients atteints de kératocône contre 12% chez des contrôles sains. Khan et al. rapportent 48 cas de kératocône chez 530 patients atteints de rhinite printanière (soit une prévalence de 7 contre 0,0545% dans la population générale).

L'hypothèse la plus séduisante faisant la synthèse de ces résultats suggère une combinaison de facteurs génétiques et environnementaux : en plus de la susceptibilité génétique, un cofacteur environnemental pourrait être nécessaire à l'apparition des symptômes cliniques de la maladie. Cependant, aucune donnée ne permet aujourd'hui de privilégier cette théorie par rapport à celle de la coexistence de kératocônes d'origine génétique et de kératocônes sporadiques d'origine environnementale.

### 1-4- Maladies associées

Les associations les plus courantes sont la trisomie 21, l'amaurose congénitale de Leber, le prolapsus de la valve mitrale et les maladies du collagène (Ehlers-Danlos, Marfan, ostéogenèse imparfaite).

Il est toutefois difficile d'établir un lien direct entre ces pathologies et le kératocône. En effet la prévalence relativement importante du kératocône, sûrement encore sous estimée, rend délicate l'interprétation de ces résultats. L'approche par l'étude de gènes candidats qui consiste à rechercher des mutations dans les gènes d'intérêt codant des protéines impliquées dans le kératocône ou les maladies associées (anomalie des collagènes par exemple) s'est révélée négative.

Dans la trisomie 21, il existe une très forte association avec le kératocône, l'incidence est estimée entre 0,5 et 1,5%, soit 10 à 300 fois celle observée dans la population générale. Cette association a été rapportée à une liaison du kératocône avec le chromosome 21 ou à des facteurs environnementaux comme le frottement oculaire.

## 2- Actualités physiopathologiques [22]

Le kératocône est une maladie génétique très sensible aux facteurs environnementaux.

Les kératocytes sont très sensibles aux informations venant de l'épithélium, par des cytokines dont la principale est l'interleukine 1. Ces cytokines transcrivent les facteurs environnementaux comme le frottement des paupières, l'atopie et la conjonctivite chronique.

Certaines études suggèrent que les cornées kératocôniques présenteraient une activité métabolique accrue via les métalloprotéases dégradant une partie du collagène présent dans le stroma cornéen, avec simultanément une réduction de l'expression du gène inhibiteur de la protéase. Ayant un nombre de récepteurs anormalement élevé pour cette cytokine, les kératocytes vont réagir par une production anormale de protéinases.

## 3-Diagnostic

### 3-1-Circonstances de découverte :

L'examen ophtalmologique peut être motivé par une symptomatologie fonctionnelle en rapport avec l'astigmatisme myopique irrégulier évolutif. Les signes fonctionnels sont alors peu spécifiques et rapportés comme un flou visuel, une photophobie, une impression de brouillard, de baisse d'acuité visuelle progressive, surtout de loin.

Il n'est pas rare non plus de porter le diagnostic lors d'un examen systématique, notamment lors d'un bilan préopératoire d'un patient demandeur de chirurgie réfractive. Dans ce cas, sans signes fonctionnels, l'examen vidéo-topographique fait le diagnostic de ces formes frustes ou débutantes.

### 3-2- Examen clinique :

L'examen clinique est contributif à un stade avancé de la maladie et reflète à des degrés variables : l'ectasie cornéenne, l'amincissement cornéen et les opacités cornéennes. Si bombement et amincissement cornéens sont constants, les opacités varient d'un patient à l'autre.

La protrusion cornéenne peut provoquer une angulation de la paupière inférieure lorsque le patient regarde vers le bas : c'est le signe de Munson. La rétinoscopie consiste à observer le reflet de la lumière projetée sur la rétine au travers d'une pupille parfaitement dilatée. On remarque dans le kératocône une distorsion du reflet rouge rétinien pouvant donner naissance à un effet de ciseau. Le reflet lumineux, au lieu d'être distribué de façon régulière, a un centre sombre qui le divise en deux branches. Rizzuti a décrit une focalisation des rayons lumineux près du limbe nasal lorsqu'un faisceau lumineux éclaire le côté temporal de l'œil.

Dans une cornée normale, la focalisation se fait au-delà du limbe. Ce signe, non spécifique peut s'observer en cas de fort astigmatisme.

L'examen biomicroscopique confirme, en fente fine, l'amincissement cornéen et la saillie conique qui déforme la fente lumineuse. L'examen biomicroscopique est surtout riche d'enseignements dans l'analyse des opacités cornéennes qui peuvent éventuellement accompagner la protrusion. La fréquence de ces opacités augmente avec la sévérité du kératocône.

L'anneau de Fleischer est un anneau partiel ou complet de coloration brune, situé à la base du cône. Il est dû à un dépôt de ferritine, en provenance des larmes, à l'intérieur de l'épithélium cornéen. Davantage visible en lumière bleue et lorsque la pupille est dilatée, il évolue avec l'ectasie cornéenne, tendant à devenir complet.

Les nerfs cornéens peuvent être anormalement visibles chez ces patients jeunes. Cette visibilité est cependant inconstante et non spécifique.

Les stries de Vogt sont des lignes de contrainte, fines, alignées le long du méridien de plus grande courbure. Elles sont profondément situées dans le stroma cornéen postérieur, juste en avant de la membrane de Descemet et disparaissent lorsqu'on exerce une pression externe sur le globe.

Les lignes cicatricielles superficielles intéressent le stroma antérieur au sommet du cône. Elles ont souvent un aspect réticulaire et représentent des ruptures de la couche de Bowman comblées par du tissu cicatriciel.

Les cicatrices profondes résultent de la cicatrisation des ruptures de la membrane de Descemet.

Le kératocône aigu ou hydrops cornéen est la traduction d'une rupture aiguë de la membrane de Descemet. L'irruption d'humeur aqueuse à l'intérieur de la cornée provoque un œdème épithélial et stromal brutal et l'apparition d'une opacité profonde diffuse. Sa traduction clinique est la plupart du temps spectaculaire. Le patient est très photophobe, l'œil est

rouge, larmoyant, avec une conjonctive péri-limbique injectée. Le patient se plaint de douleurs d'importance variable. Après quelques semaines, les cellules endothéliales proches de la rupture de la membrane de Descemet s'élargissent et reconstituent une nouvelle membrane. L'œdème se résorbe. Si la cicatrice résiduelle touche l'axe visuel central, l'acuité visuelle diminue. Si elle n'est pas axiale, la cicatrice stromale peut provoquer un aplatissement de la cornée de telle sorte que l'acuité visuelle peut être augmentée et l'adaptation d'une lentille de contact facilitée.

Le kératocône aigu n'est pas une indication de greffe de cornée en urgence. Plusieurs facteurs sont à l'origine de la survenue d'un kératocône aigu, notamment un traumatisme ou un frottement oculaire important.

### 3-3-Diagnostic vidéotopographique : (3)

Le diagnostic précoce d'un kératocône infra-clinique se base sur l'analyse de la forme de la cornée par la topographie cornéenne.

La topographie spéculaire « réflective » est fondée sur le disque de Placido. Elle permet d'obtenir une cartographie de la courbure cornéenne en fonction de la distance mesurée entre des mires circulaires concentriques projetées sur la cornée.

Les différents aspects topographiques observés dans la population générale mettent souvent en évidence une atteinte différente entre les deux yeux avec cependant, un certain degré d'énantiomorphisme, c'est-à-dire de symétrie en miroir. Une perte de l'énantiomorphisme est fréquente dans le kératocône.

Les formes topographiques suspectes de kératocône sont un bombement cornéen inférieur, une angulation des deux héli-méridiens-celle-ci est à risque lorsqu'elle dépasse 21°, une asymétrie des deux héli-méridiens et une asymétrie couplée à une angulation des deux héli-méridiens (figure 12). Rabinowitz et McDonnell ont été les premiers à proposer une méthode numérique de détection systématique du kératocône. Cette méthode repose sur une asymétrie cornéenne supérieure à 1,5D, calculée par l'indice I-S qui est la différence de puissance dioptrique entre les zones supérieure et inférieure de la région paracentrale de la cornée sur un cercle de 3 mm. Les deux autres critères sont : une puissance cornéenne centrale supérieure à 47D et une asymétrie de kératométrie centrale supérieure à 1D entre les deux yeux. De nombreux indices ou algorithmes plus ou moins sophistiqués ont été développés pour tenter de discriminer

objectivement les topographies de courbure anormales kératocôniques des formes normales. Tous peuvent être pris en défaut.

La topographie d'élévation mesure la forme exacte des faces antérieure et postérieure de la cornée par rapport à une sphère de référence.

L'étude de la face postérieure est importante car sa déformation, analysée par balayage d'une fente lumineuse (Orbscan) ou par imagerie Scheimpflug (Pentacam), apparaît probablement avant celle de la face antérieure.

L'épithélium se comporterait comme un masque pour essayer de rendre la surface optique la plus régulière possible, s'amincissant sur les zones bombées et, au contraire, s'épaississant sur les zones en creux.

Il est classique de considérer une élévation postérieure, par rapport à la sphère de référence, supérieure à 40 $\mu$ m à l'Orbscan. Cette valeur est probablement plus basse, vers 30  $\mu$ m au Pentacam.

De nombreux critères de détection du kératocône infraclinique ont été proposés : sphère de référence postérieure supérieure à 50 $\mu$ m, critères de Roush, d'Efkarpides, de Tanabe, pachymétrie inférieure à 500 $\mu$ m. une convergence et un décalage, souvent inféro-temporal, des points remarquables (plus fin, plus élevé antérieur, plus élevé postérieur) sont souvent retrouvés.

Aucun paramètre n'a une sensibilité ou une spécificité de 100%. Il n'existe ainsi aucun critère absolu de détection du kératocône en matière de topographie, qu'elle soit spéculaire ou d'élévation.

La confrontation de cartes spéculaires et d'élévation et la recherche de différents critères de suspicion sont autant d'éléments de présomption en faveur d'un kératocône. Seuls les critères ayant fait l'objet de publication sont à considérer.

La surveillance topographique dans le temps sera alors primordiale pour dépister, à l'aide ou pas de cartes différentielles, une modification de paramètres, concomitante à l'évolution du kératocône.

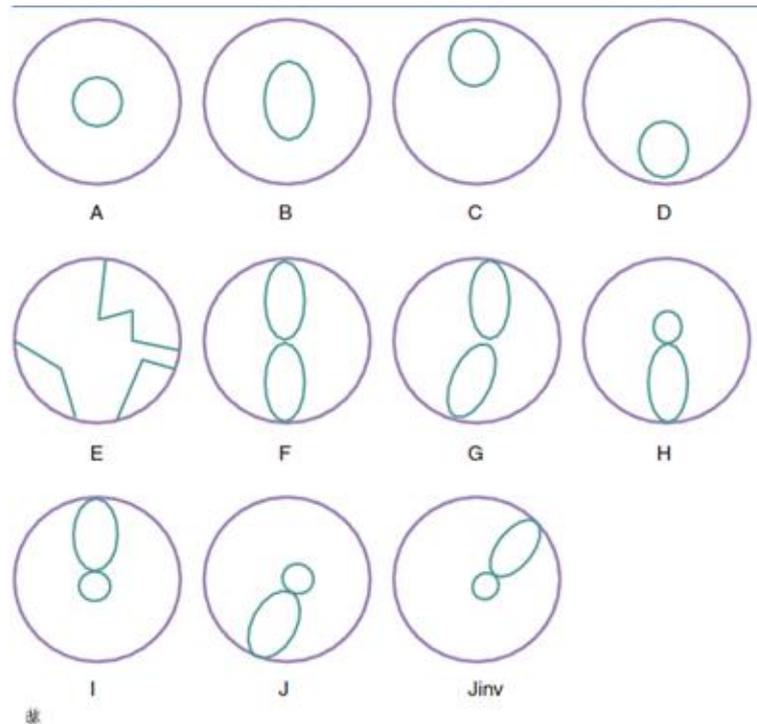


Figure 12 : Schématisation des différentes anomalies topographiques les plus fréquemment retrouvées en cas de kératocône sont les formes D, G, H et J. dans les formes G et J, une angulation des deux héli-mériens les plus bombés (ou Srax) de plus de 21° est suspecte de kératocône (3).

#### 4-CLASSIFICATION : (3)

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

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

La classification de Krumeich prend en compte, en plus de la transparence cornéenne : la kératométrie maximale, la pachymétrie au point le plus fin et la puissance réfractive manifeste de la sphère et/ou du cylindre (Figure 13).

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

D'autres classifications font intervenir la morphologie du kératocône ou encore prennent en compte les aberrations optiques. Alio et Shabayek prennent ainsi en compte l'aberration comatique dans leur classification avec des valeurs RMS de coma de 1,50 à 2,50 m pour le stade 1 ; 2,50 à 3,50 pour le stade 2 ; 3,50 à 4,50 pour le stade 3 et au-delà de 4,50 m pour le stade 4.

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

À la marge de ces classifications, sont apparus les termes de kératocône «suspect», « fruste » ou « débutant ».

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

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

Aujourd'hui, toute asymétrie vidéo-topographique, à plus forte raison si elle s'associe à une anomalie pachymétrique ou aberrométrique, est suspecte et à risque. L'intérêt réside dans la détection de ces formes à risque dans un bilan préopératoire d'un patient demandeur de chirurgie réfractive. En effet, 2 à 6 % de ces candidats seraient porteurs d'une forme fruste ou suspecte de kératocône.

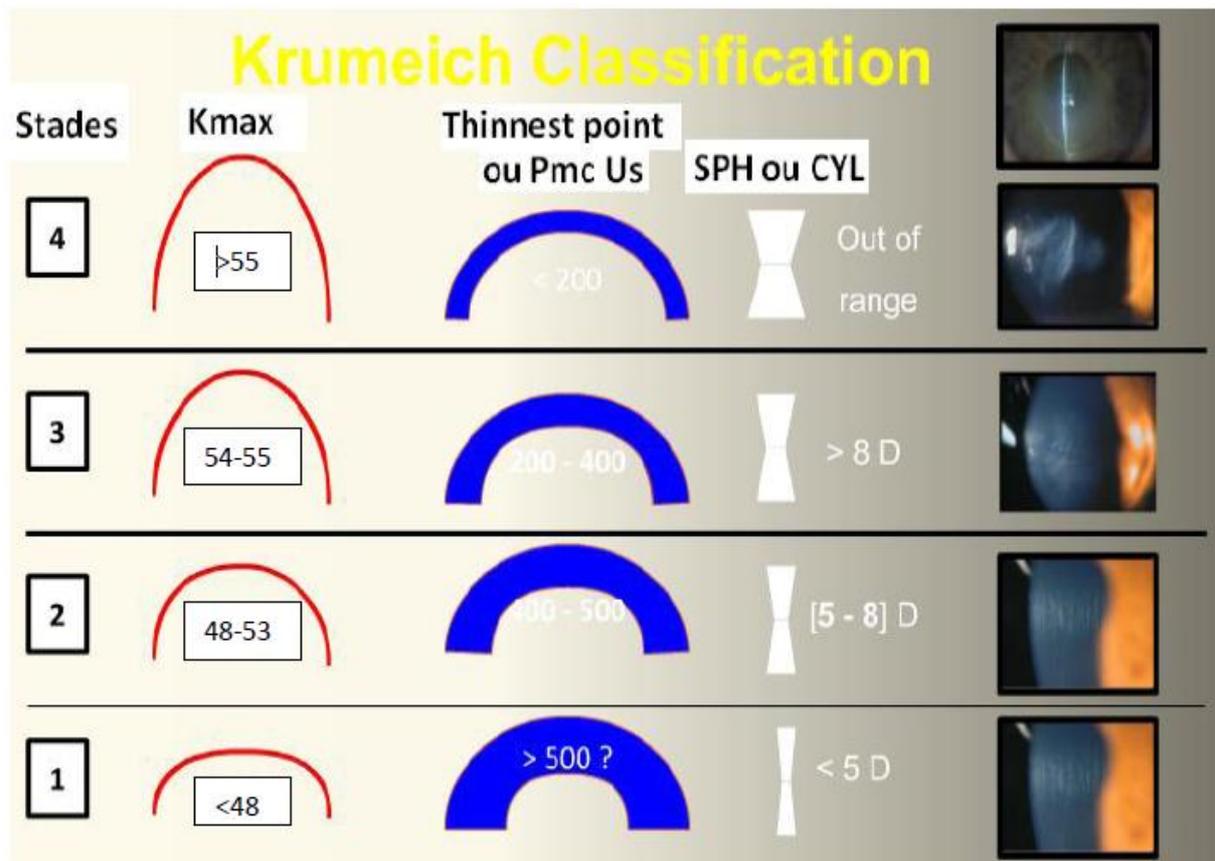


Figure 13 : Classification de Krumeich

## 5- Ectasie post-LASIK

L'ectasie post-LASIK est un amincissement progressif avec bombement de la cornée et évolution similaire à celle d'un kératocône. Les signes cliniques évocateurs sont une modification de la réfraction post-LASIK, progressive, sphéro-cylindrique myopique. La baisse d'acuité visuelle avec correction est concomitante de l'apparition d'un astigmatisme irrégulier avec une topographie cornéenne évocatrice d'un kératocône.

L'évolutivité des signes cliniques permet d'éliminer un traitement décentré. L'analyse de la littérature montre que la plupart des cas présentaient un tableau de kératocône fruste ou suspect.

Deux mécanismes peuvent expliquer l'apparition d'une ectasie post-opératoire : un affaiblissement biomécanique de la cornée par non-respect du lit stromal postérieur résiduel minimal, classiquement de 250  $\mu\text{m}$ , ou la décompensation d'un kératocône méconnu. Les deux mécanismes peuvent s'associer.

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

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

Enfin, l'absence de facteurs de risque connus ou un score de Randleman [21] sécurisant ne permettent pas d'éliminer totalement le risque d'ectasie.

### 6-Diagnostic différentiel : (3)

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

#### 6-1-« Corneal warpage » :

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

L'aspect vidéotopographique est proche de celui d'un kératocône. La diminution ou disparition de l'anomalie topographique en 3 à 4 semaines confirme le diagnostic.

#### 6-2-Dégénérescence marginale pellucide :

Elle est de plus en plus considérée comme une forme clinique du kératocône. Bilatérale, elle se traduit par un amincissement de la cornée périphérique inférieure.

L'amincissement intéresse une bande étroite de 1 à 2 mm de large, elle-même séparée du limbe par une zone de cornée normale de 1 à 2 mm de large.

La cornée centrale est d'épaisseur normale et fait saillie au dessus de la zone d'amincissement. Souvent diagnostiquée entre 40 et 50 ans, les patients se plaignent d'une baisse d'acuité visuelle en rapport avec l'évolution d'un astigmatisme inverse irrégulier.

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

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

La zone d'amincissement est claire, toujours épithélialisée, avasculaire, sans dépôt ni ulcération, ce qui la distingue d'un ulcère de Mooren ou d'une dégénérescence marginale de Terrien.

La correction est comparable à celle du kératocône avec risque de complications plus élevé en cas de greffe qui doit être large et excentrée. Les autres options chirurgicales, greffe lamellaire en croissant, résection-excision de la zone amincie, anneaux intra-cornéens, sont à risque de néo-vascularisation cornéenne et d'astigmatisme résiduel élevé.

### 6-3-Kératoglobe :

C'est un amincissement diffus de la cornée, plus marqué dans sa périphérie. Un amincissement scléral est parfois rapporté.

Contrairement au kératocône où il existe, même dans les formes avancées, une zone supérieure d'épaisseur normale, dans le kératoglobe, l'amincissement cornéen intéresse toute la cornée. Rare, le kératoglobe est bilatéral, non ou peu évolutif. La cornée prend un aspect globuleux sans anneau ferrique.

Les cicatrices sont également absentes ou rares. Des ruptures descémétiques ou un hydrops surviennent plus rarement que dans le kératocône. En revanche, l'évolution est marquée par le risque de perforation ou de rupture cornéenne, même après un traumatisme minime.

Parfois présent dès la naissance, le kératoglobe a un diamètre cornéen normal et doit être différencié d'une mégalocornée ou de buphtalmie du glaucome congénital.

Le traitement est le plus longtemps conservateur par lunettes ou verres scléraux. Le port de lentilles de contact rigides doit être prudent en raison de microtraumatismes induits.

Le traitement chirurgical n'est envisagé qu'en dernier recours par une greffe de cornée de grand diamètre, de limbe à limbe, avec un risque important de rejet. Une technique lamellaire de grand diamètre peut être préférée, associée selon le résultat à une greffe transfixiante centrale de plus petit diamètre.

#### 6-4-Kératocône postérieur :

Kératocône et kératocône postérieur n'ont de similitudes que terminologiques. Le kératocône postérieur est une maladie très rare assimilée à une anomalie du développement.

Il est fréquemment associé à d'autres anomalies du segment antérieur : anomalies de clivage, aniridie, atrophie irienne, ectropion de l'épithélium pigmenté de l'iris, glaucome, lenticône antérieur, ectopie cristallinienne, opacités cristalliniennes antérieures.

En général unilatéral, le kératocône postérieur est présent dès la naissance et se manifeste par une augmentation du rayon de courbure cornéen postérieur.

La cornée est le plus souvent claire. Dans sa forme localisée, un certain degré de cicatrice stromale peut être présent. La face antérieure est épargnée, expliquant le peu de trouble de la fonction visuelle. La correction est le plus souvent optique. En cas de cicatrice centrale, une greffe transfixiante peut être indiquée en tenant compte du risque d'amblyopie.

#### 7-PRISE EN CHARGE : (3 )

##### 7-1- correction optique :

La correction par verres de lunettes est possible à un stade précoce. La réfraction peut être difficile, fluctuante. Malgré les différentes innovations thérapeutiques récentes, les lentilles de contact demeurent la modalité de prise en charge de première ligne pour la réhabilitation visuelle des patients et ce à différentes étapes de l'évolution de la maladie cornéenne. L'adaptation peut concerner des kératocônes non opérés ou après traitement chirurgical. Elle est possible en lentilles rigides surtout, souples, en piggy-back, ou jumelées ou hybrides, ou en verres scléaux. Les techniques chirurgicales de réhabilitation visuelle ne s'envisagent qu'en cas d'échec des lentilles de contact par intolérance ou impossibilité de port en raison de conditions d'environnement spécifiques.

## 7-2- chirurgie du kératocône :

### Ø Cross-linking du collagène cornéen :

Stratégie développée initialement par l'équipe de Seiler [49, 50], le cross-linking du collagène cornéen a pour but de « rigidifier » une cornée biomécaniquement instable.

Si le mécanisme d'action du cross-linking n'est pas complètement élucidé, le principe repose sur un « pontage » biochimique photo-induit des fibres de collagène. La technique standard repose, après abrasion de l'épithélium cornéen, sur l'instillation de riboflavine (vitamine B2) pendant 30 minutes, suivie d'une irradiation par des ultraviolets A à une fluence de 3 mW/cm<sup>2</sup> pendant 30 minutes (Figure 14).

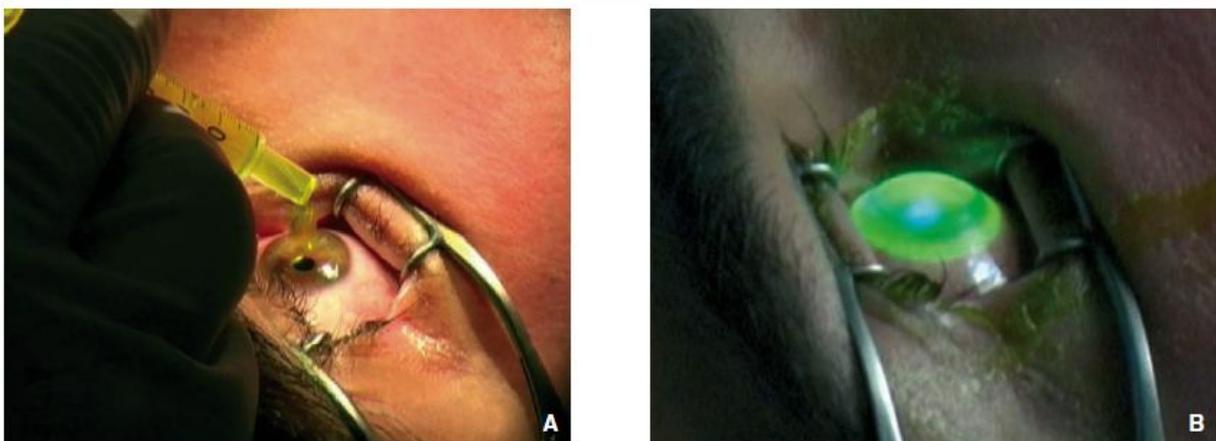


Figure 14: Cross-linking du collagène cornéen. (3)

Les indications du cross-linking concernent le kératocône évolutif. Se pose alors le problème de la définition de la progression d'un kératocône.

L'inclusion dans l'étude d'accréditation de la FDA concernaient la variation de quatre critères sur une période de 24 mois : une augmentation égale ou supérieure à 1 D du méridien le plus cambré (Kmax), une augmentation supérieure ou égale à 1 D de l'astigmatisme manifeste réfractif, un shift myopique supérieur ou égal à 0,50 D de l'équivalent sphérique manifeste réfractif et une diminution supérieure ou égale à 0,1 mm du rayon de courbure postérieur au cours de l'adaptation de lentilles rigides. Ces critères sont indicatifs. La surveillance est primordiale.

Il existe cependant deux exceptions où l'indication d'un cross-linking peut être posée dès la découverte d'un kératocône : chez l'enfant et après LASIK. Dans ces deux cas, l'aggravation quasi certaine et parfois explosive de la maladie incite à ne pas retarder le cross-linking.

Le traitement du deuxième œil est en revanche décalé d'au moins trois mois afin d'être à distance d'éventuelles complications. Celles-ci vont du risque infectieux dû à la désépithélialisation peropératoire et à la pose d'une lentille pansement, jusqu'à des cas de nécrose cornéenne avec perforation. Les cas de «pseudo-haze» cicatriciel postopératoire sont fréquents, voire systématiques, et le plus souvent régressifs. Il n'est cependant pas rare d'observer des pertes de ligne d'acuité visuelle après cross-linking. Des infiltrats cornéens aseptiques ont également été rapportés. Il convient enfin de respecter une pachymétrie de 400 µm pour limiter les risques potentiels de complications endothéliales notamment.

Les résultats sont concordants dans la littérature et rapportent une stabilisation de la maladie dans près de 90 % des cas [23–24]. Les résultats semblent meilleurs en cas de Kmax inférieure à 58 D et d'âge inférieur à 35 ans [56]. Il est classique d'observer une diminution moyenne du Kmax de 2 D et parfois un gain de une à deux lignes d'acuité visuelle [40].

L'association du cross-linking à d'autres procédures est possible. L'effet additif du cross-linking sur l'implantation d'anneaux intracornéens est à démontrer ainsi que l'ordre des deux interventions.

Les indications de la photokératectomie réfractive au laser Excimer couplée au cross-linking doivent être affinées. Enfin, les techniques de contraction du collagène cornéen (Keraflex™) couplées au cross-linking doivent être évaluées.[3,40]

Enfin, d'autres approches du cross-linking sont en évaluation pour limiter les complications : cross-linking transépithélial ou iontophorèse pour éviter l'abrasion épithéliale et donc la douleur et le haze postopératoire, ou le flash cross-linking pour raccourcir la durée opératoire.

#### Ø Anneaux intracornéens :

L'objectif majeur des anneaux est d'améliorer la qualité de vision des patients en remodelant l'architecture cornéenne, en diminuant l'astigmatisme asymétrique, sans enlever de tissu cornéen et sans toucher le centre de la cornée. Les anneaux peuvent être enlevés si nécessaire. Selon la loi de Blavatskaya, l'effet est d'autant plus important que l'anneau est épais et que la zone optique est petite. Cependant, les effets secondaires visuels augmentent en cas de petite zone optique.

La dissection des tunnels intrastromaux peut se faire mécaniquement à l'aide de dissecteurs ou par laser femtoseconde.

Le choix de l'anneau dépend de l'équivalent sphérique préopératoire, de la localisation du cône, de l'asymétrie de la déformation et de la pachymétrie. Un ou deux anneaux, identiques ou pas, en termes d'épaisseur et de longueur, sont implantés.

En cas d'ectasie centrale, deux anneaux de même épaisseur sont recommandés ; en cas d'ectasie décentrée, deux anneaux asymétriques sont utilisés. Plus l'anneau utilisé est long et plus l'aplatissement cornéen, et donc l'effet démyopisant, est important. Plus la longueur est courte et plus l'effet sur l'astigmatisme prédomine.

Les résultats attendus sont, à titre indicatif car variable selon les cas, un gain d'acuité visuelle dans environ 80 % des cas avec une diminution de l'équivalent sphérique de 3 D et de la kératométrie de 4 D [3].

Une correction optique par lunettes ou lentilles est souvent nécessaire après anneaux.

Si, chez un patient, les résultats visuels obtenus ne sont pas acceptables, une greffe de cornée peut être réalisée.

#### Ø Laser excimer :

L'ectasie cornéenne kératocônique induit une erreur réfractive sphéro-cylindrique myopique.

Une photoablation était contre-indiquée dans le kératocône en raison de l'amincissement et de l'affaiblissement biomécanique cornéen. L'essor du cross-linking du collagène cornéen permet de reconsidérer une photokératectomie réfractive (PKR) dans le kératocône sous certaines conditions.

La PKR est au mieux guidée par la topographie, avec une optique d'épargne tissulaire et une photoablation n'excédant donc pas 50 µm. L'objectif du traitement est de « régulariser » la surface cornéenne. Ce traitement personnalisé guidé par la topographie consiste davantage à « normaliser » une surface cornéenne qu'à traiter une réfraction subjective, souvent fluctuante dans le kératocône.

L'approche est très différente d'une chirurgie réfractive et semble donner des résultats prometteurs [25]. La détermination d'indications et de protocoles de traitement ainsi que la validation des résultats préliminaires sur le long terme sont nécessaires.

### Ø Implants intra-oculaires : (3)

La myopie dans le kératocône peut être axiale, par allongement de la longueur axiale de l'œil ou de courbure par augmentation de la puissance de convergence de la cornée. Sa correction par un implant intraoculaire intervient sur une « cornée stable » spontanément ou après cross-linking.

L'implantation peut être phaïque ou pseudophaïque en cas de cataracte associée. Elle peut intervenir en première intention ou après une chirurgie préalable par implantation d'anneaux ou greffe de cornée.

L'indication opératoire ne repose sur aucun consensus et doit se réfléchir au cas par cas. Une meilleure acuité visuelle préopératoire corrigée par lunettes, avant cataracte, inférieure à 4-5/10e sans amblyopie va à l'encontre de l'implantation intraoculaire car la part irrégulière de l'astigmatisme est alors importante et limite la récupération visuelle. Une cornéoplastie préalable par anneaux ou greffe est alors préférable.

Un implant torique peut être utilisé pour corriger la part de l'astigmatisme réfractif manifeste mais ne corrige pas la part irrégulière de l'astigmatisme.

Une réfraction manifeste par lunettes difficile et fluctuante est également un critère incitant à la prudence.

L'implantation intraoculaire s'adresse essentiellement à des kératocônes peu évolués, associés à une myopie forte et uniquement si la réfraction est accessible.

### Ø Greffes de cornée :

L'indication chirurgicale de greffe est à la fois optique pour restaurer l'acuité visuelle, mais aussi tectonique pour restaurer l'intégrité cornéenne en épaisseur et en forme.

Rabinowitz (26) rapportait, à la fin des années 2000, qu'environ 10 à 20% des patients porteurs de kératocône auraient besoin d'une greffe de cornée au cours de leur vie.

L'essor des nouvelles techniques chirurgicales pourrait diminuer ce taux.

Le kératocône représente 10 à 30 % des indications opératoires de greffe dans de larges séries publiées. (26)

L'indication de greffe n'intervient qu'en dernier recours, lorsque les autres moyens de correction à notre disposition ont été épuisés.

Longtemps considérée comme le traitement de référence du kératocône, la kératoplastie transfixiante (KT) a perdu cette place au profit de la

kératoplastie lamellaire antérieure profonde (KLAP) prédécemétique. Les avantages sont une meilleure résistance mécanique, une acuité visuelle et un astigmatisme postopératoire identiques, mais surtout la conservation endothéliale.

Bien que supérieure à la perte cellulaire endothéliale annuelle physiologique qui est de 0,6%, la perte après KLAP est inférieure à celle observée après KT, qui est sept fois supérieure à la perte physiologique, soit 4,2% par an.

Si le risque de rejet épithélial, sous-épithélial ou stromal persiste après KLAP, le risque de rejet endothélial est nul. Il est évalué à 15 à 30% des greffons à cinq ans après KT. La survie des greffons lamellaires semble ainsi rallongée.

En dehors de la courbe d'apprentissage de la technique, la KLAP présente des complications propres dont la principale, la perforation peropératoire des couches profondes endothéliodécémétiques, peut nécessiter une conversion en KT.

Les résultats d'une méta-analyse récente sur 1843 KLAP rapportent un risque de perforation dans près de 12% des cas (27). La conversion en KT n'est en revanche que de 2%.

Les autres complications sont la présence d'une double chambre antérieure dans 3,5% des cas et un haze de l'interface pouvant retentir sur l'acuité visuelle dans moins de 1% des cas.

L'essor de la KLAP est le fait de l'utilisation d'adjuvants à la dissection profonde : viscoélastique et surtout air par la technique de la big-bubble par injection à l'aide d'une aiguille ou d'une canule à bout mousse.

Pour que le résultat fonctionnel d'une KLAP soit identique à celui d'une KT, il est indispensable d'obtenir un plan de clivage profond entre le stroma et la membrane de Descemet. [3]

### 7-3- Arbre décisionnel : [3]

L'arbre décisionnel est controversé, évolutif et indicatif seulement (Figure 15).

La prise en charge du kératocône se fait au cas par cas et prend en compte de nombreux paramètres ophtalmologiques (acuité visuelle, confort binoculaire, transparence cornéenne, épaisseur cornéenne, stabilité ou progression du kératocône, kératométrie maximale, myopie axiale associée, tolérance aux lentilles de contact, cataracte), généraux (atopie, pathologies générales associées, trisomie 21), mais également personnels (âge, activités professionnelles, activités de loisir, observance, attentes raisonnables et raisonnables du patient).

Cet arbre repose sur une logique de stabiliser un kératocône évolutif, de corriger au maximum par des moyens optiques avant d'envisager la solution chirurgicale la plus adaptée au patient, la greffe de cornée étant réalisée en dernier recours.

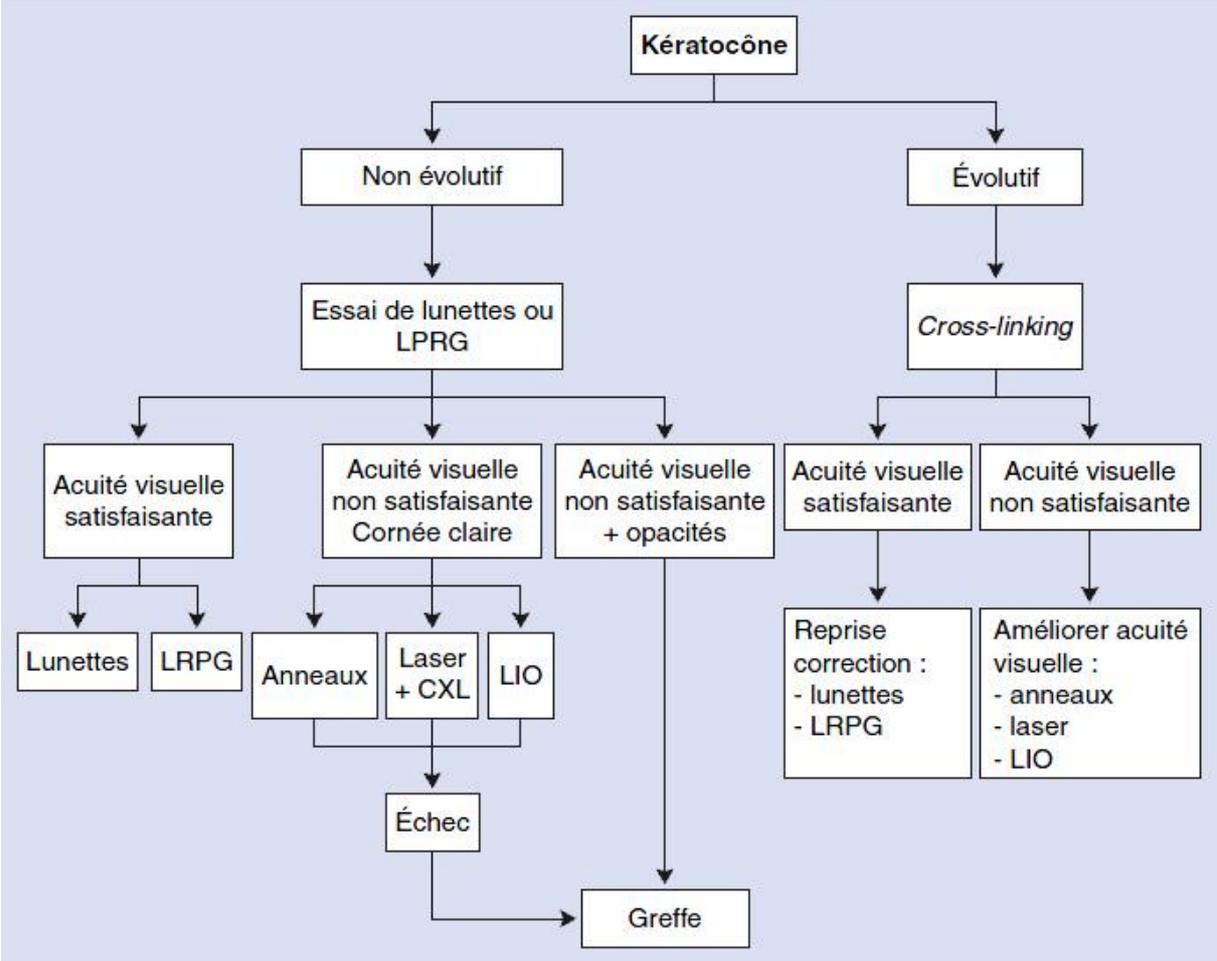


Figure 15 : arbre décisionnel de la prise en charge du kératocône.[3]

## V. LENTILLES DE CONTACT ET TRAITEMENT DU KERATOCONE

La lentille de contact représente l'arme de choix dans le traitement du kératocône. L'adaptation des ces cornées anormales est cependant délicate voire impossible dans certains cas. Elle permet de supprimer une grande partie des irrégularités de la cornée, améliorant ainsi l'acuité visuelle du patient. Par ailleurs, les lentilles ne freinent pas l'évolution du kératocône [15].

L'équipement en lentilles peut être préconisée après chirurgie du kératocône ; en post greffe ou après pose d'anneaux intra-cornéens. En effet, il peut persister un astigmatisme irrégulier, voire des amétropies postopératoires.

Après cross-linking du collagène, l'adaptation en lentilles de contact n'est envisagée qu'après cicatrisation épithéliale.

### A-Lentilles de contact utilisées dans le kératocône [28]

#### 1- Lentilles rigides perméables au gaz (LRPG)

Le kératocône est responsable d'un astigmatisme irrégulier, d'où la nécessité de lentilles qui corrigent au mieux ce type d'astigmatisme, à savoir les LRPG.

Une fois posées sur l'ectasie cornéenne, elles éliminent la majeure partie de l'astigmatisme irrégulier.

Elles garantissent aussi un passage facile des larmes sous la lentille assurant une bonne oxygénation cornéenne, et sont bien tolérées par la majorité des patients.

##### 1.1 Objectif de l'adaptation du kératocône en LRPG:

Le principal objectif de l'adaptation du kératocône est d'obtenir la meilleure acuité visuelle possible avec le moins d'interférence avec la physiologie cornéenne.

Le défi est, d'une part, de trouver des lentilles adaptées au niveau de leurs formes et puissance pour obtenir un gain visuel et, d'autre part, qu'elles soient tolérées et portées toute la journée par le patient.

Le second objectif de l'adaptation est l'obtention d'un équilibre réparti de la LRPG sur la cornée (sans appui): Une lentille mal adaptée peut augmenter le risque de survenue d'opacités cornéennes au niveau du sommet du cône par appui excessif.

## 1.2 Principes d'adaptation des LRPG dans le kératocône: [15, 28]

### 1.2.1 Bilan de préadaptation: [28]

#### a/Interrogatoire :

Il précisera:

-Les antécédents généraux du patient: la recherche de pathologies pouvant augmenter le risque infectieux et entraîner ou accroître une sécheresse oculaire: Une maladie chronique, diabète, troubles hormonaux, infection, immunodépression, dysthyroïdie, traitements au long cours, terrain allergique...

-Les antécédents ophtalmologiques:

- Médicaux: Toute affection oculopalpébrale pouvant modifier le confort ou la sécurité du port : Allergie, blépharite, ptérygion, kératite, sécheresse oculaire; ainsi que l'utilisation de traitements locaux (collyres, pommades, conservateurs).

- Chirurgicaux: Chirurgie oculomotrice, palpébrale, cornéo-limbique (ptérygion, plaie, kératoplastie...), décollement de rétine....

- Optiques : Antécédent de port de lunettes et meilleure acuité visuelle corrigée.

- Contactologiques: (ancien porteur):

- Ø La date de la première consultation, le rythme du suivi, la date du dernier port.

- Ø Le matériau de la lentille utilisée, sa géométrie et ses paramètres.

- Ø Le type de renouvellement, les habitudes d'entretien et d'hygiène, les incidents et accidents de port et leurs causes, la tolérance sur la journée, les éléments de satisfaction et d'insatisfaction.

-Le niveau intellectuel et socioéconomique.

-La nature du travail : Métiers à risque de projections (poussière, toxiques, solvants..), atmosphère du travail (réfrigérateur, climatiseur...), travail sur écran avec lecture et fixation prolongée, type de conduite automobile diurne ou nocturne.

-Les loisirs du patient: voyages fréquents, sport nautique...

-Les exigences du patient, ses motivations et ses objectifs optiques et pratiques.

#### b/Examen clinique

-Réfraction et mesure de l'acuité visuelle: Il faut mesurer l'acuité visuelle pour chaque œil et en binoculaire, de loin et de près.

-Etude de la Motilité oculaire : A la recherche d'un trouble oculomoteur avec au besoin un bilan orthoptique.

- kératométrie: Elle mesure le Kmin, kmax permettant ainsi le calcul de la kératométrie moyenne, exprimée en mm.

Celle-ci peut être convertie en dioptries par la formule suivante:

$$D = (n' - n) / r$$

D: Puissance en dioptries; n': indice kératométrique= 1,3375

n: indice de l'air=1; r : rayon de courbure en mètre

Elle constitue une étape essentielle dans l'adaptation du kératocône et le choix du rayon de courbure de la lentille d'essai.

-Examen à la lampe à fente:

##### Ø Examen des paupières :

- ✓ Examen du bord libre (points lacrymaux, cils, glandes de meibomius).
- ✓ Examen de la surface palpébrale externe à la recherche d'un eczéma des paupières (Terrain atopique).
- ✓ Examen de la conjonctive tarsale à la recherche d'anomalies inflammatoires, tumorales ou cicatricielles, de papilles ou de follicules.
- ✓ Analyser la taille et la forme de la fente palpébrale.
- ✓ Tester la tonicité palpébrale et le réflexe de fermeture.

##### Ø Analyse du film lacrymal :

- ✓ Qualitative : sous fluorescéine, par l'homogénéité de sa répartition cornéenne (immédiate et après chaque clignement). Ainsi que par son temps de rupture (break up time).
- ✓ Quantitative par l'analyse de la rivière lacrymale et par le test de Schirmer.

##### Ø Examen du segment antérieur :

- ✓ Examen de la conjonctive bulbaire et des culs de sac conjonctivaux.
- ✓ Examen de la cornée :
  - Rechercher une kératite, une cicatrice, une opacité, une dystrophie...
  - Evaluer les dimensions de la cornée et la proportion de son recouvrement palpébral supérieur et inférieur.

- ✓ Apprécier l'état de la conjonctive et de l'épithélium cornéen après instillation d'une goutte de fluorescéine.
- ✓ Examen du limbe : A la recherche d'une hyperhémie, de néovaisseaux, d'un ptérygion, de bourrelets allergiques...
- ✓ Etude de la taille de la pupille dans les conditions d'éclairage de la salle.
  - Ø Mesure du tonus oculaire
  - Ø Examen du fond d'œil.

#### c/Topographie cornéenne

C'est un examen systématique pour le diagnostic du kératocône (surtout de la forme fruste) et son suivi évolutif.

C'est un outil très utile et efficace pour déterminer les différentes formes et tailles de cônes. Elle donne une représentation cornéenne exacte qui aide au choix de la lentille à utiliser. Elle permet de connaître le type du cône (pointu, ovale) et sa localisation (centré ou décentré).

Cependant, la kératométrie utilisée pour le choix du rayon de la lentille d'essai peut être obtenue soit à partir d'un kératomètre automatique ou d'un topographe cornéen.

Selon la règle du Dr Florence Malet [4]: le rayon de courbure de la lentille utilisée est fonction de la kératométrie moyenne selon la formule suivante:

$$r_0 = (0,741 \times R_m) + 2,00$$

#### d/ Aberrométrie

Elle permet l'analyse de la réduction des aberrations totales sous LRPG, pour mieux évaluer la qualité visuelle des patients.

#### 1.2.2 Techniques d'adaptation [15, 28]

Il existe 3 types d'adaptation :

- Ø Technique de l'appui apical (apical bearing) :

La LRPG exerce une pression sur l'apex du cône, dans le but de l'aplatir.

Elle a comme avantage de réduire l'astigmatisme et d'augmenter la partie optique utile de la cornée, ce qui va optimiser le gain visuel.

L'image fluorescénique obtenue est celle d'une zone centrale sombre de 3 à 4 mm et une stagnation de la fluorescéine au niveau des dégagements en moyenne périphérie et aux bords (Figure 16).

Les complications de cette technique sont la perte fréquente de la lentille, un inconfort dû à son bord inférieur non aligné sur la cornée, des épisodes de kératites à répétition voire permanente et la fréquence plus élevée d'opacités cornéennes.

Cette adaptation est abandonnée actuellement dans la prise en charge des kératocônes.

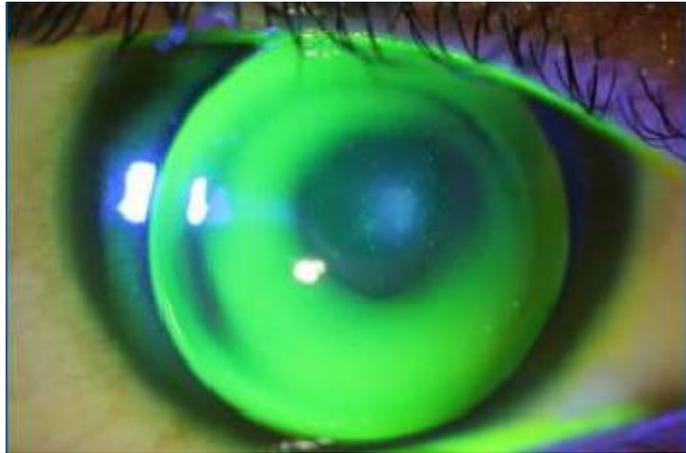


Figure 16 : Technique de l'appui apical, compliquée d'une kératite ponctuelle superficielle de l'apex (15).

Ø Technique de la clearance apicale ou circulation lacrymale apicale (« vaulting effect »)

Son principe est inverse et a pour but d'éviter les complications cornéennes en évitant tout contact entre le sommet du cône, ce qui implique la présence d'une importante zone centrale de larmes.

Elle a comme avantage de préserver l'intégrité de l'épithélium cornéen central, d'augmenter le temps de port dans des conditions satisfaisantes et de diminuer l'incidence des complications.

L'indication principale est le kératocône centré très saillant.

L'acuité visuelle (AV) est en revanche moins performante que dans la technique précédente. Les inconvénients sont le risque de ventousage de la lentille.

Ø Technique du triple appui:

Elle permet une répartition homogène des zones d'appui en 3 endroits : central à l'apex du cône qui doit être léger et laisser circuler la fluorescéine afin d'éviter les complications cornéennes, les 2 autres appuis en moyenne périphérie (à 180° de l'apex sur le méridien horizontal) vont permettre une répartition homogène du poids de la LRPG. Les dégagements périphériques

sont assez larges pour laisser circuler les larmes. L'image fluorescéinique typique est dite en « cocarde » ou en « oeil de boeuf » (Figure 17). L'AV obtenue est supérieure à celle des 2 techniques précédentes. C'est la technique idéale dans le kératocône.

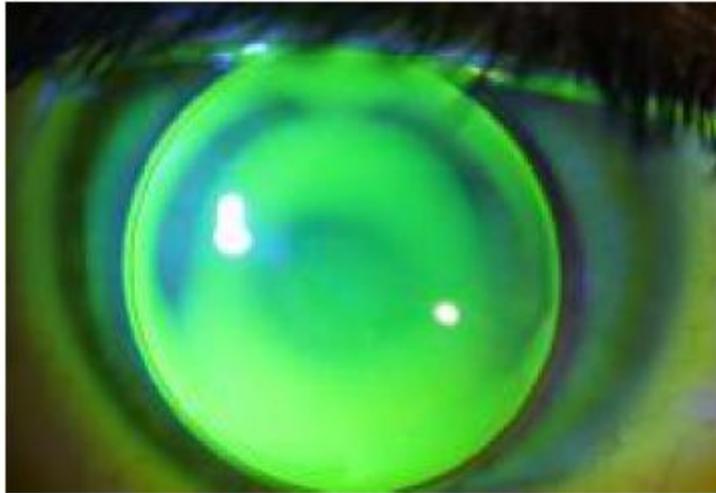


Figure 17 : Technique du triple appui (15).

### 1.2.3 Indications de l'adaptation des LRPG dans le kératocône [15, 28]

#### Ø Selon le stade d'Amsler

-Stade 1: Le traitement optique est la correction par lunettes. La LRPG est envisageable à la demande du patient.

-Stade 2 et 3: Seul un équipement en lentilles rigides permet la récupération d'une bonne acuité visuelle.

-Stade 4: L'adaptation en LRPG est possible en attendant la kératoplastie qui reste l'option thérapeutique à ce stade, en raison de la présence d'opacités cornéennes. La protrusion est tellement importante, que malgré la lentille rigide, les aberrations optiques sont maximales.

#### Ø Selon l'acuité et la fonction visuelle :

##### • Selon l'acuité visuelle

Il n'existe pas de valeur seuil d'AV faisant abandonner les lunettes en faveur des lentilles de contact. Cependant, il semble admis qu'une réduction de 20% de l'AV serait le moment opportun pour débiter un équipement en lentilles [29].

En pratique, c'est le suivi évolutif qui déterminera le passage aux lentilles de contact, en notant la baisse de l'AV et la difficulté de plus en plus grande à réaliser une correction optique adaptée par lunettes.

La valeur pachymétrique minimale et la présence d'opacités cornéennes influencent aussi l'AV.

- Selon la fonction visuelle

La fonction visuelle est altérée en cas de kératocône. L'étude de la sensibilité aux contrastes montre des anomalies précoces dans les basses fréquences même si l'acuité visuelle est bonne.

Aussi, il existe des aberrations optiques d'ordre supérieur (type coma) dans les formes frustes expliquant les gênes décrites par les patients même au stade précoce.

- Ø Selon l'uni ou la bilatéralité de l'atteinte:

En cas de kératocône bilatéral, fruste d'un côté encore corrigeable par lentilles de contact, certains auteurs préconisent un équipement unilatéral. D'autres, équipent les 2 yeux car l'adaptation sera plus facile en termes de confort visuel.

Par ailleurs, dans les formes unilatérales évoluées, le déséquilibre optique est très gênant et l'équipement unilatéral peut être difficile en raison du confort perçu par rapport au côté non équipé.

- Ø Selon l'âge du patient:

Il n'existe pas de limites d'âge dans l'adaptation en LRPG pour le kératocône. Cependant le nombre des sujets âgés équipés reste faible.

Le kératocône chez l'enfant de moins de 10 ans est rare et rapidement évolutif. L'équipement en lentilles doit être instauré très rapidement en raison de l'amblyopie parfois associée.

- Ø Selon le terrain

En cas de trisomie 21 ou de retard mental, l'équipement en LRPG doit prendre en compte l'importance des troubles psychiques et les nécessités visuelles. Il est souvent discuté avec l'entourage du patient.

Dans les atteintes allergiques, notamment les eczémas du visage ou des paupières, la tolérance des lentilles est souvent diminuée. Une prise en charge multidisciplinaire (dermatologues, allergologues) pourrait améliorer les conditions du port chez ces patients.

- Ø Selon la motivation du patient:

Il s'agit le plus souvent de sujets jeunes et motivés. Néanmoins, chez certains patients, le stress induit par le diagnostic et la connaissance de l'évolution de la maladie pouvait constituer un facteur de freination.

Le niveau économique du patient influence aussi sur sa motivation.

### 1.3 Choix de la lentille à prescrire: [28, 31]

Le choix s'oriente aussi vers des matériaux à haut DK garant une bonne oxygénation de la cornée à équiper.

Les LRPG « spécial kératocône » seront utilisés.

Après instillation d'une goutte d'anesthésique local, la LRPG sera posée. Sa mobilité et son centrage sont appréciés par l'examen biomicroscopique quelques minutes après la pose: La position au repos de la lentille doit être centrée ou légèrement supérieure. La reprise de la lentille par la paupière supérieure lors du clignement est importante.

L'adaptation sera vérifiée par la suite après instillation d'une goutte de fluorescéine: Au niveau du sommet du kératocône, l'appui doit être peu marqué. Les dégagements périphériques doivent laisser passer la fluorescéine dans toute la périphérie de la LRPG et notamment au niveau de l'hémicorne supérieure (Figure 18).

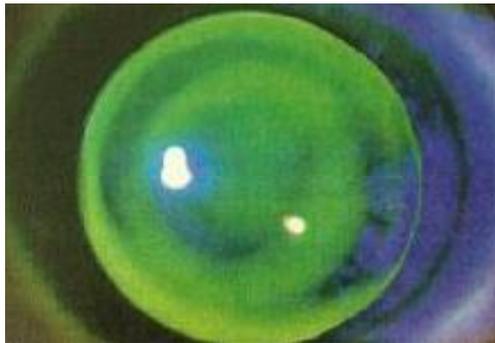


Figure 18 : Adaptation satisfaisante d'un kératocône débutant (15)

- Adaptation des formes évoluée: (stade3)

L'adaptation sera difficile en cas de cônes très décentrés.

Les diamètres utilisés à ce stade sont, en général, plus petits que dans les formes modérées, allant de 7 à 8,50 mm. Ces kératocônes sont bien adaptés avec des lentilles de petit diamètre.

Pour les lentilles de grands diamètres allant de 10 à 12mm: Elles sont indispensables pour les cônes décentrés, avec des dégagements assez larges.

- Adaptation des formes sévère: stade4:

Les règles d'adaptation gérant le diamètre des lentilles sont les mêmes que dans les formes moins évoluées.

La correction avec LRPG donne des résultats visuels ne permettant pas toujours une bonne récupération. Cette acuité non satisfaisante résulte de la

conjugaison des aberrations majeures de l'énorme protrusion cornéenne et de la présence d'opacités cornéennes dans la région centrale et paracentrale. Lorsque l'AV maximale obtenue par lentille ne dépasse pas 3/10, l'indication de kératoplastie est envisagée.

### 1.3.1 Ajustement de l'adaptation

Un appui trop franc au niveau du sommet du cône est traduit par une zone sombre (absence du passage de la fluorescéine). Il faudra resserrer (diminuer) le rayon de courbure jusqu'à l'obtention d'un contact minime. Si la LRPG est trop serrée, l'examen montre des bulles ou un lac de fluorescéine au centre. Dans ce cas, il faudra l'aplatir en augmentant le rayon de courbure.

### 1.3.2 La réfraction additionnelle

Une fois la géométrie définitive de la lentille a été sélectionnée. Une réfraction complémentaire peut être évaluée en réfraction automatique sur la lentille à condition qu'elle soit centrée. L'adjonction de verres sphériques permet le calcul de la puissance définitive.

Il faudra se méfier d'une surcorrection myopique chez ces patients qui ont une tendance accommodative importante, en utilisant le test rouge-vert.

## 2-Les autres types de lentilles utilisés dans le kératocône

### 2.1 Lentilles PIGGY-BACK: [15, 4, 28]

C'est une combinaison entre une lentille souple préférentiellement jetable journalière, ou en deuxième intention à remplacement fréquent, sur laquelle repose une lentille rigide (figure 19).

Le choix de la lentille souple est guidé par le confort qu'elle procure, et celui de la lentille rigide sera un matériel de haut Dk.

Elles ne sont pas proposées en première intention.

- Intérêt :
  - Augmentation du confort et du temps de port.
  - Solution « transitoire » pour s'habituer aux lentilles.
  - Amélioration du centrage de la lentille.
  - Pas de retentissement physiologique, pas de complication cornéenne induite.

- Indications

- Patients intolérants aux LRGP.
- Terrain atopique.
- Kératites chroniques de l'apex (avec adaptation satisfaisante).
- Ejections fréquentes des LRGP dans les formes évoluées.
- Idéale dans les formes unilatérales (ou très asymétrique).

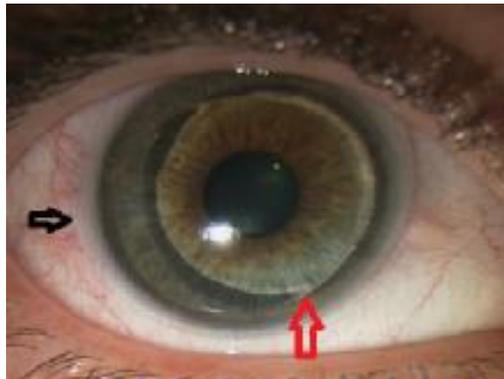


Figure 19: Adaptation en Piggy-back : (Flèche noire : Lentille souple, flèche rouge : lentille rigide) (15)

## 2.2 Les lentilles souples: [15, 28]

Exceptionnelles dans le traitement optique du kératocône.

## 2.3 Lentilles jumelées ou hybrides: [28]

C'est l'association en une seule lentille d'une partie souple périphérique apportant un bon confort et d'une partie rigide centrale apportant la qualité de la correction optique.

Elles sont source de complications fréquentes en raison de l'hypoxie induite par leur faible Dk, de la fragilité de la zone de jonction et du serrage en fin de journée. L'acuité visuelle reste fluctuante au cours de la journée.

## 3-Contrôle de l'adaptation

### 3.1 Rythme du suivi

Le suivi comporte des contrôles réguliers pour vérifier que l'adaptation est satisfaisante sur des cornées présentant une pathologie évolutive.

Le patient est revu en consultation après une semaine à 15 jours de port. L'acuité visuelle et l'aspect des lentilles à la lampe à fente sont contrôlés.

Ensuite les contrôles s'effectueront à 3 mois puis à 6 mois puis chaque année, sauf dans les cas particuliers. En effet, en cas de kératocône évolutif,

d'intolérance ou de complications survenues lors du port ou s'il s'agit d'un enfant, le rythme de surveillance sera réduit.

Les lentilles rigides seront renouvelées un an à 2ans en fonction de leur état de surface.

### 3.2 Examen clinique lors des contrôles

#### Ø Interrogatoire

Il permettra de:

- Evaluer subjectivement le confort du patient.
- Connaitre le nombre d'heures de port par jour, et le nombre de jours de port par semaine.
- Savoir si le patient utilise des collyres mouillants pour augmenter son confort et à quelle fréquence.
- Préciser le temps de pose et de retrait des lentilles.
- Vérifier la compréhension de l'entretien.
- Rechercher des épisodes de problèmes locaux.
- Rappeler les symptômes devant conduire à enlever les lentilles et éventuellement à consulter en urgence.

#### Ø AV avec les lentilles

- Il faut mesurer l'acuité visuelle du patient avec les lentilles et oeil par oeil.
- Si l'acuité visuelle est inférieure à la première consultation d'adaptation, il faudra vérifier si le patient inverse ses lentilles et les paramètres du flacon de lentilles d'origine.

#### Ø Examen à la Lampe à fente avec les lentilles

##### • Examen Sans fluorescéine

- vérifier le comportement de la lentille (mobilité, centrage, position de repos).
- apprécier l'état de surface de la lentille (déformation, rayures, dépôts).
- rechercher des anomalies cornéennes et/ou limbiques, une rougeur de la conjonctive bulbaire ou une conjonctivite giganto-papillaire.

##### • Examen avec fluorescéine :

- vérifier l'adaptation (bonne circulation des larmes).
- détecter des anomalies de la cornée (kératites), du limbe (néovaisseaux) ou de la conjonctive bulbaire et tarsale.

## 4-Complications de l'adaptation [28]

### 4.1 Complications liées à l'adaptation du kératocône en lentilles:

Elles peuvent être mécaniques ou liées à la pathologie du kératocône.

#### 4.1.1 Complication mécaniques:

-Kératite de l'apex du cône: Elle peut prendre la forme d'une kératite ponctuée superficielle (KPS) ou d'une lésion en tourbillon.

Elle peut apparaître spontanément, elle est corrélée à l'importance de la saillie du cône et représente un facteur de risque de survenue des opacités cornéennes [32]. Elle peut être la conséquence d'une mauvaise adaptation, notamment une adaptation trop plate.

Un arrêt transitoire du port peut s'avérer nécessaire pour obtenir une cicatrisation suffisante.

-Syndrome « 3h-9h »:

C'est une prise de la fluorescéine à 3heures et à 9heures au niveau de la cornée. Sa fréquence est estimée entre 15% à 25%.

La géométrie de la lentille utilisée serait en cause. L'utilisation de lentilles de grand diamètre permettra d'éviter ce problème.

-Kératite localisée par passage d'un corps étranger sous la lentille: fréquente avec les géométries multicourbes.

-Erosions cornéennes paracentrales: sont le plus souvent liées à une lentille trop serrée et/ou à une lentille dont les jonctions entre les différents courbures sont insuffisamment polies.

-Opacités cornéennes: siègent au niveau du cône et augmentent d'importance dans le temps. Elles diminuent l'AV et la sensibilité aux contrastes et augmentent l'éblouissement à la lumière, constituant ainsi une indication à la chirurgie.

Leur survenue peut être :

\*Directement liée au rayon de courbure cornéen, plus il est évolué plus leur risque d'apparition est grand. La valeur au delà de laquelle leur fréquence de survenue est significative se situe à une kératométrie supérieure à 52D [32].

\*Ou corrélée à la technique d'adaptation : lors d'adaptations plates.

Il existe 2 types d'opacité :

\*Superficielle « proud nebulae », apparaît dans une zone de contact et d'abrasion cornéenne chronique par la lentille, après plusieurs années de

port. Son aspect est duveteux à bords flous. Leur ablation est réalisée par le laser excimer.

\*Cicatricielle dite « définitive » : Elles sont centrales et sèches, nécessitant le recours à une kératoplastie transfixiante.

#### 4.1.2 Complication liées à l'évolution du cône

Le suivi des porteurs de lentilles en matière de kératocône peut être émaillé de complications aiguës ou chroniques.

-Un ventousage peut se produire, il est lié à une augmentation de la base du cône. Il se manifeste par une gêne après quelques heures du port. A l'examen, la lentille est fixe et les clairances périphériques n'existent pas.

L'utilisation de lentilles dont les dégagements périphériques sont plus nombreux mais surtout plus larges permet de régler ce problème.

-l'appui de lentille sur l'apex du kératocône est également observé dans l'évolution du kératocône dont la saillie apicale a augmenté en hauteur et en largeur.

#### 4.1.3 Perte de lentilles:

C'est une source de démotivation pour le patient.

Une fréquence anormale de perte peut être liée à plusieurs conditions :

-La lentille instable : secondaire à un kératocône trop évoluée ou décentré en inférieur dont le bord de la lentille repose sur la marge palpébrale inférieure.

L'utilisation d'une lentille à grand diamètre améliorera sa stabilité.

-Les frottements oculaires : il est fréquent chez les porteurs de kératocône, il est retrouvé chez 2/3 des patients le plus souvent équipés depuis peu de temps [5].

-La perte lors des manipulations d'entretien ou de pose : les LRPG spécial kératocône sont souvent de petite taille, l'acuité visuelle des patients est trop basse, la taille des pinces des étuis à lentilles n'est pas adaptée à de petits diamètres de lentilles.

#### 4.1.4 Modification de la topographie cornéenne:

Ces modifications sont induites par le port de lentilles rigides. Il s'agirait d'une augmentation des indices d'asymétrie et d'irrégularité (SAI, SRI) et du SimK.

## 4.2 Complications liée à la pathologie du kératocône:

### 4.2.1 Diminution de la qualité de la fonction visuelle:

L'obtention d'une acuité visuelle chiffrable supérieure à 8/10 chez un porteur de kératocône équipé en lentilles de contact, est considérée comme satisfaisante.

Mais la qualité de cette vision est rarement prise en considération. En effet, l'étude de la sensibilité aux contrastes, trouve une diminution importante dans les basses luminances, de 2 lignes en moyenne, Aussi, l'aberrométrie objective des aberrations d'ordre supérieur, de type coma 2,32 fois plus fréquentes que dans les yeux normaux [32].

Les facteurs semblant influencer cette qualité de vision sont : l'astigmatisme irrégulier, les opacités cornéennes, l'évolution du kératocône.

### 4.2.2 Modification des stries de Vogt:

Ces stries peuvent apparaître plus importantes en nombre et en importance sans ou sous la lentille. Ceci est expliqué par le poids exercé par celle-ci. Une lentille d'épaisseur plus fine, peut être utile dans cette situation.

### 4.2.3 Kératocône aigu:

Il se produit lorsque la cornée est très amincie et qu'il existe une rupture de la membrane de Descemet, conduisant à une invasion hydrique du stroma cornéen.

### 4.2.4 Complications allergiques:

L'eczéma des paupières et la conjonctivite giganto-papillaire sont fréquemment associés à la maladie kératocônique rendant le port de lentille plus difficile, irrégulier et moins confortable.

L'allergie aux produits d'entretien des lentilles seraient plus fréquentes en cas de kératocône que dans la population générale.

Le traitement de ces allergies consiste à l'utilisation de collyres anti-allergiques sans conservateurs. L'utilisation de systèmes oxydants dans l'entretien des lentilles permet de supprimer les réactions allergiques aux conservateurs des produits d'entretien.

La déprotéinisation des lentilles doit être régulière afin d'éviter toute dénaturation des dépôts protéiques présents sur la lentille pouvant aboutir à l'apparition d'une conjonctivite giganto-papillaire.

### 4.3 Complications induites par le port de lentilles :

- L'insuffisance de sécrétion lacrymale.
- Complications traumatiques : traumatisme cornéen à chaque pose ou dépose de la lentille.
- Complications toxiques : La présence de résidus de surfactants ainsi que les enzymes de déprotéinisation utilisés dans les produits d'entretien peut provoquer une irritation cornéenne et conjonctivale qui disparaît rapidement en 2 à 3 jours.
- Complications hypoxiques :  
L'hypoxie aiguë est rare du fait de l'évolution des matériaux à haut Dk.  
L'hypoxie chronique donne un tableau asymptomatique avec présence de microkystes épithéliaux et d'une néovascularisation cornéenne. Elle se voit surtout en cas de lentilles enchâssées dans le limbe ou lors de ventousage.
- Complications infectieuses : Elles sont rares chez les porteurs de lentilles rigides pour kératocône.
- Détérioration des lentilles.

## 5- Contre indications des LRPG [28]

### 5.1 Contre indications absolues :

- Liées à la surface oculaire :
  - Pumphigus et conjonctivites fibrosantes.
  - Kératite filamenteuse, acné et rosacée.
  - anesthésie cornéenne.
  - Présence d'un ptérygion.
    - Liées à la statique palpébrale (Entropion, ectropion).
    - Contre indications médicamenteuses :  
Médicaments entraînant une sécheresse oculaire (rétinoïdes).

### 5.2 Contre indications relatives

- Le port occasionnel :  
Le confort en LRGP est obtenu par habitude progressive de la paupière supérieure à la présence du corps étranger, qui est la lentille. Le port occasionnel est toujours inconfortable car la paupière se déshabitude en quelques jours.
  - Contre indications sportives :  
Certains sports: Les sports de combat, l'escalade, l'équitation...

- Milieux empoussiérés :

Milieux professionnels exposent le porteur à la poussière (plâtrier, jardinier...).

- Fragilité épithéliale :

L'adaptation est possible en LRGP si la cornée présente une discrète KPS inférieure.

Par ailleurs, si la KPS est étendue ou s'il existe une kératite d'exposition secondaire à une malposition palpébrale, une exophtalmie ou après chirurgie esthétique, il faut arrêter le port jusqu'à l'obtention d'une cicatrisation cornéenne.

- Rareté du clignement (Maladie de Basedow, maladie de Parkinson).

## B. Entretien des lentilles de contact (28)

C'est une étape essentielle dans la vie courante d'un porteur de LRPG. La solution d'entretien doit avoir une activité antimicrobienne efficace sans toxicité cornéenne, respecter le matériel de la lentille, et assurer le confort du patient.

Différentes solutions d'entretien sont retrouvées: Les produits oxydants, les produits multifonctions ou « tout en un », les produits spécifiques à une action de nettoyage, de déprotéinisation ou de lubrification...

### 1- Etapes de l'entretien d'une solution

#### 1.1 Nettoyage quotidien

Il a pour but d'éliminer les dépôts et de préparer à la décontamination.

Il est:

- Chimique : Par l'action des surfactants présents les solutions d'entretien.
- Ou mécanique : Par le massage ou le rinçage de la lentille ou la combinaison des deux.

#### 1.2 Décontamination :

L'infection est la complication la plus grave dont l'incidence ne diminue pas malgré l'efficacité des solutions in vitro. La décontamination vise à éliminer ou réduire le nombre de micro-organismes viables à un niveau acceptable.

#### 1.3 Déprotéinisation

Son but est de prévenir et d'éliminer les dépôts protéiques accrochés à la surface de la lentille. Ces derniers sont une source d'inconfort et de réactions inflammatoires, pouvant être la source d'un abandon du port.

Le processus de déprotéinisation peut être passif grâce aux agents contenus dans les solutions multifonctions, ou actif en ajoutant à la solution d'entretien de base, certaines enzymes comme la papaine (une fois par semaine, sous forme de comprimés) ou d'agents oxydants.

#### 1.4 Conservation

Les agents conservateurs visent à prolonger la décontamination et à rééquilibrer l'hydratation de la lentille. Aussi, ils préviennent toute contamination (pendant 28 jours minimum) du flacon après ouverture et des lentilles dans l'étui.

Le temps de trempage de la lentille pour avoir une action de décontamination est fonction de la solution. L'étui est personnel et doit être renouvelé chaque mois.

#### 1.5 Lubrification :

Est obtenue grâce à des agents mouillants, lubrifiants et viscosifiants. Leur but est d'améliorer le confort à la pose et pendant le port, surtout pour la LRPG.

### 2- Conseils pratiques aux porteurs

98% des porteurs ne font pas correctement toutes les étapes que ce soit à la pose ou au retrait de leurs lentilles.

#### 2.1 Lavage des mains

Les mains sont les principales causes de contamination. Le lavage des mains doit être soigneux au savon non gras, non parfumé. Ensuite elles doivent être séchées. 28% des porteurs posent et 43% retirent leurs lentilles sans lavage des mains.

#### 2.2 Nettoyage des lentilles

-Le soir : Il faut masser délicatement la lentille dans la main après l'avoir retirée et effectuer un rinçage rapide. Ensuite il faut la mettre dans l'étui avec une solution neuve entièrement renouvelée.

-Le matin: Il faut rincer rapidement la lentille avant de la poser (jamais eau du robinet). Après la pose, l'étui sera vidé, rincé, avec la solution, séché avec un mouchoir en papier et laissé à l'air libre.

# NOTRE SERIE

## MATERIEL ET METHODES

Nous avons mené une étude prospective, sur une période de 14 mois, entre Juillet 2012 et Septembre 2013, au sein du service d'ophtalmologie du Centre Hospitalier Universitaire Hassan II de Fès

Nous avons inclu dans notre étude les patients présentant un kératocône uni ou bilatéral, adaptés en LRPG et suivis en ambulatoire en consultation spécialisée de cornée et de contactologie.

Tous nos patients sont adaptés en lentille Rose K2 et suivis par le même ophtalmologiste.

Nous avons exclu de notre étude :

- Les patients porteurs d'une pathologie cornéenne autre que le kératocône.
- Les patients ayant bénéficié d'une greffe de cornée pour kératocône et qui ont gardé un important astigmatisme post opératoire.
- Les patients perdus de vue après adaptation en LRPG.

Tous les patients ont bénéficié d'un examen ophtalmologique complet et bilatéral, notamment de la surface cornéenne et des paupières.

L'acuité visuelle est évaluée par l'échelle de l'AV de Monoyer à 5 mètres et exprimée en décimale.

Tous nos patients ont bénéficié d'une réfraction et d'une kératométrie à l'aide de l'auto-réfractomètre automatique.

L'adaptation est faite chaque fois que l'acuité visuelle est estimée insatisfaisante après correction optique par verres.

Une correction par verres est préférée, chaque fois que celle-ci permet d'atteindre une acuité visuelle à 10/10.

Pour chaque œil sont recueillies : La meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) avec lunettes, la kératométrie moyenne, les caractéristiques cliniques du kératocône, son stade, et la pachymétrie.

La vidéo-topographie est réalisée chez tous nos patients à l'aide d'un topographe cornéen Pentacam. Celle-ci permet de mesurer la kératométrie moyenne et maximale, la pachymétrie, de stadifier le kératocône et de suivre son évolutivité.

Le contrôle de l'adaptation est réalisé après 15 jours de port, puis à 3 mois, à 6 mois, puis chaque année. En cas de kératocône évolutif, d'intolérance de port ou de complications, le rythme de surveillance est rapproché.

Puis nous avons évalué les résultats visuels, la tolérance ainsi que l'impact sur la qualité de vie de nos patients porteurs de lentilles Rose K2.

## I. Technique d'adaptation :

### 1- La lentille Rose K2 :

C'est une LRPG à haut DK, dessinée par monsieur Paul Rose, un optométriste de Hamilton de la Nouvelle Zélande. Paul Rose a commencé à développer les lentilles Rose K pour kératocône en 1989. Après avoir testé 700 lentilles et 12 modèles différents, il a produit un ensemble de 26 lentilles à partir du quel tous les patients pourraient être équipés. Deux autres années ont été consacrées à perfectionner la conception de ces lentilles avant qu'elles ne soient lancées sur le marché néo-zélandais. En 1995, la lentille Rose K a obtenu l'approbation de la Federal Drug Administration (FDA) des États-Unis.

Depuis lors, les progrès technologiques ont abouti à l'introduction de la lentille Rose K2, la Rose K2 PG pour les cornées opérées pour greffe de cornée (Post Graft), et la Rose K2 NC pour les cônes pointus (Nipple Cone), la Rose K2 IC pour cornée irrégulière (Irregular Cornea). Ces dernières permettent l'adaptation de patients présentant une dégénérescence pellucide marginale, un kéraoglobe , une ectasie post Lasik et les chez les patients qui ont subi une kératoplastie .

## 2- Adaptation des kératocônes :

Les kératocônes se distinguent par un aplatissement important entre le sommet du cône très cambré et la périphérie plate.

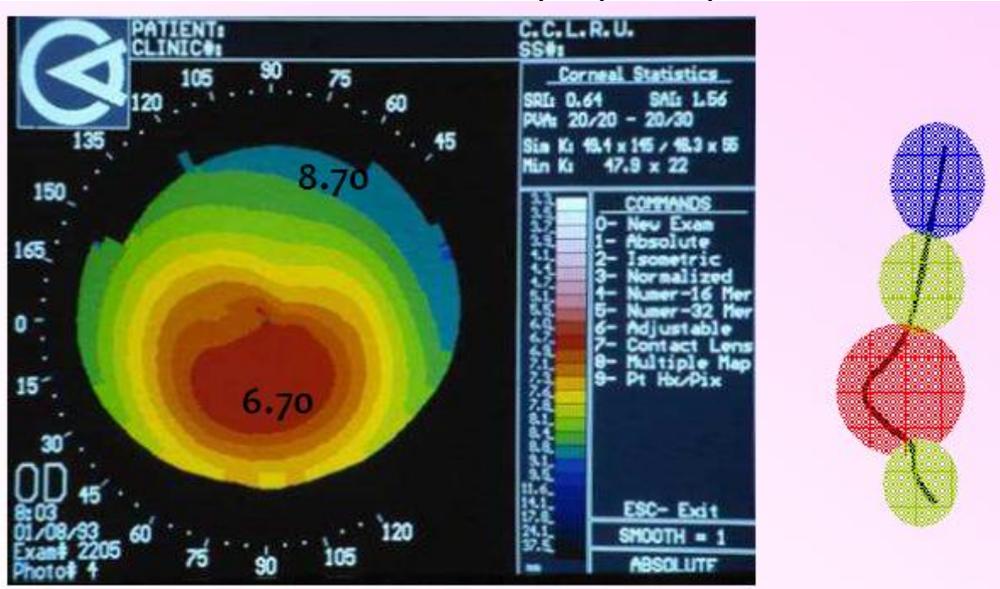


Figure 20: image topographique d'une cornée présentant un kératocône avec à droite schématisation du profil de déformation cornéenne. (29)

La lentille doit alors suivre au mieux cette cornée très prolate pour :

- respecter sa physiologie
- se stabiliser correctement
- être confortable.

D'où la nécessité d'avoir une lentille très cambrée au centre et qui s'aplatit vite.

L'adaptation des cornées irrégulières est un compromis entre les zones d'appui et le passage des larmes.

Le but de l'adaptation est d'obtenir un équilibre réparti de la LRPG sur la cornée, et d'éviter un appui excessif au sommet du cône pouvant augmenter le risque de survenue d'opacités (figures 21, 22).

L'image fluo théorique pour un kératocône adapté en LRPG Rose K2 (principe du triple appui) présente :

- Léger appui sur le sommet du cône
- Entouré par un anneau fluorescent
- Zone d'appui modérée en périphérie
- Et dégagements généraux fluo +

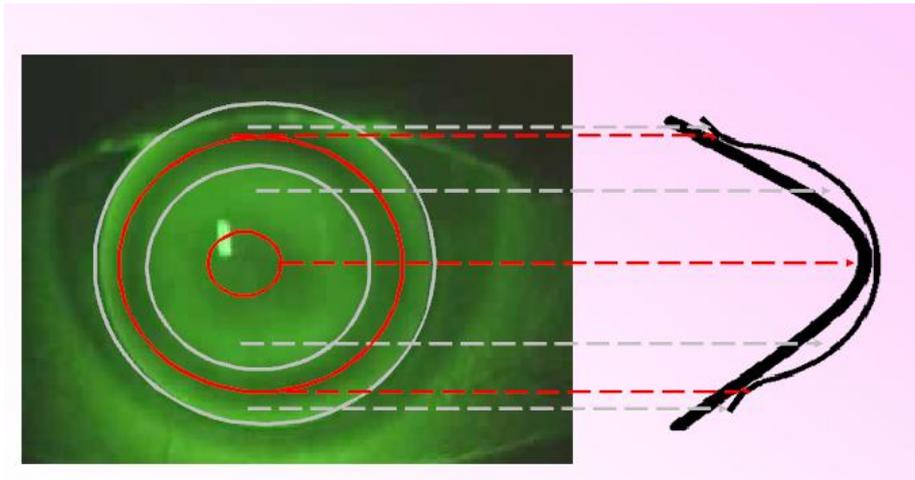


Figure 21 : image fluo idéale en cocarde avec à coté schématisation des zones d'appui.(29)

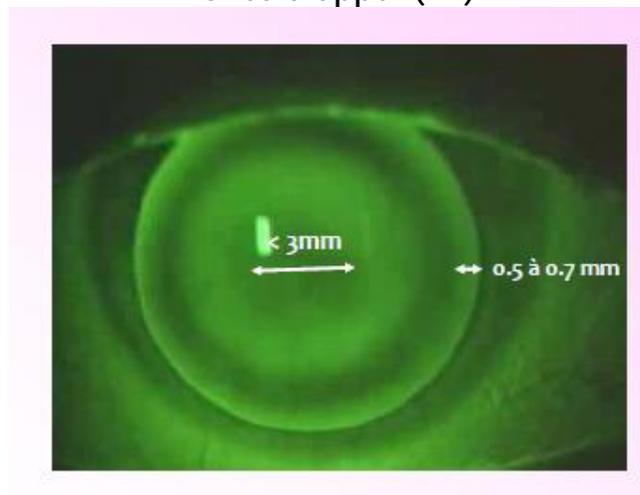


Figure 22 : image fluo idéale à observer, à coupler avec la circulation lacrymale au clignement.(29)

### 2-1 Principes des lentilles Rose K2 :

- quand un cône évolue ; le sommet cornéen se cambre mais la périphérie cornéenne change peu.

### 2-2 Pour chaque $r_0$ respectant le sommet du cône :

- une zone optique unique
- une différence unique entre le  $r_0$  et les rayons de dégagements.

### 2-3 Axial Edge Lift (AEL) à Edge Lift (EL):

Plutôt que de parler d'Axial Edge Lift dont la valeur en mm est peu parlante pour l'adaptateur, Paul Rose a simplifié son expression à un simple chiffre sans unité: l'Edge Lift (EL)

$EL=0$  standard correspond à l'AEL associé au rayon.

$EL > 0$  correspondent à des lentilles qui s'ouvrent plus vite que le standard.

$EL < 0$  correspondent à des lentilles qui s'ouvrent moins vite que le standard.

2-4 Boite d'essai indispensable : (figure 23)

Car le choix du r0 peut nécessiter plusieurs lentilles.

- Un EL standard pour toutes les lentilles.
- Les puissances augmentent pour les rayons serrés : plus le cône est avancé, plus la myopie est élevée.
- Le diamètre diminue avec l'évolution du cône : dans les cônes avancés les grandes lentilles ont une difficulté à suivre la périphérie cornéenne.



Figure 23 : Boite d'essai utilisée dans notre série.

## II. Protocole d'adaptation : adaptation en 6 étapes

1. Kératométrie
2. Choix de la première lentille
3. Adaptation de la zone centrale
4. Adaptation de la zone périphérique
5. Centrage, mobilité
6. Puissance

### 1. La kératométrie :

La kératométrie est issue soit d'un kératomètre automatique ou d'un topographe cornéen Pentacam.

### 2. Choix de la première lentille (Ro) :

Dans la boîte d'essai, choisir la lentille :

Selon la règle du Dr Florence Malet (4) :  $R_o = (R_{moy} \times 0,74) + 2,0$

Ou:  $R_m > 7,0$  à  $R_o = R_m - 0,20$  mm

$6,0 \leq R_m \leq 7,0$  à  $R_o = R_m$

$R_m < 6,0$  à  $R_o = R_m + 0,40$  mm

### 3. Evaluer le contact au sommet du cône :

Après instillation d'une goutte de fluorescéine on attend une minute, tout en demandant au patient de cligner, avant de juger l'image fluo. Il faut toujours analyser l'image fluo la lentille centrée. Un léger appui apical est souhaitable ( $\leq 3$  mm). (figure 24)

Si le contact au centre est très important : lentille plate à diminuer le  $r_0$ .

Si le contact au centre est très faible : lentille serrée à augmenter le  $r_0$ .



Figure 24 : images fluo de lentilles : serrée, optimale et plate. [29]

#### 4. Evaluer la périphérie :

Une fois on a trouvé le bon contact au sommet du cône, on commence à évaluer la périphérie (EL : Edge Lift).

On cherche à obtenir une bande de fluorescéine de 0.5 mm à 0.7 mm de large avec une répartition uniforme et sans décollement (figure 25). Les lentilles de la boîte d'essai étant fournies avec un dégagement périphérique de type standard, augmenter ou diminuer l'aplatissement périphérique en conséquence.

Si la Fluo périphérique est trop fine (<0,6 mm) à EL +0,5 ou +1,0

Si la Fluo périphérique est trop large (>0,8mm) à EL -0,5

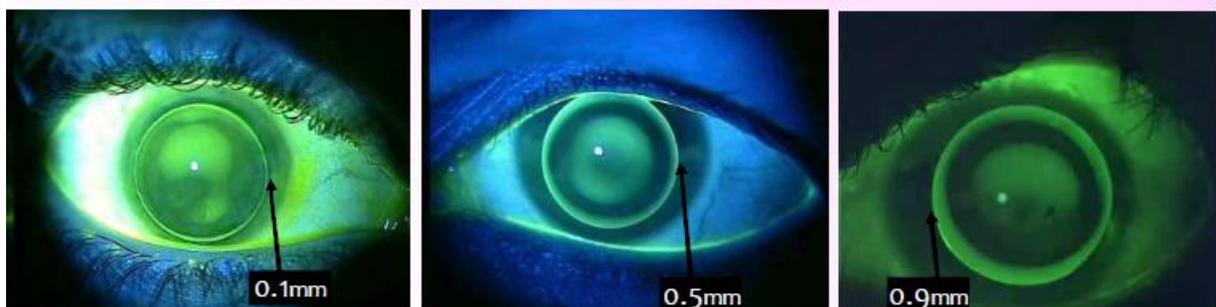


Figure 25 : images d'EL : fin (0,1 mm), optimal (0,5mm) et large (0,9mm).[29]

#### 5. Evaluer le centrage et la mobilité :

La mobilité est surtout contrôlée par l'Edge Lift. Optimal de 0,5 mm à 1mm au alignement pour obtenir un bon échange lacrymal.

Remarques :

- § Ce n'est pas l'adaptation centrale qui est source d'inconfort mais la périphérie.
- § Une périphérie trop fermée (EL trop faible) induit un inconfort important et une mobilité réduite avec un respect moindre de la physiologie cornéenne vu le passage diminué des larmes.
- § Une périphérie trop ouverte (EL trop important) induit un inconfort, un décentrement et rend la lentille trop mobile.

#### 6. Puissance :

Recherche de la meilleure réfraction complémentaire sphérique sur la lentille (souvent proche de l'équivalent sphéro-cylindrique).

Faire la réfraction complémentaire dans une pièce normalement éclairée afin d'avoir une dilatation pupillaire moyenne sur une lentille centrée.

Procéder au début par pas de  $\pm 1.00$  D puis affinez avec des pas de 0.50 D puis 0.25 D.

Il est fréquent de ne pas corriger un léger astigmatisme résiduel.

Après ces étapes, on note la meilleure acuité visuelle avec la lentille la mieux adaptée au patient.



Figure 26 : image satisfaisante d'une LRPG (patient de notre service)

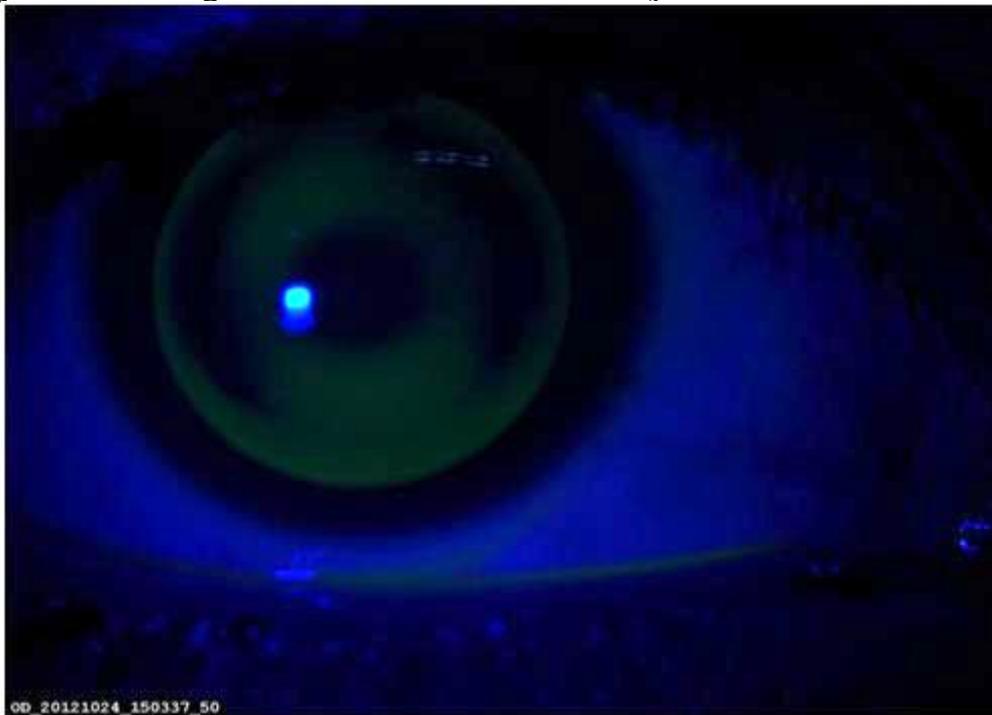


Figure 27: image fluo optimale chez une jeune patiente adaptée dans notre service.

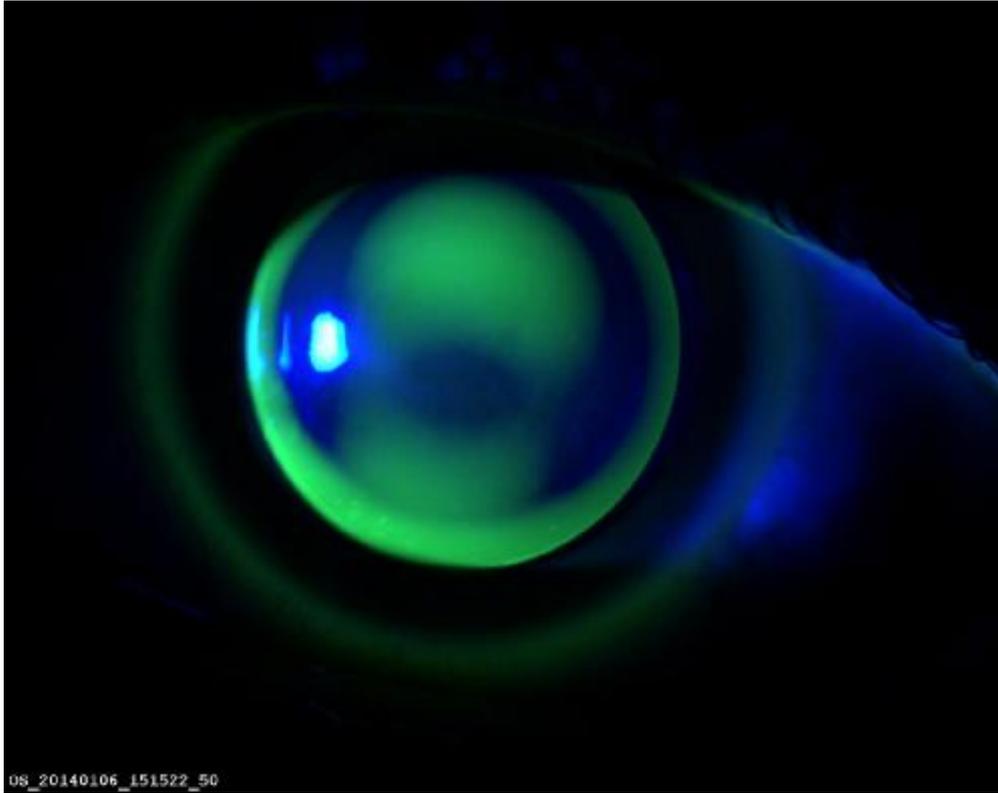


Figure 28 : image fluo de notre service : appui central satisfaisant mais l'EL est large.

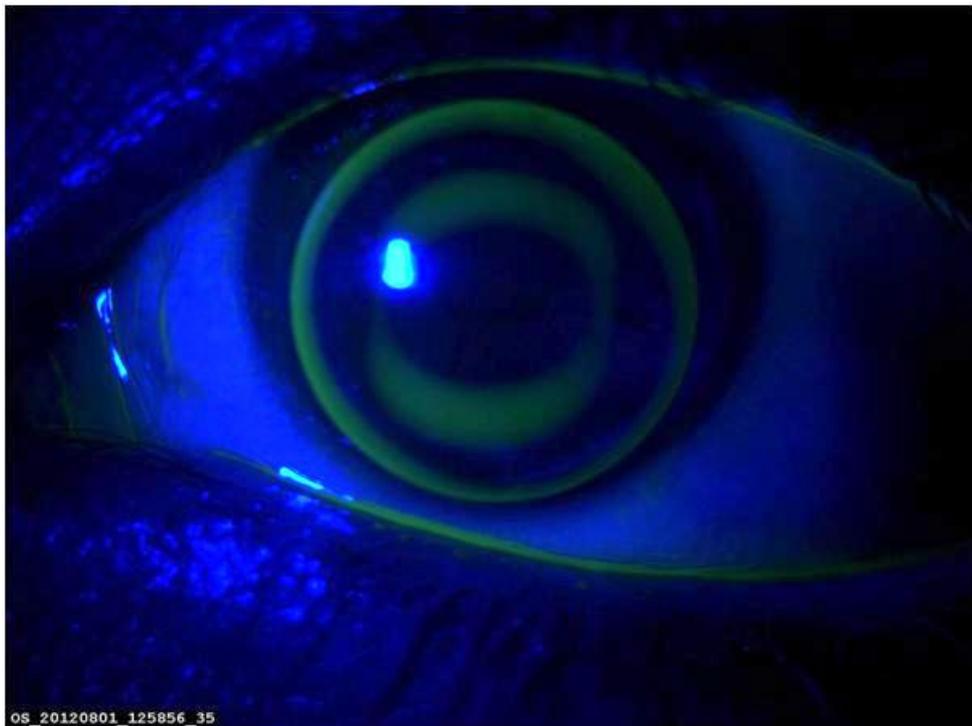


Figure 29 : image fluo de notre service : lentille plate avec un appui central important : il faut diminuer le Ro (resserrer la lentille).

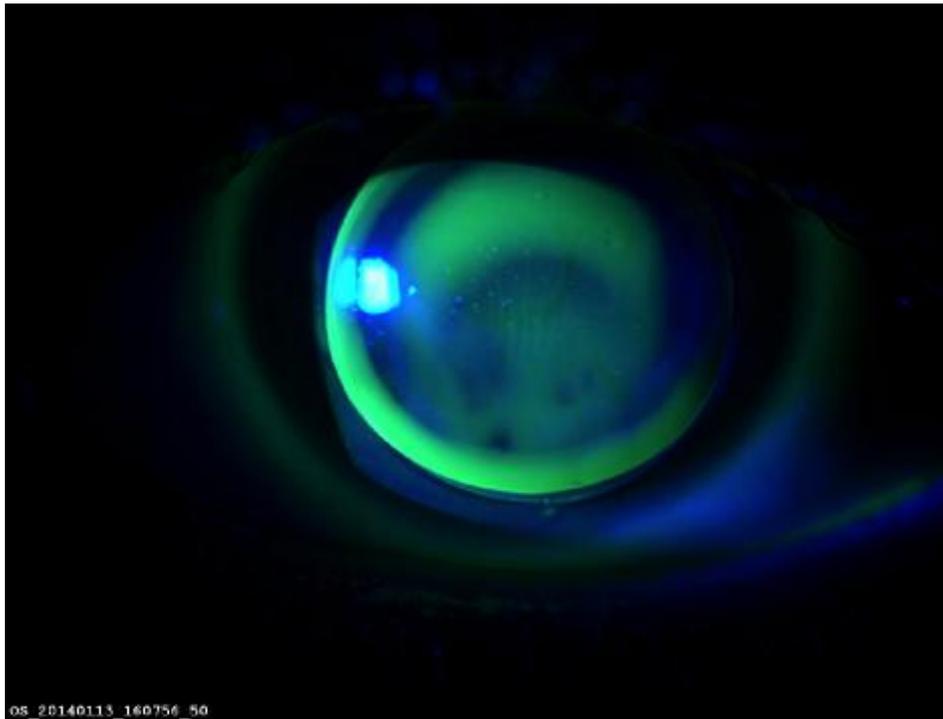


Figure 30 : image fluo de notre service : appui central important avec décollement du bord inférieur de la lentille.

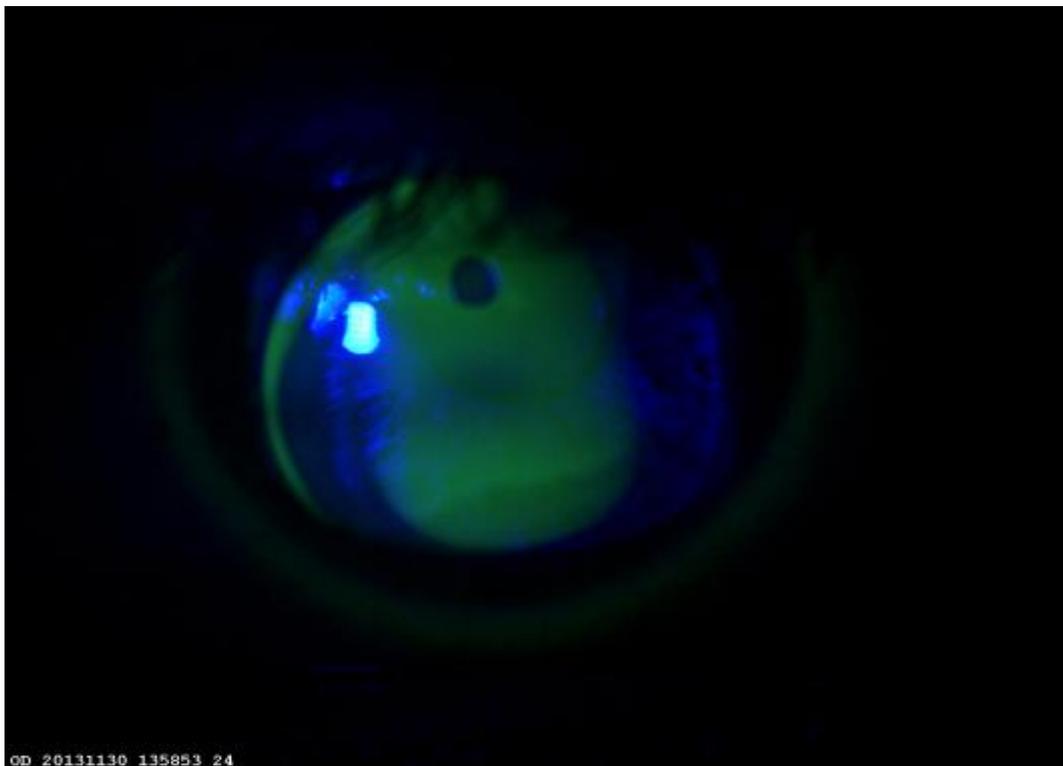


Figure 31 : image fluo de notre service : lentille serrée avec une bulle d'air sous la lentille.

# RESULTATS

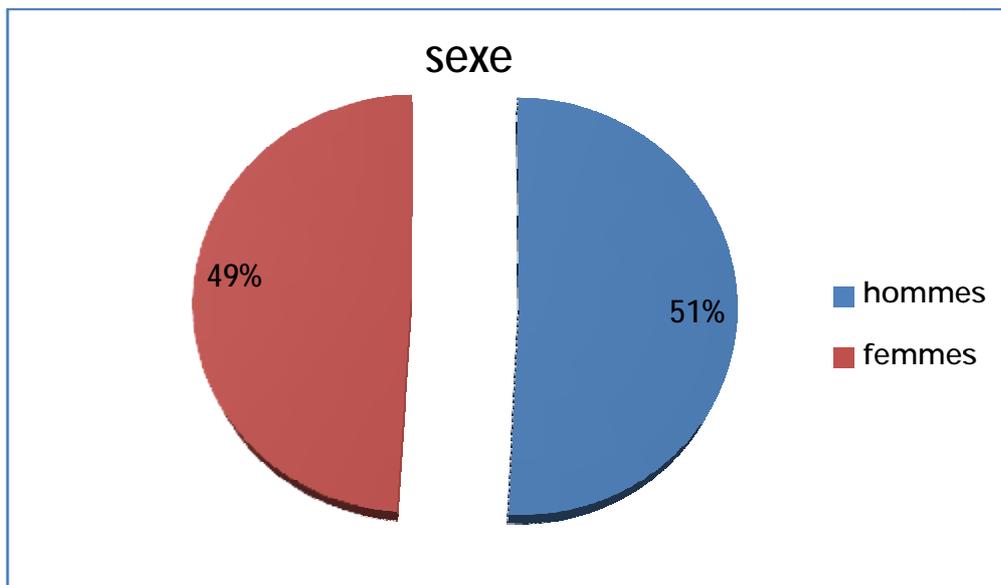
# I. Caractéristiques épidémiologiques :

## 1-Sexe :

Nous avons adapté en LRPG (type Rose K2) 88 yeux de 57 patients présentant un kératocône sur une période de 14 mois.

Le sexe ratio est de 1,03 avec 29 hommes et 28 femmes.

La répartition des patients selon le sexe ne montre pas de prédominance liée au sexe : 51% d'hommes et 49% de femmes.

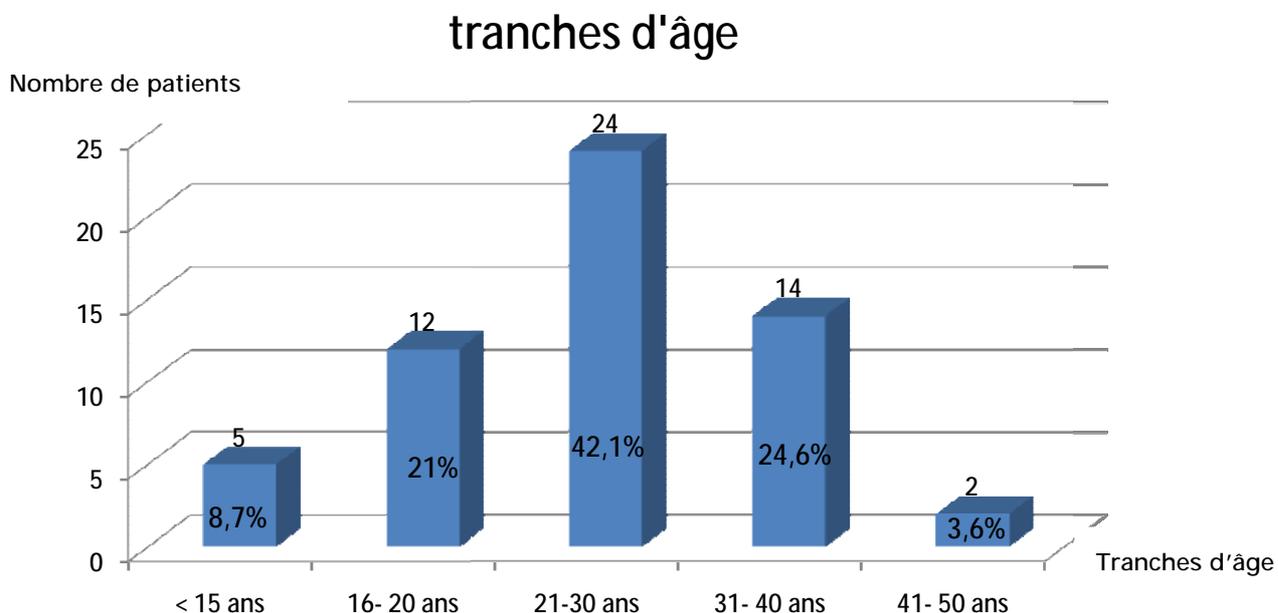


Graphique 1 : répartition selon le sexe.

## 2-Age :

L'âge moyen de nos patients est de 26 ans avec des extrêmes d'âge allant de 13 à 48 ans.

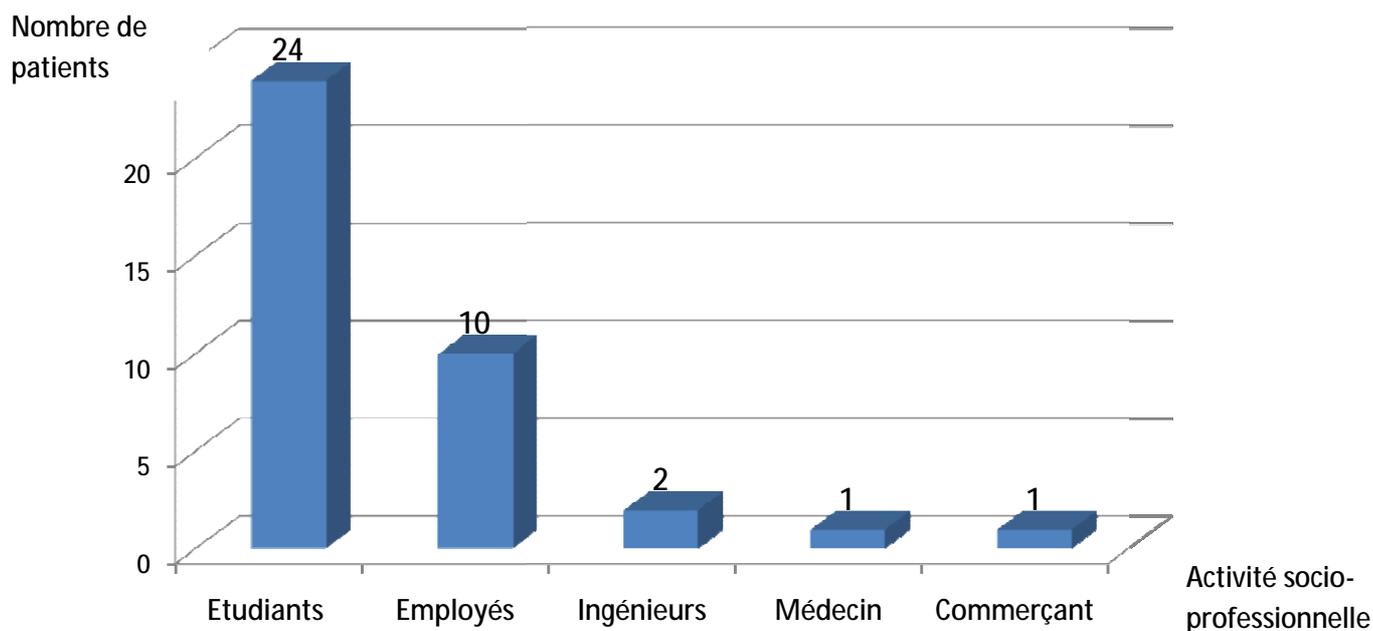
Les tranches d'âge au moment du diagnostic sont réparties comme suit :



Graphique 2 : tranches d'âge des patients.

La majorité des patients, soit 66,7%, sont âgés entre 20 et 40 ans.

## 3-Activité socio-professionnelle :

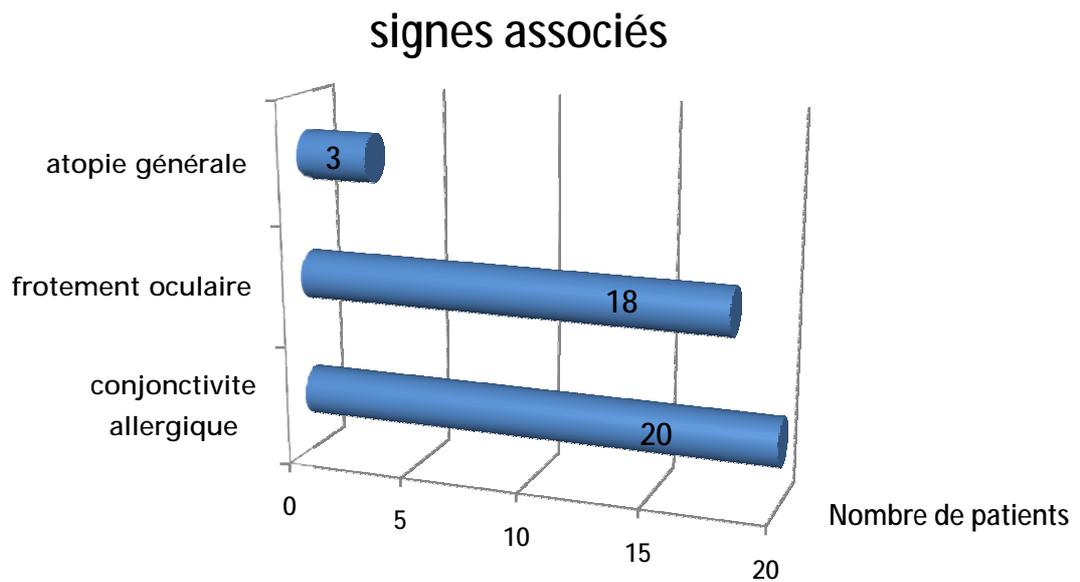


Graphique 3 : répartition des patients selon leur activité socioprofessionnelle

66,7% des patients sont en pleine activité socioprofessionnelle dont 42,1% sont de jeunes étudiants.

#### 4- Signes associés :

- Conjonctivite allergique : 20 patients (35%).
- Frottement oculaire : 18 patients (31,6%).
- Atopie générale : 3 patients (5,3%).



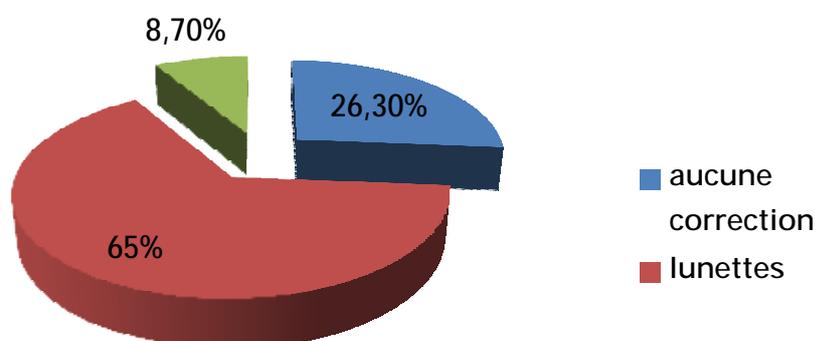
Graphique 4 : signes associés

#### 5- Antécédents familiaux de kératocône :

La présence d'un antécédent familial de kératocône est retrouvée dans 7% des cas, notamment dans la fratrie.

## 6-Mode de correction au moment de la consultation pour adaptation en LRPG

15 patients ne portaient aucune correction (26,3%), 37 patients portaient des lunettes (soit 65%) et 5 patients étaient déjà porteurs de lentilles de contact (8,7%).



Graphique 5 : mode de correction initial

## II. Etude clinique :

### 1. Type de l'atteinte :

Le kératocône est bilatéral chez 54 patients (94,7%). L'atteinte unilatérale est retrouvée chez 3 patients (5,3%).

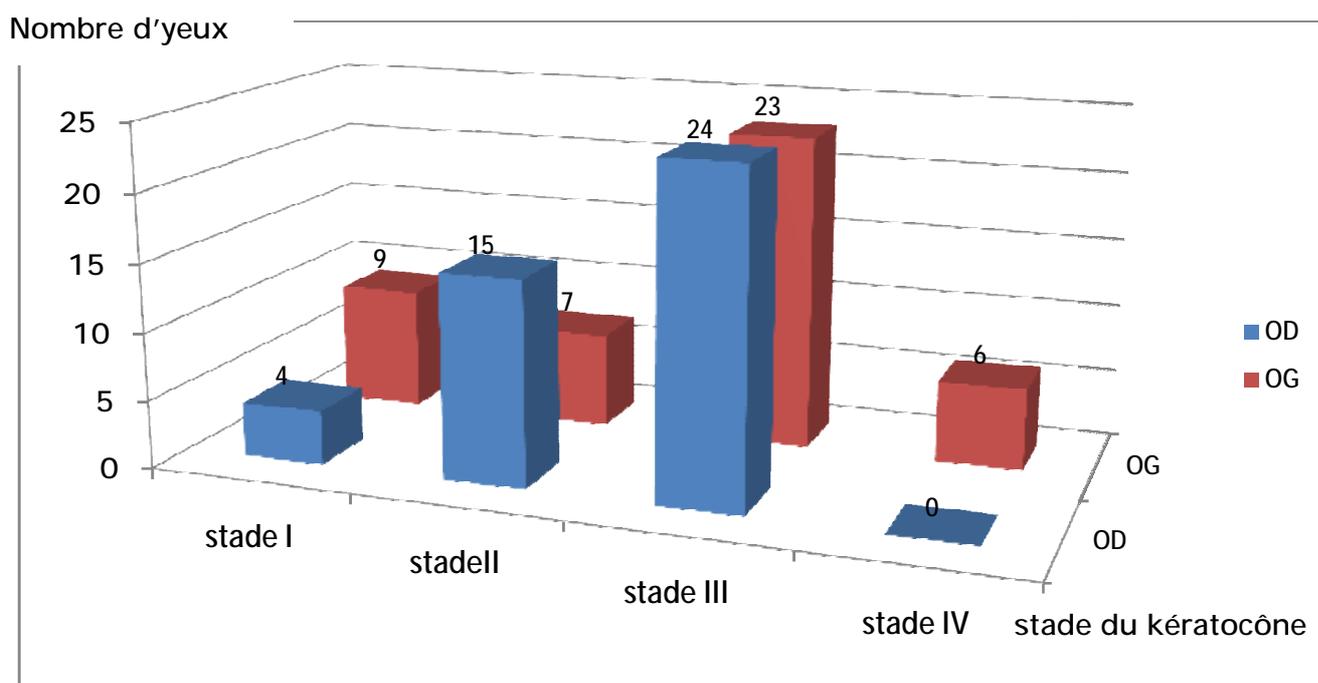
### 2. Stades du kératocône :

La majorité des patients présentent un kératocône stade 3 soit 53,5%, alors que 25% ont un kératocône stade 2, 14,7% un stade 1 et 6,8% un stade 4.

Le tableau1 et le graphique 6 représentent les effectifs et les pourcentages selon le stade du kératocône et selon l'œil atteint.

Stade du kératocône	Nombre d'yeux droits	Pourcentage OD	Nombre d'yeux gauches	Pourcentage OG	Pourcentage ODG
Stade 1	4 yeux	4,5%	9	10,2%	14,7%
Stade 2	15 yeux	17%	7	8%	25%
Stade 3	24 yeux	27,3%	23	26,2%	53,5%
Stade 4	0 yeux	0%	6	6,8%	6,8%

Tableau 1 : pourcentage et effectif des yeux selon le stade du kératocône.



Graphique 6 : effectif des yeux selon le stade du kératocône.

### 3. Fréquence des anomalies cornéennes liées au kératocône :

Tableau 2 : illustrant la fréquence des anomalies cornéennes du kératocône.

Anomalies cornéennes	Nombre d'yeux	Pourcentage
Stries de Vogt	25 yeux	28,4%
Anneau de Fleischer	35 yeux	39,7%
Opacités cornéennes	6 yeux	7%

### III. Etude paraclinique :

#### 1. Réfraction :

La réfraction, quand elle prend, trouve un astigmatisme myopique dans la majorité des yeux (61,4%), alors qu'elle objective un astigmatisme seul dans uniquement 21,6% des yeux.

Réfraction	Nombre d'yeux	Pourcentage
Astigmatisme seul	19 yeux	21,6%
Astigmatisme+ myopie	54 yeux	61,4%
Ne prend pas	15 yeux	17%

Tableau 3 : Données de la réfraction sur les yeux adaptés

#### 2. Topographie cornéenne :

Réalisée chez tous nos patients à l'aide de la Pentacam qui est un topographe cornéen équipée d'une caméra Scheimpflug rotative.



Image 32 : Appareil de topographie cornéenne du service d'ophtalmologie du CHU Hassan II de Fès.

Elle permet d'obtenir la kératométrie maximale cornéenne et ainsi de stadifier le kératocône, d'obtenir les différentes cartes : d'élévation, réfractive et pachymétrique.

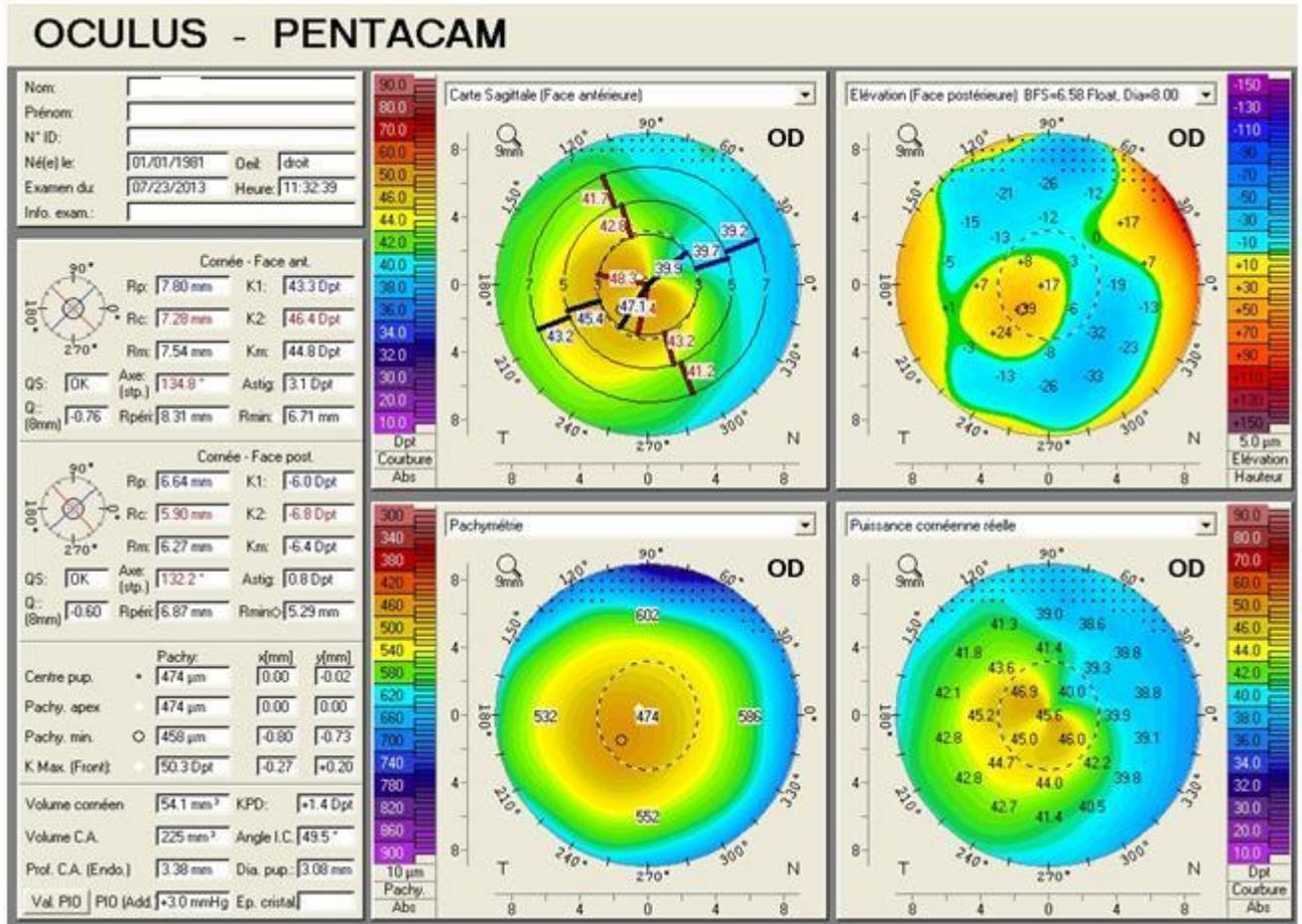
Tableau 4: moyenne des kératométries des patients de notre série

Kératométrie	Valeur moyenne en dioptries	Valeur min	Valeur max
K1	48,91	41,9	57,8
K2	53,3	44,8	69,1
K m	51,57	44	63
Kmax	61,90	48,6	80

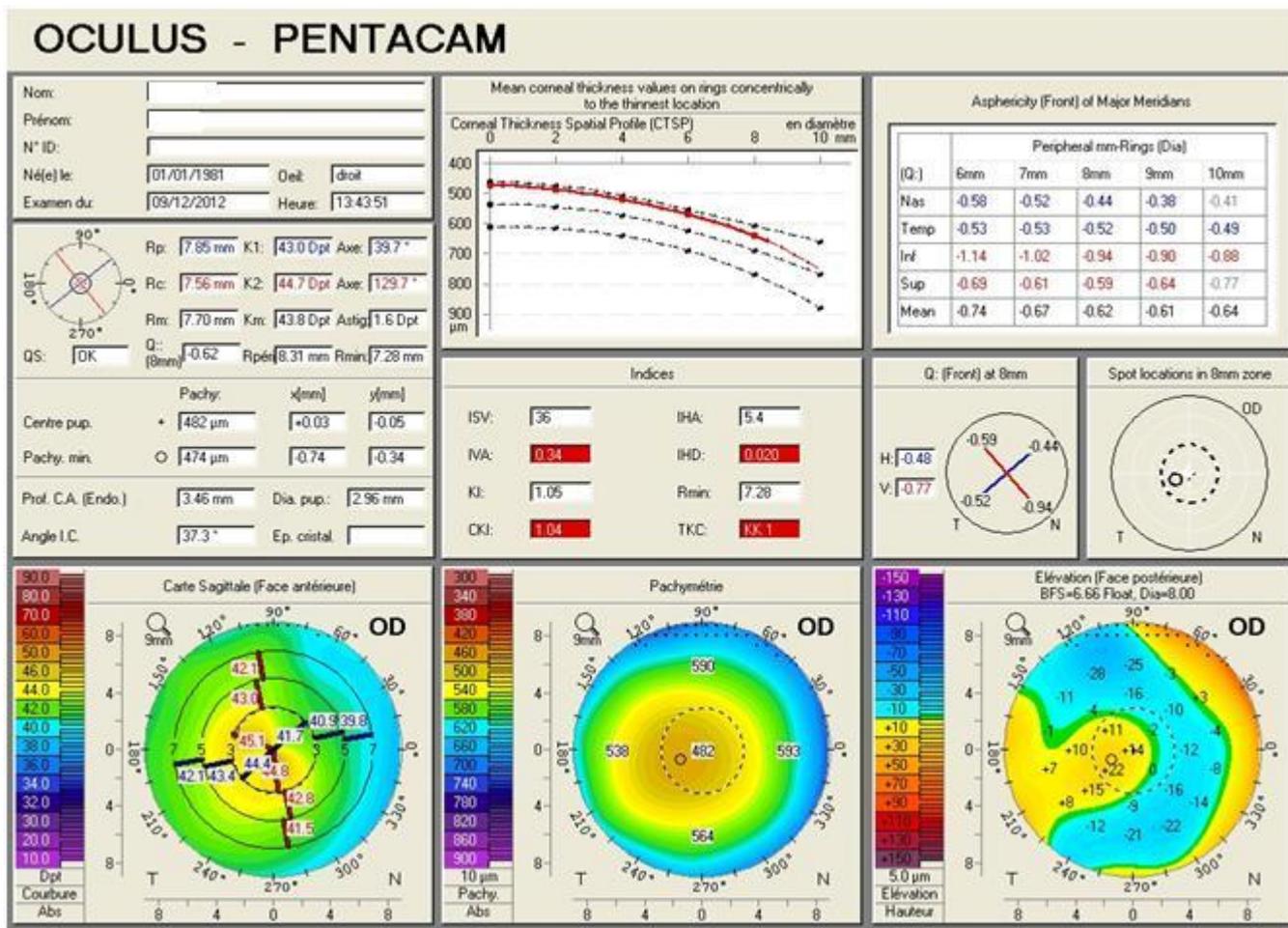
## 2-1- Stades :

Nous présentons ci-dessous différentes images topographiques à différents stades du kératocône chez nos patients.

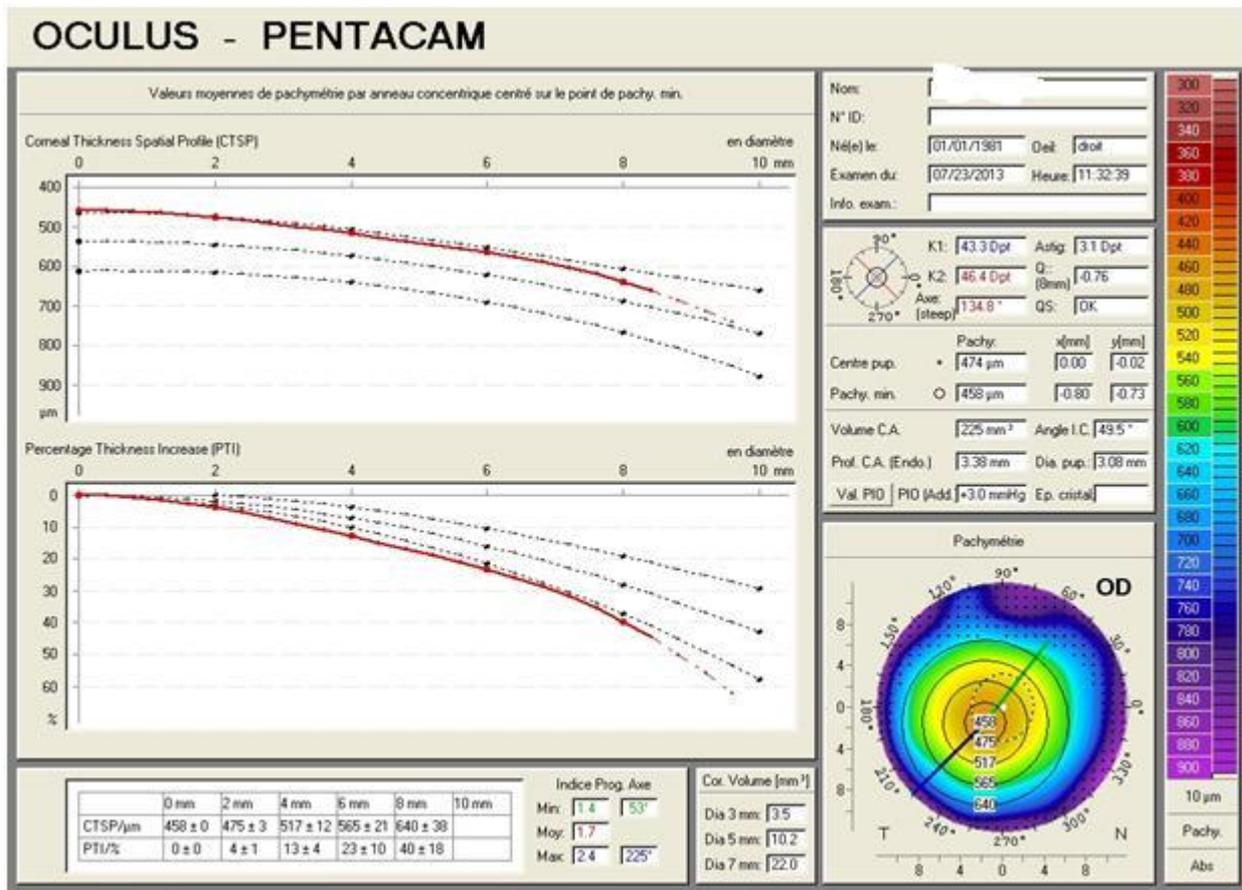
a- Images topographiques de notre service montrant un Kératocône stade 1 : ♦ quatre cartes au choix :



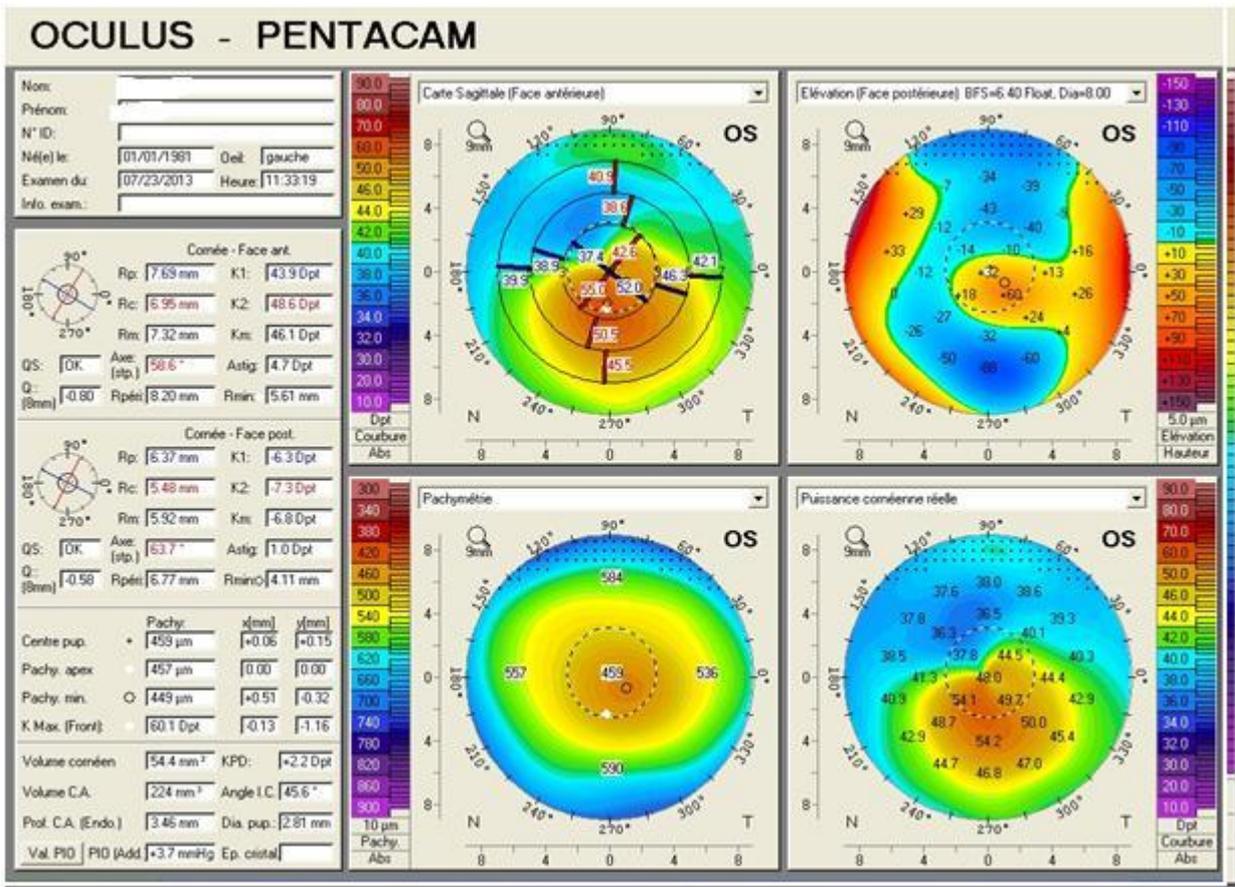
◆ Carte réfractive du même patient :



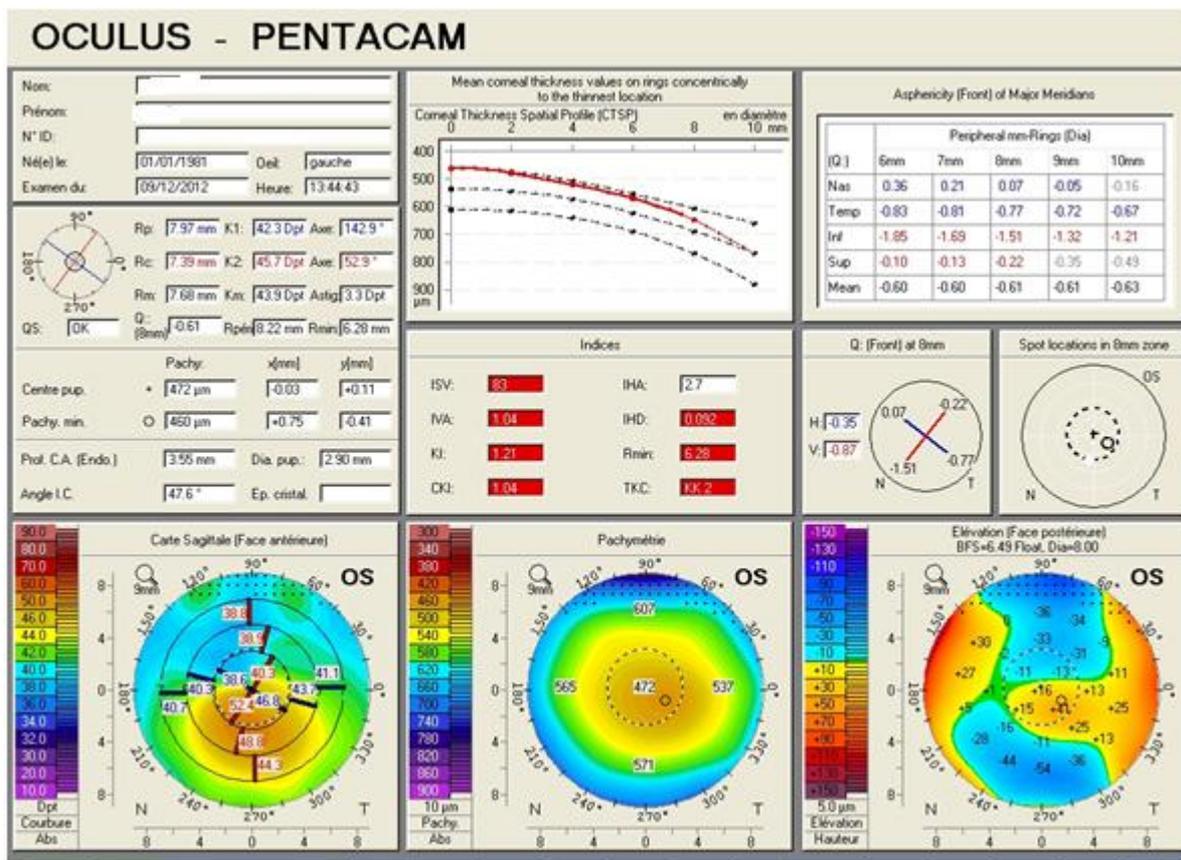
◆ Carte pachymétrique du même patient :



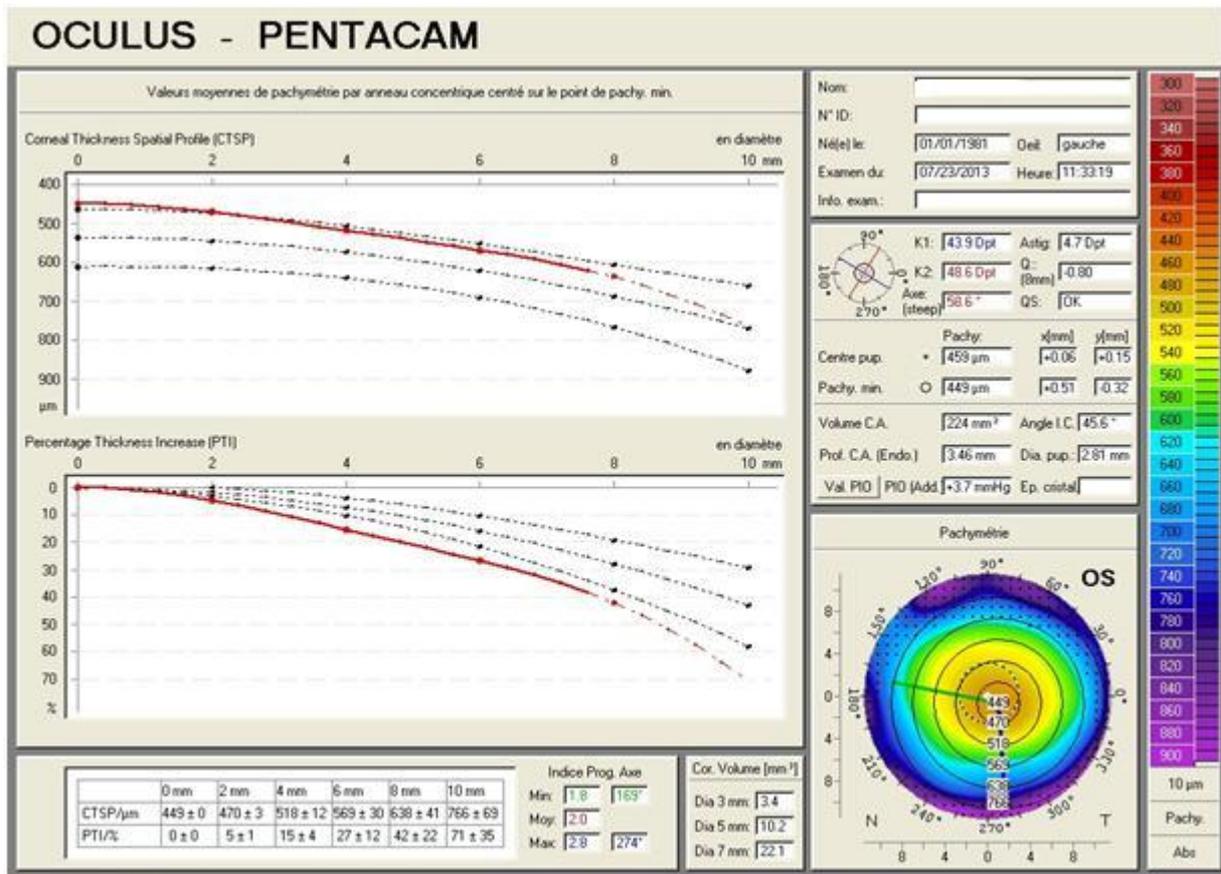
b- Images de notre service montrant un Kératocône stade 2 :



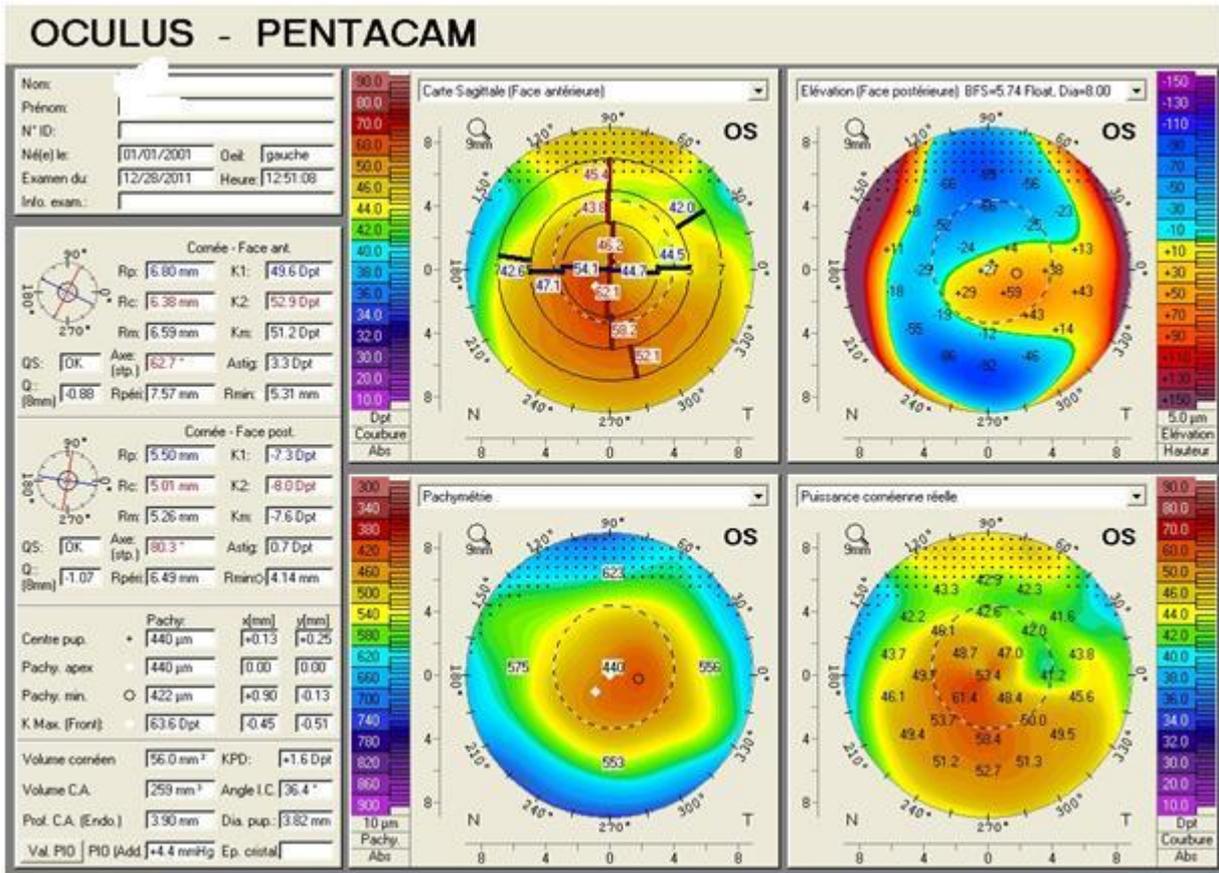
◆ Carte réfractive du même patient (stade 2) :



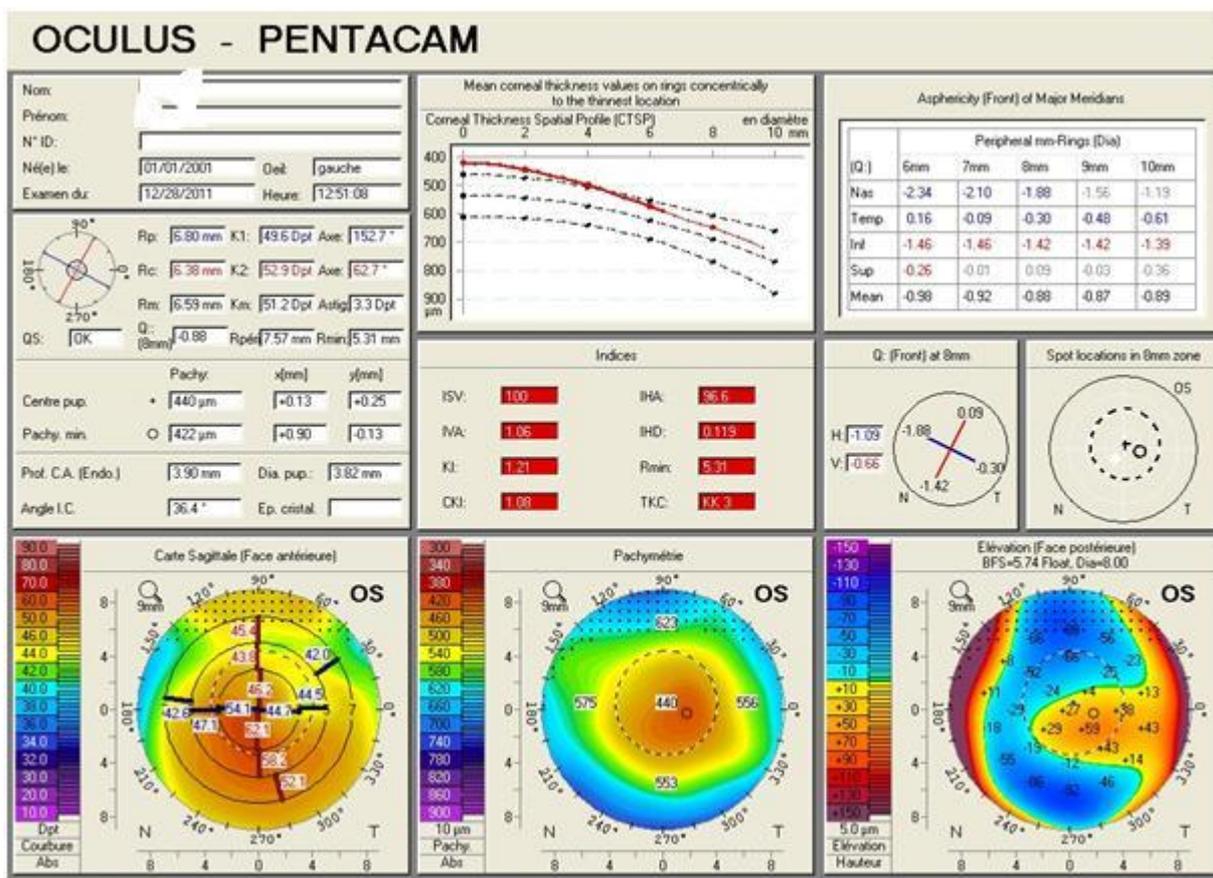
◆ Carte pachymétrique du même patient



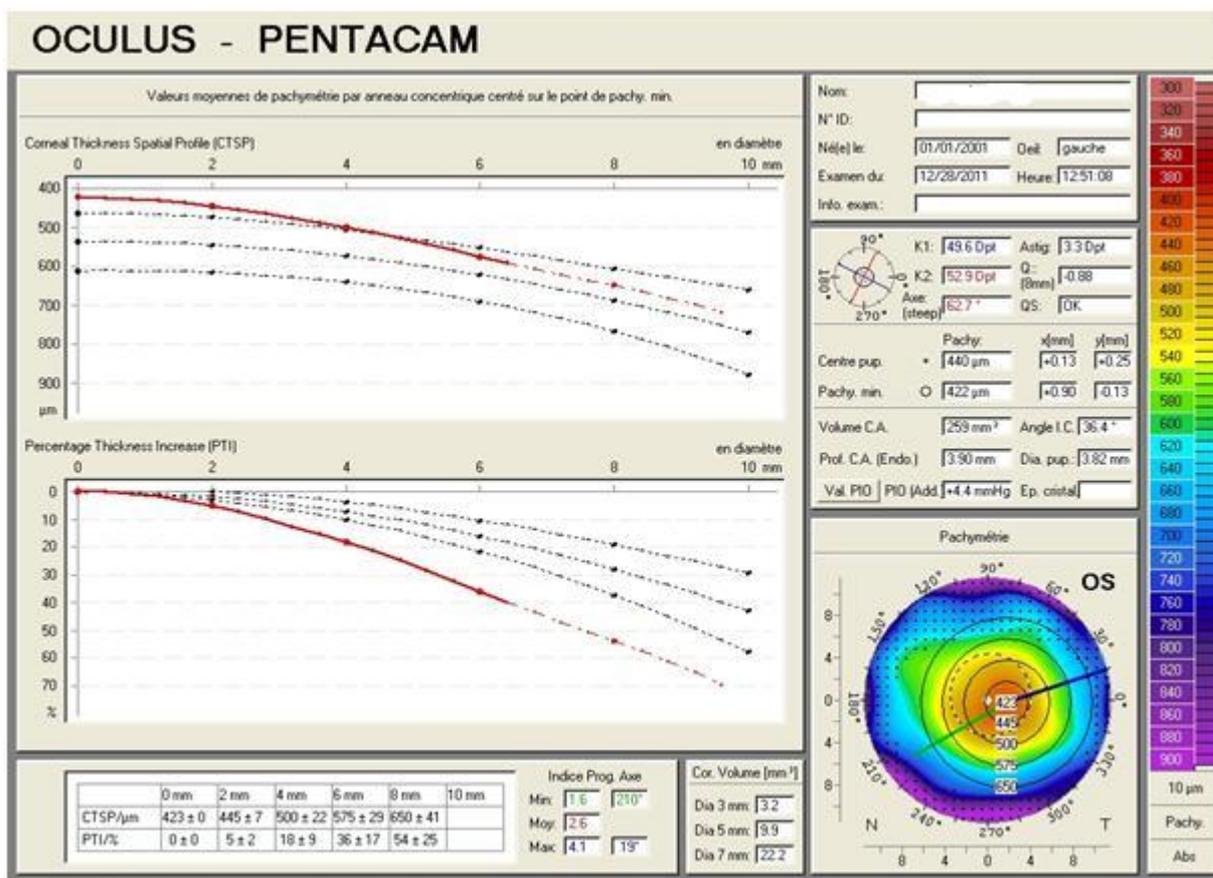
c- Kératocône stade 3 : images du topographe cornéen de notre service



◆ Carte réfractive du même patient :



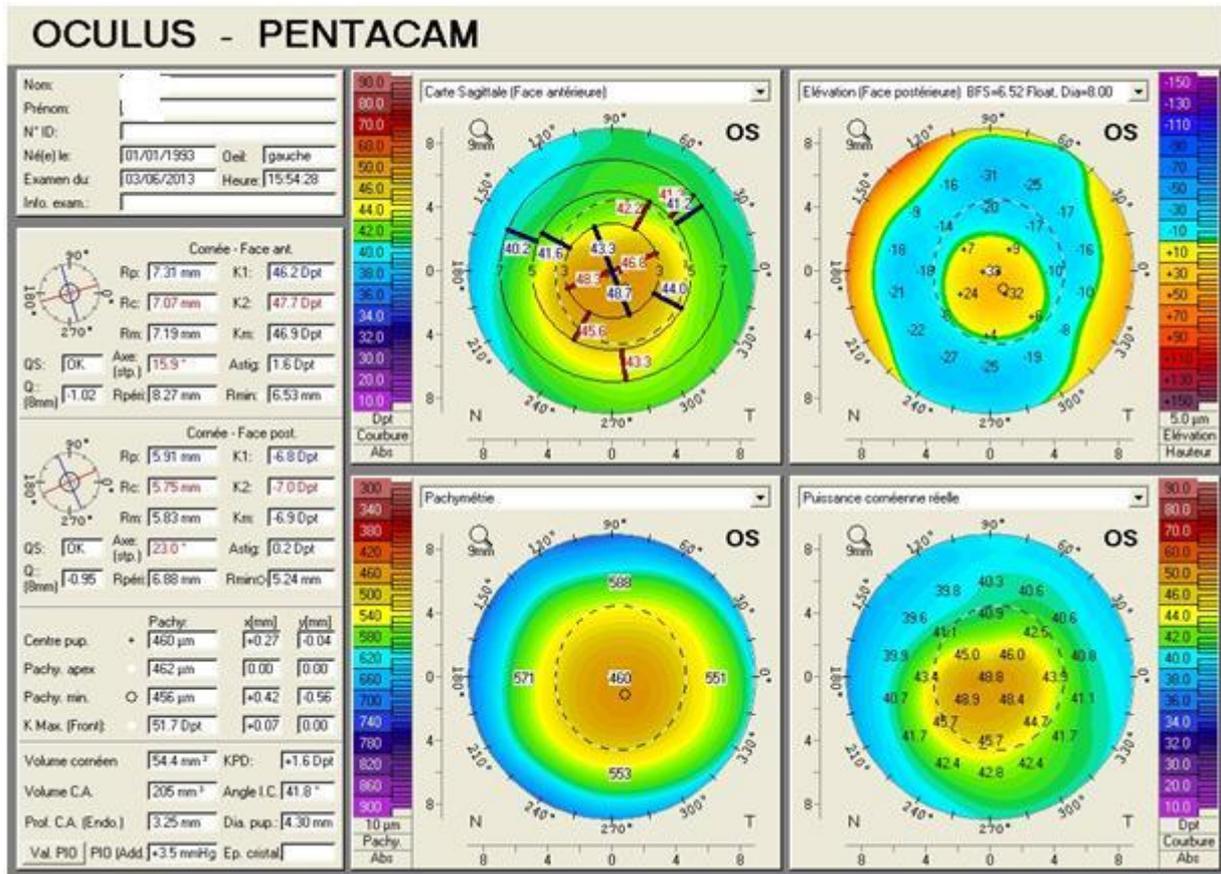
◆ Carte pachymétrique du même patient :



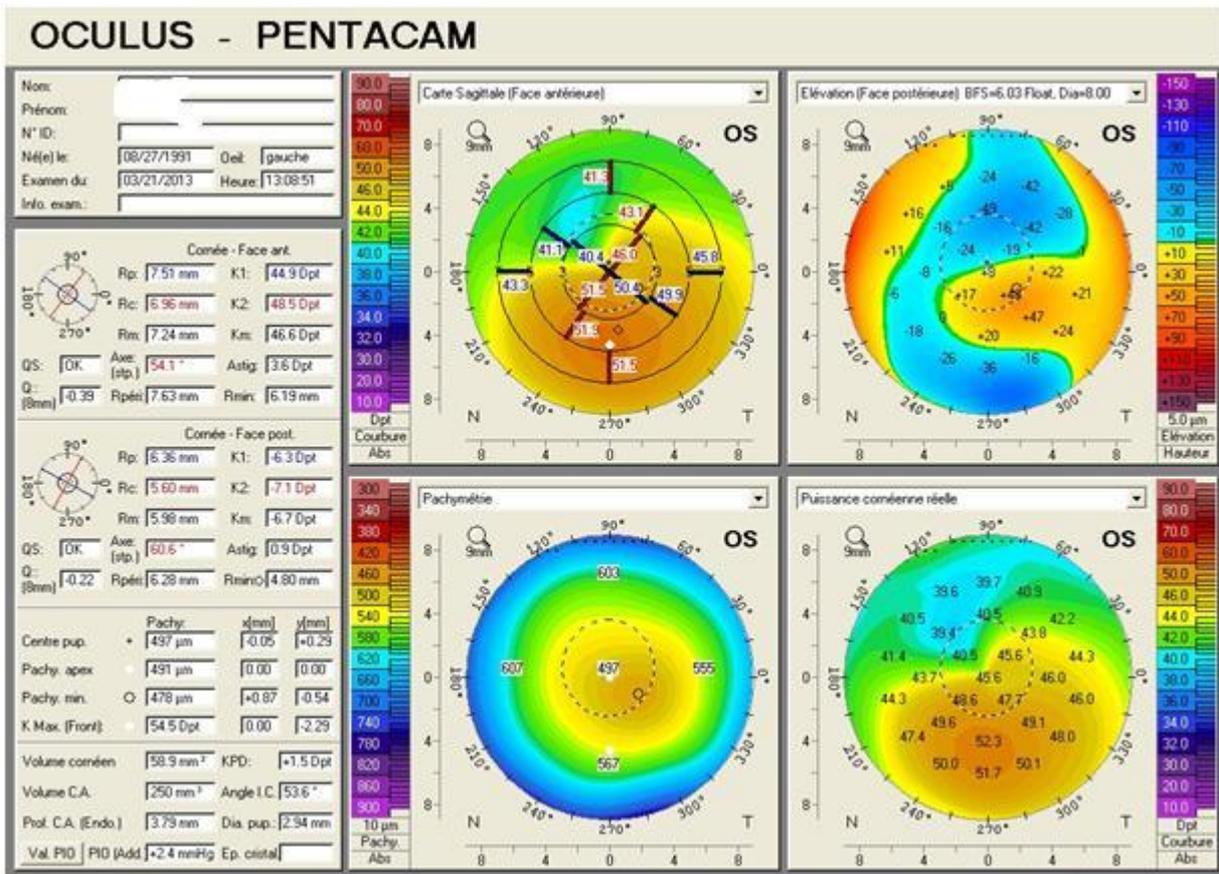
## 2-2- Caractéristiques du cône :

La carte d'élévation permet de préciser la forme et le siège du sommet du cône.

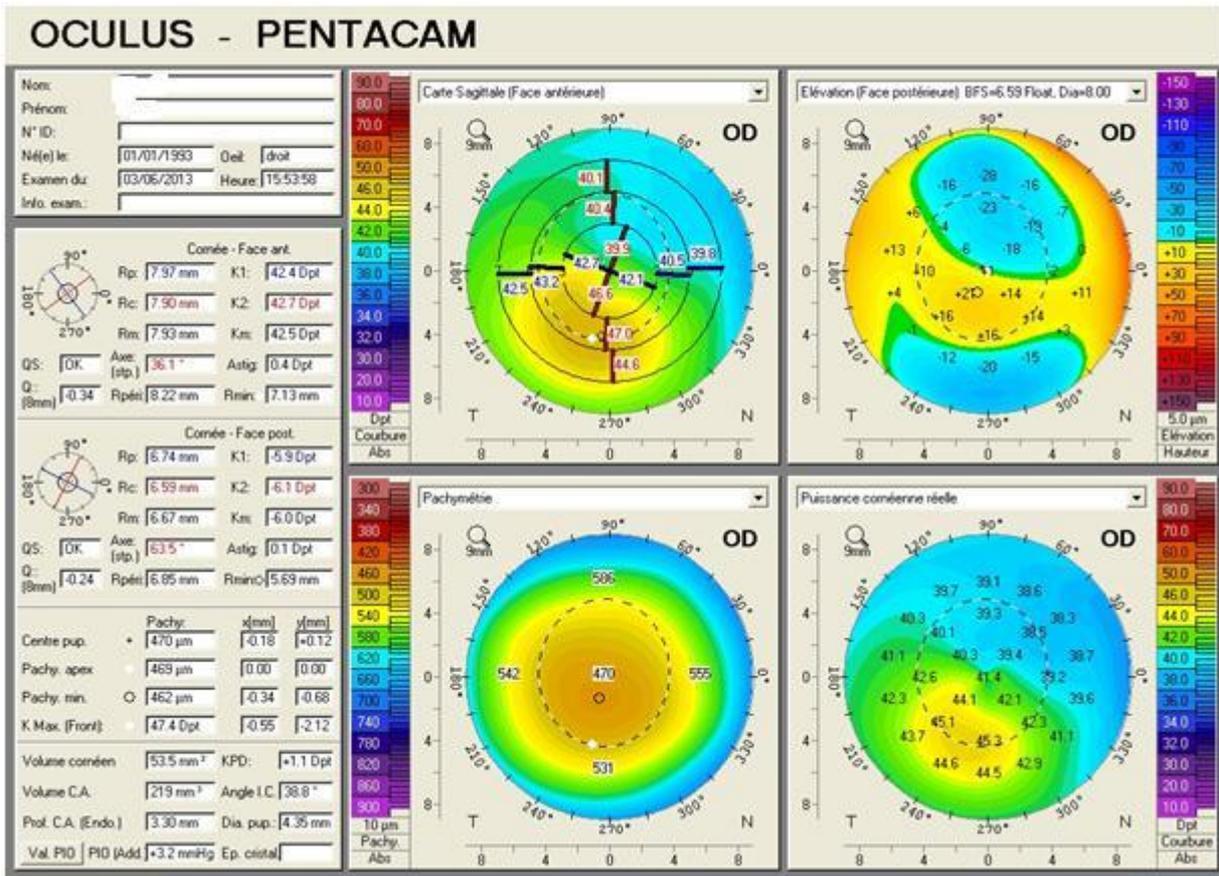
- Image du topographe de notre service montrant un cône central :



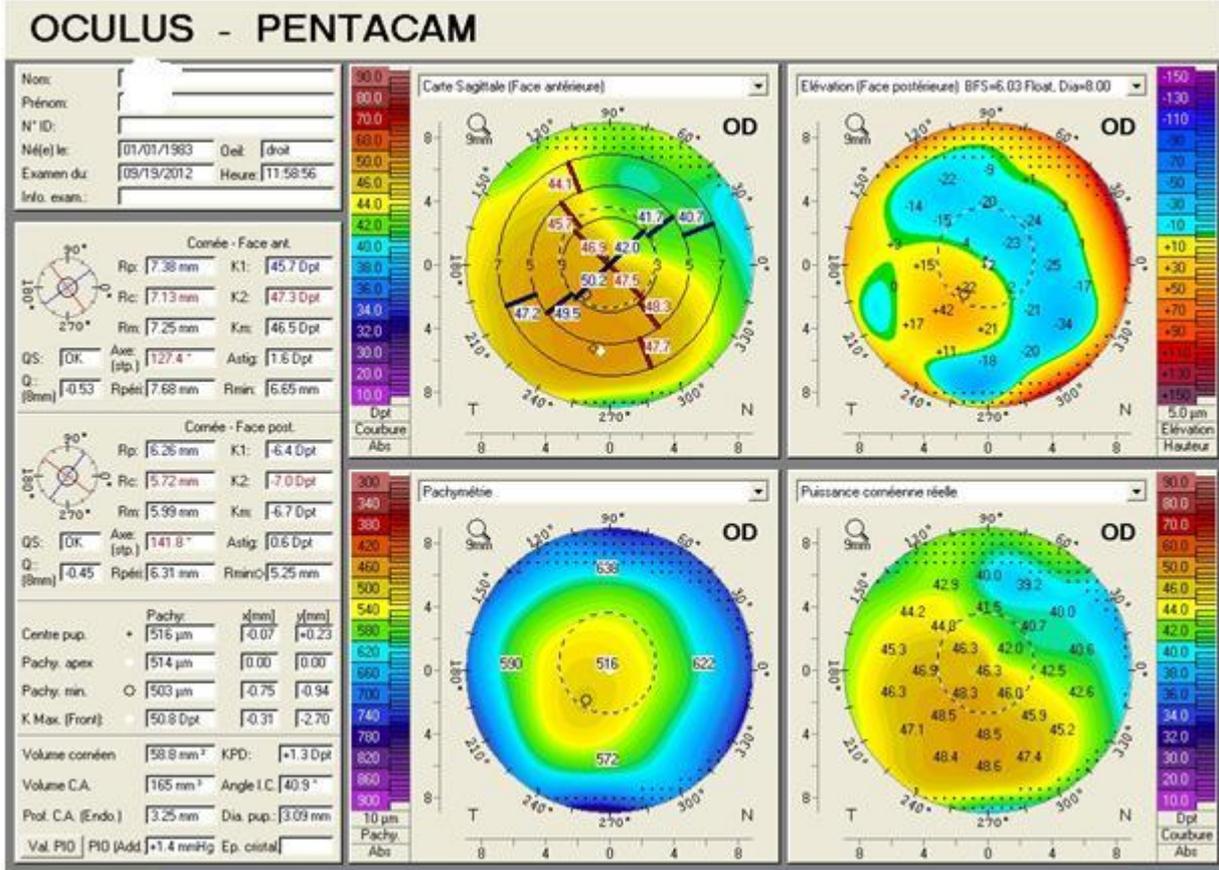
- Image du topographe de notre service : Cône décentré en inférieur



- Images du topographe cornéen de notre service : Cône décentré en inféro-temporal :
  - Premier cas :



- Deuxième cas :



### 3. Pachymétrie :

Issue de la topographie cornéenne (dans notre série), celle-ci permet d'obtenir une carte pachymétrique de la cornée, avec possibilité de connaître l'épaisseur cornéenne à chaque point de cette carte. Nous avons étudié la moyenne des pachymétries au centre de la cornée ainsi que les pachymétries minimales chez nos patients.

	Moyenne	Minimale	Maximale
Pachymétrie au centre ( $\mu\text{m}$ )	445,48	350	534
Pachymétrie minimale ( $\mu\text{m}$ )	415	298	435

Tableau 5 : moyenne des valeurs pachymétriques mesurées

La topographie cornéenne permet aussi d'obtenir des courbes d'épaisseur cornéennes en comparaison avec des valeurs pachymétriques de cornées normales.

La cassure de la courbe pachymétrique est un signe du kératocône.

L'étude de l'épaisseur cornéenne a aussi un intérêt dans l'indication de cross linking chez les patients présentant un kératocône évolutif. Une pachymétrie inférieure à  $400\mu\text{m}$  indique une cornée très fine, ne permettant pas la réalisation du cross linking. Quatre patients de notre série ont bénéficié d'un Cross-linking.

Image du topographe de notre service : montrant la cassure de la courbe de pachymétrie chez un patient de notre série présentant un kératocône stade 3 :

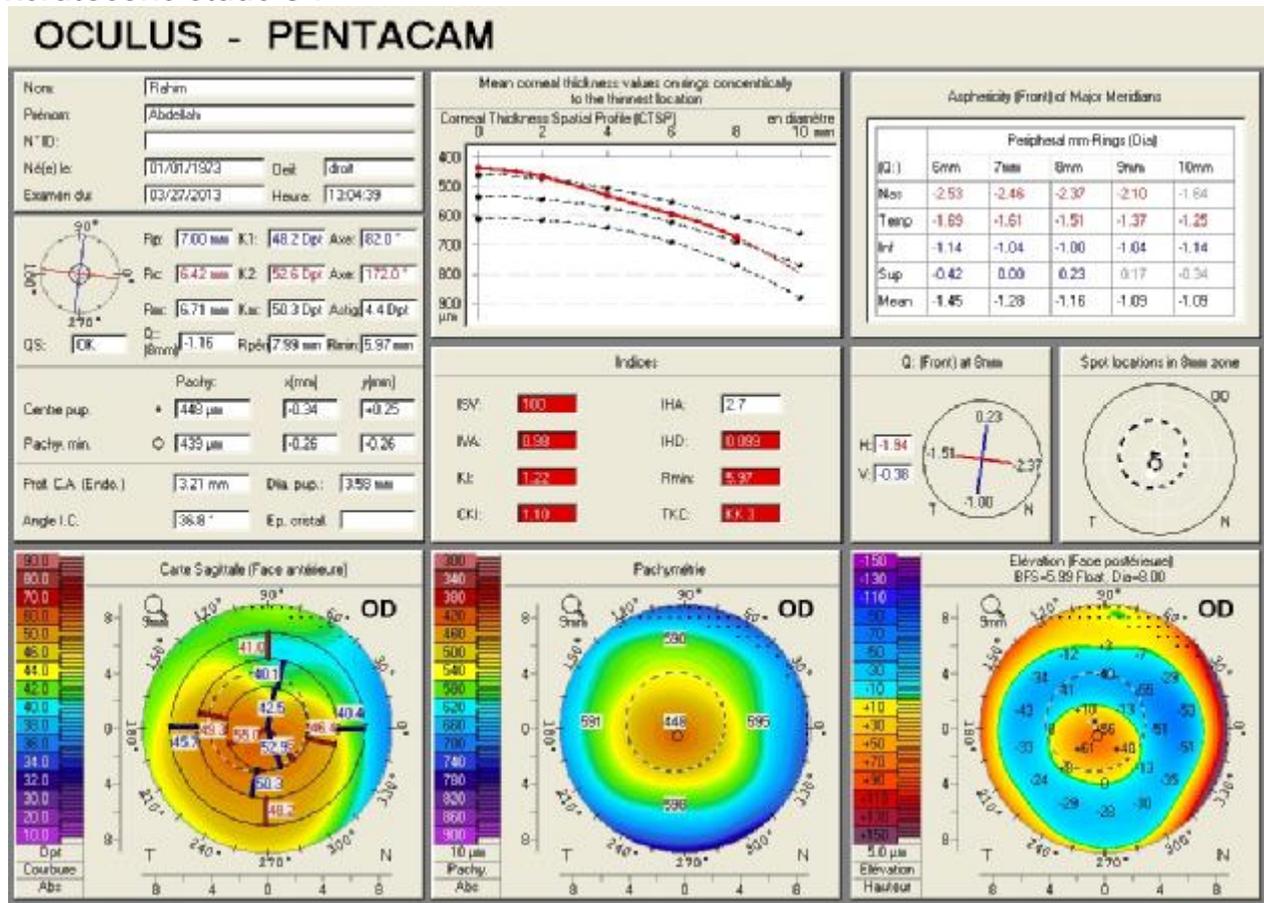
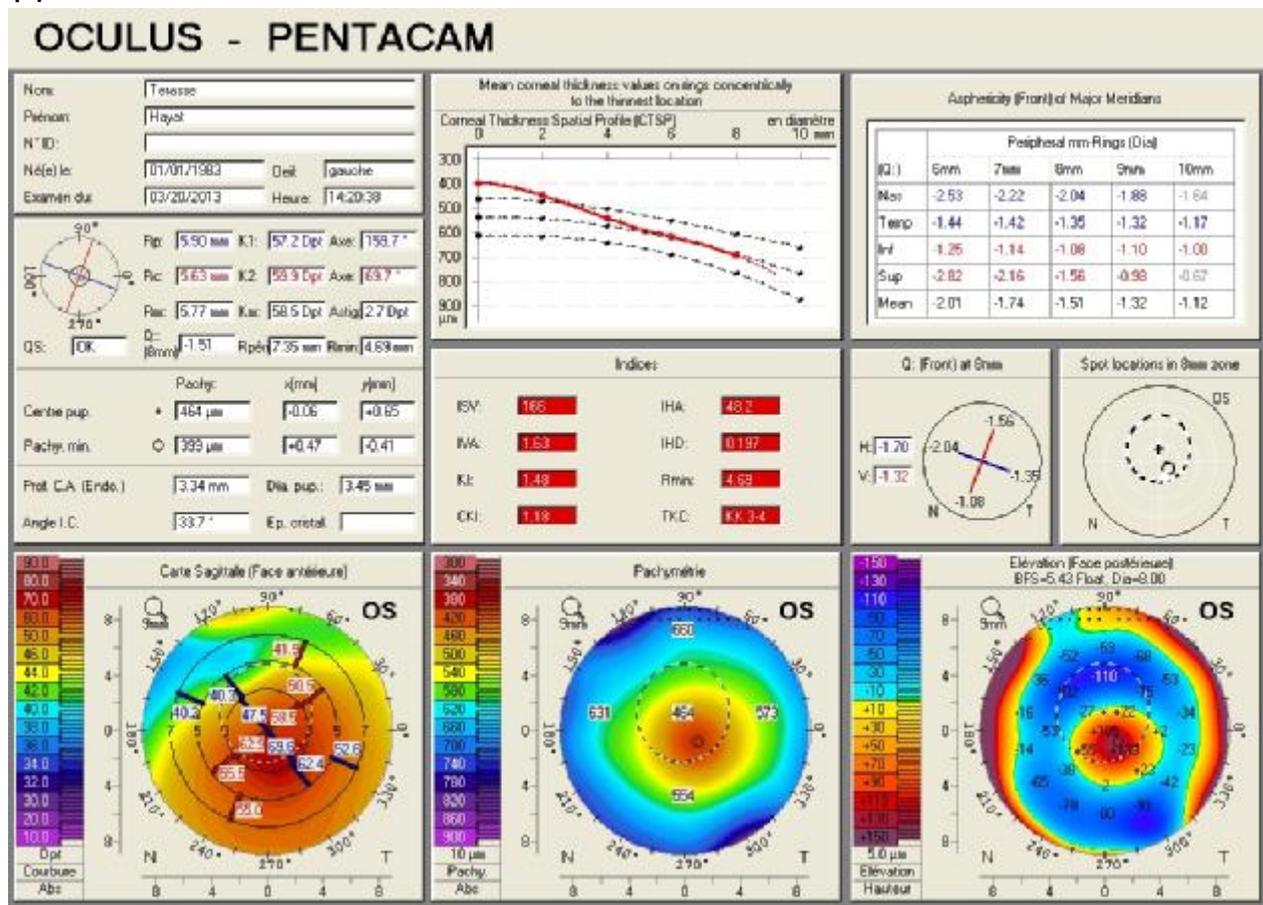


Image du topographe de notre service : cassure très importante de courbe de pachymétrie chez une patiente présentant un kératocône stade 3-4 :



### III. Résultats visuels et tolérance aux LRPG :

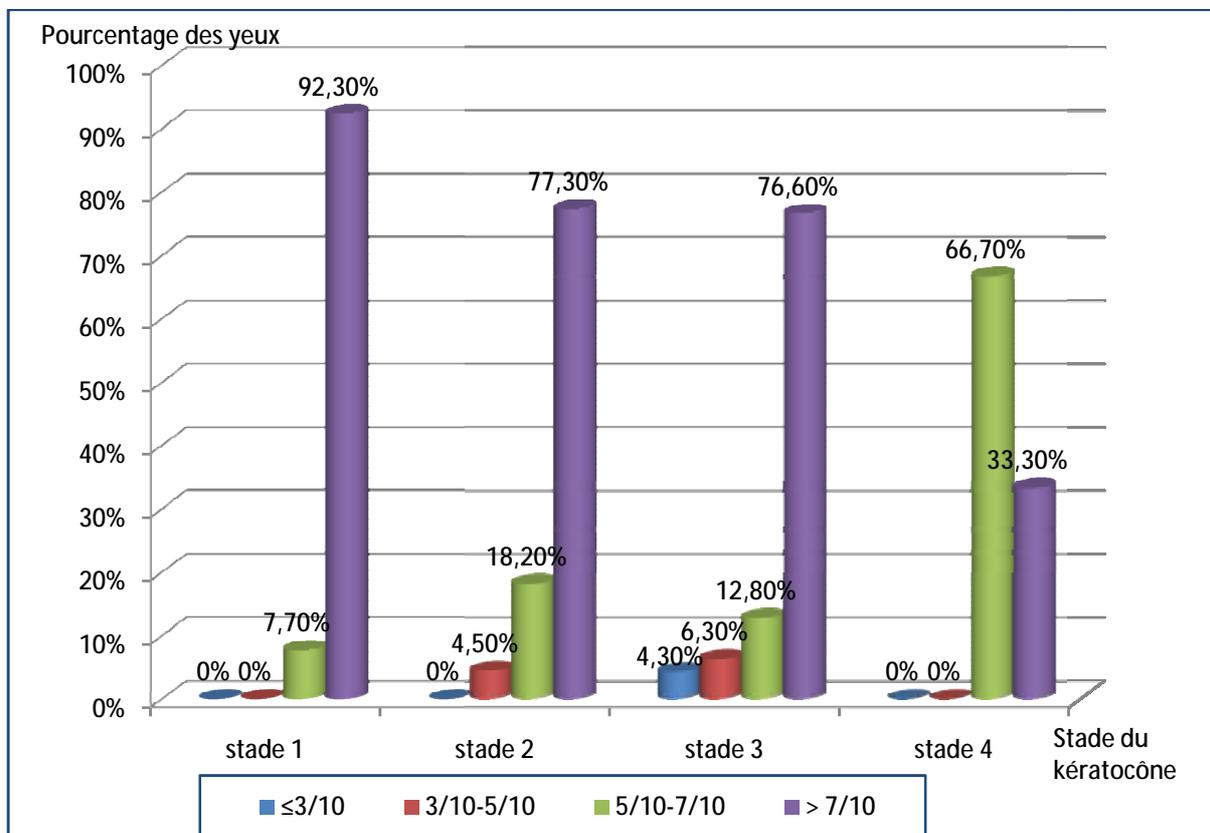
#### 1- Résultats visuels :

La comparaison des moyennes des meilleures acuités visuelles corrigées (MAVC) par lunettes initialement, et par LRPG (œil par œil) après adaptation, montre que l'acuité avec lentille est significativement meilleure que l'acuité avec verres de lunettes.

MAVC	Moyenne	Minimale	Maximale
MAVC en lunettes	OD 2,8 /10	1/10	8/10
	OG 3/10	0,5/10	8/10
MAVC en lentilles	OD 8,5/10	3/10	12/10
	OG 8/10	1,5/10	12/10

Tableau 6 : comparaison de la MAVC par lunettes et par lentilles.

86% des yeux équipés en LRPG ont pu augmenter à une acuité visuelle supérieure ou égale à 7/10.



Graphique 7 : MAVC en fonction du stade du kératocône

L'étude de la distribution de la MAVC en fonction du stade du kératocône montre que, plus la maladie évolue, plus la meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) diminue.

## 2. Evaluation de la tolérance et du confort de port des lentilles :

Le temps moyen de port des lentilles étaient de 12 heures par jour (extrêmes de 8h et 16h), et 7 jours par semaines (extrêmes de 4 et 7 jours).

Un confort satisfaisant de port des lentilles de contact était retrouvé chez 91,2% des porteurs.

Tolérance	Effectif	Pourcentage
Mauvaise	5	8,8%
Bonne	12	21,1%
Excellente	40	70,1%
Total	57	100%

Tableau 7 : appréciation de la tolérance chez les patients adaptés.

Une mauvaise tolérance des lentilles de contact est notée chez 5 patients, (Soit 8,8%). L'analyse du nombre moyen d'heures de port dans ce dernier groupe était d'environ 6 heures.

Les motifs évoqués par les patients dans ce groupe étaient :

- Une sensation de corps étrangers, de picotements et d'irritation.
- le frottement oculaire, très probablement du à la fréquence des problèmes atopiques associés.
- la difficulté de manipulation des lentilles était aussi rapportée.

Au final, ces patients ont pu s'habituer à leurs lentilles et avoir une bonne tolérance aux LRPG et ce après une motivation et une éducation qui leur a permis de dépasser les difficultés de manipulation.

Nous avons évalué subjectivement la qualité visuelle des patients porteurs de LRPG. 90% des patients ont affirmé avoir une bonne qualité de vision avec leur LRPG contre 5 % qui ont trouvé qu'elle était insatisfaisante.

### 3. Complications

Complications	Effectif	Pourcentage
Hyperhémie limbique	10	17,5%
Kératite ponctuée superficielle	0	0%
Erosion épithéliale	0	0%
Opacité cornéenne	0	0%
Syndrome de 3h - 9h	5	8,8%
Corps étranger sous la lentille	0	0%
Conjonctivite géante- papillaire	1	1,75%
Abcès de cornée	0	0%
Perte ou cassure de la lentille	1	1,75%

Tableau 8 : Les complications retrouvées.

La principale complication retrouvée étant l'hyperhémie limbique, dans 17,5% des cas. Aucun cas d'infection sur LRPG n'est retrouvé dans notre série.

# DISCUSSION

## I. Epidémiologie :

### 1. Les études pilotes portant sur le kératocône et l'adaptation en LRPG

- ✓ The Collaborative Longitudinal Evaluation of keratoconus (CLEK) Study : c'est une étude multicentrique observationnelle prospective démarrée en 1996, visant à décrire l'évolution de cette pathologie oculaire chronique et à décrire les associations entre ses manifestations visuelles et physiologiques. Plus de mille patients atteints du kératocône sont inscrits dans l'étude et sont suivis dans 16 cliniques différentes participant à ce travail.
- ✓ Enquête de la Société Française des Ophtalmologistes Adaptateurs en lentilles de contact sur le kératocône (SFOALC): cette société fut créée en 1971 à l'amphithéâtre Lapersonne de l'Hôtel-Dieu de Paris, regroupant près d'un millier d'ophtalmologistes. Classée parmi les sociétés savantes, son but est de promouvoir le développement de la contactologie et de participer activement à la formation médicale continue des médecins dans le domaine des lentilles de contact.

### 2. L'âge :

L'âge moyen des patients atteints de kératocône (au moment de leur adaptation en LRPG) dans notre étude est de 26 ans. Cet âge se rapproche de l'âge de découverte du kératocône dans l'étude CLEK (Tableau9). Il est plus bas par rapport à l'âge moyen de la SFOALC.

Ceci peut être expliqué par le développement de la chirurgie réfractive ainsi que les nouvelles techniques de dépistage du kératocône fruste.

Plus de la moitié de notre série, environ 66,7 % des patients, avaient entre 20 et 40 ans, ce qui reste proche des données de la littérature.

7% de nos patients ont déjà eu une kératoplastie transfixiante de l'autre œil, ce qui se rapproche de l'étude CLEK où 9,8% sont déjà opérés de l'autre œil pour KPT [5].

Etude	Pays	Age moyen	Pourcentage des patients ayant entre 20 et 40ans
CLEK [5]	Etats unis	27,3 +/- 9,5 ans	55,5%
SFOALC [4]	France	35, 86 ans	60%
N.Slassi [2]	Maroc (Rabat)	22,35 ans	54,8%
<b>Notre série</b>	Maroc (Fès)	26 ans	66,7%

Tableau 9 : Tableau comparatif de l'âge des patients selon les différentes études

### 3. Le sexe :

Les données les plus récentes s'orientent vers une légère prédominance masculine de l'affection (Tableau 10). Dans notre étude il n'y a pas de prédominance du sexe (51% hommes sont atteints de la maladie contre 49% femmes).

Etude	Prédominance masculine
CLEK study [5]	55.9%
SFOALC[4]	63,4 %
N.Slassi (Rabat) [2]	54,4%
Notre série	51%

Tableau 10 : Prédominance du kératocône en fonction du sexe

### 4. Les antécédents familiaux :

10,5% de cas familiaux de kératocône sont retrouvés dans notre étude. Ces résultats concordent avec l'étude de la SFOALC [4], qui a retrouvé 11,9% de kératocônes familiaux, et se rapprochent de l'étude CLEK où une histoire familiale de kératocône est retrouvée dans 13,5% [5].

Le caractère génétique de la maladie est un élément récent motivant le développement actuel des recherches sur l'identification et les localisations des différents gènes. [26]

### 5. Signes associés :

La conjonctivite allergique est retrouvée chez 35% des patients de notre série alors qu'une atopie générale est retrouvée dans 5,3% des cas.

Dans l'étude CLEK, l'allergie est rapportée dans 52,9% des cas, 14,9% ont un asthme et 8,4% ont une dermatite atopique [5].

## 6. Mode de correction :

Tableau11 : illustrant le mode de correction dans notre série et dans l'étude CLEK :

Mode de correction	Notre série	Etude CLEK
Lunettes	65%	64%
Aucune correction	26,3%	3,6%
Lentilles	8,7%	74%
LRPG en un seul oeil	0%	8%

Dans l'étude CLEK 74% des patients étaient déjà utilisateurs de lentille de contact, 64% des patients utilisaient des lunettes et uniquement 3,6% cas ne portaient aucune correction [5].

On remarque alors que l'utilisation des lentilles de contact en matière de kératocône reste très limitée dans notre contexte, ceci peut être du à trois principales raisons :

- § La réticence des patients quant aux LRPG : la plupart des patients sont mal informés sur les lentilles de contact rigides et n'acceptent l'adaptation qu'après une longue explication par l'ophtalmologiste.
- § L'absence de motivation des patients : certains patients refusent la correction par LRPG sous prétexte que c'est assez astreignant de devoir à chaque fois mettre en place les lentilles et les enlever le soir, il ont des difficultés à adhérer aux conditions d'hygiène et d'entretien des lentilles. Ceci est surtout retrouvé chez les sujets de plus de 35 ans, alors que les plus jeunes sont de très bons observants et sont très dépendants de leurs LRPG.
- § Le prix élevé des LRPG utilisés : le prix d'une LRPG Rose K2 est de 2000 dirhams, ce qui reste cher par rapport au revenu moyen du citoyen marocain, d'autant plus que les lentilles de contact ne sont pas remboursées par l'assurance maladie au Maroc, chose qui doit être revue avec les responsables de ce secteur vu que le but de ces lentilles est d'améliorer l'acuité visuelle qui reste mal corrigée par lunettes, et non pas un but esthétique.

## II. Etude clinique :

### 1. L'examen ophtalmologique :

L'examen biomicroscopique recherche les signes typiques de la maladie : La saillie conique et l'amincissement cornéen qui est maximal au sommet de cette déformation. Il étudie et s'attarde sur la surface cornéenne à la recherche de signes prédisposant à une complication lors du port des LRPG et précise l'existence ou non d'opacités cornéennes.

Les anomalies cornéennes qu'on peut observer sont : Les stries de Vogt, l'anneau de Fleischer et les opacités cornéennes. Selon Barr [30], les facteurs influençant leur formation ne sont pas encore connus. Par ailleurs, leur fréquence est directement liée à l'importance de la protrusion du cône et donc au stade évolutif de la maladie qui est lui-même corrélé à la kératométrie moyenne (Km).

Les opacités cornéennes peuvent être superficielles ou profondes : Les superficielles sont dans le stroma antérieur, elles correspondent à des ruptures de la couche de Bowman comblées par du tissu cicatriciel. Elles augmentent avec l'évolution de la maladie : Pour une dioptrie de bombement supplémentaire, le risque est de 28%. Elles semblent plus fréquentes chez les porteurs de lentilles.

Les cicatrices profondes peuvent être considérées comme partie intégrante de la maladie et sont observés chez les patients n'ayant jamais portés de lentilles.

La surveillance du sommet du cône est importante chez les porteurs de LRPG, une lentille trop plate risque d'appuyer sur le cône et d'entraîner l'apparition d'opacités cornéennes axiales qui ne sont pas liées au stade du kératocône mais plutôt à la mauvaise adaptation.

### 2. Bénéfice visuel après adaptation en LRPG

L'analyse des résultats de notre série montre que la moyenne de la MAVC avec lunettes n'était que 2,8/10 à droite et 3/10 à gauche.

Après adaptation des patients en LRPG cette moyenne a augmenté à 8,50/10 à droite et 8 /10 à gauche.

66,7% des patients de notre série sont en pleine activité socio-professionnelle dont 42,1% sont de jeunes étudiants. Les résultats visuels sont estimés très satisfaisants par ces patients qui sont devenus rapidement très dépendants de leurs LRPG.

Dans notre série, plus le stade du kératocône avance moins la meilleure acuité visuelle corrigée avec lentilles est bonne. Plus le stade du kératocône est avancé, plus la pachymétrie diminue. Les opacités cornéennes sont observées dans le stade 4 de la maladie.

D'après l'étude de Shmidt [34], c'était la pachymétrie et la présence d'opacités qui influençaient l'acuité visuelle.

Ces opacités cornéennes, qui étaient d'après l'étude de Wagner [35], elles mêmes dépendantes du stade de la maladie et donc de la kératométrie moyenne.

Au final, il semblerait que tous ces facteurs influençant l'acuité visuelle sont intimement liés entre eux et corrélés à l'évolution de la maladie.

### III. Etude para-clinique :

#### La topographie cornéenne :

La topographie est un terme de géographie qui vient du grec « topos » (le lieu) et « graphein » (décrire). La topographie cornéenne correspond à la représentation graphique des propriétés géométriques de la surface cornéenne. La cornée est un organe unique dont la fonction dépend étroitement de la forme ; une variation de l'ordre du micron peut modifier ses propriétés optiques de manière significative. Ainsi, les mesures de la forme, de la puissance réfractive et de l'épaisseur de la cornée sont des étapes cruciales dans le diagnostic des maladies cornéennes et la mise au point de méthodes de correction de la vision. Les instruments qui mesurent et décrivent les propriétés topographiques de la surface cornéenne peuvent être classés en deux grands types : le disque de Placido (qui utilise des mires réfléchives concentriques) et des enregistreurs de l'élévation/dépression (à l'aide soit d'un appareil à balayage d'une fente lumineuse, soit d'une caméra rotative Scheimpflug, soit d'une stéréographie par trame [*raster-topography*]). Les systèmes topographiques de courbure basés sur le disque de Placido sont des outils précieux dans l'évaluation de la courbure et de la réfraction cornéenne, mais ils ne décrivent pas directement la forme spatiale réelle de la cornée. Les topographes d'élévation fournissent une estimation directe de l'élévation de la cornée, établissant ainsi une « vraie » carte en trois dimensions de la forme de la surface cornéenne antérieure et postérieure. La topographie de courbure et d'élévation combinée a un grand

potentiel dans la détection des anomalies cornéennes, l'adaptation des lentilles de contact et la planification de la chirurgie réfractive [36].

La Pentacam, utilisée dans notre étude, capte les images du segment antérieur de l'œil grâce à des mesures obtenues par une caméra Scheimpflug rotative. Ce processus rotatif fournit des images tridimensionnelles, lesquelles permettent la mesure très précise du centre de la cornée. La prise de mesure dure moins de deux secondes et les minuscules mouvements de l'œil sont captés et corrigés simultanément. La mesure de 25 000 points d'élévation réels assure une représentation, une fidélité et une analyse précises.

Elle permet de fournir les informations suivantes:

- Topographie antérieure et postérieure de la cornée et cartes d'élévation.
- Carte « True Net Power » : puissance réelle cornéenne, en fonction de la surface antérieure et postérieure.
- Carte « ACD » : carte de couleur affichant la distance entre l'endothélium/épithélium et l'iris/cristallin.
- Mesure précise du centre de la cornée.
- Pachymétrie de la cornée de limbe à limbe.
- Mesures de distance en images Scheimpflug : mesure manuelle dans toutes directions
- Analyse 3D de la chambre antérieure (angle irido-cornéen, volume de la chambre antérieure)
- Tomographie.
- Détection des kératocônes : inclut un programme pour détecter et quantifier les kératocônes sur la base d'une topographie antérieure ainsi que des données de pachymétrie.

▼ Classification à base de topographie:

La surface antérieure de la cornée est décrite par différents indices et classifiée en 4 niveaux conformément au profil d'Amsler.

▼ Analyse à base de pachymétrie:

La progression de l'épaisseur de la cornée autour de l'endroit le plus fin est comparée avec des données normatives et affichée dans deux diagrammes. Cet outil fournit des informations sur la biomécanique (stabilité) de la cornée.

Elle permet le diagnostic du kératocône et le suivi évolutif de la maladie.

L'évolution du kératocône est jugée sur :

- § une augmentation  $\geq$  à 1 D du méridien le plus cambré (Kmax),
- § une augmentation  $\geq$  à 1 D de l'astigmatisme manifeste réfractif,
- § un shift myopique  $\geq$  à 0,50 D de l'équivalent sphérique manifeste réfractif
- § et une diminution  $\geq$  à 0,1 mm du rayon de courbure postérieur au cours de l'adaptation de lentilles rigides.

Nous présentons ci-dessous des images issues de l'appareil de topographie cornéenne Pentacam de notre service :

- Astigmatisme cornéen régulier : aspect topographique sur les différentes cartes :

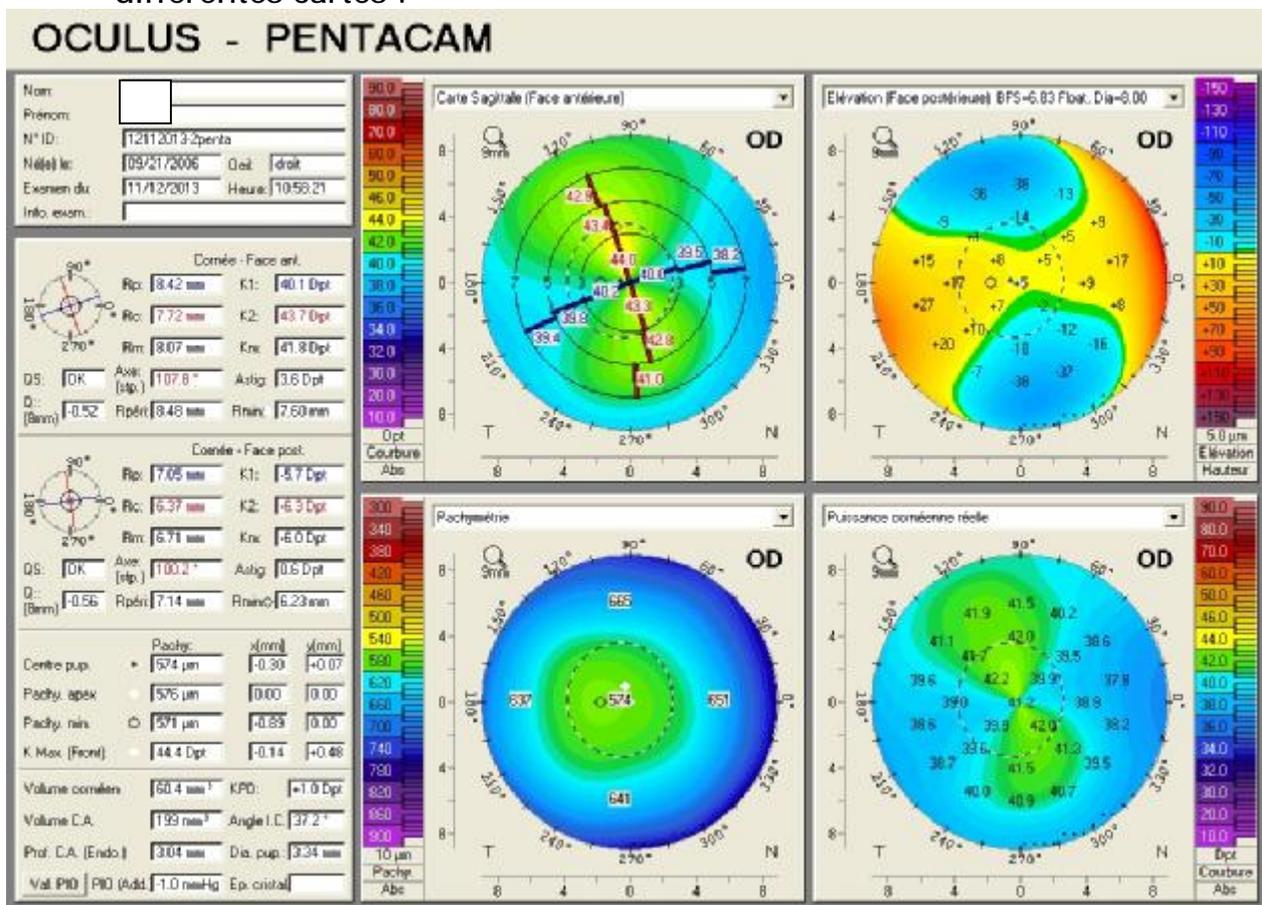
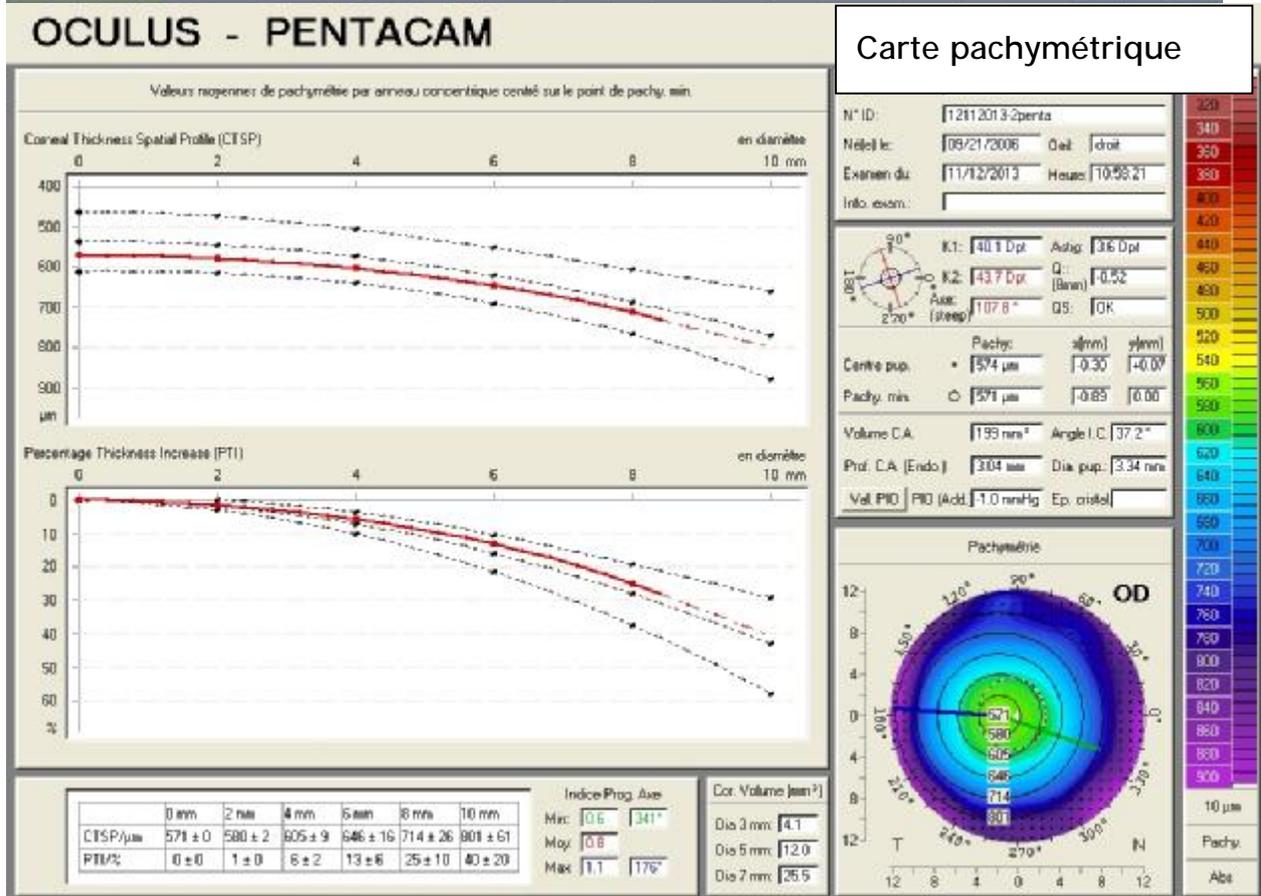
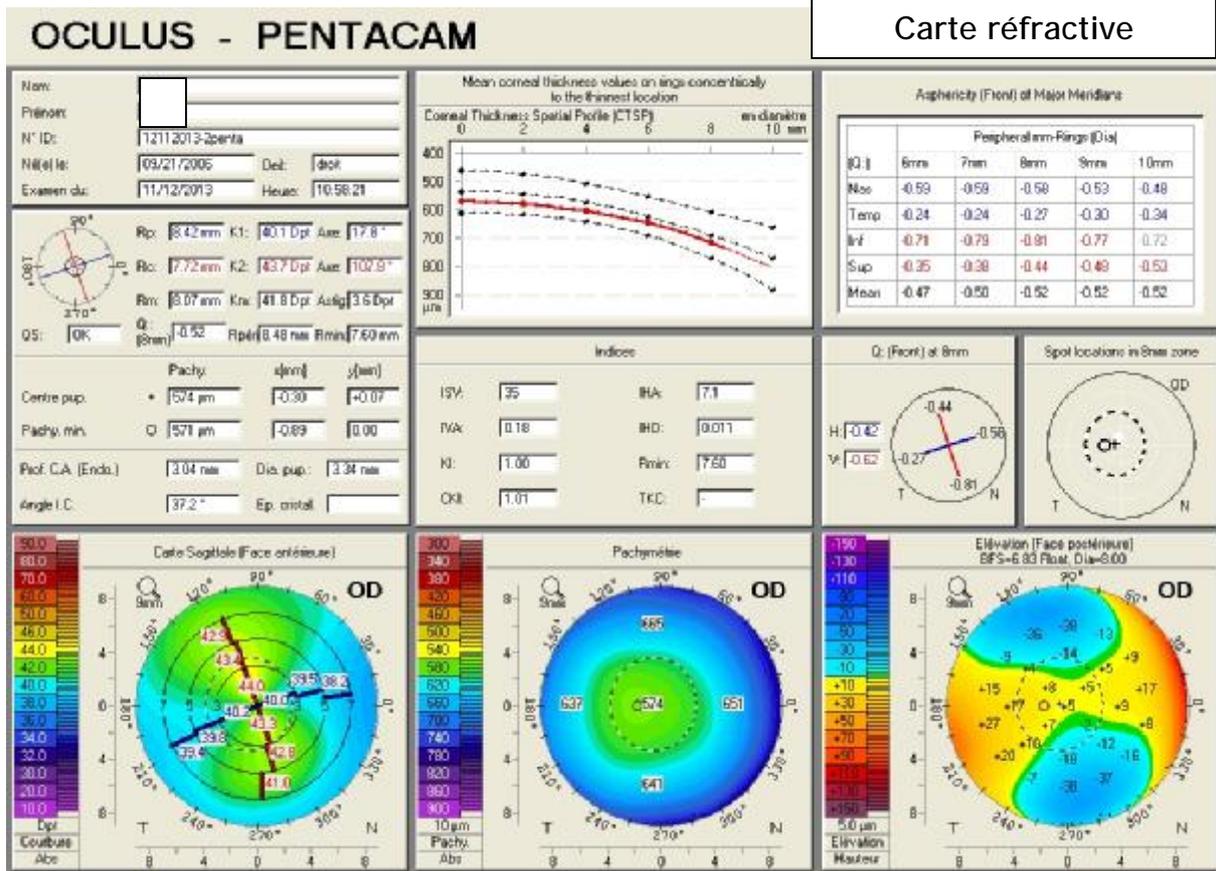
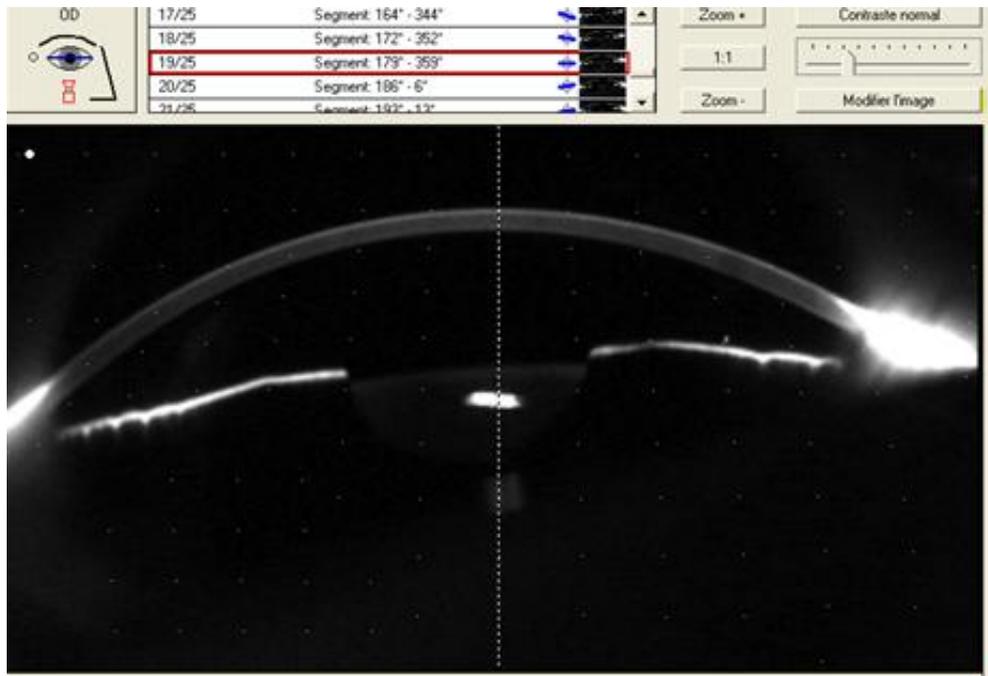


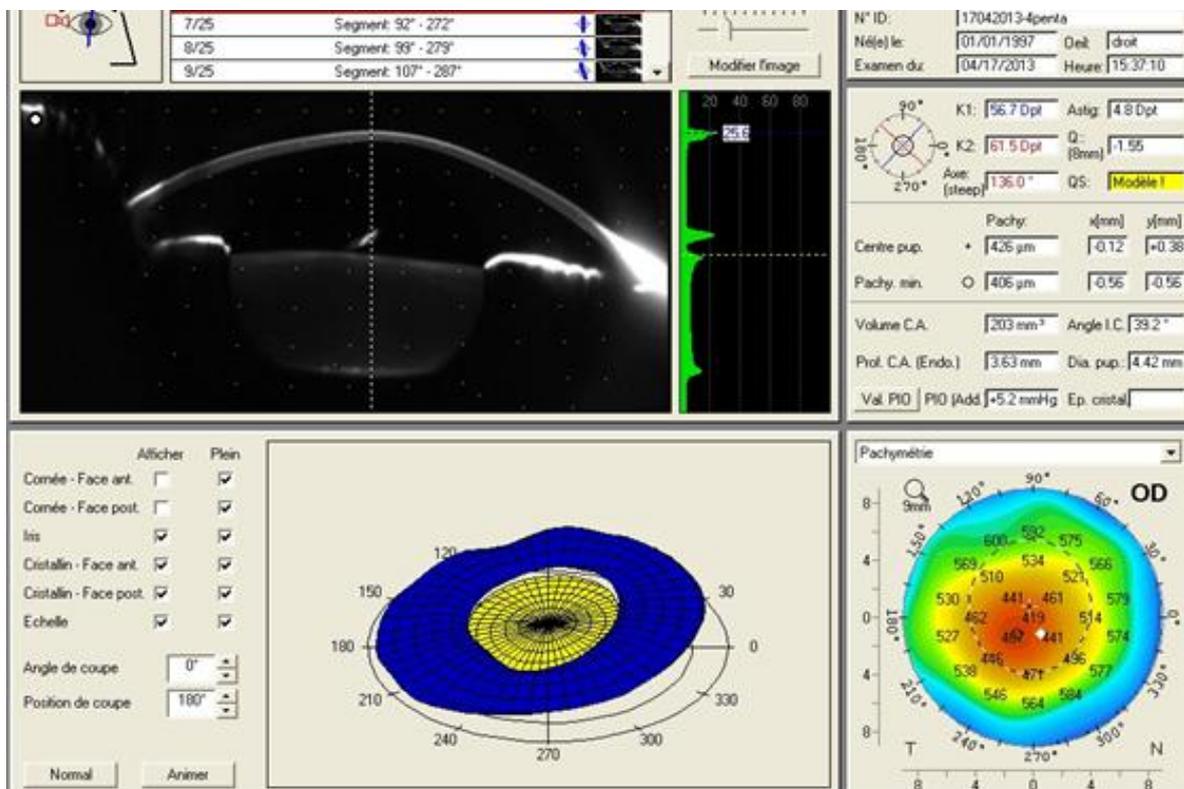
Image de notre service : aspect topographique d'un astigmatisme régulier.



- Image sheimpflug d'une cornée normale (image de notre service)



- Image scheinpflug d'un kératocône (image d'un patient de notre série)



#### IV. Tolérance aux lentilles de contact et confort visuel

Dans notre série le nombre d'heures de port de la lentille est de 12 heures par jour, ce qui rejoint les données de l'étude de la SFOALC [6] où le nombre d'heures de port est de 12,51 heures par jour.

L'évaluation du nombre d'heures de port d'une lentille chez un patient est un critère subjectif qui permet d'apprécier le confort de ce port [42].

Un confort satisfaisant de port des LRPG est retrouvé chez la grande majorité des porteurs de notre étude (91,2%).

Etude	Confort satisfaisant	Confort insatisfaisant
Notre série	91,2%	8,8%
Série N.Slassi [2]	82,4%	17,6%
Etude CLEK	72,8%	10,7%

Le tableau 12: comparaison des différentes études en termes de confort au LRPG.

Dans l'étude CLEK, 896 patients équipés en lentilles de contact : [5]

- 72,8% rapportent que leurs lentilles de contact sont confortables au niveau des deux yeux.
- 10,7% rapportent que leurs lentilles de contact sont irritantes au niveau des deux yeux.
- 16,4% rapportent qu'une lentille est confortable alors que celle de l'autre œil est irritante.

L'inconfort aux LRPG est lié dans plusieurs études aux problèmes de sécheresse oculaire et d'atopie associées au kératocône [37].

Différentes solutions sont envisageables afin d'améliorer le confort de port: Utiliser des lentilles de grand diamètre, équiper les patients en Piggy-Back, prescrire des agents mouillants et si nécessaire des antihistaminiques sans conservateurs en cas de conjonctivite allergique.

Certains auteurs rapportent même l'utilisation d'anxiolytiques et des traitements paramédicaux comme l'hypnose pour améliorer le confort des patients [38].

L'utilisation de la lentille Rose K2 a nettement amélioré le confort et l'acuité visuelle des patients présentant un kératocône, ceci a été prouvé par

une étude qui a adaptés en lentille Rose K des patients déjà porteurs de lentilles, à la recherche de la lentille qui procure la meilleure acuité visuelle et permet d'améliorer le confort par rapport aux autres LRPG [39]:

72% des patients inclus dans cette étude ont préféré les Rose K aux anciennes lentilles qu'ils portaient.

La lentille Rose K 2 a permis d'obtenir une amélioration significative de la vision et du confort sur les yeux avec un kératocône à des stades avancés [39].

Bien que la MAVC avec LRPG chez les patients porteurs de kératocône puisse atteindre 10/10 dans les stades peu évolués, la qualité de leur vision reste limitée.

Ceci est dû aux aberrations d'ordre supérieur générées par la maladie.

Dans notre étude, seulement 5% ont affirmé avoir une qualité de vision insatisfaisante.

## V. Complications

Les complications sont moins fréquentes avec les LRPG vu leur haut DK et leur perméabilité à l'oxygène qui est élevée, néanmoins les principales complications rapportées dans la littérature sont:

- Les kératites ponctuée superficielles: Leur incidence est de 26,5% [40].
- Le syndrome de 3h-9h à une fréquence estimée entre 15% à 25%.
- Les complications allergiques : les conjonctivites giganto-papillaires, ainsi que les allergies aux produits d'entretien.
- Les pertes de lentilles : considérées comme source de démotivation, soit lors des frottements oculaires, soit lors des manipulations. Un cas de perte de lentille est rapporté dans notre série, il est survenu après un an de port chez une jeune patiente de 15 ans.
- Les complications infectieuses sont très rares chez les porteurs de lentilles rigides et beaucoup plus rares chez les patients porteurs de kératocône. Aucune complication infectieuse n'est retrouvée dans notre série.

# CONCLUSION

Le kératocône peut être corrigé de façon efficace et sûre avec les lentilles rigides perméables aux gaz (LRPG). La détermination des différents types de kératocônes est désormais facilitée par l'utilisation de la topographie cornéenne.

La prise en charge de cette pathologie a été également facilitée par l'utilisation des topographes cornéens 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 contactologue une large gamme de lentilles pour y faire son choix.

Notre étude montre qu'il est tout à fait possible d'obtenir de bons résultats visuels, une tolérance très satisfaisante et de bonnes conditions de sécurité, et ce à différents stades de l'évolution de la maladie.

L'adaptation de ces cornées anormales n'est pas toujours facile. Elle nécessite une bonne connaissance des lentilles utilisées et une bonne analyse de l'image fluorescéinique sous la lentille.

Le suivi régulier de ces porteurs, permet d'une part d'adapter les paramètres des lentilles en cas de progression du cône et d'autre part de détecter d'éventuelles complications.

## BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Harquel J. Le kératocône : Analyse des liens avec frottement oculaire, atopie et floppy eyelid syndrome, sommeil et recherche de facteurs de risque prédictifs. Thèse de doctorat de médecine. Faculté de Strasbourg. Année 2011. Numéro 118.
- [2] Slassi N. Place actuelle des lentilles de contact dans le traitement du kératocône (A propos de 307 cas). Thèse de doctorat de médecine. Faculté de Fès. Année 2013. Numéro 122.
- [3] P. Fournié, D. Touboul, J.-L. Arné, J. Colin, F. Malecaze. Kératocône. EMC-Ophtalmologie. Volume 10>n°1>janvier 2013.
- [4] Malet F. Enquête de la Société Française des Ophtalmologistes Adaptateurs en lentilles de contact sur le kératocône. Rapport SFO 2009 : Les lentilles de contact.
- [5] Zadnik K, Barr JT and the Collaborative Longitudinal Evaluation of keratoconus (CLEK) Study Groupe. Baseline Finding in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study. IOVS December 1998; 39: 13.
- [6] Lemosson C, Renard G. Anatomie et histologie de l'oeil. Edition masson 1982 p. 102-103.
- [7] Rocher N. Anatomie et physiologie de l'oeil humain. Soins 2010 ;744: 30-1.
- [8] Hogan, M.J., J.A. Alvarado, and J.E. Weddel. The Cornea, in Histology of the human eye: an Atlas and Textbook. 1971, W.B. Saunders: Philadelphia. p. 55-111.
- [9] Rigal D, Verneil, Paul C. EMC Ophtalmologie 2005 ;2 :114-115.
- [10] Borderie V, Touzeau D, Bourcier T, Laroche L. Physiologie de la cornée. EMC Ophtalmologie 2005;2:103-117.
- [11] Saraux H, Biliais B. Physiologie oculaire. Edition Masson, Paris 1983 2ème édition p : 70-79.
- [12] Thoft RA, Friend J. Corneal epithelial glucose utilization. Arch ophtalmol. 1971; 85: 467- 472.
- [13] Arné J.-L. EMC Ophtalmologie 2. (2005) p 104-105.
- [14] Gatinel D, Haouat M, Hoang-Xuan T. Etude des paramètres permettant la description mathématique de l'asphéricité cornéenne. J Fr Ophtalmol 2002; 25 : 81-90.
- [15] Les lentilles de contact. Rapport de la SFO 2009.

- [16] Ghormley N.R. Specific gravity-does it contribute to RPG lens adherence? *Int Contact Lens Clin.* 1991; 18:125-6.
- [17] Philips AJ , Speedwell L. Rigid gas-permeable corneal lens fitting. *Contact lenses.* 5<sup>th</sup> edition. Butterworth Heinmann Elsevier: 189-221.
- [18] Bennett E.S., Levry B. Materiel et selection. In: Bennett E.S., Henry V.A. *Clinical manual of contact lenses.* 2<sup>nd</sup> ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia; 3: 59-74.
- [19] Tighe B.J. Contact lens materials. In: *Contact lens.* Philips, Speedwell (éd.). 4<sup>th</sup> ed. Butterworth-Heinemann, Oxford: 62-83.
- [20] Benjamin W.J., Capelli Q.A. Oxygen permeability (Dk) of thirty-seven rigid contact lens materials. *Optometry and vision science* 2002, 79:103-11.
- [21] Edward K.A. Review of rigid lens design. *Contact Lens and Anterior Eye.*
- [22] Malet F, Salamon. Extrait du rapport de SFO ALC 2003.
- [23] Wallensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol* 2003; 135:620-7.
- [24] Asri D, Touboul D, Fournié P, Malet F, Garra C, Gallois A, et al. Corneal collagen crosslinking in progressive keratoconus : multicenter results from the French national center for keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:2137-43.
- [25] Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential versus same-day simultaneous collagen cross-linking and topography guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg* 2009; 25:1034-7.
- [26] Rabinowitz YS. Keratoconus. *Surv Ophthalmol* 1998; 42:297-319.
- [27] Reinhart WJ, Musch DC, Jacobs DS, Lee WB, Kaufman SC, Shtein RM. Deep anterior lamellar keratoplasty as an alternative to penetrating keratoplasty: a report by the American academy of ophthalmology. *Ophthalmology* 2011;118:209-18.
- [28] Arné J.-L. Adaptation en lentilles du kératocône. Kératocône et lentille de contact. Malet F. ( d). Rapport de la société française des Ophtalmologistes Adaptateurs de Lentilles de Contact 2003. Lamy, Marseille.
- [29] Lentilles : les cas spécifiques. Menicon : 2012.
- [30] Barr J.T, Wilson B.S, Gordon M.O et al. and the CLEK study group. Estimation of the incidence and factors predictive of corneal scarring in the collaborative longitudinal evaluation of keratoconus (CLEK) study. *Cornea* 2006;25: 16-25.

- [31] Malet F. l'adaptation en lentilles des kératocônes en fonction de leur stade évolutif. Rapport SFOALC 2003 :191-215.
- [32] Tsubota K, Mashima Y, Murata H et al. A piggy-back contact lens for the correction of irregular astigmatism in keratoconus. *Ophthalmology* 1994; 101: 134-8.
- [33] Carney L.G. Contact lens correction of visual loss in keratoconus. *Acta Ophthalmol* 1982 a; 60: 795-802.
- [34] Schmitt P.T, Simonpoli S, Colin J. Corrélations entre aspects cliniques des kératocônes et aspects topographiques évalués par Orbscan. Thèse de doctorat de médecine. Faculté de Strasbourg.
- [35] Wagner H, Barr J.T, Zadnik K  
Collaborative longitudinal evaluation of keratoconus (CLEK) study: methods and findings to date. *Contact Lens and Ant Eye* 2007; 30: 223-32.
- [36] D. Gatinel . Topographie cornéenne. 2009 ; [21-200-A-16] .
- [37] Tatematsu-Ogawa Y, Yamada M, Kawashima Ma et al.  
The disease burden of keratoconus in patients' lives: Comparaisons to a Japanese normative sample. *Eye and contact lens: Science and Clinical Practice* 2008, 34: 13-6.
- [38] Ruben M. The correction of irregular astigmatism with contact lenses. *Contact lens practice*. M Ruben, M Guillon (éd.). Chapman and Hall, London 1994 : 845-63.
- [39] Betts, AM, Mitchell, GL, Zadnik, K. visual performance and comfort with the Rose K Lens for keratoconus. *OVS* 2002 ;79 :493-501.
- [40] Lhalainen A. Clinical and epidemiological features of keratoconus: genetic and external factors in the pathogenesis of the disease. *Acta Ophthalmol* 1986;178 :1-64.
- [41] Walter Bethke. A Cross Section of Cross-Linking. A look at the various ways to stiffen the cornea and the results they're producing. *Managing Editor*. 9/5/2013.
- [42] Gary Foulks, Robin Chalmers, Nancy Keir et al. The TFOS International Workshop on Contact Lens Discomfort: Report of the Subcommittee on Clinical Trial Design and Outcomes. *The Association for Research in Vision and Ophthalmology*. October 2013. Vol. 54; No. 11.TFOS158.