



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2017

Thèse N° 65

Le kératocône : Expérience du service d'Ophtalmologie, CHU Mohammed VI, Marrakech

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 03 /05 /2017

PAR

Mlle. Soukaina IGHOUER

Née le 31 octobre 1989 à Fquih Ben Salah

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLES

Kératocône – Epidémiologie – Diagnostic – Traitement.

JURY

M.	A. MOUTAOUAKIL Professeur d'Ophtalmologie	PRESIDENT
Mme.	I. HAJJI Professeur agrégée d'Ophtalmologie	RAPPORTEUR
M.	MA. BSISS Professeur agrégé de Biophysique	} JUGES

بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رَبِّ أَوْزِ غِذِي أَنْ أَشْكُرَ
نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ
وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ
صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَدْخِلْنِي
بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ
الصَّالِحِينَ."



Serment d'hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





*LISTE DES
PROFESSEURS*

UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr. Mohammed BOUSKRAOUI
Vice doyen à la Recherche et la Coopération : Pr. Mohamed AMINE
Vice doyen aux Affaires Pédagogiques : Pr. Redouane EL FEZZAZI
Secrétaire Générale : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FINECH Benasser	Chirurgie – générale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADMOU Brahim	Immunologie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KISSANI Najib	Neurologie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
AMAL Said	Dermatologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique B	MAHMAL Lahoucine	Hématologie - clinique
ASRI Fatima	Psychiatrie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENELKHAHAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie

BOURROUS Monir	Pédiatrie A	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
CHABAA Laila	Biochimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SARF Ismail	Urologie
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique	ZOUHAIR Said	Microbiologie

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie B	EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADALI Nawal	Neurologie	HADEF Rachid	Immunologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	HOCAR Ouafa	Dermatologie

ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire périphérique	JALAL Hicham	Radiologie
ALJ Soumaya	Radiologie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KHOUCANI Mouna	Radiothérapie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie - Virologie	KOULALI IDRISSE Khalid	Traumato- orthopédie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
BAHA ALI Tarik	Ophtalmologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKMICHI Mohamed Amine	Urologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie A
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie B	MOUFID Kamal	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOUKHIRA Abderrahman	Toxicologie	QACIF Hassan	Médecine interne
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie B	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie A	RADA Nouredine	Pédiatrie A
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique

EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	RBAIBI Aziz	Cardiologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SORAA Nabila	Microbiologie - virologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie A	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie - Cytogénétique
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
AMINE Abdellah	Cardiologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LALYA Issam	Radiothérapie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie

BENHADDOU Rajaa	Ophtalmologie	MOUHADI Khalid	Psychiatrie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie (Neonatalogie)	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	MOUZARI Yassine	Ophtalmologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie - orthopédie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
DIFFAA Azeddine	Gastro- entérologie	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL HARRECH Youness	Urologie	RHARRASSI Isam	Anatomie-patologique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL MEZOUARI EI Moustafa	Parasitologie Mycologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
ESSADI Ismail	Oncologie Médicale	SERHANE Hind	Pneumo- phtisiologie
FAKHRI Anass	Histologie- embryologie cytogénétique	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
FDIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
GHOZLANI Imad	Rhumatologie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- Vasculaire
Hammoune Nabil	Radiologie		

A decorative rectangular border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text.

DÉDICACES



Toutes les lettres ne
sauraient trouver les
mots qu'il faut...

Tous les mots ne
sauraient exprimer la
gratitude, la tendresse,
Le respect, la
reconnaissance...

Aux êtres qui me sont
chers et c'est tout
simplement que...



Je dédie cette Thèse

Au bon dieu

*Tout puissant
Qui m'a inspiré
Qui m'a guidé dans le bon chemin
Je vous dois ce que je suis devenu
Louanges et remerciements
Pour votre clémence et miséricorde.*

A ma très chère et adorable mère

Fatima laaraji

Je vous dédie ce fruit de votre amour, de votre tendresse et de votre abnégation même si je sais que je ne pourrai jamais être assez juste pour témoigner de tout ce que tu as fait pour moi.

A toi maman, l'être le plus cher, qui a pu être à mon écoute, me reconforter, calquer mes humeurs... Vous n'avez cessé de lutter pour m'éduquer, me rendre heureuse.

A celle que j'aime le plus au monde. A celle qui m'a tout donné sans compter. A la source de laquelle j'ai toujours puisé soutien, courage et persévérance...

Tu as toujours éclairé mon chemin par tes conseils et directives Tu m'as inculqué dès mon jeune âge les valeurs nobles et les bonnes manières et ce dans le respect des traditions.

Tu es pour moi le symbole de droiture, gentillesse, serviabilité, persévérance et de loyauté.

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon profond amour, mon ultime respect, ma gratitude et ma reconnaissance. Que Dieu vous procure santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A mon cher père Mounir ighouer

Votre bonté et votre générosité sont sans limites. Vos prières ont été pour moi d'un grand soutien moral tout au long de mes études. Ce modeste travail qui est avant tout le votre, n'est que la consécration de grands efforts et vos immenses sacrifices. Sans vous je ne saurais arriver où je suis. J'espère rester toujours digne de votre estime. Puisque Dieu tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous accorder une longue et heureuse vie.

A la mémoire de mon cher frère Ayoub

*J'aurais tant aimé que tu sois présent aujourd'hui car je sais que tu auras été très heureux et très fier. Que ton âme repose en paix.
Puisse ce travail être une prière pour le repos de ton âme.
Que Dieu tout puissant t'accorde sa clémence et sa miséricorde et t'accueille dans son paradis.*

A mon cher frère Othmane

*Je te dédie cette thèse en témoignage de ma très grande affection.
Je te souhaite plein de succès dans tes études.
Que Dieu t'apporte bonheur, satisfaction, santé et t'aide à réaliser tes vœux.*

***A mon très cher fiancé et mon futur Mari Saïd
Boughalem***

Merci pour la joie que tu me procures et merci infiniment pour tes précieux conseils et ton aide tout au long de mon parcours. Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments d'amour, de respect et de gratitude. Malgré les distances, tu es toujours présent, surtout dans les moments les plus difficiles. Du plus profond de mon cœur je te dis Merci. J'espère que notre relation restera solide, ambitieuse, pleine d'amour, de joie et de bonheur. Que dieu te procure santé succès et longue vie.

A la mémoire de ma chère tante maternelle Fatîha

Pour m'avoir aidée et soutenue dans toutes les circonstances de ma vie. Puisse ce travail être une prière pour le repos de Votre âme. J'aurais aimé que vous soyez présente ce jour mais vous l'êtes dans mon cœur. Que Dieu, le tout puissant, te couvre de Sa Sainte miséricorde et t'accueille dans son éternel paradis.

A ma chère tante maternelle Amîna

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance sincères que j'ai pour vous. Que ce travail soit un témoignage de mon affection, je vous le dédie pour les innombrables et immenses encouragements durant toutes les années de mes études, vous avez toujours été présente à nos cotés pour nous consoler quand il le fallait. Je prie Dieu le tout puissant de vous accorder santé, longue vie, beaucoup de bonheur, et succès pour vos enfants.

A mon oncle Ikram Ighouer

Que ce travail soit le témoignage de mes sentiments les plus sincères et les plus affectueux. Que dieu vous procure bonheur santé, et longue vie.

A mes très chères amies

Dr Majdoline Kamal et Dr Fatima Ezzahra Abidaoui

Nous avons partagés tellement de moments ensemble, Je ne saurais trouver une expression témoignant de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte. Je vous dédie ce travail en témoignage de notre amitié que j'espère durera toute la vie

A mes très chères amies et collègues :

Dr Himmi Radia, Dr Jerradi Noura, Dr Kamal Ghizlane, Dr Msellek Hajar, Dr Mahhad Rim, Dr Lemsani Meryem, Dr El nigri Meryem, Dr Salama Bahhad.

A toute ma famille

Ce travail est aussi le fruit de vos encouragements et de vos bénédictions. Soyez assurés de ma profonde gratitude.

A tous mes enseignants

De l'école primaire « Ibn Zaydoune », du collège et lycée « El Kindi », et de la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech.

A Dr Belghmaidi Sarra, Dr Soltani Leila et Dr Baali

En témoignage de ma gratitude et mes remerciements. Que Dieu vous procure santé, bonheur et longue vie.

*A tous qui me sont chers et que j'ai involontairement omis
de citer.*

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin
à l'élaboration de ce travail.*

A decorative rectangular border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text.

REMERCIEMENTS

A mon maître et président de thèse :
Professeur Abdeljalil MOUTAOUAKIL

*Je suis très sensible à l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence
de mon jury de thèse.*

De votre enseignement brillant et précieux nous gardons les meilleurs souvenirs.

*Nous sommes toujours impressionnés par vos qualités humaines et
professionnelles.*

Votre sens professionnel et votre rigueur sont pour moi un exemple.

*Veillez accepter, chère Maître, l'assurance de mon estime de mon
profond respect et de mon admiration.*

A mon maître et rapporteur de thèse :
Professeur Ibtissam HAJJI

*Vous m'avez accordé un grand honneur en acceptant de diriger ce Travail, et
me guider à chaque étape de sa réalisation malgré vos obligations
professionnelles.*

*Votre compétence, votre modestie et vos qualités humaines demeurent à mes
yeux exemplaires.*

*Je vous prie, cher Maître, de recevoir mes remerciements renouvelés ainsi que
l'assurance de ma très haute considération et grande estime.*

*A mon maître et juge de thèse :
Professeur Mohammed Aziz BSISS*

*Nous sommes très touchés par l'honneur que vous nous faites en acceptant de
siéger parmi ce jury.*

Vous nous avez accueillis avec modestie et beaucoup de simplicité.

*Nous vous sommes très reconnaissants de bien vouloir
porter intérêt à ce travail.*

*Veillez trouver dans ce travail, cher Maître, l'expression de notre
profond estime et respect.*

*A tout le personnel du service d'ophtalmologie du CHU
Mohammed VI, A toute personne qui de près ou de loin a
contribué
à la réalisation de ce travail.*



ABBREVIATIONS

Liste des Abréviations

CHU : Centre hospitalier universitaire

BAV : Baisse d'acuité visuelle

K1 : rayon cornéen le plus plat

K2 : rayon cornéen le plus combré

Km : Kératométrie moyenne

TO : Tonus oculaire

mmHg : millimètre de mercure

SA : Segment antérieur

FO : Fond d'œil

RD : Rétinopathie diabétique

HTA : Hypertension artérielle

Kmax : kératométrie maximale

µm : micromètre

OCT: Optic coherence tomography

MAVC : Meilleure acuité visuelle corrigée

TTT: Traitement

LRPG : Lentilles rigides perméables au gaz

CGP : Conjonctivite giganto-papillaire

KPS : Kératite ponctuée superficielle

CXL: Crosslinking du collagène cornéen

D : Dioptrie

Kmin : kératométrie minimale

AVSC : Acuité visuelle sans correction

OD : Œil droit

OG : Œil gauche

KP : Kératopastie profonde

KLAP : Kératoplastie lamellaire antérieure profonde

HIO : Hypertonie intra-oculaire

CLEK: Collaborative longitudinal evaluation of keratoconus

SFOALC : Société Française des Ophtalmologistes Adapteurs de Lentilles de Contact

DUSK : Dundee University Scottish Keratoconus

AV : Acuité visuelle

HRT : Heidelberg Retina Tomograph

ORA: Ocular response analyzer

DK : la perméabilité de la lentille à l'oxygène

UVA : Ultra-Violet A

KT : Kératopastie transfixiante

LC : Lentilles de contact

HSV : Herpes simplex virus

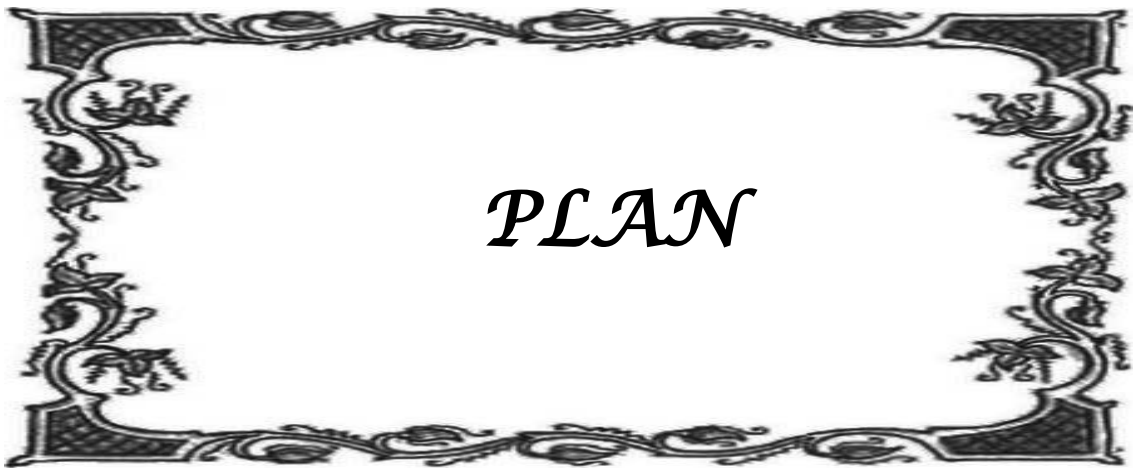
VSV : Varicelle-Zona virus

PKR : photokératectomie réfractive

PMMA : polyméthacrylate de méthyle

AIC : anneaux intra-cornéen

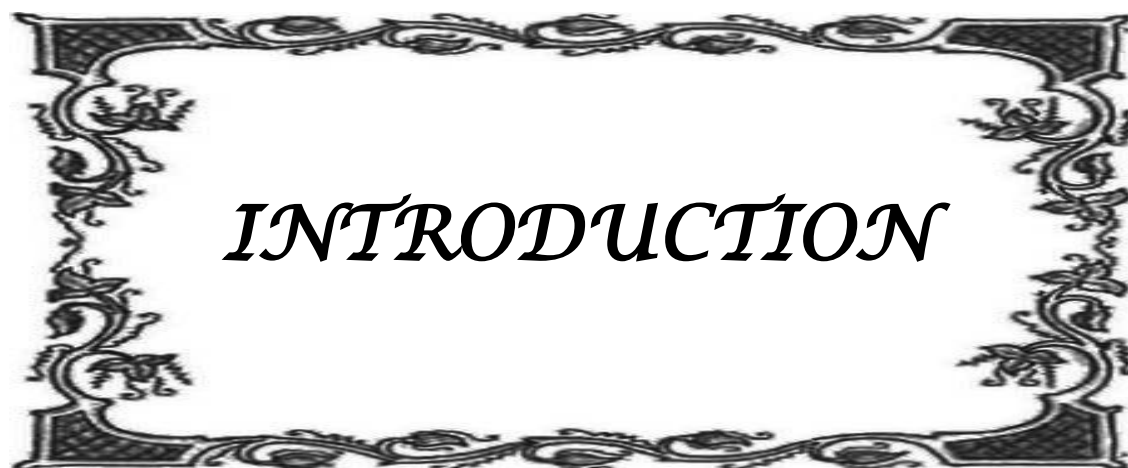
DALK : Deep anterior lamellar kératoplasty



PLAN

INTRODUCTION	1
PATIENTS ET METHODES	3
RESULTATS	6
I. PROFIL ÉPIDÉMIOLOGIQUE	7
1. AGE	7
2. SEXE	8
3. LE NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE ET CULTUREL	8
4. ANTÉCÉDENTS OCULAIRES	9
5. LES PATHOLOGIES GÉNÉRALES ASSOCIÉES	10
6. LES ANTÉCÉDENTS FAMILIAUX	11
II . ETUDE CLINIQUE	11
1. CIRCONSTANCES DE DÉCOUVERTE	11
2. CÔTÉ DE L'ATTEINTE	12
3. ACUITÉ VISUELLE INITIALE	12
4. RÉFRACTION	13
5. KÉRATOMÉTRIE	15
6. EXAMEN DE LA CORNÉE	15
7. STADES DU KÉRATOCÔNE SELON AMSLER	17
8. LE RESTE DE L'EXAMEN CLINIQUE OPHTALMOLOGIQUE	18
9. L'EXAMEN GÉNÉRAL	18
III. ETUDE PARACLINIQUE	19
1. LA TOPOGRAPHIE CORNÉENNE	19
2. LA PACHYMÉTRIE	21
3. L'OCT DU SEGMENT ANTÉRIEUR	22
IV. TRAITEMENT	23
1. CORRECTION OPTIQUE	23
2. TRAITEMENT PHYSIQUE : CROSSLINKING	27
3. TRAITEMENT CHIRURGICAL	29
DISCUSSION	33
I. RAPPELS	34
1. HISTORIQUE	34
2. ANATOMIE DE LA CORNÉE	35
3. PHYSIOLOGIE DE LA CORNÉE	39
4. LA GÉOMÉTRIE CORNÉENNE	40
5. ANATOMOPATHOLOGIE	42
II. PROFIL ÉPIDÉMIOLOGIQUE DU KÉRATOCÔNE	46
1. AGE	46
2. SEXE	46
3. NIVEAU SOCIO-ÉCONOMIQUE	47
4. ANTÉCÉDENTS ASSOCIÉES	47
III. ETUDE CLINIQUE	49

1.Circonstances de découverte	49
2.LA LATÉRALITÉ.....	50
3.L'ACUITÉ VISUELLE INITIALE	51
4.RÉFRACTION	51
5.KÉRATOMÉTRIE	52
6.EXAMEN CLINIQUE	52
7.CLASSIFICATIONS	54
IV. ETUDE PARACLINIQUE.....	57
1.LA TOPOGRAPHIE CORNÉENNE	57
2.LA PACHYMÉTRIE CORNÉENNE	60
3.L'OCT	61
4. L'OCULAR RESPONSE ANALYZER (ORA)	62
5.L'ABERROMÉTRIE.....	63
V.TRAITEMENT	63
1.TRAITEMENT OPTIQUE	63
2.TRAITEMENT PHYSIQUE.....	69
3.TRAITEMENT CHIRURGICALE.....	72
4.AUTRES ALTERNATIVES THÉRAPEUTIQUES DU KÉRATOCÔNE	83
VI. RETENTISSEMENT DE LA MALADIE	86
CONCLUSION.....	87
ANNEXES.....	89
RÉSUMÉS.....	97
BIBLIOGRAPHIE.....	103



INTRODUCTION

Le kératocône est une dystrophie cornéenne non inflammatoire, le plus souvent bilatérale et asymétrique; caractérisée par une protrusion excentrique de la cornée avec un amincissement du stroma [1].

Son incidence est estimée entre 50 et 230 pour 100 000 habitants et sa prévalence à 54,5 pour 100 000 (soit environ 1/2000) [2], dans les populations caucasiennes européennes ; ces chiffres sont probablement sous estimés en raison des formes infra-cliniques. Ces derniers sont dépistés le plus souvent lors d'une topographie cornéenne systématique chez les patients candidats à la chirurgie réfractive.

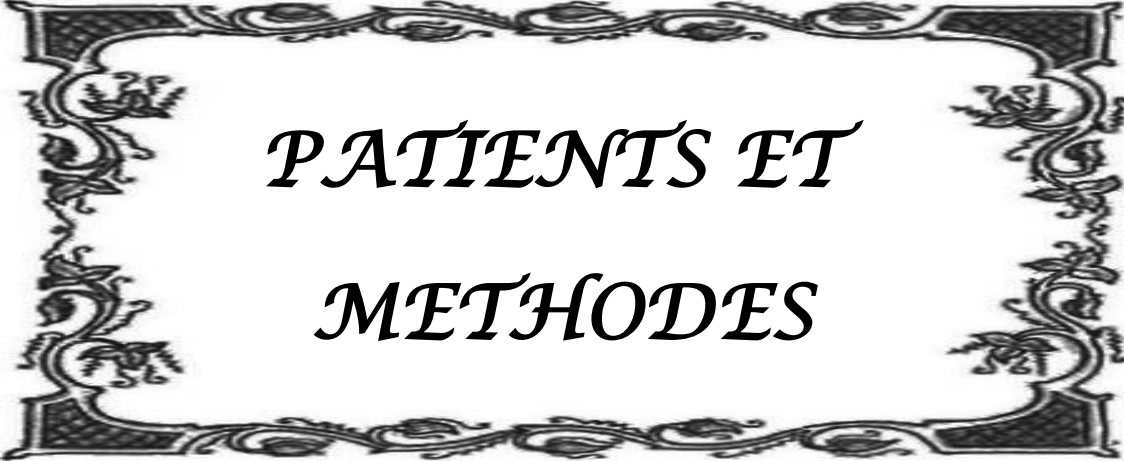
L'origine de cette maladie est multifactorielle et le facteur de risque le plus impliqué dans sa pathogénie est le frottement des yeux. Toutefois, une composante génétique est irréfutable [3].

La maladie est typiquement diagnostiquée durant l'adolescence et atteint son stade le plus avancé vers 20-30 ans. Son évolution suit une progression irrégulière qui diffère d'un individu à l'autre, voire d'un œil à l'autre chez un même patient.

La détérioration de la vision est une situation fréquente, qui peut avoir un retentissement important sur la vie sociale du patient (échec scolaire, abandon d'études, arrêt du travail ...)

Le kératocône peut être contrôlé avec succès avec une variété de techniques médicales ou chirurgicales. Cependant ils restent chers par rapport au revenu moyen du citoyen Marocain.

Le but principal de notre étude est d'analyser les différents aspects épidémiologiques, thérapeutiques et évolutifs des patients porteurs du kératocône suivis au service d'ophtalmologie au **CHU Mohammed VI – Marrakech** entre 2009 et 2015.



*PATIENTS ET
METHODES*

I. Patients :

C'est une étude rétro et prospective à visée descriptive et analytique, incluant tous les cas de kératocône, confirmés par l'examen clinique ophtalmologique ou par topographie cornéenne et suivis au service d'ophtalmologie au CHU Mohamed VI de Marrakech sur une période de 6 ans allant de 2009 à 2015.

Les facteurs d'exclusion sont :

- Les patients avec des pathologies de rétine associées.
- Les dossiers non exploitables.
- Les patients perdus de vue.

Elle a portée sur 200 yeux de 110 patients atteints de kératocône, consultant soit d'eux même après un symptôme alarmant ou référés par leurs médecins traitants.

Le matériel d'étude était :

- Les dossiers médicaux recrutés au service d'ophtalmologie.
- L'analyse des documents paracliniques.
- L'analyse des comptes rendus opératoires

II. Méthodes :

Les données de l'étude sont recueillies à l'aide d'une fiche d'exploitation (annexe 1) , nous avons étudié les paramètres suivants : l'âge, le sexe, les facteurs associés, l'existence ou non d'antécédents familiaux, le caractère uni ou bilatéral de l'atteinte , le motif de consultation, l'examen clinique notamment l'acuité visuelle, la kératométrie, l'examen détaillé de la cornée, les caractéristiques cliniques du kératocône, les examens complémentaires, le traitement optique , les interventions chirurgicales , et le suivi à court et long terme.

La classification qu'on a utilisée est celle d'AMSLER [4], qui 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.

L'ensemble des analyses statistiques était saisie sur logiciel Excel 2007, Windows 7.

Les moteurs de recherche utilisés étaient : Science directe, Pubmed, Clinicalkey Elsevier, EM Consulte, et Google Scholar.



RESULTATS

I. Profil épidémiologique:

1. Age :

L'âge moyen de nos patients était de 26 ans avec des extrêmes d'âge allant de 12 à 47 ans.

La majorité des patients, soit 74,36%, étaient âgés entre 16 et 30ans (Figure 1).

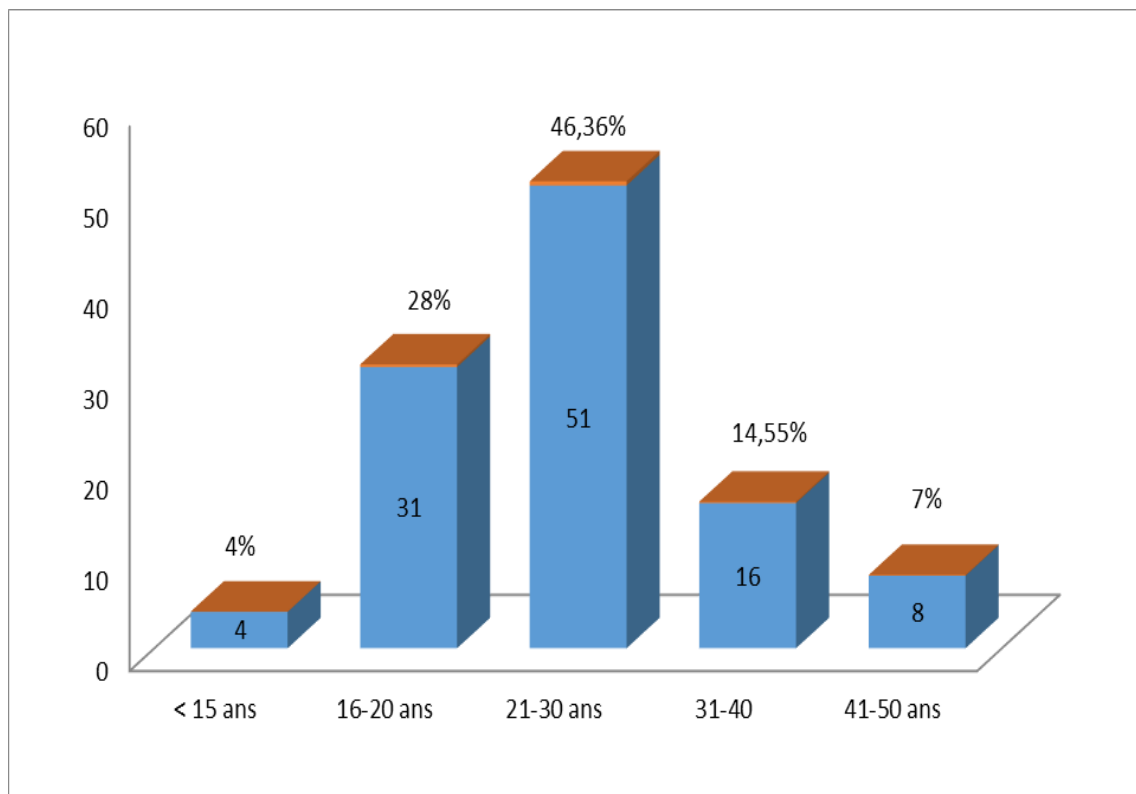


Figure 1: Les tranches d'âge au moment du diagnostic.

2. Sexe :

On a noté une légère prédominance féminine de 56% (Figure 2).

Le sexe ratio était de 1,27.

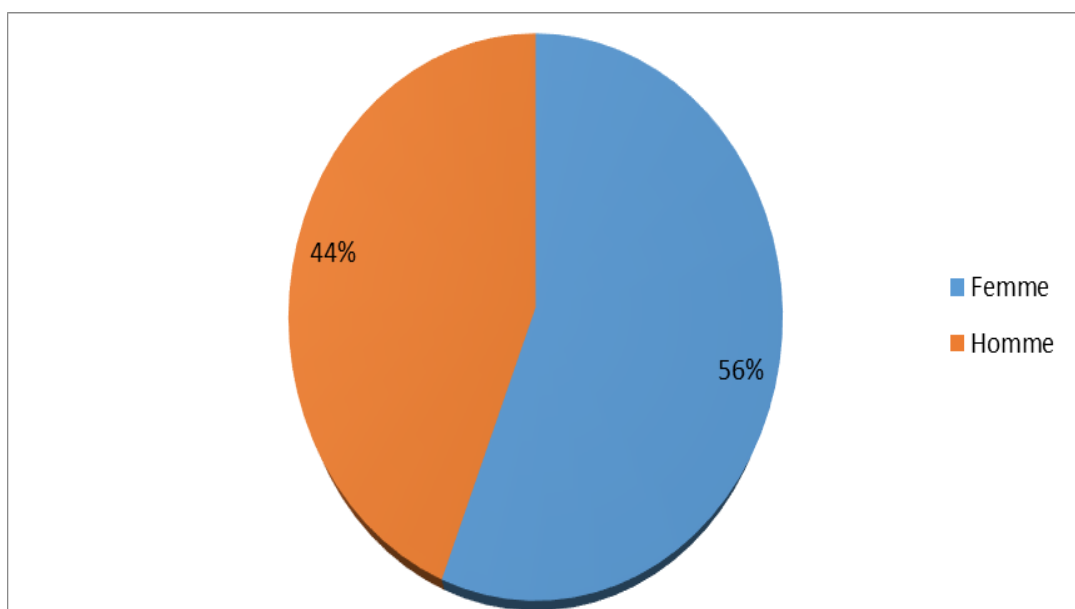


Figure 2 : Répartition du kératocône selon le sexe.

3. Le niveau socio-économique et culturel :

- La majorité de nos malades étaient de niveau socio-économique moyen (88%), avec seulement une minorité de haut niveau socio-économique (5%). (Tableau I)

Tableau I : répartition des patients selon le niveau socio-économique.

Niveau socio-économique	bas	moyen	Haut
Effectif	8	97	5
Pourcentage	7%	88%	5%

- 38% de nos patients étaient des étudiants, 36% des fonctionnaires, et 26% ne travaillent pas. Chez ces derniers la baisse d'acuité visuelle était la cause d'arrêt du travail dans 71% des cas (Figure 3).

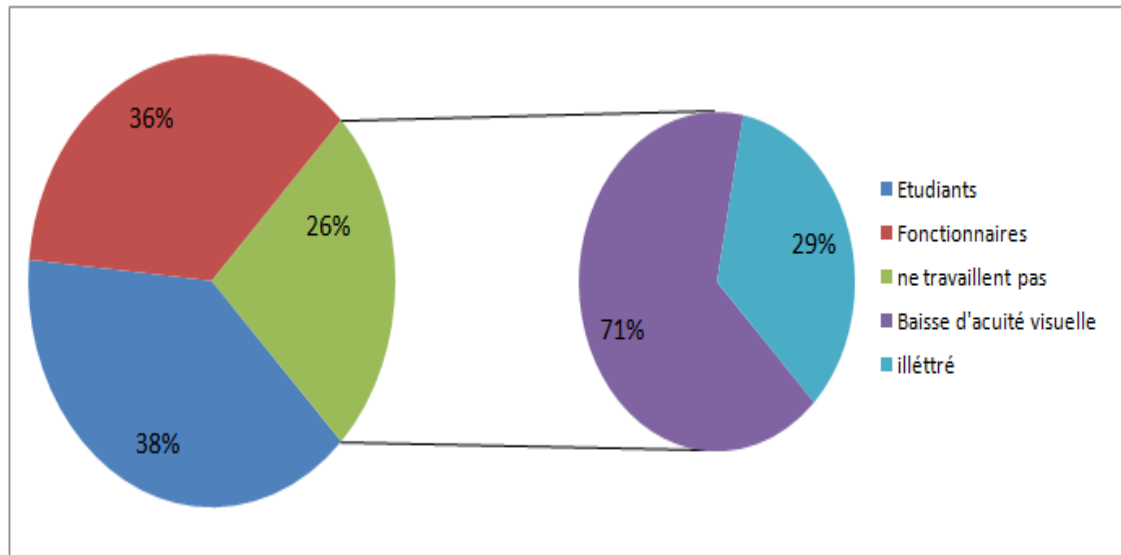


Figure 3 : niveau culturel et retentissement de la maladie.

4. Antécédents oculaires :

- La conjonctivite allergique était l'association la plus fréquemment retrouvée, elle était notée chez 28 patients soit 25% des cas.
- Dans le cadre de la conjonctivite allergique, 4 patients ont développés un glaucome cortisonique soit 3,64 % des cas (par automédication aux corticoïdes).
- Une cataracte cortico-induite était présente chez 15 patients (13,63 %).
- 8 patients étaient déjà greffés dans un œil (7%).

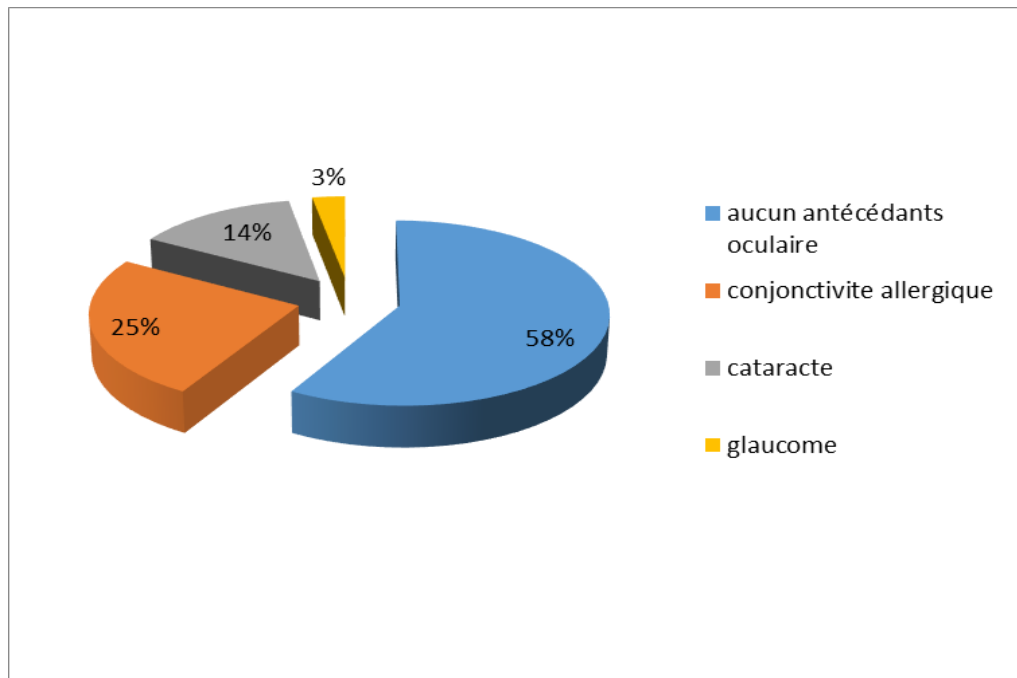


Figure 4: Pathologies oculaires associées.

5. Les pathologies générales associées :

- Une pathologie générale associée était présente chez 31 % des patients (Figure 5).
- L'allergie générale était présente chez 21% des patients.
- Le diabète était associé dans 4% des cas, l'hyperthyroïdie dans 1% des cas, et le retard mental était noté chez 6 malades soit 5,45% dont 3,64% étaient des trisomies 21.

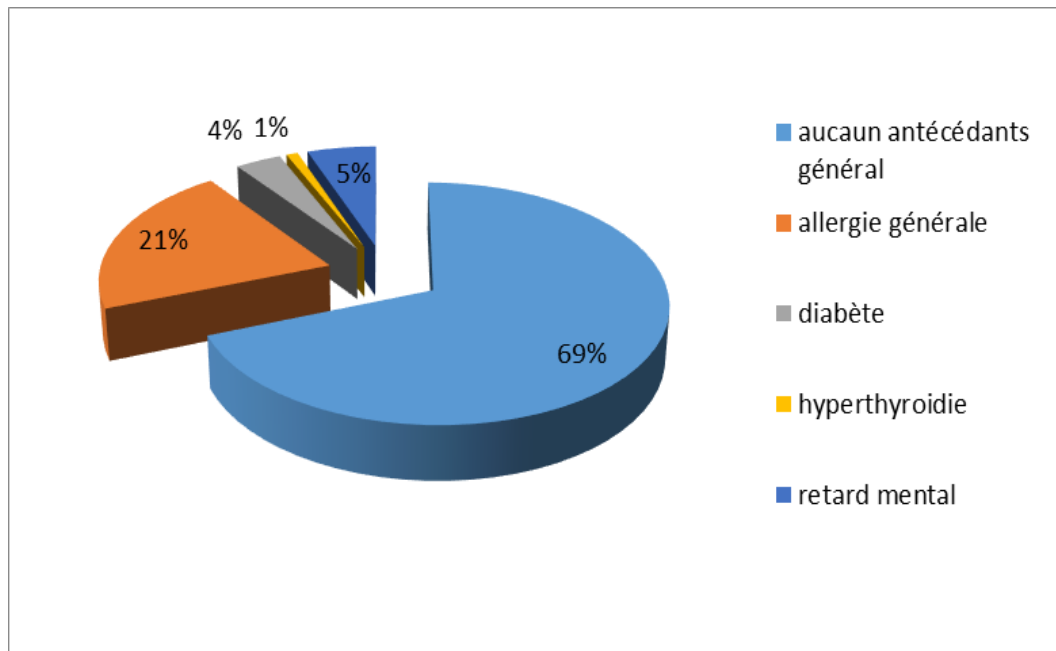


Figure 5: Pathologies générales associées.

6. Les antécédents familiaux :

L'analyse a retrouvé 9% de cas familiaux connus (10 patients), notamment dans la fratrie.

II. Etude clinique :

1. Circonstances de découverte :

Les signes fonctionnels dont souffrent nos malades étaient comme suit :

- Un flou visuel et éblouissement rapportés par tous les malades.
- Une baisse d'acuité visuelle rapportée par 104 patients soit 94,5% et seulement 6 patients n'ont pas senti la baisse d'acuité visuelle.
- 16 patients avaient une diplopie monoculaire, et 11 patients rapportent une déformation des objets.

2. Côté de l'atteinte:

Le kératocône était bilatéral chez 90 patients portant le nombre d'yeux atteints à 180, et 20 patients avaient une atteinte unilatérale (Figure 6).

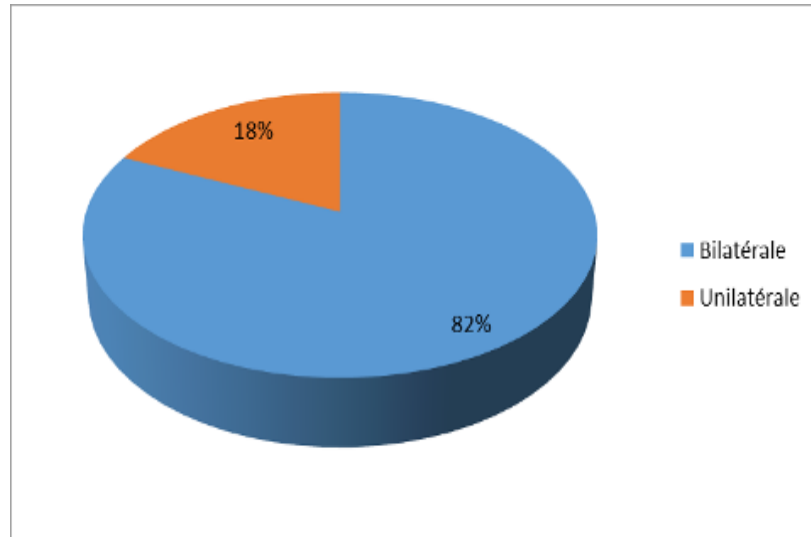


Figure 6 : Répartition selon la latéralité.

3. Acuité visuelle initiale :

Au moment de la consultation, 55% des yeux avaient une acuité visuelle inférieure ou égale à 1/10 (Figure 7).

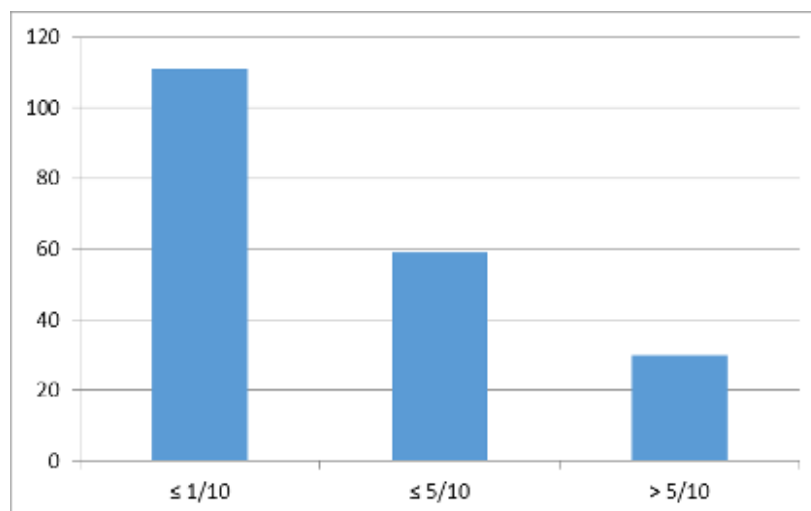


Figure 7 : Acuité visuelle au moment de la consultation.

➤ Mode de correction au moment de la consultation :

Lors de la première consultation, 17 patients ne portaient aucune correction, 87 patients portaient des lunettes et 6 patients étaient déjà porteurs de lentilles de contact (Figure 8).

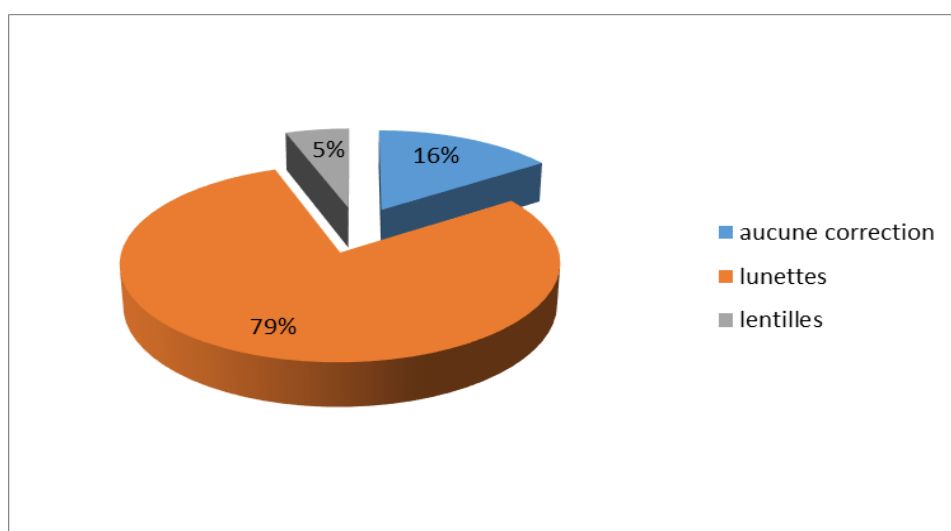


Figure 8: Mode de correction initial.

4. Réfraction :

- La réfraction trouve un astigmatisme myopique dans 60% des yeux (tableau II).
- La valeur moyenne de l'astigmatisme était de -5,67 dioptrie.
- Les caractéristiques réfractives des malades sont représentées dans Figures 9 et 10.

Tableau II: Données de la réfraction.

Réfraction	Nombre d'yeux	Pourcentage
Astigmatisme+myopie	120	60%
Imprenable	80	40%

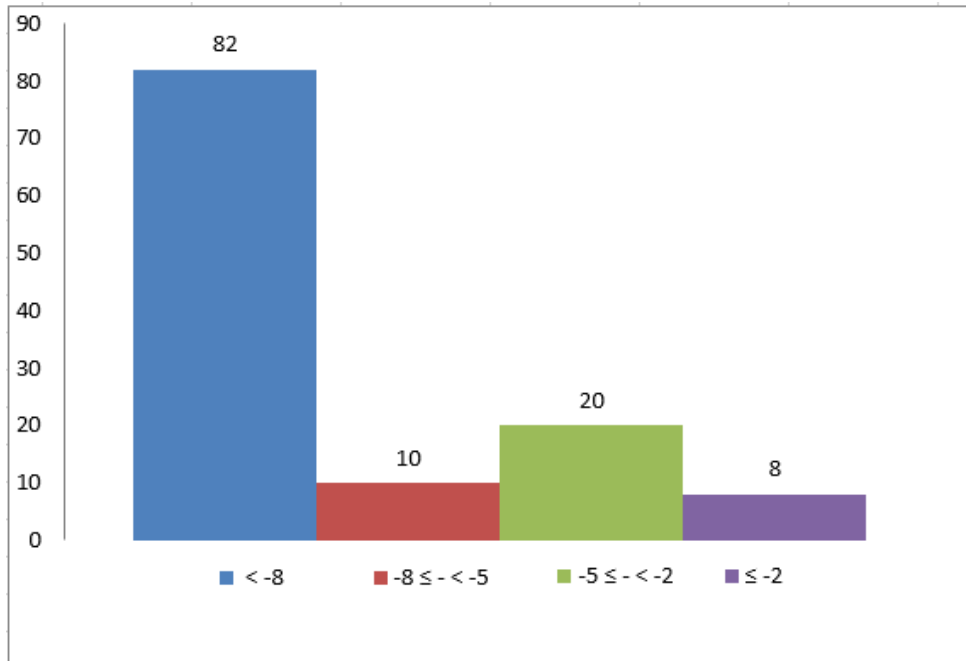


Figure 9 : répartition des malades en fonction de l'astigmatisme.

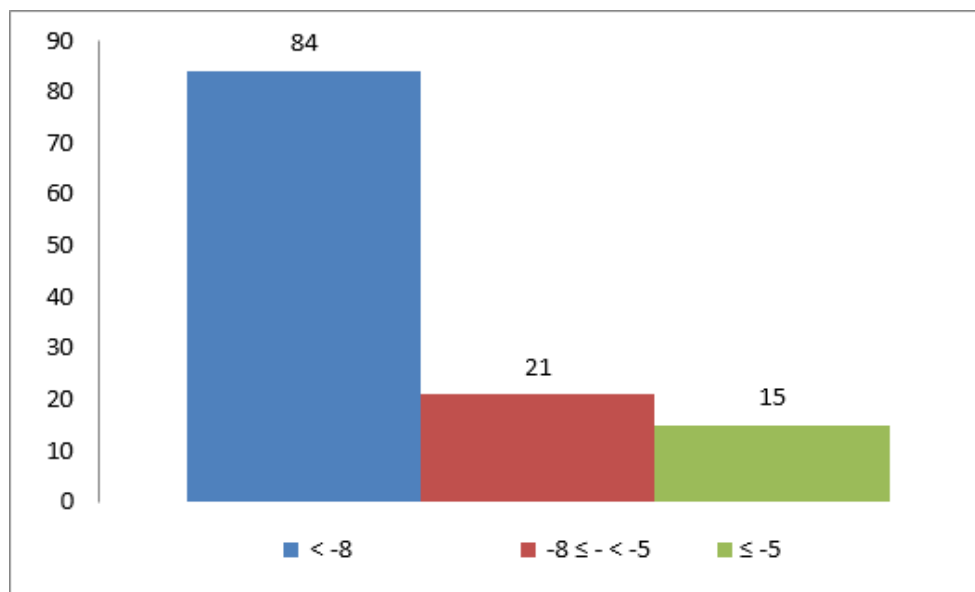


Figure 10 : répartition des malades en fonction de leurs myopies.

5. Kératométrie :

La valeur de la kératométrie moyenne de nos patients était de 54,87 dioptries (tableau III).

La répartition des patients en fonction de la kératométrie moyenne est illustrée dans figure 11.

Tableau III: moyenne des kératométries des patients de notre série.

Kératométrie	Valeur moyenne en dioptrie
K1	53,62
K2	56,12

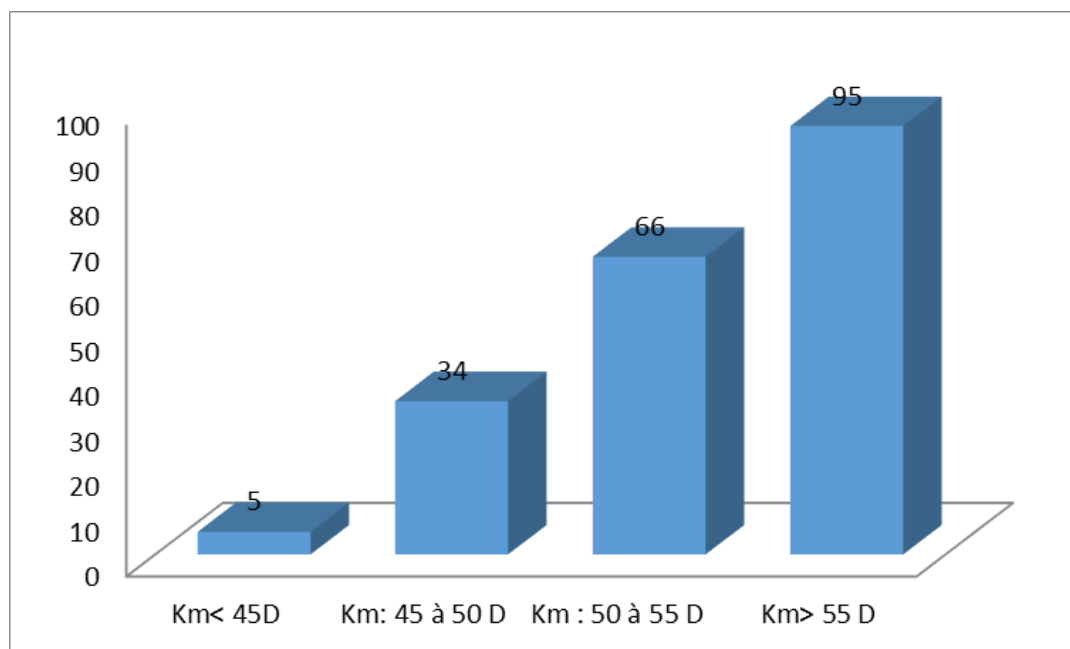


Figure 11 : répartition des yeux kératocôniques en fonction de la kératométrie moyenne.

6. Examen de la cornée :

- La protrusion conique de la cornée était évidente macroscopiquement dans 147 yeux (73,5 %). (Figure 12)

- Le signe de Munson était évident dans 114 yeux (57%). (Figure 13)
- A l'examen clinique, on a noté les anomalies cornéennes suivantes : (Figure 15)
 - ✓ Ectasie cornéenne dans 170 yeux (85%) ;
 - ✓ Anneau de Fleischer dans 132 yeux (66%) ;
 - ✓ Stries de Vogt dans 114 yeux (57%) ;
 - ✓ Les opacités sous-épithéliales dans 70 yeux (35%)



Figure 12 : ptotrusion conique



Figure 13: signe de Munson



Figure 14: opacité cornéenne et stries de Vogt

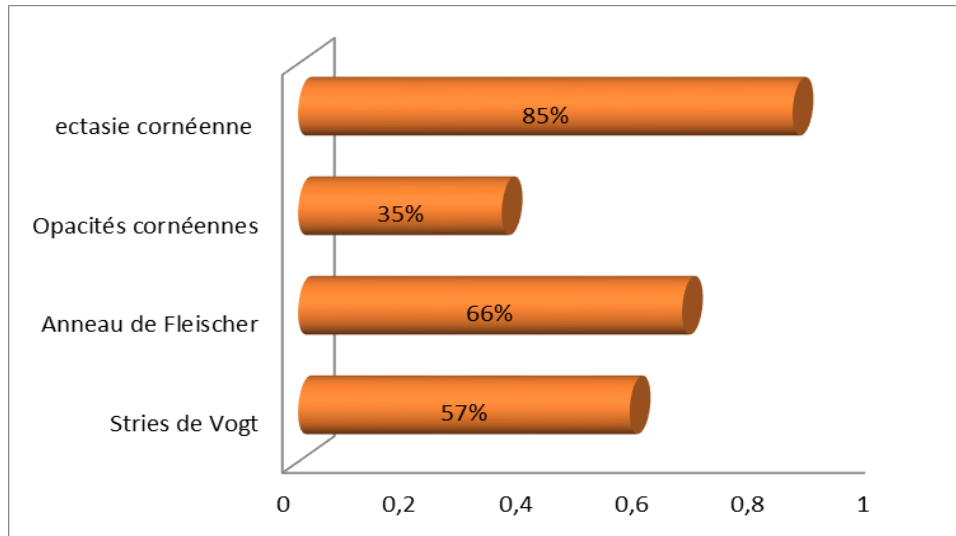


Figure 15: anomalies visibles à l'examen à la lampe à fente.

7. Stades du kératocône selon Amsler:

Plus que le 1/3 des yeux appartiennent au stade 4 (35%), alors que le stade 1 ne représente que 4,5% (Figure 16).

10 cas étaient compliqués d'hydrops (Figure 17).

Les 20 cas unilatéraux, appartiennent essentiellement aux stades 1 et 2.

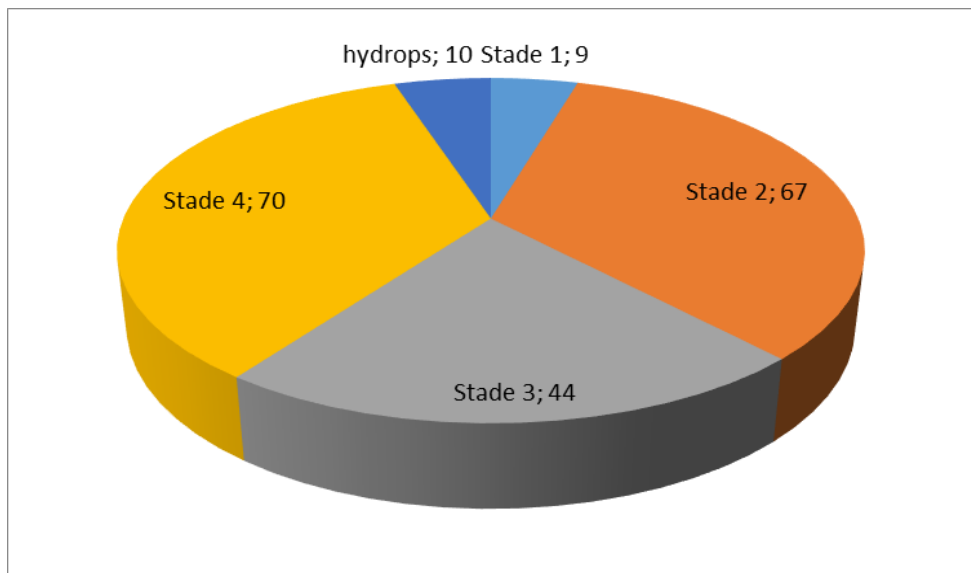


Figure 16: répartition des yeux kératocôniques en fonction des stades.

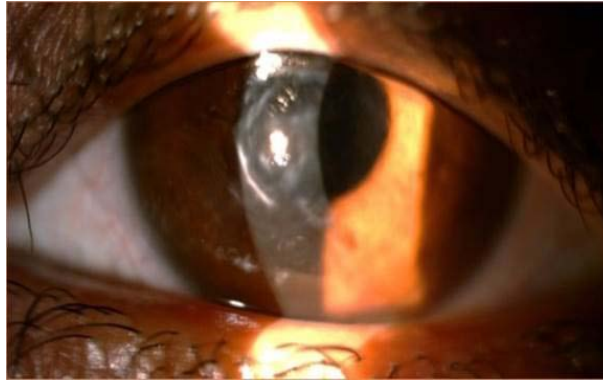


Figure 17 : hydrops.

8. Le reste de l'examen clinique ophtalmologique :

8.1 Le tonus oculaire :

La moyenne du tonus oculaire de nos patients était de 14 mmHg, allant de 10 à 24 mmHg, 4 patients présentaient une hypertonie.

8.2 L'examen du segment antérieur :

L'examen du segment antérieur a montré une cataracte chez 15 patients.

8.3 Le fond d'œil :

L'examen du fond d'œil a montré :

- ✓ des signes de rétinopathie diabétique non proliférante minime chez 2 patients.
- ✓ l'excavation papillaire était normal chez tous les patients, sauf un patient qui avait une excavation de 5/10.
- ✓ la Macula était normale chez tous les patients.
- ✓ la périphérie rétinienne : normale chez tous nos patients, sauf un patient qui présentait une palissade et qui a été laserisée.

9. L'examen général :

Etait normal chez tous nos patients sauf 10 patients qui ont des signes d'atopie générales.

III. Etude paraclinique:

1. La topographie cornéenne :

Réalisée chez tous nos patients.

La topographie spéculaire était réalisée chez 60% des yeux atteintes et 40% ont bénéficié d'une topographie d'élévation.

La moyenne de l'astigmatisme central antérieure était de 5,42 dioptries, et le Kmax de 57,46 dioptries.

La majorité des yeux avaient un cône excentré (71%) (Figure 18).

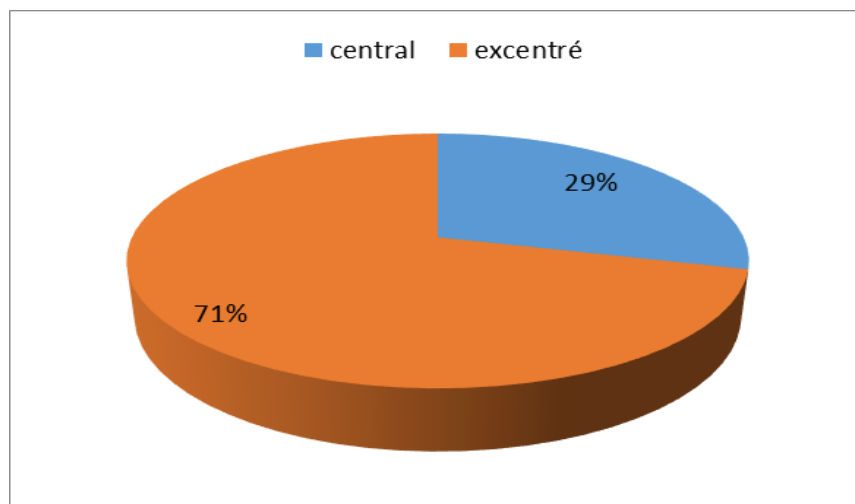


Figure 18: type de cône.

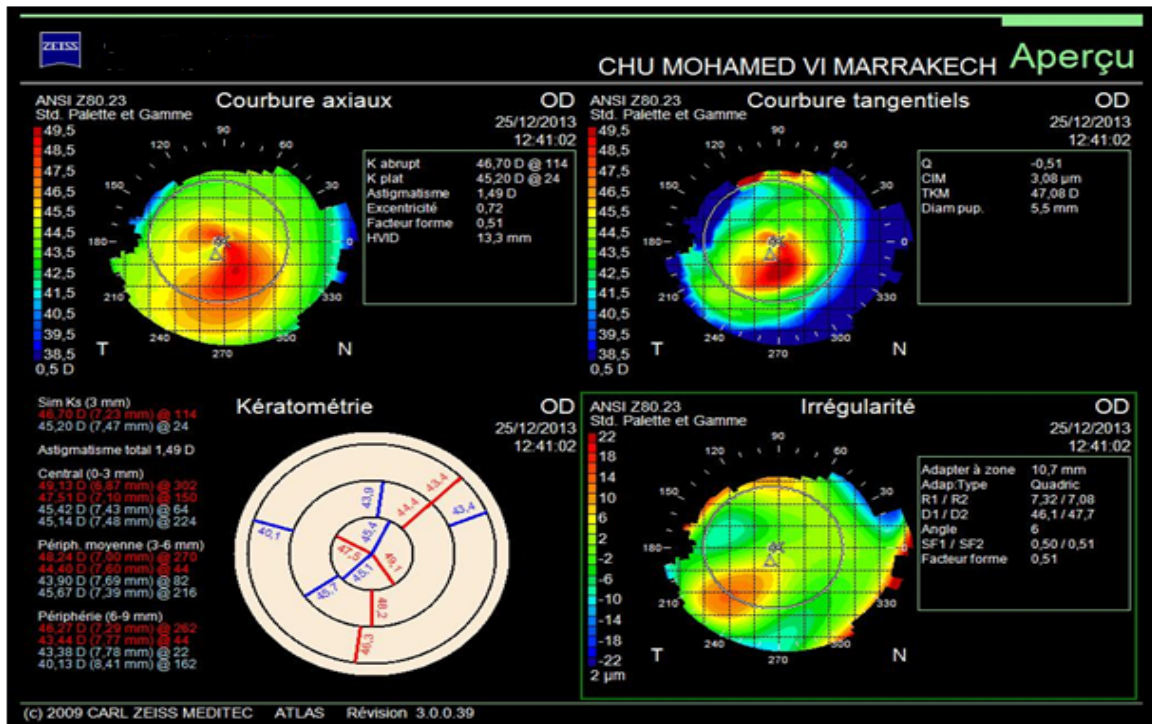


Figure 19: topographie spéculaire qui montre un kératocône débutant.

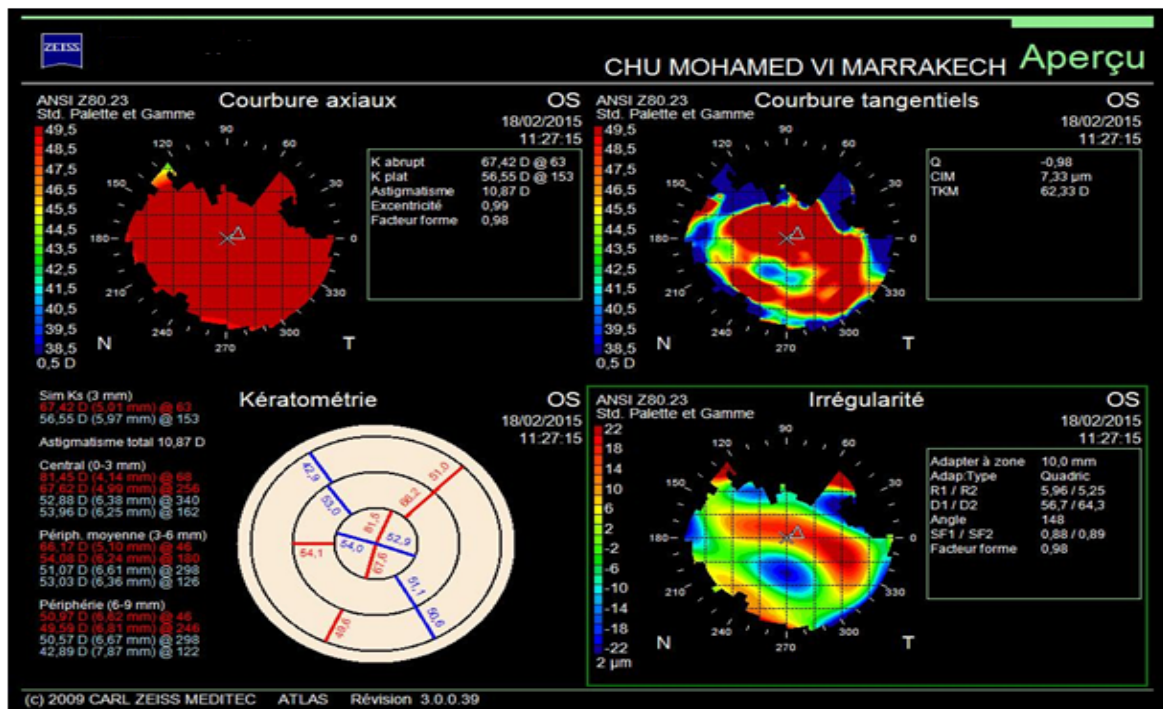


Figure 20: topographie spéculaire montrant un kératocône évolué.

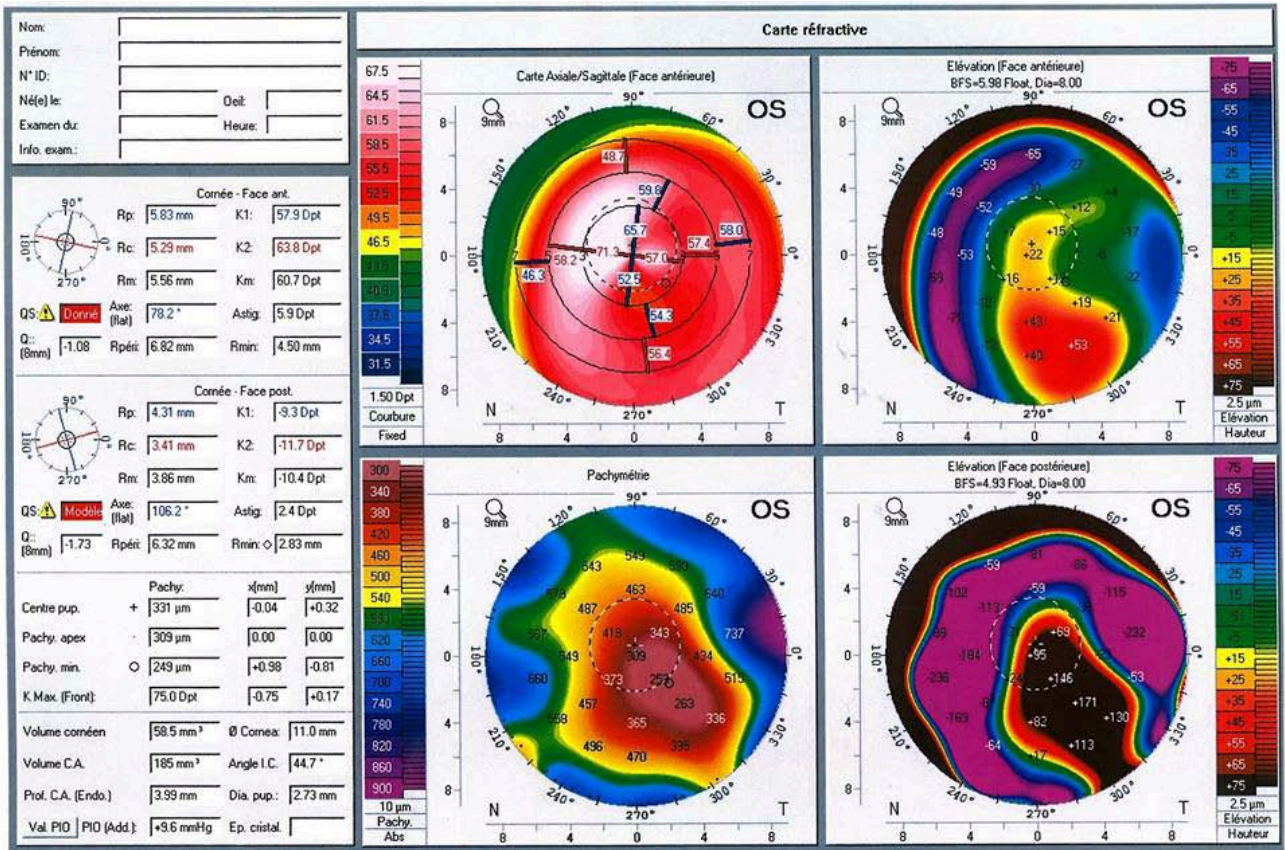


Figure 21 : Topographie d'élévation d'un kératocône débutant.

2. La pachymétrie :

Issue de la topographie d'élévation dans notre série

63% des cas avaient une pachymétrie entre 200 et 400 µm (Tableau IV).

La valeur pachymétrique moyenne de nos patients était de 317 µm.

Tableau IV: répartition en fonction de la pachymétrie.

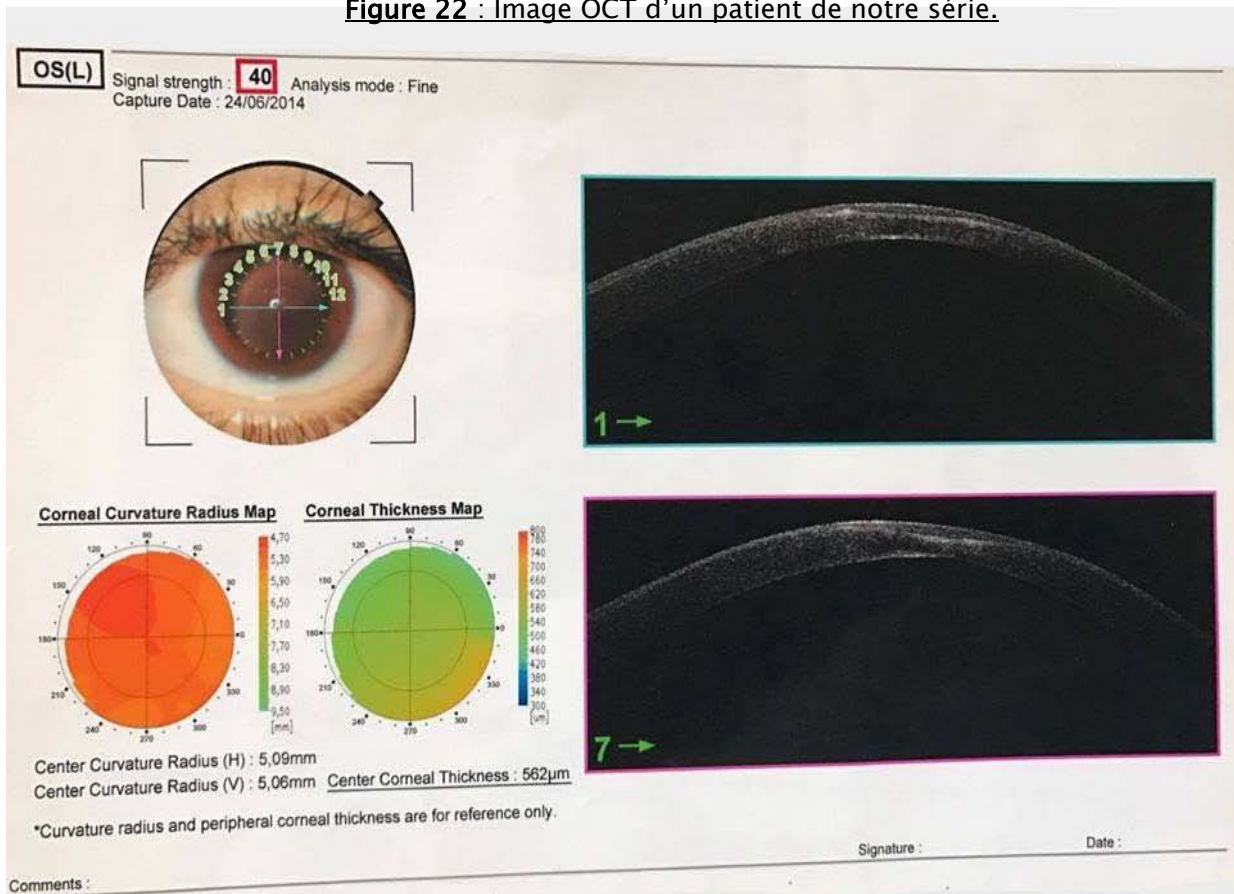
moyenne de Pachymétrie (en µm)	< 200	entre 200 et 400	> 400
effectif	8	50	22

3. L'OCT du segment antérieur :

Réalisé chez 10 de nos patients dont 4 hydrops.

Ces patients appartiennent aux stades OCT comme suit : 2 stade 2a, 2 stade 2b, 4 stade 5a, et 2 stade 5b.

Figure 22 : Image OCT d'un patient de notre série.



IV. Traitement :

1. La correction optique :

1.1 Les lunettes :

Dans notre série, 11 yeux ont été équipés par des lunettes, 3 parmi eux étaient au stade I de la maladie, 5 au stade II et 3 au stade III.

L'amélioration de l'acuité visuelle a été obtenue dans 73% des cas (Figure 23), la moyenne de la MAVC a passé de 4/10 à 7/10. Pour les patients du stade 3, ils avaient gardés une acuité visuelle inférieure à 5/10, et le choix des lunettes comme moyen thérapeutique pour ces malades, a été décidé vu l'allergie sévère contre indiquant le port de lentilles (Tableau V).

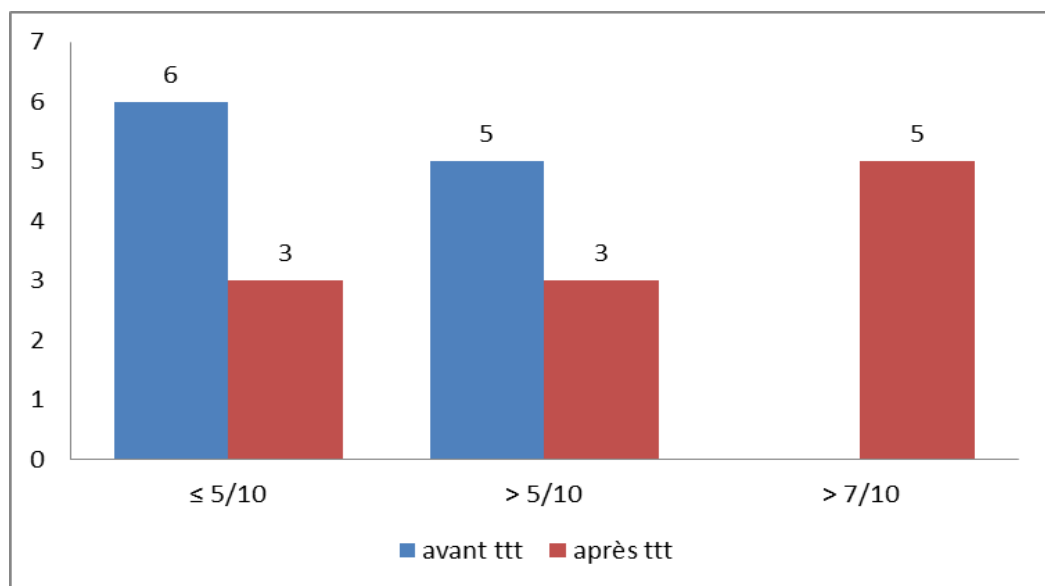


Figure 23 : L'évolution de l'acuité visuelle après correction par lunettes.

Tableau V : comparaison de la MAVC avant et après correction par lunettes.

Lunettes	MAVC
avant correction	4/10
après correction	7/10

1.2 Les lentilles :

L'âge moyen des patients adaptés en lentilles de contact était de 25 ans. Cent- huit yeux ont été équipés, 6 du stade I, 58 du stade II, 37 du stade III, et 7 du stade IV. L'indication majeure pour l'adaptation en lentilles était essentiellement le stade II et III de la maladie.

a. Types de lentilles utilisées :

Dans cette étude, 75 % des cas, ont été équipés en LRPG spéciales kératocône multi-courbes (tableau VI).

Tableau VI: Différentes géométries de LRPG prescrites.

Types de lentilles	effectif	pourcentage
sphéro-asphérique	6	5,56%
Multicourbe	81	75%
Sclérale	21	19,44%



Figure 24: kératocône stade I, adapté en lentille sphéro-asphérique.



Figure 25: kératocône stade II, adapté en lentille multicourbe.

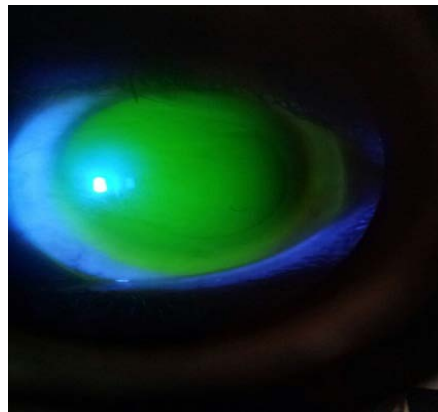


Figure 26: kératocône stade III, adapté en lentille sclérale.

b. Evolution de l'acuité visuelle :

La meilleure acuité visuelle avant adaptation en lentilles était inférieure à 5/10 chez 78% des patients, dont 33% avaient une acuité visuelle inférieure à 1/10.

94% des yeux équipés en lentilles ont pu augmenter à une acuité visuelle supérieure à 5/10 dont 79% étaient supérieure à 7/10. (Figure 27)

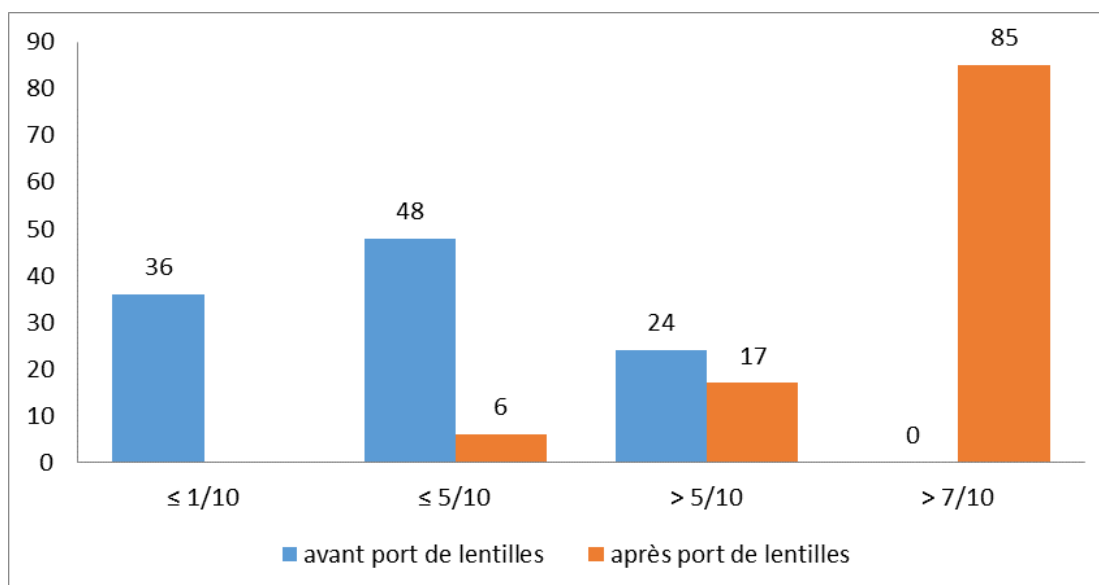


Figure 27: L'évolution de l'acuité visuelle après adaptation en lentilles.

c. Complications des lentilles :

La principale complication retrouvée était la conjonctivite giganto-papillaire, dans 10,19 % des cas, l'intolérance aux lentilles était notée chez 5 patients et 1 patients s'est compliqué d'abcès de cornée grave suite à une baignade. (Tableau VII)

Tableau VII: différentes complications observées pendant notre étude.

Complications	fréquence	Pourcentage
Conjonctivite giganto-papillaire	11	10,19%
Syndrome 3h - 9h	2	1,85%
KPS diffuse	4	3,70%
Intolérance au port	5	4,63%
Infection	1	0,93%

2. Traitement physique : Crosslinking :

Dans notre étude, 8 patients avaient bénéficiés d'un crosslinking, 4 appartiennent au stade II et 4 au stade III (Tableau VIII). L'indication de traitement était surtout l'âge jeune (<20 ans), avec kératocône évolutif topographiquement documenté chez un patient.

L'âge moyen de nos patients traités était de 18 ans Le suivi moyen était de 14 mois En préopératoire, le Kmax moyen était de 54,16 D, le Kmin moyen était de 48,44 D, le Km moyen était de 51,3 D et l'astigmatisme moyen était de 5,72 D. La MAVC moyenne était de 6/10 et la pachymétrie moyenne était de 460 μm (Tableau IX).

Le Kmax a diminué en moyenne de 1,8 D à 1 an, et l'astigmatisme de 1,42 D, concernant la pachymétrie, il n'y avait pas de différence entre les valeurs moyenne pré et post opératoire de pachymétrie.

À 1 an, l'AVSC moyenne était restée stable. La MAVC moyenne était de 7,75/10.

Après traitement, 4 malades ont été corrigés par lunettes et 4 par lentilles de contact multicourbes.

Tableau VIII : caractéristiques des patients traités par crosslinking.

Age	Sexe	Antécédents	Stade	Crosslinking	Acuité visuelle corrigée après Crosslinking	Correction
14 ans	féminin		2	OD	10/10	lunettes
16 ans	féminin	allergie sévère	2	OD	04/10	lunettes
21 ans	masculin		2	OG	10/10	lentilles
19 ans	féminin		2	OG	10/10	lentilles
15 ans	féminin	intolérance aux lentilles, compliqué d'hydrops	3	OG	05/10	lunettes
18 ans	masculin	compliqué d'hydrops	3	OD	10/10	lentilles
20 ans	féminin		3	OG	08/10	lentilles
20 ans	féminin	allergie sévère,opéré pour greffe de cornée OG,compliqué d'hydrops	3	OD	05/10	lunettes

Tableau IX: l'évolution chez les patients traités par crosslinking.

Variables	Pré-op	6 Mois	12 Mois	Différence
AVSC	2,5/10	-	3,3/10	0,8
MAVC	6/10	-	7,75/10	1,75
astigmatisme (D)	5,72	4,88	4,35	-1,42
Kmax (D)	54,16	53,04	52,25	-1,8
Pachymétrie (μm)	460	-	461	1

3. Traitement chirurgical :

3.1 Anneaux intra cornéens :

Aucun de nos patients n'a bénéficié d'un traitement par anneaux.

3.2 Kératoplastie :

Dans notre série, le traitement chirurgical a été indiqué chez 66 yeux, 59 yeux de stade IV (opacités), et 7 yeux à l'occasion de kératocône aigu (hydrops).

L'âge moyen de ces patients était de 32 ans. Le but de l'intervention chirurgicale était visuel dans 100% des cas, la kératoplastie transfixiante était l'intervention la plus pratiquée (Figure 28).

L'astigmatisme moyen préopératoire était de 6,5 dioptries, le recul moyen post opératoire était de 26 mois. L'ablation totale des sutures était réalisée à 17 mois du postopératoire en moyenne, l'astigmatisme moyen postopératoire était de 5,8 D à 3 mois, 5,4 à 6 mois, 4,8 à 12 mois et 4,1 à 24 mois.

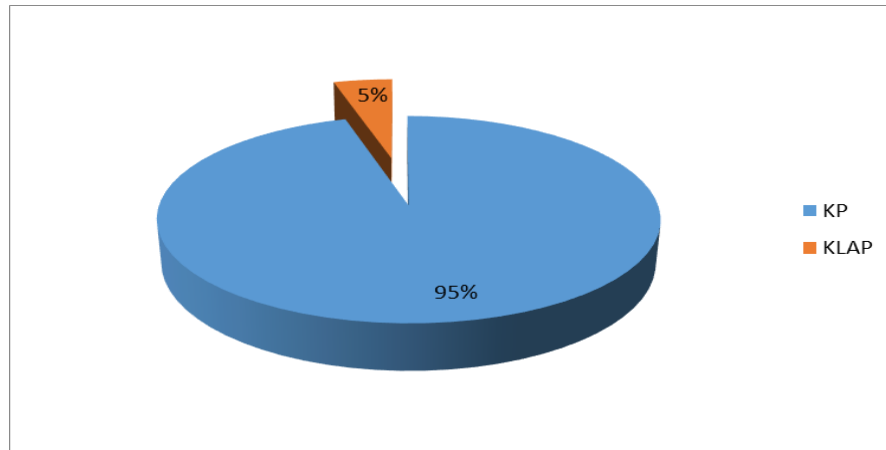


Figure 28 : Répartition selon le type de l'intervention.

a. Evolution après greffe de cornée :

La meilleure acuité visuelle corrigée avant la greffe (MAVC) était inférieure à 1/10 chez tout les patients.

Parmi les yeux greffés, 81,8% ont obtenue une acuité visuelle supérieure à 5/10 dont 12% avec une acuité supérieure à 7/10. (Figure 29)

Après la greffe, 5 yeux étaient équipées en lentilles scléales, 10 par des lentilles rigides post greffe, 43 par des lunettes, et 8 yeux sont restés sans correction.

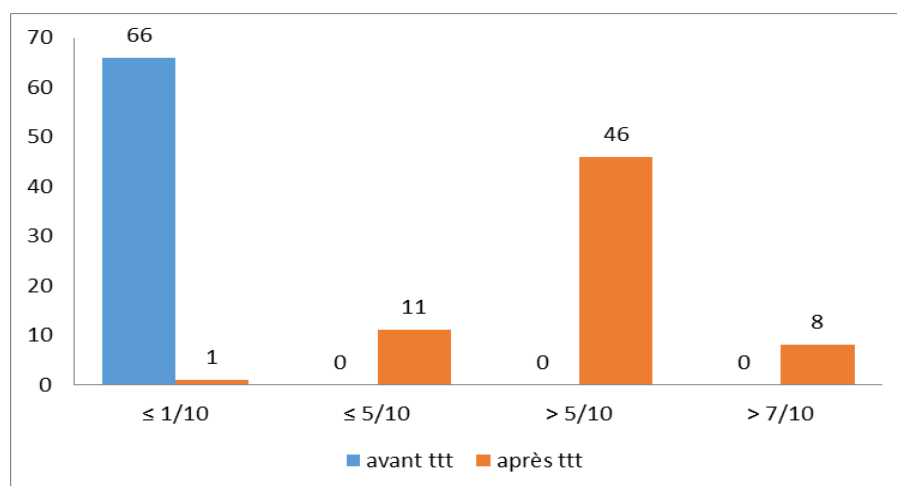


Figure 29 : L'évolution de l'acuité visuelle après greffe de cornée.

b. Complications :

➤ Per-opératoires : aucune complication per-opératoire n'a été observée chez nos patients.

➤ Post-opératoires précoces :

- Lâchage de points de suture : survenue dans 3 yeux opérés, ils ont été repris.

- Retard d'épithélialisation :

Le délai d'épithélialisation moyen était de 4 jours (1 jour à 30 jours).

4 yeux avaient présentés un retard de cicatrisation, traités par les larmes artificielles et 1 en plus par lentille thérapeutique.

➤ Post-opératoires tardives :

Le rejet :

6 patients ont présenté un rejet endothélial dans notre série (Tableau X). Le traitement de ces patients associait en hospitalisation, une corticothérapie topique, sous conjonctivale et générale par bolus intraveineux.

Sur la période de suivi, 4 cas ont été traités et 2 étaient irrécupérables.

L'hypertonie oculaire :

Dans notre série, 6 patients ont présenté une HIO postopératoire qui a pu être contrôlée par l'arrêt de la corticothérapie ou la prescription d'un traitement médical à base de Béta-bloquant.

La cataracte :

5 patients ont développé une cataracte sous capsulaire postérieure traités par phacoémulsification implantation en chambre postérieure chez un patients.

Décollement descemétique :

1 patient bénéficiant d'une kératoplastie lamellaire a présenté un décollement descemétique. Sa prise en charge a consisté en l'injection d'une bulle d'air dans la chambre antérieure. Il a récupéré.

Ectasie secondaire :

Durant le suivi de nos patients, l'éctasie secondaire a été retrouvées chez 4 patients, survenu après plus de 4 ans de recul.

Tableau X: complications tardives des greffes de cornée.

Complications	Fréquence	Pourcentage
Rejet	6	9,09%
Hypertonie oculaire	6	9,09%
Cataracte	5	7,57%
Décollement descemétique	1	1,51%
Ectasie secondaire	4	6,06%



Figure 30: rejet.

A decorative rectangular border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text.

Discussion

I. Rappels :

1. Historique : [4-9]

La première description clinique de cette affection date du début du XVIIIème siècle par Duddel en 1729, qui a décrit l'observation d'un adolescent dont les cornées faisaient fortement saillie en avant et qui en outre était porteur d'un nystagmus.

En 1748, l'ophtalmologiste allemand Mauchard a fourni une description du kératocône sous le nom de « staphyloma diaphanum ».

Une description claire de la maladie n'a été donnée qu'en 1854, lorsque le britannique Nottingham a rapporté le cas de cornée sphérique en décrivant plusieurs caractéristiques classiques de la maladie.

En 1859, le chirurgien britannique Bowman a utilisé un ophtalmoscope pour le diagnostic du kératocône et a décrit comment incliner le miroir de l'instrument de manière à mieux distinguer la forme conique de la cornée. Bowman a également essayé de restaurer la vision en tirant sur l'iris à l'aide d'un fin crochet inséré à travers la cornée et en tirant sur la pupille selon une fente sténopéïque verticale. Il a rapporté avoir obtenu un succès avec cette technique en restaurant la vision d'une patiente de 18 ans.

En 1869, lorsque le pionnier Suisse de l'ophtalmologie Johann Horner a rédigé une thèse intitulée « sur le traitement du kératocône », la maladie a déjà acquis sa dénomination actuelle. Le traitement à cette époque était une tentative pour reformer physiquement la cornée par cautérisation chimique via une solution de nitrate d'argent et l'application d'une pression.

L'idée de corriger le kératocône par une lentille de contact, dénommée « lunette de contact » à l'époque, revient à Fick en 1888 marquant le début de la contactologie. C'est le physicien Français Kalt qui a fabriqué par la suite le premier modèle des coquilles de verre qui ont amélioré la vision des patients en comprimant la cornée en une forme plus régulière.

Par la suite, le kératocône a fait l'objet de nombreux travaux dont ceux d'AMSLER.

2. Anatomie de la cornée

2.1 Anatomie macroscopique [10, 11]

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 revanche, 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 dépens de la face antérieure.

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 cornéoscléral (Figure 31).

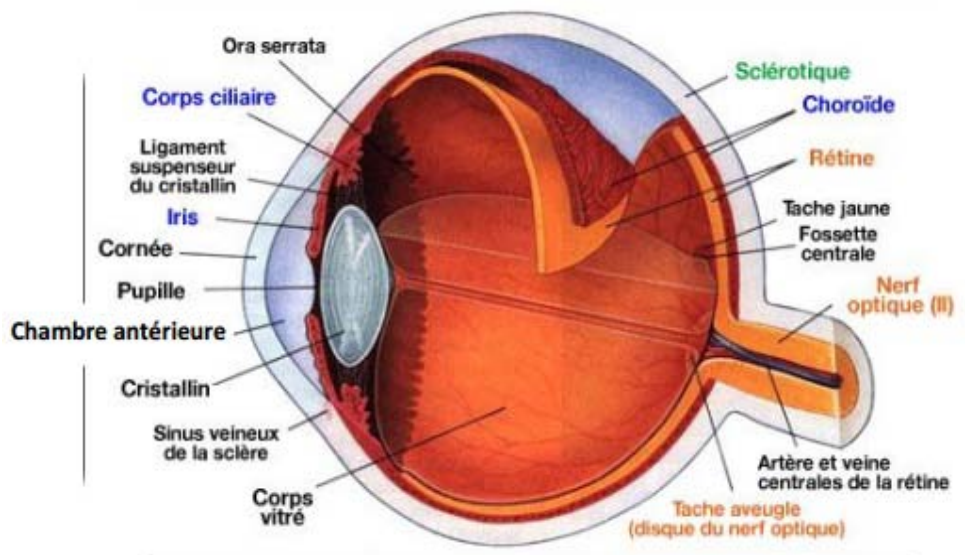


Figure 31: Coupe sagittale schématique de l'œil montrant les différents rapports de la cornée. [10]

2.2 Microscopique [11,12, 13]

La cornée est classiquement décrite en cinq couches, alors que son rôle réfractif impose d'inclure le film lacrymal dans sa structure normale (Figure 32 et 33).

- Le film lacrymal pré-cornée

Mesure 7 à 8 micromètres d'épaisseur, composé d'une couche profonde mucinique, intermédiaire aqueuse et externe lipidique. Il tapisse la surface externe cornéenne, la protège contre la dessiccation et participe à la régularité de l'épithélium.

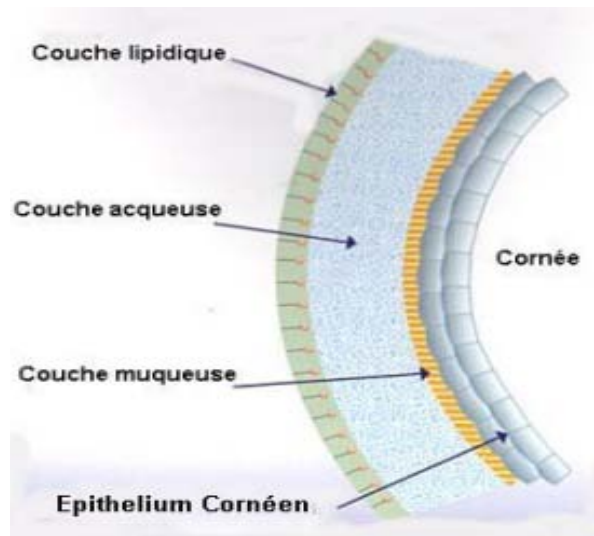


Figure 32 : Différentes couches du film lacrymal. [10]

- L'épithélium cornéen:

C'est un épithélium pavimenteux, poly stratifié (7 à 8 couches), non kératinisé, d'environ 50 microns d'épaisseur, qu'on peut décrire en 3 couches :

- Assise superficielle, faite de 2 ou 3 couches cellulaires d'autant plus minces qu'elles sont antérieures.
- Assise intermédiaire : 2 à 3 couches cellulaires.
- Assise basale unistratifiée, composée de cellules cubiques reposant sur une membrane basale adhérant fortement à la membrane de Bowman par des microfibrilles d'ancrage [12].

- 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 :

Représente la majeure partie de l'épaisseur cornéenne, soit environ 450 μm , avasculaire, paucicellulaire avec moins de 2 ou 3 % du volume en cellules. Il est constitué de collagène type I (75%) et accessoirement de collagène type V et VI. Le diamètre constant de 35 nm et l'espacement constant de 41 nm des fibrilles de collagène, à l'intérieur des fibres de collagène, ainsi que l'arrangement des fibres en lamelles parallèles entrelacées et reliées par des ponts inter lamellaires, sont indispensables à la transparence cornéenne. C'est le collagène du stroma qui assure l'essentiel de la résistance biomécanique de la cornée, maintenant sa forme contre les forces qui s'exercent sur elle (pression intraoculaire en arrière et paupières et pression atmosphérique en avant).

- 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 5 μm 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.

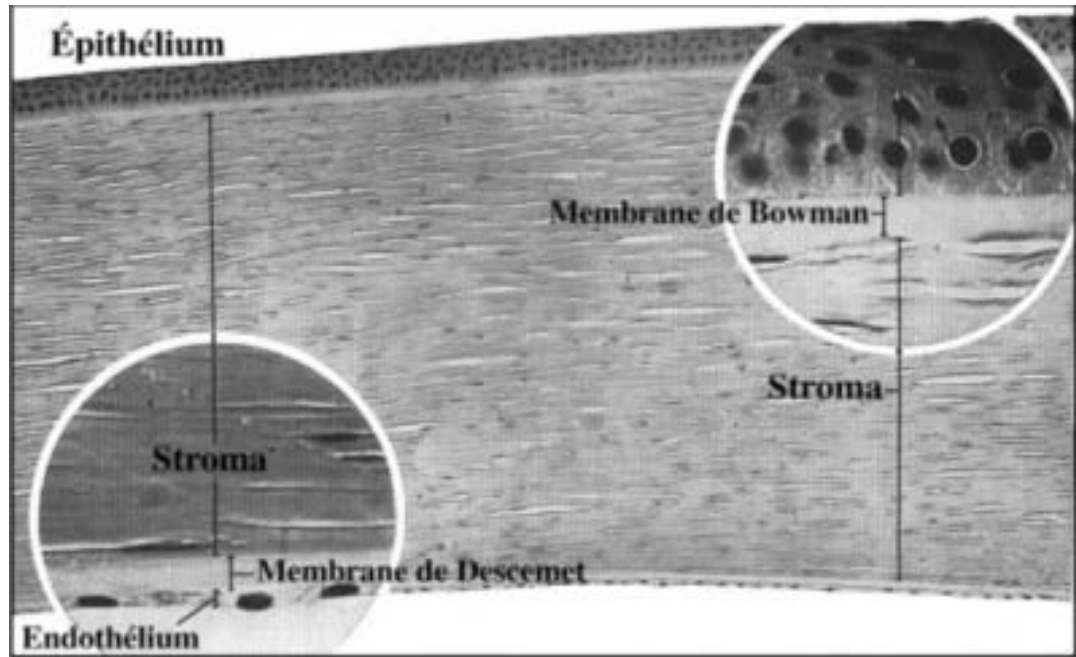


Figure 33 : Anatomie microscopique de la cornée [14].

2.3 Limbe sclérocornéen

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.

2.4 Innervation de la cornée [15]

-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 adrénurgique : Elle est moins bien connue. Elle se fait à partir du ganglion cervical supérieur homolatéral. Les fibres s'intègrent aux nerfs ciliaires courts et longs.

3. Physiologie de la cornée :

La cornée joue un rôle mécanique important en participant à la résistance du globe oculaire. La surface de l'œil se renouvelle à chaque instant, le film lacrymal se remplace à chaque clignement de paupière et l'épithélium se régénère en permanence. Mais sa fonction est essentiellement optique.

La cornée transmet plus de 85 % de la lumière incidente lorsque les longueurs d'ondes sont comprises entre 300 et 2500 nm [16]. Une petite partie de la lumière incidente est donc perdue, principalement par un phénomène de diffusion, une autre partie est réfléchi.

La cornée procure plus des 2/3 du pouvoir réfractif de l'œil. La puissance réfractive de la cornée dépend de son rayon de courbure (qui est 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), et de l'index réfractif des différents milieux que la lumière traverse. Une cornée est d'autant plus puissante qu'elle est courbe c'est-à-dire que son rayon de courbure est faible.

La transparence de la cornée est la caractéristique principale de ce tissu. Elle est due:

- A l'arrangement particulier des fibres de collagène et la distance qui les sépare. Si l'un ou l'autre de ces deux critères varie, le stroma perd alors de cette transparence.
- A l'hydratation du stroma : l'hydratation cornéenne est de 78 %.
- A l'absence de vascularisation et la faible densité cellulaire.

Les variations de l'hydratation stromale secondaire à une pathologie de la surface oculaire ou secondaire à un dysfonctionnement de la pompe endothéliale sont responsables de la diminution ou de la perte totale de la transparence cornéenne [17,18].

4. La géométrie cornéenne [19] :

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 34).

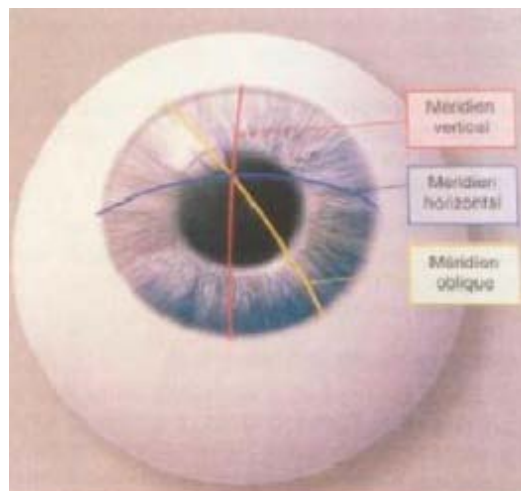


Figure 34: Représentation schématique des méridiens cornéens.

- ✓ Propriétés géométriques de la cornée antérieure :
- ❖ L'asphéricité

Il existe 2 types de cornée :

– Une cornée prolate: 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 35).

– 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 36).

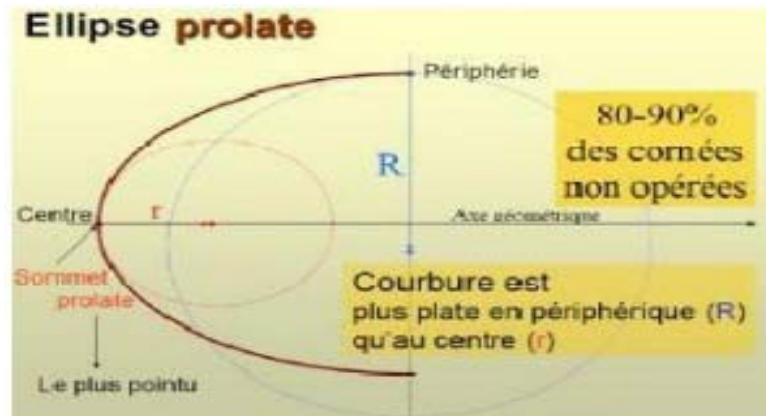


Figure 35 : Ellipse prolate



Figure 36 : Ellipse oblate

❖ La toricité apicale

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

L'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 37).

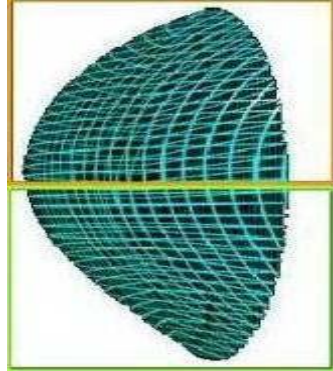


Figure 37 : Asymétrie cornéenne l'hémi-cornée inférieure est plus cambrée que l'hémi-cornée sup.

5. Anatomopathologie :

Le Kératocône a donné lieu à de nombreuses études histologiques dont les plus récentes, d'importance majeure, ont été réalisées par TENG, PATAO, POLACK, POULIQUEN et TOKOHOSHI [20,21].

5.1 Les lésions de l'épithélium cornéen :

Il est diversement touché, selon l'intensité et l'ancienneté du kératocône. Il existe avant tout un amincissement de l'épithélium au dépens des couches moyennes et basales qui présentent d'importants signes de dégénérescence: œdème intercellulaire, cytoplasme déstructuré, altération des membranes cellulaires, noyaux remaniés d'aspect pycnotique en microscopie électronique. Au maximum l'épithélium sera réduit à 2 ou 3 couches superficielles.

5.2 Les lésions de la membrane basale épithéliale :

Elle présente des lésions de rupture en regard des interruptions de la membrane de Bowman.

La microscopie électronique met en évidence la présence au niveau de la lamina densa, des dépôts osmiophiles qui paraissent s'infiltrer dans la membrane de Bowman.

On peut également retrouver du fer dans les cellules épithéliales basales formant un cercle entourant le cône c'est l'anneau de Fleicher.



Figure 38 : Dépôt du fer au niveau de la membrane basale.

(Courtesy of Joseph Sassani) [22].

5.3 Les lésions de la membrane de Bowman :

Elles sont les plus caractéristiques. Elles sont discontinues.

Dans les kératocônes débutants, la membrane de Bowman perd sa structure homogène, et prend un aspect fibrillaire en microscopie électronique (faisceaux de collagène parallèle entre eux et orientés vers l'épithélium cornéen).

Dans les formes plus avancées, apparaissent des épaissements localisés, des plicatures et des ruptures comblées par du tissu conjonctif ou des cellules épithéliales.

Ces lésions ne sont pas en elles mêmes propres au kératocône, mais c'est dans cette affection qu'elles sont le plus souvent rencontrées.

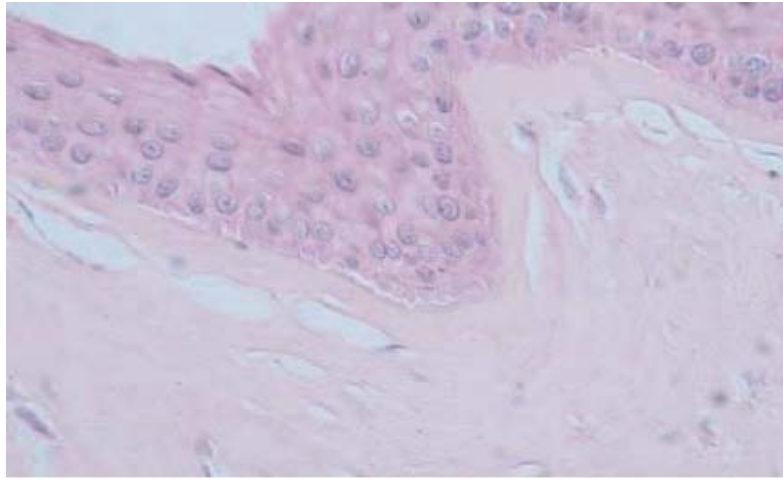


Figure 39 : Plicature de la membrane de Bowman [23].

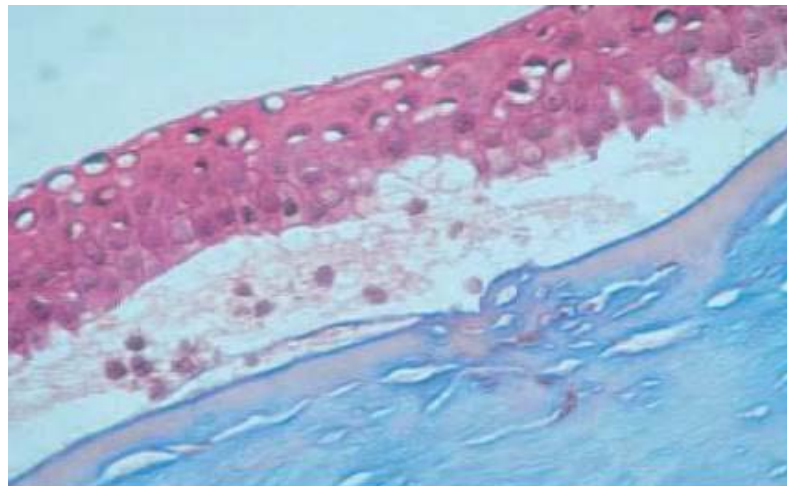


Figure 40 : Membrane de Bowman envahie par l'épithélium et le stroma [23].

5.4 Les altérations du stroma :

Elles ont été particulièrement étudiées par POULIQUEN [24]. Il y a un amincissement très important au niveau de la zone centrale du cône dû à la réduction du nombre de lamelles de collagène et non à une diminution de l'épaisseur propre de ces lamelles qui restent normales. Par contre, les fibrilles de collagène apparaissent épaissies en microscopie électronique par rapport à la cornée normale. Il existe fréquemment des ondulations anormales des lamelles de collagène.



Figure 41 : Amincissement central du stroma cornéen [23].

5.5 Les lésions de la membrane de Descemet :

Moins caractéristiques, il s'agit de déformations et d'ondulations parfois de ruptures essentiellement dans les kératocônes aigus.

5.6 Endothélium cornéen :

Il est en général normal au début de l'affection. Au stade évolué, les cellules apparaissent étirées et aplaties avec des évaginations de la membrane cytoplasmique dans la membrane de Descemet.

II. Profil épidémiologique du kératocône:

1. Age :

L'âge moyen des patients atteints de kératocône dans notre étude est de 26 ans. Cet âge se rapproche de l'âge de découverte du kératocône dans l'étude CLEK (Collaborative longitudinal evaluation of keratoconus) [26], et dans l'étude de Khor [29] (Tableau XI).

Dans notre série comme dans les différentes séries de la littérature, le kératocône une pathologie du sujet jeune en pleine activité [21–35 ans], ce qui retentit sur leurs études ou leur travail et constitue un handicap pour eux et pour la société.

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

Etudes	année	pays	Age moyen
SFOALC (n= 842) [25]	1971	France	35, 86 ± 11,79 ans
CLEK study (n = 1209) [26]	1996	Etats unis	27.3 ± 9.5 ans
Schmitt P-T (n = 228) [27]	2006	France	24,6 ans
DUSK study (n = 200) [28]	2008	Scotland, UK	24.05 ± 8.97 ans
Khor WB (n = 116) [29]	2011	Chine	25.4 ± 8.97 ans
Naderan M (n = 461) [30]	2015	Iran	21.03 ± 6.17 ans
Notre série	2016	Maroc	26 ans

2. Sexe :

La prédominance masculine a été notée par la majorité des auteurs (Tableau XII). Selon N. Alyoussuf il y a une relation significative entre le sexe masculin et le kératocône [31].

Dans notre étude et celle de Visser, il y'a une légère prédominance féminine de l'affection.

Tableau XII : Prédominance du kératocône en fonction du sexe.

Etude	Année	Pays	Hommes(%)	Femmes(%)
SFOALC [25]	1971	France	63,4%	36,6%
CLEK study [26]	1996	Etats unis	55,9%	44,1%
Assiri AA [32]	2005	Saudi Arabia	40,8%	59,2%
DUSK [28]	2008	Scotland, UK	62.5 %	37,5%
Khor WB [29]	2011	Chine	62,9%	37,1%
Naderan M [30]	2015	Iran	61.17%	38.83%
Visser ES [33]	2016	Netherland	43%	57%
notre série	2016	Maroc	44%	56%

3. Niveau socio-économique :

La majorité de nos patients (88%), était de niveau socio-économique moyen, ceci est important à soulever car les thérapeutiques sont onéreuses :

- Pour les lentilles, le prix d'une LRPG 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.

- Pour les gens candidats à la greffe, la mise en disposition par le ministère de la santé au Maroc d'un régime d'assistance médicale appelé RAMED a beaucoup facilité la prise en charge des patients démunis.

4. Antécédents associées :

➤ 25% de nos patients souffrent d'une conjonctivite allergique, plusieurs études publiées confortent ce résultat (Tableau XIII), puisqu'il a souvent été constaté la coexistence de cette atopie avec le kératocône.

Il semble que l'irritation oculaire causée par l'allergie puisse influencer sur le développement de la maladie, en effet, les sujets atopiques, chez qui le frottement oculaire est important ont, en cas de kératocône, une éctasie plus évoluée du coté de la main dominante, donc de l'œil le plus frotté [34].

➤ Des études ont étudiées l'association entre le kératocône et le diabète [30, 35-38], nous avons trouvé un pourcentage de 4% ce qui est proche des pourcentages rapportés par Shneor [35] (4,1%), Kuo [36] (5%), et Kosker [37] (6,9%). Il est un peu élevé du pourcentage rapporté par Naderan [30] (1,5%), et Seiler [38] (0,3%).

➤ Plusieurs hypothèses ont été posées sur la coexistence du kératocône avec d'autres affections [39] : Des maladies osseuses, des troubles du métabolisme du calcium, des infections telles que la scarlatine ou la typhoïde et l'insuffisance thyroïdienne ou hypophysaire.

➤ Trois de nos malades avaient une trisomie 21.

Le premier cas d'association trisomie 21 - kératocône a été décrit par RADOS en 1948. Cinq à six pour cent des sujets trisomiques 21 présentent un kératocône. L'évolution est caractérisée par la fréquence accrue des complications, notamment la survenue d'un kératocône aiguë, probablement favorisé par les traumatismes cornéens, fréquents chez ces patients [40].

➤ 9% de cas familiaux de kératocône sont retrouvés dans notre étude. Ce qui reste proche des chiffres rapportés par l'étude SFOALC [25], et l'étude CLEK [26] où une histoire familiale de kératocône est retrouvée respectivement dans 11,9% et 14%. Dans l'étude de Naderan M [30] et de Shneor E [35], ils ont trouvés des pourcentages plus élevés 20,8% et 27,9% respectivement.

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 [1].

Tableau XIII: Pathologies associées au kératocône selon les différentes études.

Pathologies associées	SFOALC [25]	CLEK [26]	Shneor E [35]	Kosker M [37]	Naderan M [30]	NOTRE SERIE
Conjonctivite allergique	20,9%	29,7%	-	-	24,9%	25%
Allergie générale	34,6%	53%	34,4%	-	15,8%	21%
Diadète	-	-	4,1%	6,9%	1,5%	4%
Dysthyroïdie	-	-	3,28%	-	4,1%	1%
Trisomie 21	-	0%	-	-	0,2%	3%
Familiale	11,9%	14%	27,9%	-	20,8%	9%

III. Etude clinique :

1. Circonstances de découverte :

L'examen ophtalmologique peut être motivé par une symptomatologie fonctionnelle en rapport avec l'astigmatisme myopique irrégulier évolutif. Dans notre étude, le flou visuel et la baisse d'acuité visuelle étaient les symptômes les plus fréquemment retrouvés, ce qui est communs avec les rapports précédents de la littérature [28, 29,41]. (Tableau XIV)

Tableau XIV : comparaison de la fréquence des signes fonctionnels selon la littérature.

Signes Fonctionnels	Flou visuel	Baisse d'acuité visuelle	Diplopie	Déformation des objets
Lim N [41]	78%	63%	-	-
DUSK study [28]	93%	41%	-	-
Khor WB [29]	82,8%	-	-	16,4%
Naderan M [30]	38,8%	30,4%	5,6%	-
notre série	100%	95%	15%	10%

Cependant, il existe des formes frustes de kératocône de découverte fortuite, lors d'une présélection de patients pour chirurgie réfractive (Intérêt de la topographie cornéenne).

En outre, le kératocône peut être également découvert au stade de complications; c'est le kératocône aigu, dans notre étude 10 yeux ont été compliqués d'hydrops :

Le kératocône aigu ou hydrops cornéen est la traduction d'une rupture aigue 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.

2. La latéralité :

Dans notre série, 82% des patients avaient une atteinte bilatérale. Ce résultat concorde avec les données de la littérature. (Tableau XV)

Tableau XV : prédominance de la latéralité selon les différentes études.

Type de l'atteinte	Bilatérale
Lass JH [42]	83%
DUSK study [28]	88,50%
Mohd-Ali B [43]	77%
Naderan M [30]	88,30%
Notre Série	82%

3. L'acuité visuelle initiale :

L'acuité visuelle diminue quand la courbure cornéenne et l'astigmatisme augmentent. Et l'AV d'un kératocônique ne présente pas une image exacte de la progression de la maladie, cliniquement, cela se voit quand un patient kératocônique présente un même stade bilatéral de la maladie, avec une AV dans chaque oeil qui est manifestement différente.

Dans notre étude, l'acuité visuelle était inférieure ou égale à 1/10 chez 55% des patients, seulement peu d'études présentaient des résultats sur l'acuité visuelle initiale. Dans l'étude DUSK (Dundee University Scottish Keratoconus) [44], 43% des patients avaient une acuité visuelle inférieure ou égale à 1/10, alors que dans l'étude de Assiri [32], ce chiffre est plus bas, de l'ordre de 16,67% , et 50% des patients avaient une acuité comprise entre 1 et 2,5/10.

4. Réfraction :

Dans notre étude comme dans la littérature [45], la réfraction de l'œil tend vers un astigmatisme irrégulier, en général du aux modifications de la géométrie cornéenne.

Dans la littérature, c'est surtout l'astigmatisme topographique qui est discuté le plus.

5. Kératométrie :

La moyenne de kératométrie dans notre étude est proche aux données de la littérature (Tableau XVI).

Tableau XVI : comparaison des kératométries moyennes selon les études.

Etudes	Kératométrie moyenne (dioptrie)
Agrawal VB [46]	53.3±6.1 D
Mohd-Ali B [43]	51.27 ± 5.91D
Toprak I [47]	47.58 ± 3.34 D
Notre Série	54,87 D

Il est pratiquement impossible de définir une valeur kératométrique normale de la cornée et donc de préciser à partir de quel chiffre le diagnostic de kératocône peut être porté. Certains sujets peuvent avoir une puissance kératométrique allant jusqu'à 50 dioptries et un astigmatisme très élevé sans jamais évoluer vers le kératocône et à l'inverse, certains kératocônes gardent très longtemps des valeurs kératométriques basses [9].

Toutefois, il faut bien retenir qu'en règle générale, un astigmatisme irrégulier et surtout s'il est saillant dans la partie inférieure est particulièrement évocateur du diagnostic du kératocône.

6. Examen clinique :

La protrusion cornéenne peut provoquer une angulation de la paupière inférieure lorsque le patient regarde vers le bas : c'est le signe de Munson.

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.

Dans notre étude, l'anomalie la plus fréquente était l'anneau de Fleischer observé dans 66% des cas, suivi par les stries de Vogt et puis les opacités cornéennes, même ordre remarqué selon les données de la littérature (Tableau XVII).

Tableau XVII : les pourcentage d'altération cornéennes retrouvées selon différentes études.

Anomalies Cornéennes	Anneau de Fleischer	Stries de Vogt	Opacité Cornéenne
CLEK [26]	74,6%	45,5%	36,6%
DUSK [28]	86%	67%	21%
Khor WB [29]	72,8%	34,6%	14,8%
Notre série	66%	57%	35%

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 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 opacités cornéennes peuvent être superficielles ou profondes : Les superficielles sont dans le stroma antérieur. 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.

7. Classifications :

7.1 Amsler :

Au terme de l'examen, le kératocône était classé selon les stades de la classification d'AMSLER [4] :

Nous avons trouvé un pourcentage important de nos patients au stade 4 (40%), ce qui est proche de l'étude de Delgado [49], qui a constaté que la plupart de ses patients présentaient un KC stade 3 (34%) (Tableau XVIII). Ceci peut être expliqué surtout par le retard de consultation et le retard de la prise en charge.

Le stade 4 dans notre étude est suivi par le stade 2. Près du 1/ 3 de nos patients avaient un KC stade 2 (36%). Pour Touzeau [48] et Toprak [47], ils ont trouvés que la plupart de leurs patients présentent un KC stade 2. Ceci peut être du à l'exagération de l'inconfort visuel qui pousse le malade à consulter.

Le stade 1 dans notre étude ne représente que 2%, ceci est en contraste avec Mohd-Ali B [43], et avec Mas-Aixala E [50], qui ont constaté que la plupart de leurs patients présentaient un KC débutant (37,6%) et (56,82%) respectivement.

Tableau XVIII : comparaison des stades de kératocône selon les études.

Stades	1	2	3	4
Touzeau.O [48]	16%	32%	28%	24%
Mohd-Ali B [43]	37,60%	30,10%	4,40%	27,80%
Delgado. S [49]	3%	31%	34%	23%
Toprak I [47]	34,40%	41%	24,60%	-
Mas-Aixala E [50]	56,82%	22,73%	4,54%	15,91%
Notre série	2%	36%	22%	40%

7.2 Amsler-Krumeich et al [51]

-**Stade 1** : pente excentrique; Myopie, astigmatisme induit, ou les deux $<5,00$ D; Courbure cornée <48 D.

-**Stade 2** : myopie, astigmatisme induit, ou les deux de $5,00$ à $8,00$ D; Courbure cornée <53 D; Absence de cicatrices; cornéen ; Épaisseur > 400 μm .

-**Stade 3** : Myopie, astigmatisme induit, ou les deux de $8,00$ à $10,00$ D; Courbure cornée >53 D, absence de cicatrices; Épaisseur de la cornée $300\text{--}400$ μm .

-**Stade 4** : réfraction non mesurable; Courbure cornée >55 D; Cicatrices centrales, épaisseur de la cornée <200 μm .

Certaines études ont utilisés la classification d'Amsler-Krumeich et al pour stadifier les patients. Cette dernière est la plus communément utilisée pour décrire les stades d'évolution de la maladie dans la littérature, elle tire sa force de la pachymétrie. Dans notre série, seulement 40% de nos patients avaient la pachymétrie.

7.3 La Classification fondée sur la kératométrie :

Elle permet une stadification du kératocône en fonction de la kératométrie moyenne (Km) (Tableau XIX).

Tableau XIX : Classification du kératocône en fonction de la kératométrie. [52]

Stade du kératocône	Kératométrie en dioptrie	Kératométrie en mm
Kératocône débutant: stade 1	$\text{Km} < 45$ D	$\text{Km} > 7,50$ mm
Kératocône modéré: stade 2	$\text{Km}: 45$ à 50 D	$\text{Km}: 6,75$ à $7,50$ mm
Kératocône évolué: stade 3	$\text{Km} : 50$ à 55 D	$\text{Km} : 6,14$ à $6,75$ mm
Kératocône sévère: stade 4	$\text{Km} > 55$ D	$\text{Km} < 6,14$ mm

7.4 La classification de Krumeich :

Elle prend en compte la kératométrie topographique maximale des 3mm centraux, la pachymétrie, la puissance réfractive manifeste de la sphère et du cylindre, et enfin la présence éventuelle d'opacités cornéennes (Tableau XX).

Tableau XX: Classification de Krumeich. [53]

Stade	Caractéristiques
1	<p>Myopie et/ou astigmatisme < 5 D</p> <p>Kératométrie maximale \leq 48 D</p> <p>Stries de Vogt, pas de cicatrice</p> <p>Epaisseur cornéenne \geq 500 μm</p>
2	<p>Myopie et/ou astigmatisme > 5 D < 8 D</p> <p>Kératométrie maximale \leq 53 D</p> <p>Absence de cicatrice centrale</p> <p>Epaisseur cornéenne \geq 400 μm</p>
3	<p>Myopie et/ou astigmatisme > 8 D < 10 D</p> <p>Kératométrie maximale > 53 D</p> <p>Absence de cicatrice centrale</p> <p>Epaisseur cornéenne 200 à 400 μm</p>
4	<p>Réfraction non mesurable</p> <p>Kératométrie maximale > 55 D</p> <p>Cicatrice centrale, perforation</p> <p>Epaisseur cornéenne < 200 μm</p>

Sachant qu'un seul critère suffit pour appartenir à un stade.

A l'état actuel, il n'existe pas de consensus international pour classer le kératocône. En plus toutes ces classifications ont un intérêt pratique assez limité puisqu'à l'échelle individuelle, aucune ne permet de planifier un traitement.

IV. Etude paraclinique:

1. La topographie cornéenne :

Le diagnostic précoce d'un kératocône infra-clinique se base sur l'analyse de la forme de la cornée par la topographie cornéenne. Il existe deux types d'examen topographique :

a- La topographie spéculaire :

La topographie spéculaire « réflexive » 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 les plus bombés (ou Srax), 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 42).

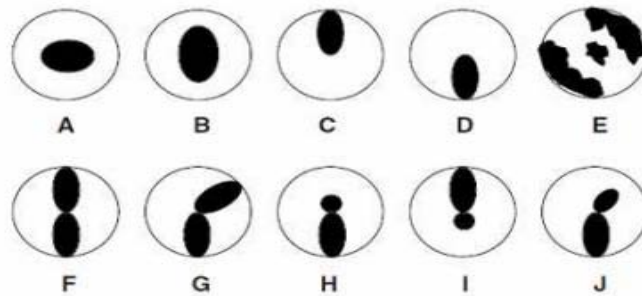


Figure 42 : Classification de Rabinowitz. Les aspects topographiques

« D », « G », « H » et « J » sont ceux reconnus comme suspects de kératocône. [54]

b- La topographie d'élévation :

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.

Les informations recueillies en topographie cornéenne sont rendues sous forme de multiples cartes, il existe des cartes de courbure, de puissance, d'élévation, et même de pachymétrie.

Pour les cartes de courbure : les couleurs chaudes (rouge, orange, jaune, violet) traduisent ce qui est bombé. Les couleurs froides (bleu ciel, jusqu'au vert) traduisent ce qui est plat. Le vert utilisé pour les valeurs moyennes.

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.

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

Dans notre étude, 60% des yeux atteints ont réalisés une topographie spéculaire en raison de sa disponibilité. La moyenne de l'astigmatisme topographique antérieur et le Kmax

sont plus élevé par rapport aux moyennes de la littérature (Tableau XXI, XXII). En général expliqué par le stade évolué de nos patients.

Piñero et al. [57] ont démontré que l'astigmatisme cornéen antérieur et postérieur pourrait être utile pour détecter le kératocône, avec des sensibilités jusqu'à 76% et des spécificités jusqu'à 80% pour les deux types d'astigmatisme.

Concernant le diagnostic du kératocône basé sur la kératométrie antérieure, il y a une certaine controverse, des auteurs rapportent que c'est un paramètre crucial et d'autres rapportant le contraire [58]. En effet Toprak et al. [47] a obtenu une grande capacité de la kératométrie maximale antérieure (92,9% Sensibilité, 93,2% de spécificité) pour la détection du kératocône, Tandis que Uçakhan et al. [59] ont signalé une faible sensibilité et spécificité (81,8% et 65,1%, respectivement).

Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette contradiction en termes de kératométrie, parmi eux l'engagement de cas de gravité différente dans les études évaluant la capacité diagnostique de la kératométrie en matière de Kératocône.

Tableau XXI : comparaison de l'astigmatisme topographique antérieur avec la littérature.

Astigmatisme topographique	Valeur moyenne (D)
Romero-Jiménez M [55]	3.60 ± 2.04
Toprak I [47]	3.78 ± 2.11
Mas-Aixala E [50]	3.56 ± 2.85
Notre série	5,42

Tableau XXII : comparaison du Kmax avec la littérature.

Etudes	Kmax (D)
Nilsson.M [56]	52.58
Toprak I [47]	53.02 ± 5.0
Mas-Aixala E [50]	50.26 ± 5.85
Notre série	57,46

2. La Pachymétrie cornéenne :

La mesure de l'épaisseur de la cornée peut être obtenue de différentes manières :

- Par une sonde à ultrasons qui touche la cornée (principe de l'échographie)
- Par topographie cornéenne d'élévation
- Par interférométrie laser (OCT)
- Par microscopie dite confocale (HRT)

L'épaisseur normale de la cornée centrale varie physiologiquement de 410 à 625 μm , la valeur moyenne retrouvée étant d'environ 550 μm . Le centre est la partie la plus fine de la cornée qui s'épaissit progressivement vers la moyenne périphérie de 4 à 9 mm, puis de nouveau vers la région péri limbique.

Pour un kératocône évolué, il n'est pas rare de retrouver moins de 400 μm au centre. Le point d'amincissement le plus important ne se situe pas obligatoirement au centre de la cornée; il est en général déporté à la pointe du cône. [60]

La valeur pachymétrique moyenne dans notre série (issue de la topographie d'élévation), est proche de celle de l'Algérie et plus basse par rapport aux autres séries européennes (Tableau XXIII). Ceci peut être du essentiellement aux variations géographiques. En effet une étude menée par Lazreg S, a démontré que la pachymétrie dans le Nord de l'Afrique est significativement plus basse par rapport à la France avec un $p < 0,001$ [62]; d'autre part, dans notre contexte les patients consultent à un stade tardif ou l'amincissement cornéen est plus marqué.

Tableau XXIII : comparaison de la pachymétrie avec la littérature.

Etudes	Pays	Pachymétrie moyenne (μm)
Mous.A et Mostafi.M [61]	Algérie	400
Toprak I [47]	Turquie	481.08 \pm 39.96
Mas-Aixala E [50]	Espagne	480 \pm 50
Notre série	Maroc	317

3. L'OCT :

Les améliorations successives de l'Optic Coherence Tomography (OCT) autorisent désormais une analyse de plus en plus fine des différentes couches de la cornée permettant de proposer une nouvelle classification pour le kératocône. (Figure 43)

Classification OCT : [63]

- **stade 1** : amincissement des couches épithéliales et stromales d'apparence normale au niveau du cône cornéen :
- **stade 2** : hyperréflexivité au niveau de la couche de Bowman et épaissement épithélial en regard au niveau du cône. Stade 2a : Les stries de Vogt sont présentes et ont l'apparence de bandes stromales parallèles sombres. Stade 2b : présence des opacités stromales.
- **stade 3** : invagination postérieure de structures hyperréflexives au niveau de la couche de Bowman, avec accentuation de l'épaississement épithélial et de l'amincissement stromal ; (3a : Stroma clair ; 3b : opacités stromales)
- **stade 4** : cicatrice panstromale au niveau du cône;
- **stade 5** : l'hydrops. Stade aigu 5a: rupture de la membrane de Descemet avec œdème cornéen important, dilacération des lamelles de collagène et formation de kystes intrastromaux et intraépithéliaux. Stade cicatriciel 5b: cicatrice panstromale et aspect résiduel de rupture de la membrane de Descemet.

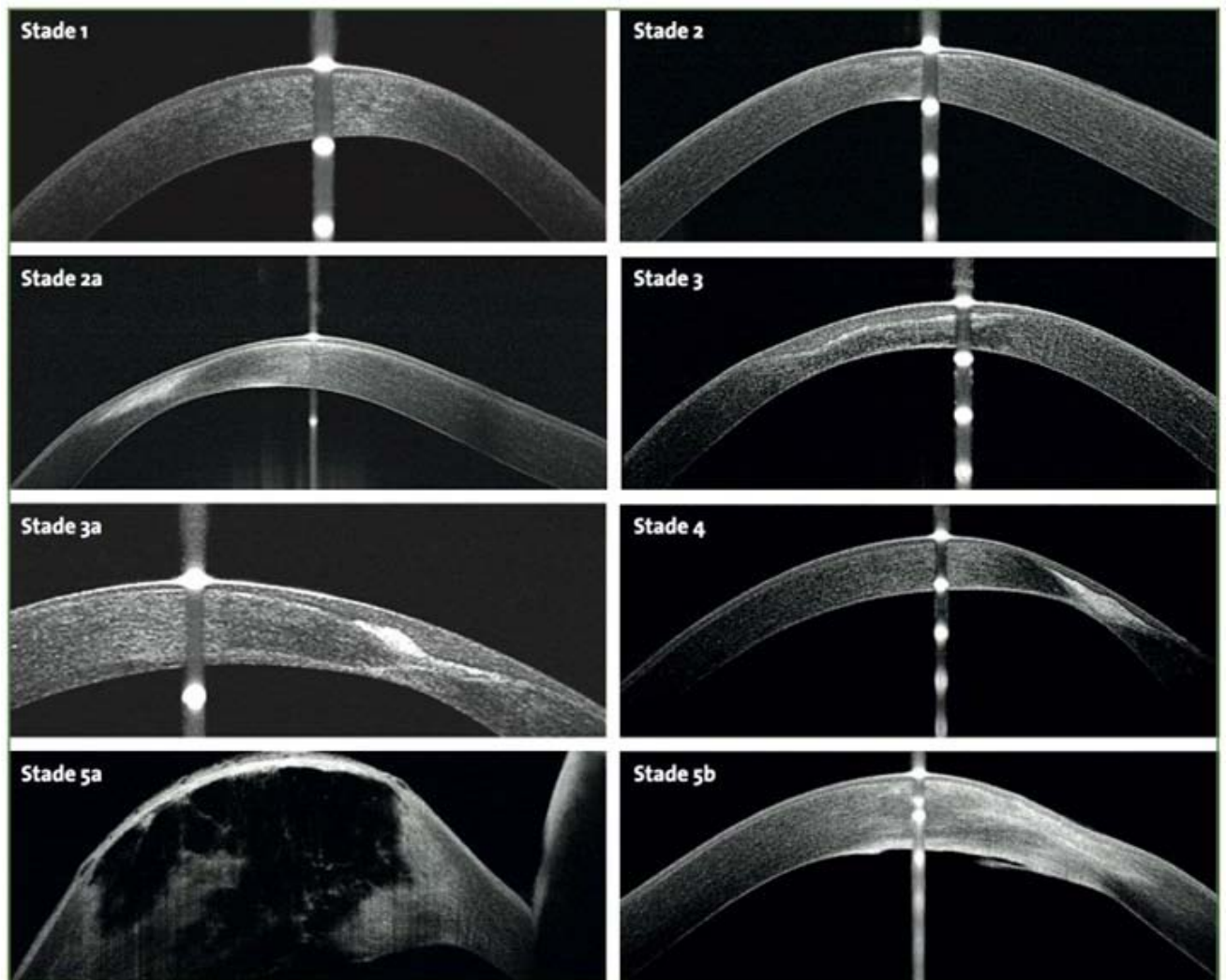


Figure 43 : classification OCT du kératocône basée sur les modifications des couches cornéennes au niveau du cône.

4. L'Ocular Response Analyzer (ORA) [64] :

L'ORA permet l'analyse des propriétés biomécaniques de la cornée, de façon indolore et non invasive. Elle étudie notamment la viscoélasticité cornéenne ou hystérésie, qui pour le cas des kératocônes est abaissée. Il présente un intérêt pour le dépistage des formes infra-cliniques, pour grader le kératocône et pour évaluer l'efficacité des différents traitements.

Aucun de nos patients n'a bénéficié de cet examen.

5. L'aberrométrie [65] :

L'analyse Du front d'onde par aberrometrie, met en évidence dans le kératocône une augmentation des aberrations de haut degré de type coma et trefoil. La Présence de ces aberrations explique souvent les symptômes décrits par le patient : halos, éblouissements, diplopie, diminution de la sensibilité aux contrastes.

Aucun de nos patients n'a bénéficié de cet examen.

V. Traitement :

Les objectifs de la prise en charge des patients porteurs d'un kératocône sont :

- la meilleure réhabilitation visuelle possible ;
- la stabilisation de la maladie ;
- éviter le stade de greffe de cornée.

1. Traitement optique :

1.1 Les lunettes :

C'est le premier équipement optique proposé pour les formes débutantes dont l'astigmatisme myopique n'est pas trop important, asymétrique et irrégulier. Mais la réfraction peut être difficile, fluctuante, et les patients sont souvent déçus du fait de l'inconfort visuel relatif (images floues – photophobie).

1.2 Les lentilles de contact :

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. Les lentilles permettent de donner une nouvelle régularité réfractive sur ces cornées présentant un astigmatisme irrégulier, redonnant ainsi au patient une amélioration de son acuité visuelle.

1.2.1 Types de lentilles utilisées : [66]

Lentilles rigides perméables au gaz (LRPG)

Le kératocône est responsable d'un astigmatisme irrégulier, il faut donc des lentilles qui corrigent au mieux ce type d'astigmatisme, à savoir les LRPG. Une fois posées sur l'ectasie cornéenne, elles vont permettre l'obtention d'un dioptré antérieur régulier, éliminant ainsi la majeure partie de l'astigmatisme irrégulier. Elles garantissent aussi un passage facile des larmes sous la lentille assurant une bonne oxygénation cornéenne. De plus, elles sont bien tolérées par la majorité des patients.

Lentilles PIGGY-BACK :

Il s'agit d'une combinaison entre une lentille souple qui sera préférentiellement de type jetable journalière, ou en deuxième intention à remplacement fréquent, sur laquelle repose une lentille rigide. .

Elles ne sont pas proposées en première intention car il y aurait un apprentissage double de manipulation et d'entretien .

Lentilles jumelées ou hybrides :

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.

Lentilles sclérales :

Elles sont parfois prescrites pour des cas de kératocône avancé ou très irrégulier, ces lentilles couvrant une plus grande surface de l'œil et par conséquent pouvant offrir une meilleure stabilité.

Tableau XXIV : comparaison des types de lentilles utilisées avec les données de la littérature.

Type s de lentilles	RPG	Piggy back	Hybride	Sclérale
Szczotka et al. [67]	65%	1%	–	–
Lim N [41]	96,10%	–	–	0,40%
Weed KH [44]	90,60%	–	6,40%	2%
Shneor E [35]	67,70%	–	–	4,20%
Notre Série	80,17%	–	–	19,83%

Szczotka et al. [67] Ont rapporté que sur les 70% qui portaient des lentilles de contact, 65% étaient RGP, 2% étaient souple, 1% portaient des lentilles piggy back et 2% de Softperm. Sur les 130 kératocôniques évalués par Lim et Vogt [41], 96,1% étaient RPG, 0,8% Kerasoft ou Softperm, et 0,4% lentilles sclérales. De même DUSK [44] ont signalé un pourcentage élevé de porteurs de RPG (90,6%), avec une minorité d'hybrides (6,4%), souple (1%) et sclérales (2%). Et selon Shneor E [35], 67,7% des patients traités par lentilles étaient RPG, avec 13% souples, et 4,2% sclérales. Similaire aux données rapportées par les autres études, la grande majorité de nos patients ont été équipés par des LRPG 80,17%, dont 5,17% étaient sphéro–sphériques, et 75% étaient multicourbes, et 19,83% sclérales. (Tableau XXIV)

1.2.2 Choix de la lentille à prescrire: [66]

Le choix des paramètres (géométrie, diamètre, rayon de courbure) de la LRPG d'essai en matière de kératocône, dépend:

- du stade évolutif du kératocône
- de la kératométrie (elle-même dépendante du stade de la maladie).
- de la forme et du décentrement du cône.

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

1.2.3 Contrôle de l'adaptation : [66]

Le patient est revu en consultation après 8 jours de port.

L'AV 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, le rythme de surveillance sera réduit à 3 mois puis à chaque 6 mois.

1.2.4 Evolution de l'acuité visuelle après adaptation en lentilles:

Les résultats visuels après adaptation en lentilles de contact chez les patients kératocôniques sont satisfaisants en faite :

Dans un groupe britannique de 130 Kératocônique [41], 87% ont obtenu une MAVC $\geq 6/9$ échelle de Snellen (6,5/10 en décimale). Dans le DUSK [44], ce pourcentage a augmenté à 93%, et dans un groupe de 142 yeux kératocôniques, mené en Inde [68], ce pourcentage est de 91%. Nos résultats sont comparables avec les données précédentes, 79% ont obtenu une acuité visuelle $\geq 7/10$ après équipement en lentilles.

Cela démontre l'importance d'être motivé pour ajuster en lentilles les patients kératocôniques, et pour que les intéressés avancent dans les recherches pour inventer des matériaux afin d'améliorer les résultats visuels et le confort du patient.

1.2.5 Complications des lentilles :

Le suivi des patients équipés en lentilles pour un kératocône comporte des contrôles pour vérifier que l'adaptation reste satisfaisante sur des cornées qui, dans le temps, peuvent se modifier de façon variable. Parallèlement à l'évolution naturelle de la maladie, le suivi de ces porteurs peut être émaillé de complications aiguës ou chroniques, liées ou non au port des lentilles de contact.

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:

– Kératites de l'apex du cône:

Elles peuvent apparaître sous la forme d'une kératite ponctuée superficielle banale ou donner un aspect de lésions en tourbillon, plutôt allongées, prenant parfois la forme de virgules.

Ces lésions ne sont pas toujours très symptomatiques et il est parfois surprenant de les découvrir lors d'un contrôle chez un patient ne se plaignant de rien.

Elles peuvent apparaître spontanément ou être induite par une mauvaise adaptation de la lentille, notamment une adaptation trop plate.

Leur incidence est évaluée à 26,5% dans un suivi d'étude de cohortes (Barr, 2006) [69], et elle est de 27,3% selon Fernandez [70], nous avons trouvé un pourcentage beaucoup plus bas 3,7%.

Leur survenue est corrélée à l'importance de la saillie du kératocône : elles sont donc plus marquées lors de kératocônes évolués et représentent un facteur de risque important d'apparition de cicatrices cornéennes (de l'ordre de 2,4) [71].

En fonction de la sévérité des lésions, un arrêt transitoire de port associé à des larmes artificiels peut s'avérer nécessaire pour obtenir une cicatrisation suffisante.

Si la lentille est trop plate, il faudra la changer par une autre avec un rayon de courbure plus serré. Certains, préconisent le port transitoire d'une lentille piggyback, le temps de la cicatrisation épithéliale [71].

– Le syndrome de 3h-9h :

Il s'agit d'une prise de la fluorescéine à 3heures et à 9heures au niveau de la cornée.

Sa fréquence est estimée à 21,4% selon Ozkurt [72], alors que nous avons trouvé une fréquence beaucoup plus basse de 1,85%.

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

– La conjonctivite papillaire géante (CGP) :

Est une complication survenant plus fréquemment chez les sujets atopiques; l'éversion de la paupière supérieure lors des contrôles est donc systématique afin d'éliminer une étiologie supplémentaire d'intolérance des lentilles chez tous ces patients.

Nous avons trouvé un pourcentage de 10,19% ce qui proche des données de la littérature 11,5% [73] et 13,8% [74].

Le traitement de ces allergies associées est important pour pouvoir permettre un port régulier des lentilles dans des conditions de confort acceptable. L'utilisation de collyres antiallergiques sans conservateur peut être un adjuvant thérapeutique utile. L'utilisation de systèmes oxydants dans l'entretien des lentilles rigides permet de supprimer les réactions allergiques aux conservateurs des produits d'entretien chez ces patients à terrain atopique. La déprotéinisation des lentilles devra être régulière, afin d'éviter toute dénaturation des dépôts protéiques présents sur les lentilles et concourant à l'apparition de manifestations allergiques à type de conjonctivite papillaire géante.

- Les pertes de lentilles :

Considérées comme source de démotivation, soit lors des frottements oculaires, soit lors des manipulations.

- Intolérance et échecs des lentilles :

Dana [75] a répertorié les motifs conduisant à une kératoplastie perforante dans une série de patients suivis pendant vingt-sept mois avant la greffe. Les intolérances aux lentilles représentaient 32% des cas; les autres motifs d'indication de greffe étaient: une mauvaise acuité visuelle corrigée malgré une bonne adaptation en lentilles, des mesures kératométriques élevées (au delà de 55 D), des patients âgés de plus de quarante ans, un kératocône évoluant depuis plus de cinq ans et un amincissement cornéen périphérique marqué.

Ainsi, dans beaucoup d'études concernant des patients adressés pour kératoplastie transfixiante avec pour motif une intolérance aux lentilles, le taux de chirurgie réalisé est faible au regard des rééquipements possibles. Dans la publication de Lass [42], trois quarts des patients ont pu être réadaptés avec un taux de succès de 84 %; dans celle de Crews [76] également, trois quarts des patients ont été réadaptés avec succès.

– Les complications infectieuses :

Sont très rares chez les porteurs de lentilles rigides et beaucoup plus rares chez les patients porteurs de kératocône, nous avons signalé 1 cas d'abcès de cornée grave suite à une baignade, qui a été géré correctement par les collyres fortifiés.

2. Traitement physique :

Le Crosslinking consiste à utiliser un rayon ultraviolet et de la riboflavine (vitamine B2, une solution toxique et photosensible) pour créer des liens supplémentaires entre les fibres de collagènes de manière à augmenter la force mécanique des tissus. Ce traitement permet donc de stabiliser et de solidifier la cornée, de retarder voire d'éviter la greffe de cornée [77].



Figure 44 [2]: A: après désépithélialisation, instillation de riboflavine pendant 30 minutes
B: irradiation par des UVA à une fluence de 3 mW/cm², pendant 30 min.

Les indications du cross-linking concernent le kératocône évolutif défini par [78] :

- une augmentation supérieure ou égale à 1 D du méridien le plus cambré (Kmax) ;
- une augmentation supérieure ou égale à 1 D de l'astigmatisme manifeste réfractif;
- un shift myopique supérieur ou égal à 0,50 D de l'équivalent sphérique manifeste réfractif ;

- une diminution supérieure ou égale à 0,1 mm du rayon de courbure postérieur au cours de l'adaptation de lentilles rigides.

Ces critères 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.

De nombreuses études ont confirmé la place du crosslinking dans l'arbre diagnostique du kératocône évolutif. Cependant, le niveau de preuve de ces études est limité par la taille de leurs échantillons, par l'absence d'un groupe témoin placebo, et surtout par le manque de reproductibilité des critères d'évolutivité du kératocône (progression de l'astigmatisme manifeste réfractif, ou progression du Kmax de plus d'une dioptrie en un an). Enfin, les critères d'efficacité du crosslinking ont varié (stabilisation de l'acuité visuelle, stabilisation de 0,5 à 2 D par an du Kmax, pourcentage d'amélioration de la meilleure acuité visuelle corrigée ou même hystérésis cornéenne mesuré par le système ORA). [79]

2.1 Évolution de l'acuité visuelle :

Vinciguerra [80], a retrouvée, au cours d'une étude prospective de 28 yeux traités par CXL, une amélioration de l'acuité visuelle à un an, avec une moyenne de la MAVC de 7,2/10. Angelis [79], a constaté une amélioration de la MAVC, avec une moyenne de 8/10 à 1 an post opératoire. Bernardo et al [81], ont également signalé une amélioration de l'acuité visuelle dans un suivi pendant 24 mois de 57 œils traités.

Notre étude confirme les résultats de la littérature en objectivant une amélioration de l'acuité visuelle postopératoire à un an de 7,75/10e.

2.2 Évolution du Kmax :

Raiskup–Wolf et al. en 2008, notent une diminution du Kmax de 2,68 D à un an dans son étude rétrospective de 241 yeux [82]. Hersh et al. en 2011 [83] retrouvent une diminution du Kmax de 2 D dans leur étude prospective sur 40 yeux sur un an. Dans notre étude nous avons trouvé une diminution du Kmax de 1,8 D en moyenne pour l'ensemble de notre population à un an.

Néanmoins, les études récentes prospectives randomisées avec groupe témoin (œil controlatéral) démontrent seulement une faible diminution du Kmax de $-0,7 \pm 0,1$ D à un an de l'œil traité [84] et même aucune diminution du Kmax à un an de l'œil traité [85]. Dans leur étude en 2014, Goldich et al. [86] ne retrouvent également aucune modification du Kmax en postopératoire, et observent même une augmentation de celui-ci 24 mois après le Crosslinking

Cette hétérogénéité des résultats sur le plan de l'évolutivité du Kmax postopératoire est explicable par la variabilité des critères d'inclusion (âge, degré d'évolutivité du kératocône à l'inclusion, sévérité du kératocône à l'inclusion).

2.3 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 postopératoires 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 également de respecter une pachymétrie de 400 microns pour limiter les risques potentiels de complications endothéliales notamment [87].

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 crosslinking rapide pour raccourcir la durée opératoire.

Dans notre série nous n'avons noté aucune complications du au Crosslinking.

3. Traitement chirurgicale

La kératoplastie est généralement recommandée quand les bénéfices prévisibles de la correction chirurgicale sur la fonction visuelle sont supérieurs aux risques connus et estimés de la procédure. Environ 10 à 20% des patients porteurs de kératocône auront recours à la greffe de cornée dans leur vie [22].

3.1 Kératoplastie transfixiante :

La kératoplastie transfixiante consiste à remplacer un disque cornéen central de pleine épaisseur. C'est la plus fréquente des greffes de tissus et transplantations d'organes et dont le greffon peut être obtenu sur un donneur décédé.

Le kératocône constitue l'indication principale des kératoplasties transfixiantes dans notre contexte marocain puisque la priorité est accordée aux atteintes bilatérales avancées.



Figure 45: table opératoire de la kératoplastie

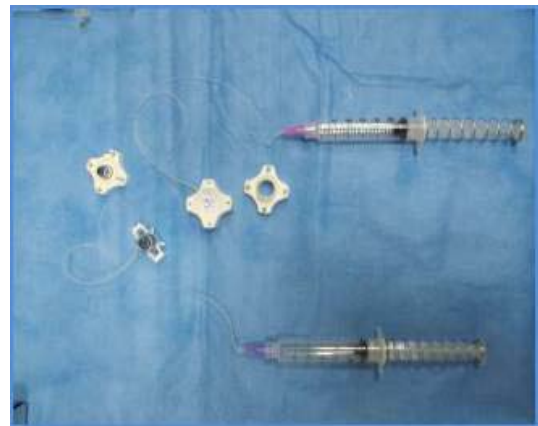


Figure 46: Trépan de type Barron



Figure 47: Marquage du trépan

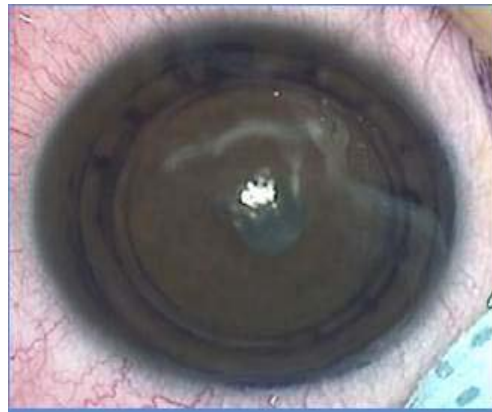


Figure 48: Résultat du marquage



Figure 49: Trépanation de la cornée

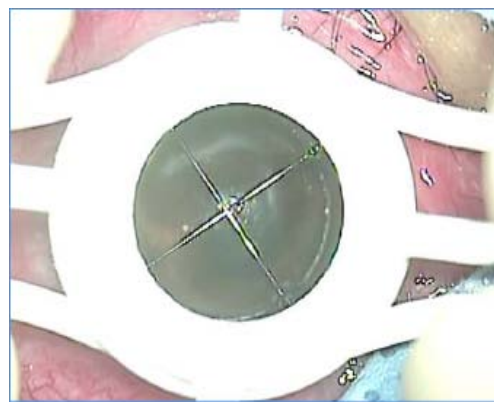


Figure 50: Complément ciseaux



Figure 51: excision du bec descemetique

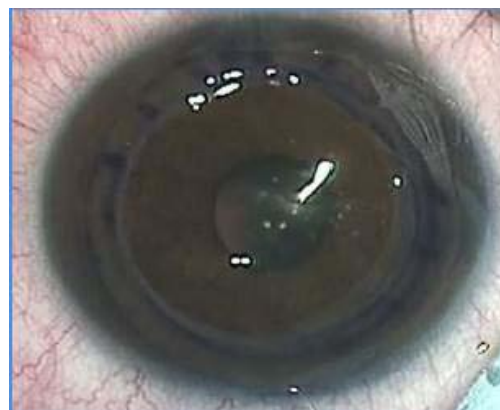


Figure 52: Globe oculaire à ciel ouvert

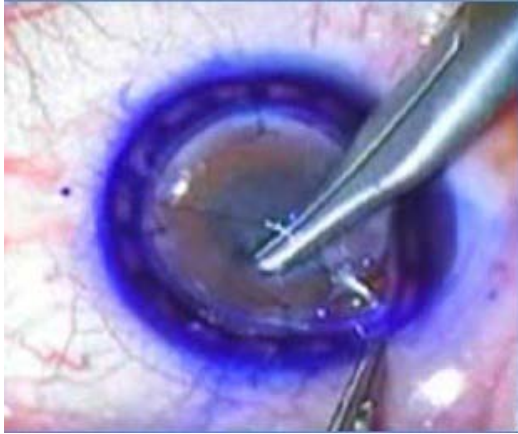


Figure 53: suture du greffon

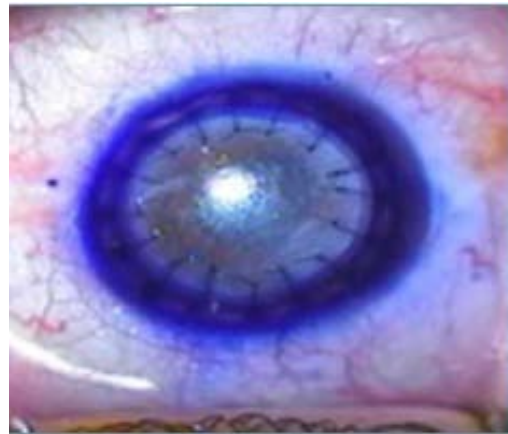


Figure 54: greffon suturé

3.2 Kératoplastie lamellaire antérieure profonde (KLAP) :

La conservation de l'endothélium cornéen normal sur des yeux kératocôniques de sujets jeunes est intéressante à considérer, même si la procédure chirurgicale est plus difficile.

Différentes techniques de dissection du stroma peuvent être utilisées: air, substance viscoélastique,... L'air est injecté dans le stroma entraînant un épaissement de 2 à 3 fois sa pachymétrie initiale. La dissection lamellaire est réalisée aussi près que possible de la membrane de Descemet.

La technique opératoire est plus difficile que la KP mais les avantages sont notables : conservation de l'endothélium de l'hôte, pas de rejet du greffon notamment le rejet endothélial, cicatrisation cornéenne plus rapide, durée plus courte de l'utilisation des corticoïdes locaux [88]. La KLAP présente des complications propres dont la principale est la perforation peropératoire des couches profondes endothélio-descémétiques. Celle-ci peut nécessiter une conversion en KT.

La kératoplastie transfixiante ou mieux la kératoplastie lamellaire profonde constitue la solution chirurgicale ultime en cas d'opacité cornéenne.

3.3 Evolution de l'acuité visuelle :

La récupération visuelle est très progressive et l'acuité visuelle peut s'améliorer au cours des 2 ou 3 premières années suivant l'intervention. Globalement, une bonne acuité visuelle (> 5/10) est obtenue chez 50 % à 70 % des patients ayant un greffon clair, alors que 10 % à 20 % de ceux-ci ont un résultat décevant (acuité visuelle <1 /10). [89].

Sagnières [90] rapporte que 50 % des patients présentent une MAVC supérieure ou égale à 5/10 à l'issue de la première année après la greffe et qu'au-delà de 2 ans de suivi, 72 % présentent une MAVC supérieure ou égale à 5/10. Kelly [91] a rapporté que sur une série de 4834 yeux traités par kératoplastie transfixiante, 74% ont obtenu une acuité visuelle supérieure ou égale à 5/10. Dans notre série 81,8% ont obtenu une AV supérieure à 5/10 dont 12% étaient supérieure à 7/10. Tandis que d'autres études ont trouvées que seulement 40 % de patients présenteraient une acuité visuelle moyenne supérieure ou égale à 5/10e [92, 93].

La correction par lentilles peut-être préconisée après kératoplastie pour kératocône s'il persiste un astigmatisme irrégulier, voire des amétropies postopératoires. Le pourcentage de patients adaptés par LC après kératoplasties pour kératocône varie selon les auteurs de 10 à 47% [94-97]. nous avons trouvé un pourcentage de 23%, dont 15% étaient rigides et 8% sclérales.

L'adaptation de lentilles de contact après greffe de cornée est un défi et doit être faite avec précaution et surveillance particulières. La prescription de LC peut être envisagée dès que l'astigmatisme et/ou l'amétropie sont stables et considérés comme importants, soit en moyenne à partir du 9e mois après la greffe, indépendamment de la présence ou non de sutures. En présence de sutures cornéennes, une surveillance rapprochée est nécessaire en raison du risque de néovascularisation le long des sutures ou d'infection sur un fil lâche qui doit être enlevé dès qu'il est repéré.

3.4 Evolution de l'astigmatisme :

Le gain visuel dépend de la sphère et de l'astigmatisme postopératoire.

Lors du suivi de nos malades, il a été noté une amélioration significative de la carte topographique, la moyenne de l'astigmatisme est passée de 5,8D à 3mois à 4,8D à 12mois et à

4,1D à 24 mois après la greffe. Ces résultats s'accordent avec ceux de la littérature, H. Sagnières [90] retrouve dans une étude de 244 cas de patients greffés pour kératocône, un astigmatisme d'en moyenne 4,17D à 12 mois et de 3,77D à 24 mois.

Tableau XXV : la répartition selon l'astigmatisme postopératoire moyen dans les différentes études.

Auteur	Année	Astigmatisme postopératoire moyen (Dioptries)	Suivi (années)
Lim [96]	2000	4	4
Szczotka flynn [98]	2004	3,57	17
Javadi [99]	2005	3,4	3
Sagnières H [90]	2007	3,77	2
Notre série	2016	4,1	2

L'importance de l'astigmatisme dépend de la gestion des sutures en per-opératoire et en postopératoire [100].

Il est certain qu'une suture défectueuse peut générer à elle seule un astigmatisme permanent. Un mauvais affrontement des berges (marche d'escalier) provoque une modification des courbures et des diamètres cornéens [101].

La gestion de l'astigmatisme post opératoire peut faire appel à l'ablation sélective de points séparés ou à la rotation de surjet en détendant les zones bombées et en retendant les zones plates.

Le choix des points à enlever, ou celui des zones de surjet à détendre, peut être fait à partir:

- D'une topographie cornéenne afin de gérer l'astigmatisme post-opératoire.

- Ou d'un examen de la cornée greffée en lumière bleue après instillation de fluorescéine (les zones bombées par les points trop serrés sont alors bien visibles).

Il est recommandé de laisser la plupart des points pendant au moins 12 mois à 18 mois. Une ablation plus précoce de l'ensemble des sutures peut entraîner un décalage de la cicatrice voir son ouverture.

H. Sagnières [90] rapporte que l'ablation totale des sutures du greffon cornéen a été proposée à 17 ± 6 mois en postopératoires en moyenne ce qui concorde avec le délai de notre série qui est de 17 mois. Ceci peut être expliqué par le délai de cicatrisation qui est particulièrement plus long chez les patients ayant un kératocône.

Tableau XXVI : délai moyen d'ablation des sutures selon les différentes séries.

Série	Délai moyen d'ablation
U Lim [96] (1995)	15 mois
Geoffrey [102] (1999)	12 mois
Sagnière [90] (2007)	17 mois
Elhannati [103] (2012)	15 mois
Notre série	17 mois

Les patients présentant un astigmatisme élevé en présence des sutures ont plus de chance de s'améliorer que de s'aggraver après ablation de sutures. Au contraire, les patients ayant un cylindre faible sont perdants. Devant un astigmatisme faible, on peut conserver les sutures si ces dernières sont bien tolérées [104, 105].

Des sutures mal tolérées, lâches ou responsables d'un appel vasculaire incitent leur ablation surtout si l'on trouve à distance de la greffe [106].

Il est difficile de proposer une attitude standardisée pour l'ablation des sutures compte tenu du nombre important des critères susceptibles dans la décision.

3.5 Complications :

➤ Per-opératoires :

Des complications, moins sévères, peuvent survenir : lésion de l'iris ou du cristallin lors de la trépanation, issue de vitré chez un patient aphake ou pseudophake. Ces incidents imposent un traitement peropératoire : suture irienne si nécessaire, extraction du cristallin et implantation dans le sac capsulaire, vitrectomie. Ils ont habituellement peu de conséquences sur le résultat de la greffe.

La complication peropératoire majeure de la kératoplastie transfixiante est l'hémorragie expulsive à ciel ouvert. Sa fréquence varie, suivant les études, de 0,5 à 2 % [107, 108, 109]. Elle est plus fréquente en cas d'oeil multiopéré et aphake, de forte myopie, de glaucome et chez le patient ayant une athérosclérose [110].

En cas d'hémorragie expulsive à ciel ouvert, il faut faire des sclérectomies postérieures pour drainer l'hémorragie et suturer le greffon par des points séparés de soie. Le pronostic est en règle catastrophique avec la perte fonctionnelle, voire anatomique, de l'oeil.

➤ Post-opératoires précoces :

- Le retard d'épithélialisation : la persistance d'un defect épithélial après la kératoplastie transfixiante, est à l'origine d'une inflammation, d'une infection, d'une perforation et d'un échec de la greffe.

Le délai moyen de réépithélialisation varie de 2,5 à 4,6 jours [111]. Dans notre série, ce délai était de 4 jours allant d'un jour à 30 jours et ce retard était en rapport avec l'âge du donneur et la présence d'un diabète. D'après la littérature, plusieurs facteurs sont à l'origine du defect épithélial persistant :

Les uns sont liés à l'hôte, notamment les anomalies des paupières et du film lacrymal, d'autres sont liés au donneur : le délai post-mortem des prélèvements, la durée de la conservation et l'âge avancé du donneur, et des facteurs liés à l'intervention notamment le diamètre de la trépanation [112].

- Les autres complications immédiates sont représentées par le lâchage de points, l'athalémie, l'hernie de l'iris, l'endophtalmie, et l'hypertonie aiguë qui peuvent survenir très tôt après la greffe. On peut aussi être parfois confronté à un échec primaire de la greffe survenant dès le premier jour post-opératoire. Un tel échec serait souvent dû à la présence de l'Herpes simplex virus (HSV) ou du Varicelle-Zona virus (VSV) chez le donneur [113]. Dans notre série, on note 3 lâchages de sutures

➤ Post-opératoires tardives :

Le rejet :

Le rejet d'allogreffe de cornée est la première cause d'échec des kératoplasties transfixiantes [114, 115].

Les facteurs de risque : En ce qui concerne le donneur, une relation étroite a été observée entre le rejet d'une part et l'âge et le délai de conservation d'autre part. Pour le receveur, un résultat a été observé entre le rejet de greffe d'une part et l'âge, les antécédents de rejet de greffe de cornée et le lit de receveur. Enfin, en ce qui concerne l'étape chirurgicale, le risque de rejet était significatif si le greffon avait un diamètre supérieur à 8mm et si la suture était faite par points séparés [116, 117]

On distingue quatre formes de rejet en fonction de la couche cornéenne cible du processus immunologique (rejet épithélial, sousépithélial, stromal et endothélial). Ces formes cliniques peuvent être associées ou, au contraire, survenir isolément. Parmi ces quatre formes cliniques, la plus grave est le rejet endothélial.

- Le rejet épithélial se manifeste par : Une ligne blanche de cellules nécrosées fluo+ et rose Bengale+, surélevée, d'évolution centripète, avec un greffon clair. L'œil est peu ou pas inflammatoire. Souvent méconnu, le rejet épithélial est difficile à différencier de la ligne de réépithélialisation du greffon.

- Le rejet sous-épithélial se manifeste par des infiltrats sousépithéliaux blanchâtres de 0,2 à 0,5 mm de diamètre n'intéressant que le greffon, avec un œdème discret de celui-ci. Le

rejet épithélial ou sousépithélial ne compromettent pas, par eux même, le pronostic de la greffe. Mais ils sont souvent associés ou suivis par d'autres formes de rejet.

- Le rejet stromal se caractérise par une opacification brutale localisée périphérique du greffon, avec un infiltrat dans le stroma du greffon, une injection périkératique, des néovaisseaux envahissant le greffon. Il s'y associe un oedème du greffon lorsqu'un rejet endothélial survient simultanément (ce qui est le cas le plus fréquent).

- Le rejet endothélial il survient plus de dix Jours après une première greffe sur un greffon clair. Les signes fonctionnels sont: une baisse de l'acuité visuelle, une photophobie, une irritation, un larmolement, des douleurs et une rougeur oculaire. L'examen trouve une ligne de rejet endothéliale, d'évolution centripète, ou bien des précipités rétrocornéens diffus sur le greffon avec un œdème stromal du greffon en regard, une néo vascularisation du greffon. Le rejet endothélial, compromet le pronostic de la greffe, le traitement doit donc être précoce. Le rejet endothélial et stromal sont souvent associés.

Son incidence vari de 7,8 à 31% dans la littérature [88]. La majorité des rejets de greffe surviennent avant 2 ans [118], délai habituellement attribué au sevrage de la corticothérapie.

Nous avons obtenu des résultats satisfaisants, le taux de rejet de greffe est de 9,09 %. Pour Donshik [119], la fréquence des rejets au cours des greffes pour kératocône varie de 13 % en cas de greffe unilatérale et 27% en cas de greffe bilatérale. Thomson et al. [120] ont rapporté un taux de rejet de 3 % des patients pour l'étiologie kératocônique. Sagnières [90], a rapporté que 19 % des yeux ont présenté un rejet du greffon.

Le traitement du rejet a consisté au début en une corticothérapie locale reprise ou intensifiée. Si elle échoue, une corticothérapie générale à raison de 1mg/kg/jour était instaurée, celle-ci également préconisée en cas de signes de gravité: précocité du rejet, sévérité de l'inflammation, importance de l'atteinte endothéliale. Parmi les 6 cas constatés, 4 étaient traités et 2 étaient irrécupérables.

L'hypertonie oculaire :

L'hypertonie oculaire est la deuxième cause d'échec des kératoplasties, La survie du greffon est diminuée par la présence d'une hypertonie postopératoire.

L'existence d'une hypertonie préopératoire est le facteur majeur de risque d'hypertonie oculaire après la greffe de cornée. Donc il est impératif de traiter cette hypertonie avant toute greffe notamment par un traitement chirurgical [121, 122].

D'autres mécanismes pathogéniques de l'hypertonie post greffe ont été rapportés : Des modifications de l'angle irido-cornéen et de la chambre antérieure, la présence d'un implant dans la chambre antérieure ou un implant à fixation sclérale, l'inflammation postopératoire, les sutures, les antécédents de traumatisme ou de dysgénésie de l'angle, l'aphakie, les goniosynéchies et la corticothérapie.

L'hypertonie est responsable non seulement de la détérioration du nerf optique mais également de la perte des cellules endothéliales.

Le diagnostic de l'hypertonie après la greffe de cornée est difficile. La meilleure technique de prise de pression est celle effectuée par l'aplanation de Goldman qui tient compte de l'épaisseur cornéenne centrale. On prend deux mesures sur les deux méridiens principaux, la moyenne de ces mesures donnera la pression intraoculaire réelle.

Elle concerne dans notre expérience 9,09% de sujets, jugulée par traitement local hypotonisant avec arrêt des corticoïdes. Ce pourcentage est comparable aux données de la littérature.

Seitz *et al.* [123] ont rapporté un taux d'hypertonie de 11 % dans un suivi prospectif de 50 yeux greffés pour kératocônes. Sagnières [90] rapporte un taux de 13,7% dans un suivi de 102 yeux greffés pour kératocône.

Cataracte :

Sa survenue est imputée à la durée de la corticothérapie locale [124]. 7,57% de nos patients ont présenté une cataracte, Donshik et al [125] ont rapporté dans une étude de 86 yeux

sur 4 ans un taux de 32% de cataractes. Et Lim et al [96], un taux de 4,5% après le suivi de 93 yeux sur 4 ans. Cette complication n'est pas négligeable car elle nécessite une phakoexérèse pour la réhabilitation visuelle du patient, nuisant nécessairement à la qualité endothéliale du greffon.

Décollement de la rétine :

Le décollement de la rétine peut compliquer une greffe de cornée notamment chez le patient aphake ou pseudophake.

Kirkness et al. [126] ont rapporté 2 cas de décollement de rétine chez des patients pseudophaques dans une étude sur 20 ans de 198 yeux greffés pour kératocône. Toute étiologie confondue, Aiello et al. [127] estiment le risque de décollement de rétine après kératoplastie transfixiante à 1,85 %. Aucun cas de décollement de rétine n'a été observé dans notre étude.

Décollement descemétique :

Cette complication rare est favorisée par une mauvaise trépanation du greffon ou sa détérioration endothélio-descemétique. 1 cas de décollement descemétique a été observé dans notre étude. Sa prise en charge a consisté en l'injection d'une bulle d'air dans la chambre antérieure. Il a récupéré.

Ectasie secondaire :

Cette ectasie cornéenne progressive pourrait être due à une récurrence du kératocône au niveau de la cornée greffée. Les cas publiés de récurrences de kératocônes après greffe de cornée sont rares. Bechrakis et al. [128] ont publié l'étude histopathologique de deux cas de kératocône récidivant après greffe de cornée.

Il n'est pas encore clairement établi si le kératocône récidive ou s'il s'agit d'un kératocône fruste du donneur passé inaperçu. La durée moyenne de survenue d'une récurrence de

kératocône est de 17 ans dans la littérature, ce qui est assez comparable à l'évolution naturelle d'un kératocône chez un adolescent.

4. Autres alternatives thérapeutiques du kératocône :

4.1 Anneaux intra-cornéens :

Ce sont des petits segments d'anneaux semi-circulaires rigides en polyméthacrylate de méthyle (PMMA). Deux modèles sont commercialisés : les INTACS (KeraVison, USA) et les anneaux de Ferrara (Mediphacos, Brésil) [61]. Leur place dans la prise en charge thérapeutique se situe entre l'échec de l'adaptation en lentille et le recours à la kératoplastie. Introduits dans l'épaisseur même de la cornée, ces anneaux ont pour vocation de la renforcer. Bien positionnés, ils permettent de diminuer la déformation cornéenne sans touchant la cornée centrale. Ils peuvent être enlevés si nécessaire.

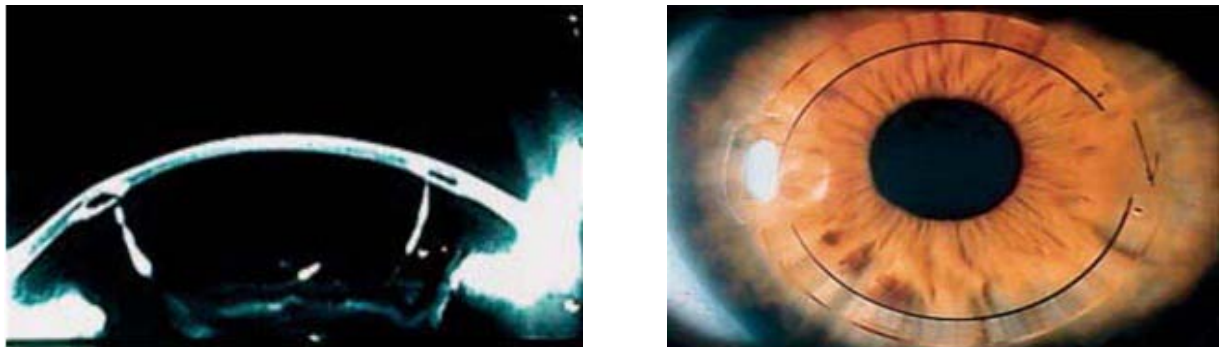


Figure 55 : Aspects biomicroscopiques d'anneaux intracornéens pour kératocônes. [2]

Selon J. Colin [129], les anneaux cornéens permettent une cornéoplastie intéressante chez les patients porteurs de kératocônes modérés avec amélioration de l'acuité visuelle dans 75% des cas. Les anneaux permettent un gain d'une à trois lignes d'acuité visuelle chez 70 à 80 % des patients, ce qui n'est pas négligeable pour une maladie oculaire.

La pose d'anneaux intra-cornéens (AIC) n'est pas dénuée de complications. Des cas d'extrusion spontanée, de perforation de la cornée, de fonte cornéenne, d'infiltrats cornéens, de néovascularisation, et de kératites infectieuse, ont été rapportés. Les anneaux peuvent induire une sensation de corps étrangers et être responsables d'effets indésirables visuels liés aux bords de l'anneau. La qualité de la vision peut ne pas être satisfaisante avec des symptômes tels qu'une vision double, une vision fluctuante et une vision faible la nuit.

4.2 La photokératectomie topolinking :

La photokératectomie réfractive (PKR) vise un changement réfractif par un changement des courbures cornéennes en réalisant le retrait d'un volume tissulaire cornéen, par le laser excimer. Cette 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 dans le kératocône sous certaines conditions. La PKR sera au mieux guidée par la topographie, avec une optique d'épargne tissulaire et une photoablation n'excédant donc pas 50 microns [130- 132].

L'objectif du traitement est de « régulariser » la surface cornéenne par un effet de lissage associée de plus à une amélioration réfractive.

4.3 Implants intra-oculaires [78] :

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 intra-oculaire interviendra sur une « cornée stable » spontanément ou après cross-linking. L'implantation pourra être phaque ou pseudophaque 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. L'implantation intra-oculaire s'adresse essentiellement à des kératocônes peu évolués, associés à une myopie forte et uniquement si la réfraction est accessible.

4.4 Epikératoplastie :

Rarement, une kératoplastie non-pénétrante, appelée « épikératoplastie » peut être effectuée dans le cas d'un kératocône. L'épithélium cornéen du patient est enlevé et un lenticule de la cornée du donneur est greffé au-dessus. Le procédé est plus complexe et est moins fréquemment exécuté qu'une kératoplastie transfixiante car les résultats sont généralement moins favorables. L'épikératoplastie peut cependant être perçue comme option dans un certain nombre de cas, en particulier pour des raisons professionnelles ou chez les patients trisomiques [133].

4.5 Transplantation de la membrane de Bowman :

Puisque l'atteinte histologique prédomine au niveau de la couche de Bowman, des auteurs ont proposés une nouvelle option chirurgicale dans laquelle seule la couche de Bowman est remplacée pour éviter les facteurs de risque liés à PK et DALK. Bien que le positionnement d'une couche Bowman donneuse isolée sur une cornée kératocônique est difficile à obtenir techniquement car la fine couche de Bowman donneuse ne peut pas être fixé avec des sutures ou des colles actuellement disponibles. Van Dijk et al [134], ont choisi de la placer à l'intérieur du stroma ce qui a montré une Stabilisation avec régression de l'éctasie cornéenne.

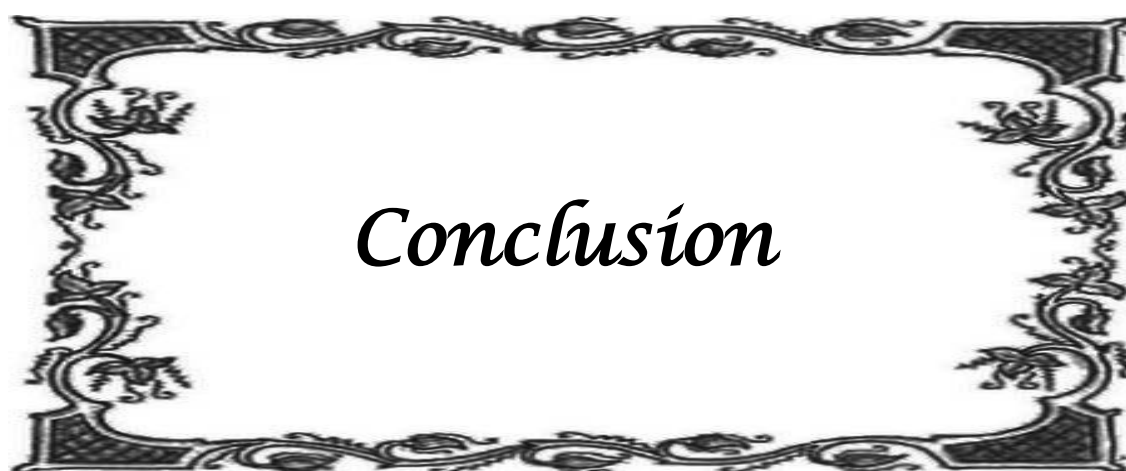
VI. RETENTISSEMENT DE LA MALADIE :

Une évaluation de la qualité de vie des patients jeunes atteints de kératocône au Japon [135], a identifié des scores de qualité de vie très bas, liés à une anxiété en rapport avec la progression de la maladie mais aussi à la possibilité éventuelle d'une chirurgie oculaire.

L'impact ressenti dans la vie professionnelle, sociale et personnelle a été considéré comme gênant pour 30,2% dans la série de la SFOALC [25] et 40% dans celle du group CLEK [136], dans notre série 18% des patients ont arrêtés leurs cursus éducationnel ou fonctionnel à cause de la perte de vue.

Il a été constaté aussi que les femmes se plaignent plus souvent que les hommes de leur qualité visuelle et de la sensation de sécheresse oculaire, essentiellement les plus âgées d'entre elles [137].

Tout ceci doit inciter l'adaptateur à effectuer une adaptation non seulement parfaite techniquement, mais aussi compatible au mieux avec la qualité de vie des patients.



Conclusion

Le kératocône est une pathologie du sujet jeune, qui a un impact non négligeable sur la vie personnelle, sociale, et professionnelle.

La topographie est un examen clé, qui permet à la fois le dépistage, le diagnostique et le suivi de cette pathologie.

Tout astigmatisme irrégulier évolutif chez un enfant doit bénéficier d'une topographie cornéenne.

La prise en charge des patients kératocôniques repose sur la correction optique par les lunettes dans les formes débutantes, puis par lentilles de contact et enfin par la chirurgie quand la maladie kératocônique conduit à une opacification centrale de la cornée ou à un amincissement important, ou quand la correction par lentilles ne donne pas des résultats satisfaisants et ceci après plusieurs tentatives.

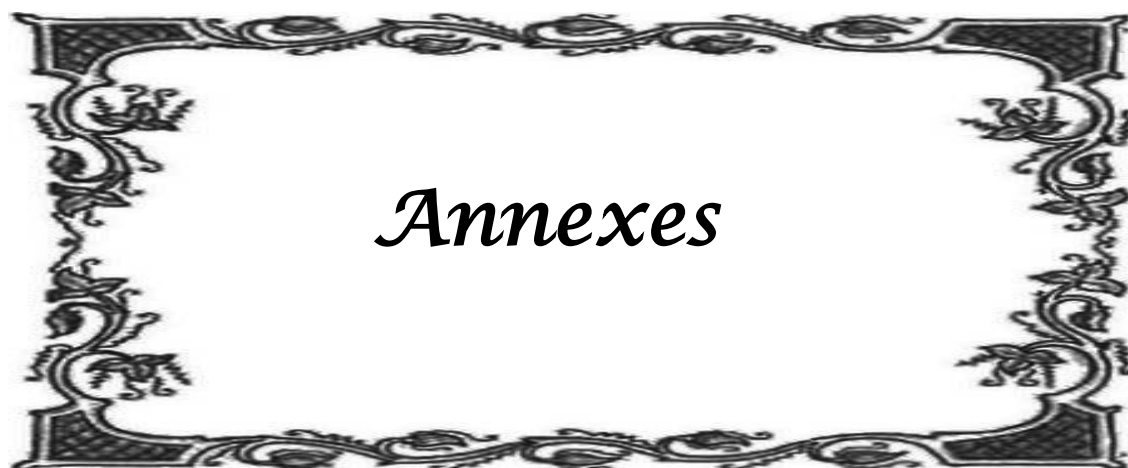
D'autres alternatives thérapeutiques, peuvent retarder le recours à la greffe. En effet le crosslinking du collagène cornéen garde une place primordiale dans la prise en charge du kératocône du sujet jeune et évolutif et les anneaux intra-cornéens sont indiqués en cas d'intolérance aux lentilles.

La greffe doit rester le dernier recours. Et l'espoir et de ne plus greffer les patients kératocôniques.

Dans notre contexte, les patients consultent à un stade tardif ou la seule option thérapeutique possible est la greffe de cornée.

Malgré que les résultats de la greffe soient largement satisfaisants dans notre série, nous restons limités par un problème majeur de disponibilité du greffon, et le délai entre l'inscription du malade sur la liste d'attente et la greffe peut être important.

Par conséquent, il faudrait sans cesse sensibiliser la population sur l'importance et le bénéfice du don d'organe et inciter les autorités à faciliter sa procédure.



Annexes

Tracé et profil épidémiologique thérapeutique et évolutif du kératocône

Fiche d'exploitation

Numéro d'ordre :.....

Date:...../..... /.....

Identité

Nom et prénom :

Age :

Sexe : M F

Origine :

Motif de consultation :

Antécédents :

-Oculaires :

Porteurs de correction optique {
lunettes : oui non
Lentilles : souples rigides

Autres :

Allergie oculaire : oui non

Sécheresse oculaire : oui non

Cataracte : oui non

Autres :

-Généraux : Trisomie 21 : oui non
Marfan : oui non
Elastopathies : oui non
HTA : oui non
Diabète : oui non
Autres :

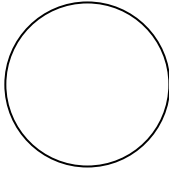
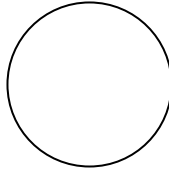
-Familiaux :

Consanguinité : oui non
Cas similaire dans la famille : oui non
Autres :-----

Signes fonctionnels :

Baisse de l'acuité visuelle : oui non
Flou de la vision : oui non
Photophobie : oui non
Prurit oculaire : oui non
Sensation de douleur : oui non
Autres :-----

Signes physiques :

	OD	OG
Acuité visuelle		
Réfraction antérieure		
kératométrie		
Tonus oculaire		
Examen des annexes -paupières -conjonctives -strabisme -signe de Munson		
Examen de la cornée -neovaisseaux -stries de Vogt -anneau de Fleischer -opacité		
Chambre antérieure :		
Cristallin		
Fond d'œil		

Conclusion : - stade du kératocône : OD :

OG :

Examens complémentaires :

Topographie cornéenne : K1 : K2 : astigmatisme :

centré

excentré

Pachymétrie : OD :

OG :

Microscopie spéculaire :

Echographie oculaire :

OCT

Traitement :

Médical :

Lunettes de vue :

Lentilles : LRPG

Hybrides

Piggyback

Sclérales

Chirurgical :

Crosslinking:

Anneaux intra cornéens :

Greffe de la cornée : Transfixiante

Lamellaire antérieure

Autres :

Evolution :

Lentilles :

Control à 6 mois :

1 ans :

2 ans :

Crosslinking :

Topographie initiale : K1 : K2 : astigmatisme :

À 1 ans : K1 : K2 : astigmatisme :

À 2 ans : K1 : K2 : astigmatisme :

Anneaux intra-cornéens :

Control à 6 mois :

1 ans :

2 ans :

Grefe de cornée :

Control à 6 mois :

1 ans :

2 ans :

Annexe II

Conseils pratiques aux porteurs de lentilles :

Schématiquement, les étapes à suivre sont (Figure 56):

- 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 par une serviette en papier jetable.

28% des porteurs posent et 43% retirent leurs lentilles sans lavage des mains.

- 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 (si possible à distance de zone humide).



Figure 56: Les étapes à suivre de la pose au retrait de la lentille de contact

1 : Lavage des mains

2 : Pose de la lentille après un rinçage rapide

3 : Massage et rinçage de la lentille après son retrait

4 : Remettre la lentille dans son étui vide

5 : Décontamination - trempage de la lentille dans la solution d'entretien

Annexe III

PRISE EN CHARGE ACTUELLE DU KERATOCONE [122]

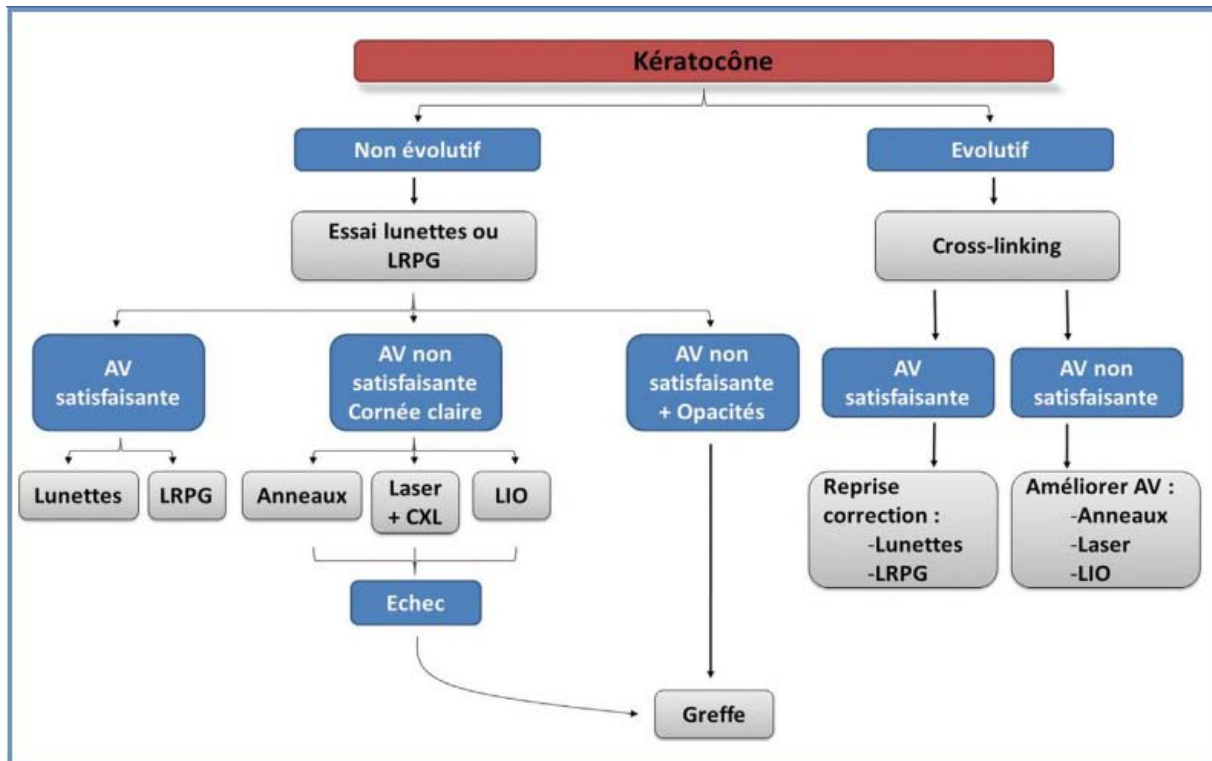


Figure 57 : Arbre décisionnel simplifié. Le premier élément à rechercher est l'évolutivité du kératocône pour indiquer ou pas le crosslinking. La réhabilitation visuelle passe par un moyen optique, lentilles notamment, le plus longtemps possible puis, en cas d'échec, par un moyen chirurgical indiqué au cas par cas. La greffe de cornée reste le traitement de dernière intention. LRPG : lentilles rigides perméables au gaz ; AV : acuité visuelle ; CXL : cross-linking ; LIO : lentille intra-oculaire



RÉSUMÉS

RESUME

Le kératocône est une dystrophie cornéenne qui résulte d'un amincissement localisé et d'une ectasie de la cornée. Il est le plus souvent bilatéral et d'évolution lentement progressive. Le but de notre travail est de rapporter notre expérience en matière de prise en charge du kératocône.

C'est une étude rétro et prospective portant sur 200 yeux suivis pour kératocône, au CHU Med VI de MARRAKECH entre 2009 et 2015.

Cent dix patients sont colligés au cours de cette période, avec une légère prédominance féminine (Sexe ratio : 1,27) ; l'âge moyen des patients était de 26 ans [12-47] ; le 1/4 des patients présentaient une conjonctivite allergique dans les antécédents. Le kératocône était bilatéral chez 90 patients, portant le nombre d'yeux atteints à 200. L'acuité visuelle initiale était inférieure à 1/10 chez 55% des yeux. La réfraction réalisée chez tous les patients a montré que 40% des yeux avaient une mesure impossible et 120 yeux (60%) avaient un astigmatisme myopique irrégulier avec une valeur moyenne de -5,67 dioptrie. La valeur de la kératométrie moyenne était de 54,87 dioptries. L'examen à la lampe à fente a mis en évidence une ectasie cornéenne dans 85% des yeux atteintes, l'anneau de Fleischer dans 66%, les stries de Vogt dans 57% et les opacités cornéennes observées dans 35%. La topographie spéculaire était réalisée chez 60% alors que la topographie d'élévation n'a pu être réalisée que chez 40% des yeux.

Plus que le 1/3 des patients étaient aux stades IV (35%) suivi par le stade II (33,5%) selon la classification d'Amsler.

Le traitement optique par lunettes a été proposé à 11 yeux. 108 yeux ont été équipés par des lentilles de contact dont 80,17% étaient rigides perméables à l'oxygène, 94% des yeux ont obtenu une acuité visuelle > 5/10 dont 79% étaient supérieure à 7/10, sans aucune complication observée dans 78,7% des yeux adaptés. 8 yeux ont été traités par crosslinking, avec une moyenne de la meilleure acuité visuelle corrigée de 7,75/10 et stabilisation du kératocône chez

tous ces patients. Et 66 yeux ont bénéficié d'une kératoplastie dans notre étude dont 5% étaient lamellaire avec de bonnes suites postopératoires et un résultat fonctionnel satisfaisant.

Les résultats de notre étude sont comparables à ceux rapportés dans la littérature en termes d'épidémiologie, clinique et résultats thérapeutiques. Le développement de la greffe de cornée dans notre contexte a permis certainement d'améliorer le pronostic de beaucoup de patients porteurs de kératocône avancé.

Le développement de nouvelles techniques thérapeutiques (Cross-linking, anneaux intracornéens et greffe lamellaire) permettra d'obtenir des résultats thérapeutiques meilleurs dans l'avenir.

Abstract

Keratoconus is a corneal dystrophy resulting from a localized thinning and ectasia of the cornea. It is Most often bilateral disease with slowly progressive evolution. The aim of our work is to report our experience in the management of keratoconus.

It is a retrospective and prospective study of 200 eyes followed for keratoconus at CHU Mohammed VI of MARRAKECH between 2009 and 2015.

One hundred and ten patients were collected during this period, with a slight female predominance (Sex ratio: 1.27); the mean age of patients was 26 years [12-47]; one fourth of patients had allergic conjunctivitis in past medical history. Keratoconus was bilateral in 90 patients, bringing the number of eyes with keratoconus to 200. Visual acuity was less than 1/10 in 55% of the eyes. Refraction performed in all patients showed that 40% of the eyes had an impossible measure and 120 eyes (60%) had irregular myopic astigmatism with an average value of -5.67 diopters; the mean keratometry value was 54.87 diopters. The slit lamp examination revealed corneal ectasia in 85%, Fleischer's ring in 66%, Vogt striae in 57%, and corneal opacities were observed in 35% of the affected eyes. The specular topography was carried out in 60% of the eyes whereas the topography of elevation could only be achieved in 40%.

More than 1/3 of patients were in stage IV (35%) followed by stage II (33.5%) according to the Amsler classification.

Processing optical glasses was proposed to 11 eyes, 108 eyes were equipped by contact lenses of which 80.17% were rigid permeable to oxygen, 94% of eyes achieved a visual acuity > 5/10 of which 79% were greater than 7/10, without any complications in 78.7% of the adapted eyes. 8 eyes were treated by crosslinking, with an average of the best corrected visual acuity of 7.75 / 10 and stabilization of the keratoconus in all these patients. And 66 eyes had keratoplasty in our study of which 5% were lamellar with good postoperative results and a satisfactory functional result.

The results of our study are comparable to those reported in the literature in terms of epidemiology, clinical and therapeutic results. The development of the corneal transplant in our context has certainly improved the prognosis of many patients with advanced keratoconus.

The development of new therapeutic techniques (Cross-linking, intra-corneal rings and lamellar graft) will yield better outcomes in the future.

ملخص

مرض القرنية المخروطية هو عبارة عن ضمور للقرنية ناجم عن ترققها وتقعورها. هذا المرض يؤثر على كلتا العينين في معظم الأحيان ويتطور ببطء تدريجي. الهدف من دراستنا هو استعراض خبرة مصلحة أمراض العيون بمراكش في مجال علاج القرنية المخروطية.

هذا العمل عبارة عن سلسلة استشرافية واستطلاعية همت 200 عين متابعة من اجل القرنية المخروطية بالمركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش خلال الفترة الممتدة من 2009 الى 2015. تم احصاء مائة وعشرة مرضى خلال هذه الفترة، مع غالبية طفيفة للنساء (النسبة بين الجنسين: 1.27)؛ كان متوسط عمر المرضى هو 26 سنة [12-47]، ربع المرضى لديهم حساسية مسبقة للملحمة. القرنية المخروطية الثنائية (اصابة العينين معا) سجلت لدى 90 مريضا ليرتفع بذلك عدد العيون المريضة الى 200.

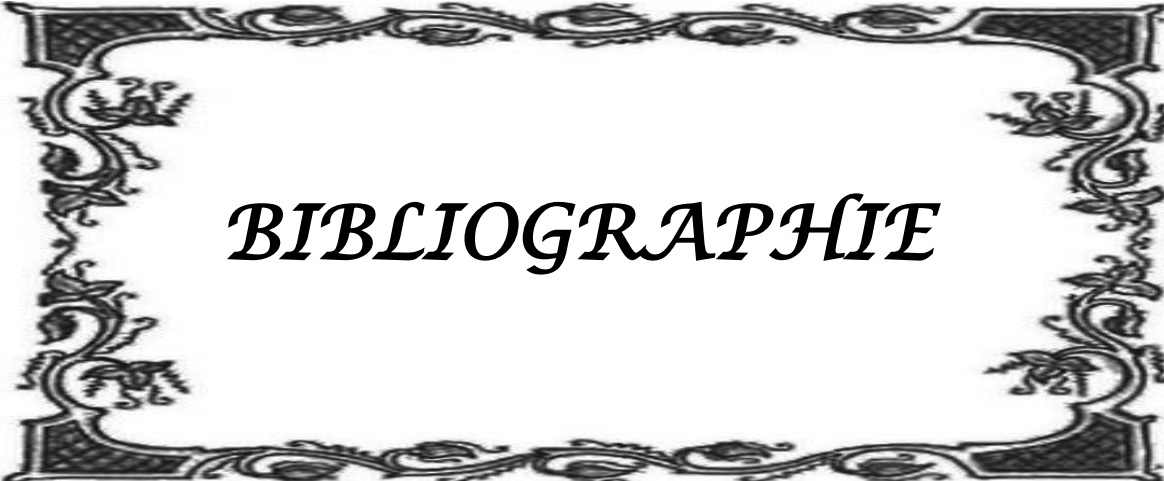
حدة البصر الأولية كانت أقل من 1/10 لدى 55% من العيون. وأظهر فحص الانكسار الذي أجري لجميع المرضى أن 40% من العيون كان مستحيلا قياسها وان 120 عين (60%) لديها عدم انتظام اللانقطية مع قصر النظر وقيمتها المتوسطة (-5.67) ديوبتر. وبلغت قيمة قوة القرنية المتوسطة 54.87 ديوبتر. الفحص في المصباح الشقي أظهر توسع القرنية في 85% من الاعين، خاتم فلايشر في 66%، شقوق فوجت في 57% و عتامة القرنية التي لوحظت في 35% من الاعين. اجرت 60% من العيون المصابة طبوغرافيا منظارية بينما اجرت 40% من العيون طبوغرافيا الارتفاع.

أكثر من ثلث المرضى كانوا في المرحلة الرابعة من المرض (35%) تليها المرحلة الثانية (33.5%) وفقا لتصنيف "أمسلر".

تم اقتراح النظارات البصرية لمعالجة 11 عين. وتمت معالجة 108 من العيون بارتداء العدسات اللاصقة من صنف الصلبة ذات نفاذية عالية للاكسجين في 80.17% من الحالات، وقد لوحظ تحسن في حدة البصر حيث اصبحت تفوق (5/10) لدى 94% من هؤلاء المرضى، وتفوق 7/10 لدى 79% منهم، من دون أي مضاعفات في 78.7% من العيون. تم علاج 8 عيون بواسطة الكروسليينكين بمعدل أفضل حدة البصر تم تصحيحها يساوي 7,75/10 واستقرار القرنية المخروطية لدى جميع المرضى. كما خضعت 66 عين في دراستنا لزراعة القرنية، 5% منها طبقاتية، مع نتائج ما بعد الجراحة جيدة ونتائج وظيفية مرضية.

نتائج دراستنا هي مماثلة لتلك التي ذكرت في المراجع الطبية من حيث الواجه الباثية، السريرية والنتائج العلاجية. تطور زراعة القرنية في سياقنا قد مكن بالتأكيد من تحسين وضعية الكثير من المرضى الذين يعانون من القرنية المخروطية المتقدمة.

إن تطوير تقنيات علاجية جديدة (ربط نسيج القرنية بالربيوغرافين، حلقات داخل القرنية والزراعة الطبقاتية) سيحقق نتائج علاجية أفضل في المستقبل.



BIBLIOGRAPHIE

1. **Krachmer JH, RS Feder, Belin MW.**
Keratoconus and related non inflammatory corneal thinning disorders.
Surv Ophthalmol, 1984;28:293-322.
2. **Fournié P, Touboul D, Arné JL, Colin J, Malecaze F.**
Kératocône.
EMC Ophtalmologie 2013;10(1):1-15.
3. **Rabinowitz YS.**
The genetics of keratoconus.
Ophthalmol Clin North Am 2003;16:607-20.
4. **Amsler M.**
Kératocône classique et kératocône fruste:arguments unitaires.
Ophthalmologica 1946;111:96.
5. **El Mazouni Z.**
Kératocône : Etude prospective à propos de 30 patients opérés.
Thèse de doctorat de médecine. Faculté de Rabat Année 2006. Numéro 386.
6. **Khan MD, Kundi N, Saeed N et al.**
Incidence of keratoconus in spring catarrh.
Br J Ophthalmol,1988 ; 72 : 41-43.
7. **Fick AE**
A contact-lens.
Arch Ophtalmol 1988; 106: 1373-1377.
8. **Kalt E**
keratoconus, and the contact lens.
Optom Vis Sci 1989 ;66(9):643-6.
9. **Arné JL.**
Kératocône.
EMC-Ophtalmologie 2 2005. Pages: 252-263.
10. **Lemosson C, Renard G.**
Anatomie et histologie de l'œil.
Edition masson 1982 p. 102-103.

11. **Rocher N.**
Anatomie et physiologie de l'œil humain.
Soins 2010 ;744: 30-1.
12. **Renard .G, Dighiero .P, Ellies .P, Thông Than Trong;**
La cornée.
EMC, éditions scientifiques et médicales Elsevier, 2001.
13. **Riga D.**
L'épithélium cornéen.
Masson 1993, p8.
14. **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.
15. **Rigal D, Verneil, Paul C.**
EMC Ophtalmologie 2005 ;2:114-115.
16. **Renard .G, Lemasson .C, Sarraux H ;**
Anatomie de l'oeil et de ses annexes.
Paris: édition Masson et Cie, 2001.
17. **Nishida .T, Krachmer JH, Mannis MJ;**
Cornea;
St Louis édition Mosby, 1997.
18. **Borderie V, Touzeau D, Bourcier T, Laroche L.**
Physiologie de la cornée.
EMC Ophtalmologie 2005;2:103-117.
19. **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.
20. **TAKAHASHI. A. NAKAYASUK.**
Quantitative analysis of collagen fiber in Kératoconus.
Nippon Ganka Zasshi, 1990; 94 : 1068-1073.

21. **POLOCK. FM.**
Contribution of electron microscopy of the study of corneal pathologi.
Surv Ophtalm., 1976; 201 : 375–414.
22. **Rabinowitz YS.**
Keratoconus.
Surv Ophthalmol. févr 1998;42(4):297–319.
23. **ARNE JL.**
Kératocône.
EMC Ophtalmologie, 2005 ; 2 : 104–105.
24. **POULIQUEN. Y, GROF B, KOZOK Y et coll.**
Etude histologique.
Archives d'Ophtalmologie, Paris, 1970, 30, 498.
25. **Malet F.**
Enquête de la Société Française des Ophtalmologistes Adaptateurs en lentilles de contact sur le kératocône.
Rapport SFO 2009 : Les lentilles de contact.
26. **Zadnik K, Barr JT, Gordon MO, Edrington TB.**
Biomicroscopic signs and disease severity in keratoconus. Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study Group.
Cornea 1996;15:139–146.
27. **Schmitt PT, Simonpoli S, Colin J.**
Kératocône : corrélations clinico-topographiques évaluées par l'Orbscan.
J Fr. Ophtalmol 2006; 29, 9:1001–1011.
28. **Weed KH, MacEwen CJ, Giles T, Low J, McGhee CN.**
The Dundee University
Scottish Keratoconus study: demographics, corneal signs, associated diseases, and eye rubbing.
Eye (Lond). 2008 Apr;22(4):534–41.
29. **Khor WB, Wei RH, Lim L, Chan CM, Tan DT.**
Keratoconus in Asians: demographics, clinical characteristics and visual function in a hospital-based population.
Clin Exp Ophthalmol. 2011 May-Jun;39(4):299–307.

30. **Naderan M, Shoar S, Rezagholizadeh F, Zolfaghari M, Naderan M.**
Characteristics and associations of keratoconus patients.
Cont Lens Anterior Eye. 2015 Jun;38(3):199–205.
31. **Al-Yousuf N, Mavrikakis I, Mavrikakis E, Daya S.**
Penetrating keratoplasty: indications over a 10 year period.
Br J Ophthalmol 2004; 88(8): 998–1001.
32. **Assiri AA, Yousuf BI, Quantock AJ, Murphy PJ.**
Incidence and severity of keratoconus in Asir province, Saudi Arabia.
Br J Ophthalmol. 2005 Nov;89(11):1403–6.
33. **Visser ES, Wisse RP, Soeters N, Imhof SM, Van der Lelij A.**
Objective and subjective evaluation of
the performance of medical contact lenses fitted using a contact lens selection algorithm.
Cont Lens Anterior Eye. 2016 Aug;39(4):298–306.
34. **McMonnies CW, Boneham GC.**
Keratoconus, allergy, itch, eye-rubbing and hand dominance.
Clinical & experimental optometry : journal of the Australian Optometrical Association
2003;86:376–384.
35. **Shneor E, Millodot M, Blumberg S, Ortenberg I, Behrman S, Gordon-Shaag A.**
Characteristics of 244 patients with keratoconus seen in an optometric contact lens
practice.
Clin Exp Optom. 2013 Mar;96(2):219–24.
36. **Kuo IC, Broman A, Pirouzmanesh A, et al.**
Is there an association between diabetes and keratoconus?
Ophthalmology. 2006;113:184–190.
37. **Kosker M, Suri K, Hammersmith KM, Nassef AH, Nagra PK, Rapuano CJ.**
Another look at the association between diabetes and keratoconus.
Cornea. 2014 Aug;33(8):774–9.
38. **Seiler T, Huhle S, Spoerl E, et al.**
Manifest diabetes and keratoconus: a retrospective case-control study.
Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2000;238:822–825.

39. **Compichi et Haye.**
Le kératocône.
Rapport annuel de la société d'ophtalmologie de Paris 1962. Numéro spécial. Numéro 4Bis.
40. **FLORENCE MALET-PR SALAMON.**
Extrait du rapport de SFO ALC 2003.
41. **Lim N, Vogt U.**
Characteristics and functional outcomes of 130 patients with keratoconus attending a specialist contact lens clinic.
Eye (Lond). 2002 Jan;16(1):54-9.
42. **Lass JH, Lembach RG, Park SB, Hom DL, Fritz ME, Svilar GM, Nuamah IF, Reinhart WJ, Stocker EG, Keates RH, et al.**
Clinical management of keratoconus. A multicenter analysis.
Ophthalmology. 1990 Apr;97(4):433-45.
43. **Bariah Mohd-Ali, Mustafa Abdu, Choong Yean Yaw, Norhani Mohidin.** Clinical characteristics of keratoconus patients in Malaysia: a review from a cornea specialist centre.
Journal of Optometry (2012) 5, 38-42.
44. **Weed KH, Macewen CJ, McGhee CN.**
The Dundee University Scottish Keratoconus Study II: a prospective study of optical and surgical correction.
Ophthalmic Physiol Opt. 2007 Nov;27(6):561-7.
45. **Martínez-Abad A, Piñero DP, Ruiz-Fortes P, Artola A.**
Evaluation of the diagnostic ability of vector parameters characterizing the corneal astigmatism and regularity in clinical and subclinical keratoconus.
Cont Lens Anterior Eye. 2016 Dec 5. pii: S1367-0484(16)30186-2.
46. **Agrawal VB.**
Characteristics of keratoconus patients at a tertiary eye center in India.
J Ophthalmic Vis Res. 2011 Apr;6(2):87-91.
47. **Toprak I, Yaylalı V, Yildirim C.**
A combination of topographic and pachymetric parameters in keratoconus diagnosis.
Cont Lens Anterior Eye. 2015 Oct;38(5):357-62.

48. **Touzeau O, Scheer S, Allouch C, Borderie V, Laroche L.**
Relation entre le kératocône et la myopie axiale.
J Fr. Ophthalmol., 2004; 27, 7, 765-771.
49. **Delgado S, Velazco J, Delgado Pelayo RM, Ruiz-Quintero N.**
Correlation of higher order aberrations in anterior corneal surface and degree of keratoconus measured with a Scheimpflug camera.
Arch Soc Esp Ophthalmol. 2016 Jul;91(7):316-9.
50. **Mas-Aixala E, Gispets J, Lupón N, Cardona G.**
The variability of corneal and anterior segment parameters in keratoconus.
Cont Lens Anterior Eye. 2016 Dec;39(6):466-470.
51. **Kamiya K, Ishii R, Shimizu K, Igarashi A.**
Evaluation of corneal elevation, pachymetry and keratometry in keratoconic eyes with respect to the stage of Amsler-Krumeich classification.
Br J Ophthalmol 2014;98:459-63.
52. **Efran N**
Contact lens-induced changes in the anterior eye as observed in vivo with the confocal microscope
Prog Ret Eye Res, 26: 398-436.
53. **Krumeich JH, Daniel J, Knulle A.**
Live-epikeratophakia for keratoconus.
Journal of cataract and refractive surgery 1998;24:456-463.
54. **RABINOWITZ YS., YANG H., AKKINA J et al.**
Videokeratography of normal human corneas.
Br J Ophthalmol 1996; 80: 610-616.
55. **Romero-Jiménez M, Santodomingo-Rubido J, Flores-Rodríguez P, González-Méijome JM.**
Short-term corneal changes with gas-permeable contact lens wear in keratoconus subjects: A comparison of two fitting approaches.
J Optom. 2015 Jan-Mar;8(1):48-55.
56. **Nilsson M, Miller W, Cerviño A, Bergmanson JP, Brautaset RL**
Evaluation of the anterior chamber angle in keratoconus and normal subjects.
Contact Lens & Anterior Eye 38 (2015) 277-282.

57. **D.P. Pinero, J.L. Alio, A. Aleson, M. Escaf Vergara, M. Miranda.**
Corneal volume, pachymetry, and correlation of anterior and posterior corneal shape in subclinical and different stages of clinical keratoconus.
J. Cataract Refract. Surg. 36 (2010) 814-825.
58. **D.P. Piñero, J.C. Nieto, A. Lopez-Miguel,**
Characterization of corneal structure in keratoconus,
J. Cataract. Refract. Surg. 38 (2012) 2167-2183.
59. **O.O. Ucakhan, V. Cetinkor, M. Ozkan, A. Kanpolat,**
Evaluation of Scheimpflug imaging parameters in subclinical keratoconus, keratoconus, and normal eyes,
J. Cataract Refract. Surg. 37 (2011) 1116-1124.
60. **Rosenblatt F.**
Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms.
Spartan, Washington., 1962. Pdf
61. **Mous A, Mostafi M.**
Reconnaissance des données kératocône par une méthode intelligente.
Faculté de Technologie. Département de Génie électrique et Electronique. Laboratoire de Recherche de Génie Biomédical. Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen Année 2013.
62. **Lazreg S, Mesplié N, Praud D, Delcourt C, Kamoun H, Chahbi M, Leoni-Mesplié S, Smadja D, Trattler W, Touboul D, Colin J.**
Comparison of corneal thickness and biomechanical properties between North African and French patients.
J Cataract Refract Surg. 2013 Mar;39(3):425-30.
63. **Sandali O, El Sanharawi M, Temstet C et al.**
Fourier-Domain optical coherence tomography imaging in keratoconus: a corneal structural classification.
Ophthalmology, 2013;120:2403-2412.
64. **Touboul D, Robert C.J**
Correlations between corneal hysteresis, intraocular pressure and corneal central pachymetry
J cataract Refract surgery, 34:616-22.
65. **N. Mesplié**
Dépistage aberrométrique du kératocône
Jr Fr Ophtalmol 2011, 34:547-556.

66. **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.
67. **Szczotka, L. B., Barr, J. T. and Zadnik, K.**
(2001) A summary of the findings from the collaborative longitudinal evaluation of keratoconus (CLEK) study.
Optometry 72, 574-585.
68. **Fatima T, Acharya MC, Mathur U, Barua P.**
Demographic profile and visual rehabilitation of patients with keratoconus attending contact lens clinic at a tertiary eye care centre. *Cont Lens Anterior Eye.* 2010 Feb;33(1):19-22.
69. **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.
70. **Fernandez-Velazquez FJ.**
Kerasoft IC compared to Rose-K in the management of corneal ectasias.
Cont Lens Anterior Eye 2012;35:175-179.
71. **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.
72. **Ozkurt YB, Sengor T, Kurna S, et al.**
Rose K contact lens fitting for keratoconus.
Int Ophthalmol 2008;28:395-398.
73. **Abdalla YF, Elsahn AF, Hammersmith KM, et al.**
SynergEyes lenses for keratoconus.
Cornea 2010;29:5-8.
74. **Sengor T, Kurna SA, Aki S, et al.**
High Dk piggyback contact lens system for contact lens-intolerant keratoconus patients.
Clin Ophthalmol 2011;5: 331-335.

75. **Dana MR, Putz JL, Viana MAG et al.**
Contact lens failure in keratoconus management.
Ophthalmology 1992; **99**: 1187–1192.
76. **Crews, M. J., Driebe, W. T. and Stern, G. A.**
(1994) The clinical management of keratoconus: a 6 year retrospective study.
CLAO 20, 194–197.
77. **LEBETOULLE M.**
Alternative à la greffe pour le kératocône.
CHU Le Kremlin Bicêtre.
78. **Fournié P, Touboul D, Arné JL, Colin J, Malecaze F.**
Kératocône.
Journal français d'ophtalmologie (2013) 36, 618–626.
79. **Angelis F, Rateau J, Destrieux C, Patat F, Pisella JP.**
Facteurs prédictifs de bonne réponse au crosslinking d'un kératocône évolutif : résultats réfractifs et topographiques à un an postopératoire.
Journal français d'ophtalmologie (2015) 38, 595–606.
80. **Vinciguerra P, Albè E, Trazza S, Rosetta P, Vinciguerra R, Seiler T, Epstein D.**
Refractive, topographic, tomographic, and aberrometric analysis of keratoconic eyes undergoing corneal cross-linking.
Ophthalmology. 2009 Mar;116(3):369–78.
81. **Bernardo M, Capasso L, Lanza M, Tortori A, Iaccarino S, Cennamo M, Borrelli M, Rosa N.**
Longterm results of corneal collagen crosslinking for progressive keratoconus. *J Optom. 2015 Jul-Sep;8(3):180–6.*
82. **Raiskup-Wolf F, Hoyer A, Spoerl E, Pillunat LE.**
Collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in keratoconus: long-term results. *J Cataract Refract Surg 2008;34:796–801.*
83. **Hersh PS, Greenstein SA, Fry KL.**
Corneal collagen crosslinking for keratoconus and corneal ectasia: one-year results. *J Cataract Refract Surg 2011;37:149–60.*

- 84. Wittig-Silva C, et al.**
A randomized, controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: three-year results.
Ophthalmology 2014;121:812–21
- 85. Poli M, Cornut PL, Balmitgere T, Aptel F, Janin H, Burillon C.**
Prospective study of corneal collagen cross-linking efficacy and tolerance in the treatment of keratoconus and corneal ectasia: 3-year results.
Cornea 2013;32:583–90.
- 86. Goldich Y, Barkana Y, Wussuku Lior O, Marcovich AL, Hirsh A, Avni I, et al.**
Corneal collagen cross-linking for the treatment of progressive keratoconus: 3-year prospective outcome.
Can J Ophthalmol 2014;49:54–9.
- 87. Fournié P, Touboul D, Arné JL, Colin J, Malecaze F.**
Kératocône.
Journal français d'ophtalmologie (2013) **36**, 618–626.
- 88. COLIN J, SIMANPOLI S.**
Kératocône : options chirurgicales actuelles.
Journal Français d'Ophtalmologie, Masson Paris, 2005 ; 28 (2) : 205–217.
- 89. Hirschberg T, Haugwitz V.**
History of ophthalmology. 1991 ; 1 1 3.
- 90. Sagnières H, Doat M, Girard A, Legeais J.-M, Renard G, Bourges JL.**
Acuité visuelle un et deux ans après kératoplastie transfixiante pour kératocône.
J Fr. Ophtalmol., 2007; 30, 5, 465-473.
- 91. Kelly TL, Williams KA, Coster DJ.**
Corneal transplantation for keratoconus: a registry study.
Arch Ophthalmol. 2011 Jun;129(6):691–7.
- 92. Jonas JB, Rank RM, Budde WM.**
Visual outcome after allogenic penetrating keratoplasty.
Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2002;240: 302–7.
- 93. Muraine M, Sanchez C, Watt L, Retout A, Brasseur G.**
Long-term results of penetrating keratoplasty. A 10-year-plus retrospective study.

- Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2003;241:571–6.
94. **Silbiger JS, Cohen EJ, Laibson PR.**
The rate of visual recovery after penetrating keratoplasty for keratoconus. *CLAO J* 1996;22:266–9.
95. **Brierly SC, Isquierdo L, Mannis MJ.**
Penetrating keratoplasty for keratoconus.
Cornea 2000;19:329–32.
96. **Lim L, Pesudovs K, Coster DJ.**
Penetrating keratoplasty for keratoconus: visual outcome and success.
Am Acad Ophthalmol 2000; 107:1125–75.
97. **Geerards AJM, Vreugdenhil W, Khazen A.**
Incidence of rigid gaspermeable contact lens wear after keratoplasty for keratoconus.
Eye Contact Lens 2006;32:207–10.
98. **Szczotka F.L, McMahon T.T, Lass J.H, Sugar J, Weissman B.A, Stiegemeier M.J, Reinhart W.J.**
Late-stage progressive corneal astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus.
Eye Contact Lens. 2004; 30:105 — 110.
99. **Javadi MA, Motlagh BF, Jafarinasab MR, Rabbanikhah Z, Anissian A, Souri H, Yazdani S.**
Outcomes of penetrating keratoplasty in keratoconus.
Cornea. 2005 ;24: 941–946.
100. **Sang J, Won Ryan W, Mee Kam M.**
The Effect of Different Suturing Techniques on Astigmatism after Penetrating Keratoplasty.
J Korean Med Sci 2008; 23: 1015–9.
101. **Touzeau O, Scheer S, Allouch C, Boourcier T, Laroche L.**
Les modifications réfractives et topographiques induites par l'ablation des sutures des KT.
J FR Ophthalmol 2001; 24:692–703.
102. **Geoffrey C, Tabin M.D, Gurung D, Govinda P.**
Penetrating Keratoplasty in Népal
Cornea .2004; 23: 289–296.
103. **Elhannati R.**
Les greffes de corne (A propos de 80 cas).
Thèse de doctorat de médecine. Faculté de Fès. Année 2012. Numéro 137.

- 104. Dolorico A, Tayyani R, Hung V, Ronald N .**
Short term and Longterm Visual and Astigmatic Results of an Opposing 10-0 Nylon Double Running Suture Technique for Penetrating Keratoplasty.
J Am Coll Surg 2003;197:991-999
- 105. Solano JM, Hodge DO, Bourne WM.**
Keratometric astigmatism after suture removal in penetrating keratoplasty: double running versus single running suture techniques.
Cornea 2003; 22:716-720.
- 106. SZENTMÁRY N, SEITZ B, LANGENBUCHER A, GOTTFRIED O.**
Repeat Keratoplasty for Correction of High or Irregular Postkeratoplasty Astigmatism in Clear Corneal Grafts.
Am J Ophthalmol 2005;139:826-830.
- 107. Borderie VM, Scheer S, Touzeau O, Védie F, Carvajal-Gonzalez S, Laroche L.**
Donor corneal tissue selection before penetrating keratoplasty.
Br J Ophthalmol 1998 ; 82 : 382-388
- 108. Brightbill FS.**
Corneal surgery. Theory, technique and tissue.
Saint-Louis : Mosby Company, 1993
- 109. Leibowitz HM, Moore TE.**
Keratoplasty. In : Corneal disorders. *Clinical diagnosis and management. Philadelphia :WB Saunders, 1998 : 842-869*
- 110. Lam S, Chandler JW, Sugar J, Edelhauser HF.**
External diseases: cornea, conjunctiva, sclera, eyelids, lacrymal system.
London :Mosby-Wolfe, 1995 : 2-12
- 111. Borderie V, Touzeau O, Bourcier T, Allouch C, Laroche L.**
Graft reepithelialization after penetrating keratoplasty using organ-cultured Donor tissue.
Ophthalmology, 2006; 113:2176-80.
- 112. Cheour M, Nasri H, Kamoun H, Lamloum H, Kasri A, Hamdi S, Kraïmen A.**
Les facteurs intervenant dans la réépithélialisation cornéenne après kératoplastie transfixiante
J Fr Ophtalmol 2008 ;31 :786-789.

- 113. Van Gelederen BE et al.**
Detection of herpes simplex virus type 1,2 and varicella zoster virus DNA in recipient corneal buttons.
Br J Ophthalmol 2000 84(11) :1238-43.
- 114. Borderie V, Delbosc B, Kantelip B, Laroche L.**
Le rejet d'allogreffe de cornée.
J Fr Ophtalmol 1998 ; 21 : 596-618
- 115. Paufique L, Sourdille GP, Offret G.**
Les greffes de la cornée.
Paris : Masson, 1948
- 116. Trigui A, Smaoui m, Masmoudi J, Mhiri W, Feki J.**
Le rejet de greffe de cornée : implication du donneur et de receveur.
J Fr Ophtalmol 2005 ; 28 :631-634.
- 117. Ferdinand L, Ngakeng V, Robert A.**
Corneal graft rejection in African Americans at Howard University Hospital
Saudi Journal of Ophthalmology (2011) 25, 285-289.
- 118. Nguyen NX, Seitz B, Langenbacher A, Wenkel H, Cursiefen C.**
Klinik und Therapie der Immunreaktionen nach perforierender Normalrisiko-Keratoplastik.
Klin Monatsbl Augenheilkd, 2004;221:467-72.
- 119. Donshik PC, Cavanagh HD, Boruchoff SA, Dohlman CH.**
Effect of bilateral and unilatéral grafts on the incidence of rejections in keratoconus.
American journal of Ophthalmology 1979; 87:823-826.
- 120. Thompson RW, Jr., Price MO, Bowers PJ, Price FW, Jr.**
Long-term graft survival after penetrating keratoplasty.
Ophthalmology, 2003;110:1396-402.
- 121. Arroyave C, Scott I, Murray T.**
Corneal graft survival and intraocular pressure after keratoplasty.
Am J Ophtalmol 1981;92:372-2.
- 122. Know Y et al.**
Long-term results of eyes with penetrating keratoplasty and glaucoma drainage tube implant.
Ophthalmology 2001; 108:1050-8

- 123. Seitz B, Langenbucher A, Nguyen NX, Kuchle M, Naumann GO.**
Longterm follow-up of intraocular pressure after penetrating keratoplasty for keratoconus and Fuchs' dystrophy: comparison of mechanical and Excimer laser trephination.
Cornea, 2002;21:368-73.
- 124. Adam H et al.**
Long-term Topical Steroid Treatment after Penetrating Keratoplasty in Patients with Pseudophakic Bullous Keratopathy
Ophthalmology 2009;116:2369-2372
- 125. Donshick PC, canavaugh HD, Dohlman GH.**
Posterior subcapsular cataracts induced by topical corticosteroid following keratoplasty for keratoconus.
Ann Ophtalmol 1981;13:29-32.
- 126. Kirkness CM, Ficker LA, Steele AD, Ri ce NS.**
The success of penetrating keratoplasty for keratoconus,
Eye, 1990; 4:673-688.
- 127. Aiello LP, Javitt JC, Canner JK.**
National outcomes of penetrating keratoplasty. Risks of endophthalmitis and retinal detachment.
Arch Ophthalmol, 1993;111:509-13.
- 128. Bechrakis N, Blom ML, Stark WJ, Green WR.**
Recurrent keratoconus.
Cornea,1994;13:73-7.
- 129. Colin J.**
La chirurgie réfractive des kératocônes.
J Fr Ophtalmol 2009;32(S1):154.
- 130. Kanellopoulos AJ.**
Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus.
J Refract Surg 2009;25:1034-7.

131. **Kymionis GD, Kontadakis GA, Kounis GA, Portaliou DM, Karavitaki AE, Magarakis M, et al.**
Simultaneous topography-guided PRK followed by corneal collagen cross-linking for keratoconus.
J Refract Surg 2009;25:S807–11.
132. **Stojanovic A, Zhang H, Chen X, Nitter TA, Chen S, Wang Q.**
Topography-guided transepithelial surface ablation followed by corneal collagen cross-linking performed in a single combined procedure for the treatment of keratoconus and pellucid marginal degeneration.
J Refract Surg 2010;26:145–52.
133. **M.D. Wagoner, S.D. Smith, W.J. Rademaker, M.A. Mahmood**
« Penetrating keratoplasty vs. epikeratoplasty for the surgical treatment of keratoconus »
J Refract Surg. 2001;17,138.
134. **van Dijk K, Liarakos VS, Parker J, Ham L, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Melles GR.**
Bowman layer transplantation to reduce and stabilize progressive, advanced keratoconus.
Ophthalmology. 2015 May;122(5):909–17.
135. **Tatematsu-Ogawa Y, Yamada M, Kawashima Ma et al.**
The disease burden of keratoconus in patients' lives: Comparisons to a Japanese normative sample.
Eye and contact lens: Science and Clinical Practice 2008, 34: 13–6.
136. **Zadnik K, Barr JT, Edrington TB, Everett DF, Jameson M, McMahon TT, et al.**
Baseline findings in the Collaborative Longitudinal Evaluation of Keratoconus (CLEK) Study.
Invest Ophthalmol Vis Sci 1998;39:2537–46.
137. **Fink BA. , Wagner H. et al and the CLEK study group**
Differences in keratoconus as function of gender
Am J Ophtalmol 2005, 3:459–68.

قسم الطبيب

اقسمُ بالله العظيم

أن أراقبَ الله في مهنتي.

وأن أصونَ حياةَ الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف والأحوال

بأذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأسئر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكونَ على الدوام من وسائل رحمة الله، مسخرة كل رعايتي الطبية للقريب والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم المسخر لنفع الإنسان .. لا لأذاه.

وأن أوقرَ من علّمني، وأعلمَ من يصغرنني، وأكونَ أختاً لكلِّ زميلٍ

في المهنة الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي ،

نقية مما يشينها تجاه الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد

القرنية المخروطية:
استعراض تجربة مصلحة أمراض العيون
في المركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 03 / 05 / 2017

من طرف

الآنسة سو كينة اغوير

المزداة في 31/10/1989 بالفقيه بن صالح

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

قرنية مخروطية - وبائيات - تشخيص - علاج.

اللجنة

الرئيس

ع. متوكل

السيد

المشرف

أستاذ في أمراض العيون

ا.حجي

السيدة

أستاذة مبرزة في أمراض العيون

م. بسيس

السيد

الحكام {

أستاذ مبرز في الفيزياء الحيوية