

UNIVERSITÉ DU DROIT ET DE LA SANTÉ – LILLE 2
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2012

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**PHOTOKÉRATECTOMIE RÉFRACTIVE CHEZ LE MYOPE FORT :
ÉVALUATION DES RÉSULTATS SUBJECTIFS POST-OPÉRATOIRES.**

Présentée et soutenue publiquement le mercredi 26 septembre 2012

par **Anne-Astrid HUI BON HOA-SPINALI**

Jury

Président : Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs : Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER
Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE
Madame le Docteur Nadia BOUBCHIR

SERMENT D'HIPPOCRATE

Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes traditionnels.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur Père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

ABRÉVIATIONS

PKR	Photokératectomie réfractive
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
LASIK	Laser In Situ Keratomileusis
LASEK	Laser Assisted Subepithelial Keratomileusis
AV	Acuité visuelle
MAVC	Meilleure acuité visuelle corrigée
ES	Équivalent sphérique
MMC	Mitomycine C
M1	Un mois
M12	Douze mois
D	Dioptries
BUT	Break-up time
RMS	Root Mean Square
ZO/DP	Rapport Zone Optique/Diamètre Pupillaire
ZO	Zone optique
DP	Diamètre pupillaire

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	13
ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA CORNÉE.....	15
I. <u>LE FILM LACRYMAL</u>	16
II. <u>LA CORNÉE</u>	17
III. <u>L'INNERVATION ET LA VASCULARISATION CORNÉENNES</u>	18
IV. <u>LA CICATRISATION CORNÉENNE</u>	19
MYOPIE FORTE ET MOYENS DE CORRECTION OPTIQUE.....	23
I. <u>LA MYOPIE FORTE</u>	24
1. <u>Définition</u>	24
2. <u>Épidémiologie</u>	25
3. <u>Anomalies liées à la myopie forte</u>	26
II. <u>LES MOYENS DE CORRECTION OPTIQUE</u>	27
1. <u>Le port de lunettes</u>	27
2. <u>Les lentilles de contact</u>	28
III. <u>LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CHIRURGIE RÉFRACTIVE</u>	28
1. <u>Les techniques cornéennes</u>	28
2. <u>Les techniques intra-oculaires</u>	32
3. <u>Les techniques sclérales</u>	32
IV. <u>LA PHOTOKÉRATECTOMIE RÉFRACTIVE</u>	33
1. <u>Principes</u>	33
2. <u>Fonctionnement et mode de délivrance du faisceau laser</u>	34
3. <u>Complications post-opératoires</u>	35
a. <u>Douleur</u>	35
b. <u>Retard de cicatrisation épithéliale</u>	35
c. <u>Kératites infectieuses</u>	36
d. <u>Haze</u>	36

e.	<u>Complications réfractives : sur-correction, sous-correction et régression myopique</u>	38
f.	<u>Troubles subjectifs de la vision</u>	38
g.	<u>Autres complications</u>	39
V.	<u>LA CICATRISATION CORNÉENNE APRÈS PKR</u>	39
VI.	<u>LA MITOMYCINE C</u>	41
1.	<u>Structure et mécanisme d'action</u>	41
2.	<u>Mitomycine C dans la chirurgie réfractive</u>	42
	<u>EXAMEN PRÉ-OPÉRATOIRE</u>	44
I.	<u>INTERROGATOIRE</u>	45
1.	<u>Motivations et antécédents du patient</u>	45
2.	<u>Profession et activités sportives</u>	46
3.	<u>Évaluation subjective de la qualité visuelle</u>	46
4.	<u>Recherche de contre-indications à la chirurgie réfractive</u>	47
II.	<u>RÉFRACTION</u>	49
III.	<u>EXAMEN CLINIQUE ET PARACLINIQUE</u>	49
1.	<u>L'examen en lampe à fente</u>	49
2.	<u>La topographie cornéenne</u>	50
a.	<u>La kératoscopie</u>	50
b.	<u>La topographie d'élévation</u>	51
c.	<u>Intérêt en pré-opératoire : éliminer un corneal warpage, un kératocône fruste ou infra-clinique</u>	54
3.	<u>L'aberrométrie</u>	58
a.	<u>Recueil et analyse du front d'ondes</u>	58
b.	<u>Aberrations optiques</u>	58
c.	<u>Le score RMS (<i>Root Mean Square</i>)</u>	58
4.	<u>La pression intra-oculaire</u>	59
5.	<u>L'examen du segment postérieur</u>	60
6.	<u>Information au patient</u>	60
	<u>MATÉRIEL ET MÉTHODE</u>	61
I.	<u>CRITÈRES D'INCLUSION DES PATIENTS</u>	62
II.	<u>MATÉRIEL</u>	63

III.	<u>MÉTHODE</u>	63
	1. <u>Évaluation pré-opératoire</u>	63
	2. <u>Paramètres per-opératoires</u>	63
	3. <u>L'intervention</u>	64
	a. <u>Le patient</u>	64
	b. <u>Le laser Excimer</u>	64
	c. <u>Le traitement post-opératoire</u>	65
	4. <u>Évaluation post-opératoire à 3 jours, 1 mois puis à plus de 12 mois</u>	65
IV.	<u>ANALYSES STATISTIQUES</u>	66
RÉSULTATS.....		67
I.	<u>RÉSULTATS ÉPIDÉMIOLOGIQUES, DÉMOGRAPHIQUES ET SOCIO- PROFESSIONNELS</u>	68
	1. <u>Description démographique de la population</u>	68
	2. <u>Catégories socio-professionnelles</u>	68
	3. <u>Motivations pour l'intervention chirurgicale</u>	69
	4. <u>Les lentilles de contact</u>	70
	5. <u>Diamètre pupillaire et longueur axiale de l'œil</u>	70
II.	<u>RÉSULTATS CHIRURGICAUX</u>	71
III.	<u>RÉSULTATS RÉFRACTIFS</u>	71
	1. <u>Équivalent sphérique d'une réfraction sphéro-cylindrique</u>	71
	2. <u>Meilleure acuité visuelle sans correction</u>	74
	3. <u>Meilleure acuité visuelle avec correction</u>	74
	4. <u>Les retouches</u>	75
IV.	<u>RÉSULTATS ANATOMIQUES</u>	76
	1. <u>Pachymétrie</u>	76
	2. <u>Haze</u>	76
	3. <u>Délai de cicatrisation épithéliale</u>	77
V.	<u>RÉSULTATS SUBJECTIFS ET RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION</u>	78
	1. <u>Douleur post-opératoire</u>	78
	2. <u>Délai de récupération visuelle</u>	78
	3. <u>Présence de gêne fonctionnelle pré-opératoire</u>	78
	4. <u>Gêne visuelle post-opératoire</u>	79

5. <u>Satisfaction globale du patient</u>	80
VI. <u>ABERROMÉTRIE : LE SCORE RMS ET LA SATISFACTION GLOBALE</u>	80
VII. <u>FACTEURS PRÉDICTIFS DE GÊNE VISUELLE POST-OPÉATOIRE</u> <u>(PROFONDEUR D’ABLATION, SCORE RMS, RAPPORT ZO/DP)</u>	81
1. <u>Profondeur d’ablation, ZO traitée et haze</u>	81
2. <u>Score RMS</u>	81
3. <u>Rapport ZO/DP</u>	82
DISCUSSION.....	84
I. <u>COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS RÉFRACTIFS ET ANATOMIQUES</u> <u>DE LA PKR DANS LA LITTÉRATURE</u>	85
II. <u>COMPARAISON DU LASIK AVEC LA PKR SELON LA LITTÉRATURE</u>	90
1. <u>Résultats réfractifs</u>	90
2. <u>Résultats subjectifs : halos, éblouissements et satisfaction globale</u>	93
CONCLUSION.....	98
BIBLIOGRAPHIE.....	100
ANNEXES.....	106

INTRODUCTION

La myopie touche près d'un tiers de la population mondiale et sa prévalence ne cesse d'augmenter à travers le monde. La myopie forte, définie par une longueur axiale de plus de 26 mm ou une valeur supérieure à -8 dioptries (D), a une prévalence variable selon les pays : de 0,5% à 8% de la population.

Ainsi, des millions de personnes nécessitent une correction de leur myopie et deviennent dépendants d'une correction optique externe (lunettes ou lentilles de contact). L'avènement de la chirurgie réfractive a permis de proposer un traitement sûr et efficace chez des patients de plus en plus demandeurs. En effet, la chirurgie réfractive de la myopie faible à modérée est une opération courante. Néanmoins, les résultats réfractifs de la myopie forte sont moins connus.

La photokératectomie réfractive (PKR) consiste en une photoablation cornéenne au laser Excimer sur la couche de Bowman et le stroma après désépithélialisation. Cette technique simple et sûre a déjà fait ses preuves depuis son introduction en 1983, et encore plus depuis l'utilisation de la mitomycine C (MMC) limitant la formation d'une opacité stromale cicatricielle, le haze.

L'objectif de cette étude est de présenter les résultats, après PKR et application de MMC chez le myope fort dans notre service, portant sur : l'acuité visuelle (AV), la qualité de vie du patient et leur gêne visuelle subjective post-opératoire telle que les halos et les éblouissements.

La première partie de ce travail rappelle l'anatomie et la physiologie de la cornée, puis les définitions de la myopie forte et ses moyens de correction. La PKR ainsi que l'examen pré-opératoire clinique et paraclinique seront largement décrits. La deuxième partie expose le protocole et les résultats de cette étude.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DE LA CORNÉE

L'œil est un système dioptrique. Il est constitué de milieux transparents séparés par des dioptres, ceux-ci étant des surfaces qui séparent deux milieux transparents d'indice différent (cornée, cristallin). La cornée, dioptre principal d'une puissance de 40 à 44 D selon la courbure cornéenne, transmet la lumière de longueur d'onde comprise entre 400 et 700 nm environ. Le dioptre cornéen est le dioptre modifié au cours de la chirurgie réfractive.

La cornée représente la partie la plus antérieure du globe oculaire. Elle constitue une barrière anatomique et physiologique protectrice pour les structures internes de l'œil. Elle est en contact par sa face antérieure avec le monde extérieur par l'intermédiaire du film lacrymal et, par sa face postérieure, avec l'humeur aqueuse. En périphérie, on retrouve le limbe qui est un tissu richement vascularisé, réservoir des cellules souches épithéliales [1].

I. LE FILM LACRYMAL

Il recouvre la surface cornéenne et est indissociable de l'épithélium cornéen. Il permet le maintien de la régularité de la surface cornéenne et la protection contre la déshydratation. D'une épaisseur de 7 μm , il est constitué de trois couches différentes :

- La couche lipidique, couche la plus superficielle et d'une épaisseur de 0,1 μm , est sécrétée par les glandes de Meibomius et de Zeiss. Son rôle est de protéger et de lubrifier la cornée ainsi que de limiter l'évaporation des larmes et de stabiliser le film lacrymal.
- La couche intermédiaire aqueuse, d'une épaisseur de 7 μm , est sécrétée par les glandes lacrymales. Elle assure la protection et la nutrition de la cornée de part sa composition riche en eau (98%), en mucines, électrolytes, facteurs de croissance, protéines anti-inflammatoires et immunoglobulines.

- La couche profonde mucineuse, d'une épaisseur de 0,02 à 0,05 μm , est une couche hydrophile secrétée par les cellules caliciformes conjonctivales. Elle facilite la bonne stabilisation et la bonne adhésion du film lacrymal.

Le film lacrymal a aussi un rôle réfractif par l'interface air-film lacrymal avec un indice de réfraction à 1,33.

II. LA CORNÉE

Elle est constituée, d'avant en arrière, de cinq couches différentes :

- L'épithélium, constitué de cinq à six couches de cellules épithéliales de type malpighien non kératinisé et d'une épaisseur de 50 μm environ. Son renouvellement s'effectue à partir des cellules souches limbiques de la membrane basale en 7 à 14 jours. Les cellules souches se différencient et migrent de façon ascendante et centripète.
- La membrane de Bowman est composée de fibres de collagènes. Elle est située entre la membrane basale de l'épithélium et le stroma. Son épaisseur varie de 8 à 10 μm .
- Le stroma constitue à lui seul environ 90% de l'épaisseur cornéenne et représente la résistance mécanique de la cornée par sa rigidité. Il est essentiellement constitué de fibres de collagènes synthétisées par les kératocytes et séparées par des protéoglycanes. Son épaisseur est de 500 μm .
- La membrane de Descemet est une membrane collagénique acellulaire très résistante située entre le stroma postérieur et l'endothélium. Elle a une épaisseur de 3 à 10 μm qui varie avec l'âge et dans quelques pathologies.

- L'endothélium, d'épaisseur de 5 μm environ, est la couche la plus postérieure, en contact avec l'humeur aqueuse. C'est une monocouche de cellules uniformes hexagonales plates et régulières. La densité cellulaire chez un sujet sain jeune est de 3500 cellules/ mm^2 . Elle est mesurée par microscopie spéculaire.

La transparence de la cornée est assurée par le stroma et surtout par la disposition particulière des fibres de collagène. La cornée est convexe et asphérique, ce qui lui confère un pouvoir réfractif représentant 2/3 du pouvoir réfractif total de l'œil. Son diamètre horizontal est de 11 à 12 mm et son diamètre vertical de 9 à 10 mm. L'épaisseur moyenne de la cornée est de 550 μm environ au centre et augmente progressivement vers la périphérie pour atteindre les 700 μm [1].

La cornée est physiologiquement prolate, ce qui signifie que son rayon de courbure est plus petit au centre (3 mm centraux), où il atteint 7,5 à 8 mm, qu'en périphérie. Le rayon de courbure de la cornée n'est pas constant sur toute sa surface et on peut retrouver des différences entre les héli-méridiens. La topographie cornéenne est l'examen qui permet d'étudier ces spécificités (toricité et asphéricité cornéennes) [1, 2].

III. L'INNERVATION ET LA VASCULARISATION CORNÉENNES

La cornée est un des tissus les plus sensibles du corps humain car elle est richement innervée. Son innervation est assurée par les fibres sensitives provenant du nerf trijumeau par l'intermédiaire des nerfs ciliaires longs et courts.

C'est un tissu transparent, avasculaire qui reçoit son apport nutritif par les larmes, le limbe et l'humeur aqueuse.

IV. LA CICATRISATION CORNÉENNE

L'intégrité de la cornée est essentielle pour la protection de l'œil contre le monde extérieur et pour la qualité visuelle. Pour cela, elle doit rester lisse et régulière, le stroma transparent et l'endothélium fonctionnel. Après un traumatisme cornéen, comme une chirurgie réfractive, de nombreuses réactions en cascade se mettent en place. Les processus lésionnels induisent une mort cellulaire qui déclenche une réponse inflammatoire et initie le processus de cicatrisation.

La cicatrisation tissulaire se déroule de la même manière quelque soit la partie du corps concernée. Au niveau cutané par exemple, les étapes de cicatrisation sont [3] :

- inflammation avec invasion initiale de polynucléaires puis secondaire de monocytes,
- formation d'un tissu de granulation et réépithélialisation,
- formation d'une nouvelle matrice extra-cellulaire,
- accumulation de collagènes et normalisation du nombre de cellules au niveau de la cicatrice.

Le délai de cicatrisation varie selon les couches cornéenne : l'épithélium cicatrise en quelques jours, le stroma en plusieurs années et la membrane de Descemet en plus de 6 mois. Concernant la membrane de Bowman, elle ne se reconstitue pas et c'est lors de son atteinte ou de sa disparition que l'on observe le haze [4, 5].

- Cicatrisation épithéliale :

Le renouvellement épithélial s'effectue en 5 à 7 jours. Il existe une migration des cellules souches épithéliales à partir du limbe sur la surface stromale à partir de la 6^{ème} heure. La vitesse de migration est d'environ 0,04 à 0,07 mm par heure.

Le processus de cicatrisation est régulé par des facteurs de croissance dont l'*epidermal growth factor* (EGF) qui est synthétisé par les cellules épithéliales et lacrymales. Il sera d'autant plus secrété lors d'une érosion cornéenne. Il stimule la synthèse de fibronectine nécessaire à l'adhésion des cellules épithéliales lors de la migration et intervient également dans la migration et l'hyperplasie épithéliale, ce qui permet d'accélérer la réépithélialisation.

D'autres facteurs de croissance interviennent dans le processus de cicatrisation comme le *fibroblast growth factor* (FGF) acide, synthétisé par les cellules basales épithéliales et le FGF basique, synthétisé par les kératocytes. Ces deux facteurs sont séquestrés dans la membrane basale épithéliale et sont libérés en cas de plaie, favorisant la synthèse de la membrane basale et la neuromitogénèse. L'EGF et le FGF stimulent la migration chimotactique des cellules épithéliales cornéennes.

Les autres facteurs de croissance synthétisés par les kératocytes sont : l'*hepatocyte growth factor* (HGF) et le *keratinocyte growth factor* (KGF) qui favorisent la division épithéliale. Le *transforming growth factor* (TGF- α) et le *platelet-derived growth factor* (PDGF) stimulent la cicatrisation.

Lorsque l'ulcération cornéenne est recouverte par les cellules épithéliales, l'épithélium se différencie et les hémidesmosomes assurent de nouveau une jonction étanche. La membrane basale est ensuite reformée et l'épithélium va se lisser de manière à faire disparaître les irrégularités grâce à l'hyperplasie épithéliale au niveau des pertes de substance stromale ainsi qu'à l'amincissement des zones épaissies. Ce phénomène est un processus lent [5, 6].

- Cicatrisation stromale :

Lorsqu'il existe une lésion épithéliale, les kératocytes situés autour de la zone lésée meurent par apoptose. Autour de cette zone, les autres kératocytes se divisent et migrent vers

la zone lésée, stimulés par le PDGF, facteur de croissance permettant également la transformation de kératocytes en myofibroblastes. Ainsi, les kératocytes et les myofibroblastes forment un réseau périphérique et permettent la coaptation des berges : c'est la contraction kératocytaire. A ce stade, cette contraction entraîne une extrusion du bouchon épithélial qui s'est formé après la migration épithéliale. La cicatrice fraîche est formée de fibrilles de collagène fœtal, de collagène de type III, de fibrilles épaisses et d'un stroma hydrophile, expliquant le caractère opaque du stroma (le haze). Progressivement, la cicatrice stromale va se modifier et sa transparence va s'améliorer grâce à l'action des métalloprotéinases et des collagénases stimulée par l'interleukine-1 (IL1) produite par l'épithélium. Le TGF- β est impliqué dans la formation de haze après PKR en diminuant la production des collagénases [5].

- Cicatrisation endothéliale et descemétique :

Lors d'un stress endothélial, il existe une métaplasie fibroblastique de cellules endothéliales qui entraîne la perte de la fonction de pompe. En cas de lésion de la membrane de Descemet, celle-ci ne se régénère pas. Sa réparation se fait essentiellement par l'extension des cellules voisines qui vont recouvrir la zone de stroma nu par la formation de pseudopodes. Cet allongement cellulaire entraîne une perte de la forme hexagonale des cellules endothéliales (pléomorphisme) et une augmentation de taille (polymégathisme), synonymes de stress endothélial [4].

- Régénération neurale cornéenne :

Elle se fait lentement à partir des troncs périphériques intacts. La sensibilité récupère en moyenne en 3 à 6 mois sans atteindre son état initial.

La figure 1 résume les étapes de la cicatrisation après lésion cornéenne [7].

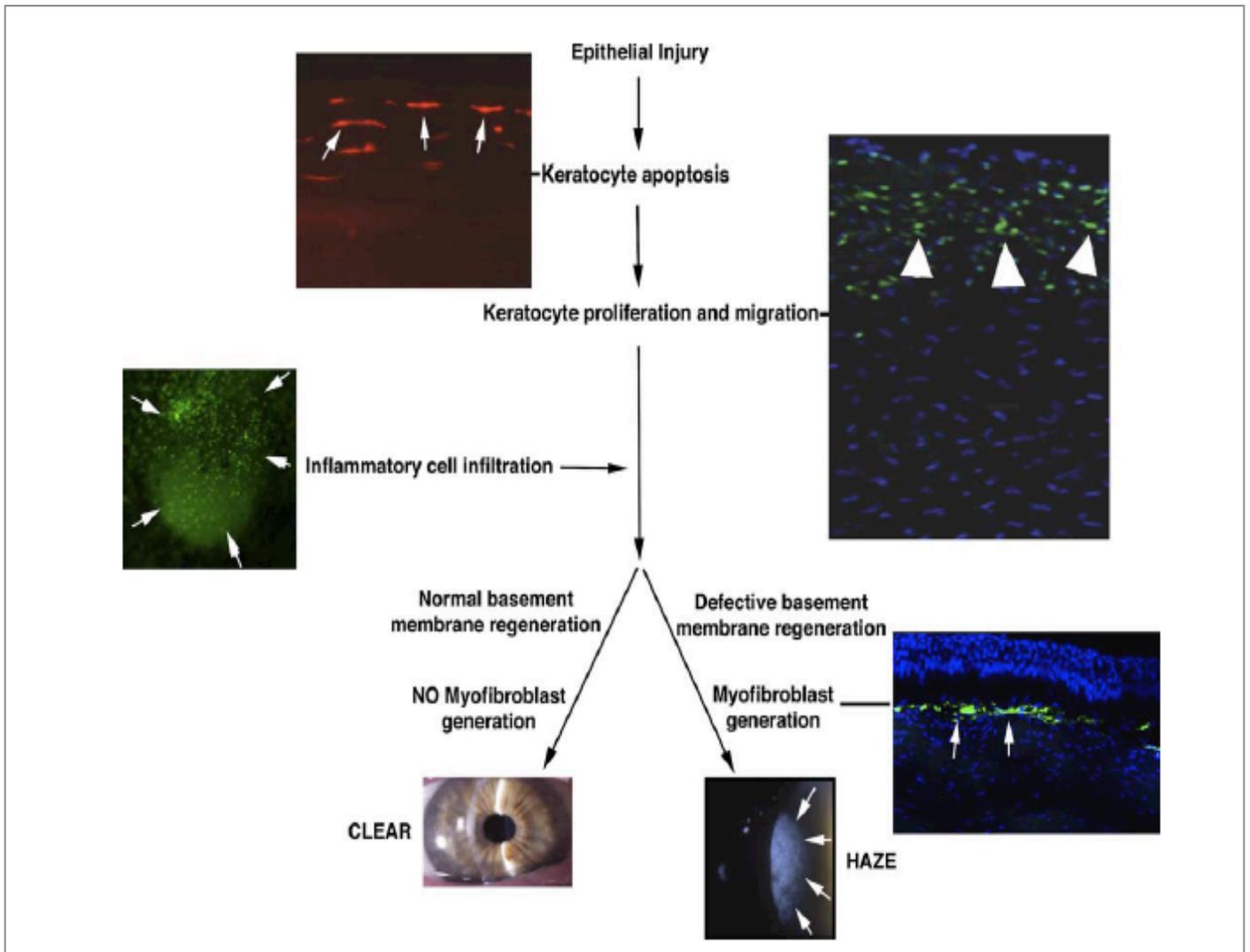


Figure 1: Étapes en cascade de la cicatrisation cornéenne selon Dupps et al. [7].

En résumé, nous avons vu que la cicatrisation cornéenne est un phénomène complexe avec de nombreuses interactions immunitaires entre le stroma et l'épithélium. Après une blessure épithéliale, qu'elle soit traumatique ou chirurgicale, le premier phénomène à apparaître est l'apoptose des kératocytes. Après quelques heures, les kératocytes restants prolifèrent et migrent. La mitose la plus précoce se localise en périphérie et en postérieur de la cornée. Ensuite, des cellules inflammatoires interviennent afin de phagocyter les débris cellulaires. Des myofibroblastes peuvent exister au sein de la cornée comme nous l'avons vu précédemment sous l'action de TGF essentiellement. On remarque qu'en présence de myofibroblastes, la formation de haze est plus importante [7].

MYOPIE FORTE ET MOYENS DE CORRECTION OPTIQUE

I. LA MYOPIE FORTE

1. Définition

Le terme myope vient du grec *muein* « se fermer » et *ôps* « œil ». Cette traduction se reflète dans l'attitude du patient myope qui plisse ses yeux afin d'améliorer son AV par augmentation de la profondeur de champ (effet d'un trou sténopéique).

Il existe 2 types de myopie où la convergence des rayons se fait en avant de la rétine :

- La myopie axiale où l'œil est trop long dans son axe antéro-postérieur.
- La myopie d'indice où la réfringence des milieux est augmentée comme dans le kératocône, la cataracte, les subluxations cristalliniennes ou le spasme accommodatif par atteinte du muscle ciliaire.

Il existe également plusieurs définitions de la myopie :

- D'un point de vue optique, l'œil myope est trop puissant par rapport à sa longueur axiale. Le foyer image d'un objet situé à l'infini se forme en avant de la rétine (figure 2).

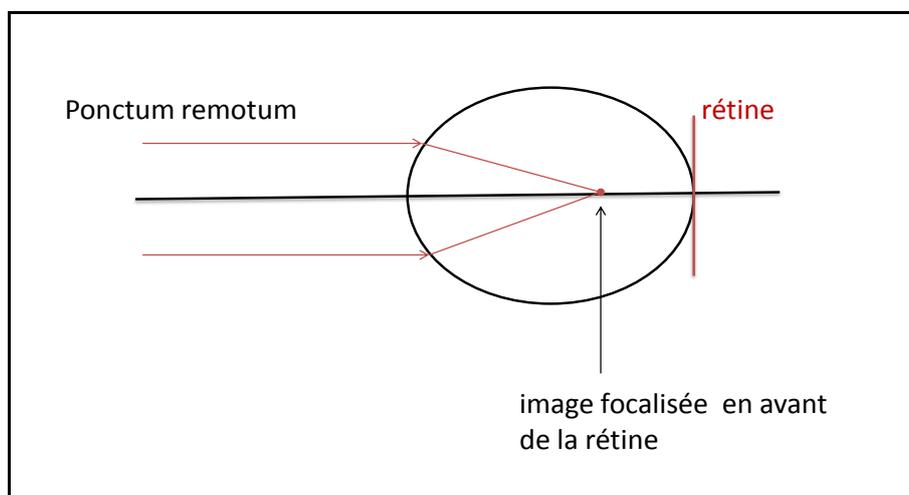


Figure 2: Schéma d'un œil myope.

- D'un point de vue anatomopathologique, il s'agit d'une distension du segment postérieur du globe oculaire avec amincissement sclérochoroïdien prédominant au pôle postérieur.

Néanmoins, la réelle définition de la myopie forte repose surtout sur les études biométriques et non réfractives. En effet, certains auteurs ont constaté que la définition réfractive révélait certaines limites. Plusieurs valeurs réfractives ont ainsi été proposées (-6, -8 voire -10 D) mais celles-ci peuvent se retrouver dans d'autres pathologies telles que le kératocône ou la cataracte nucléaire. La majorité des auteurs s'accordent donc aujourd'hui pour définir un œil myope fort sur sa valeur biométrique et non réfractive soit sur une longueur axiale supérieure ou égale à 26 mm [6, 8]. En effet, la longueur axiale d'un œil emmétrope est de 23 mm environ et on considère qu'une dioptrie de myopie correspond en moyenne à une augmentation de la longueur axiale du globe oculaire de 0,4 mm.

2. Épidémiologie

La myopie est l'amétropie la plus répandue. Sur une population mondiale de 6,2 milliards d'habitants, 32 % seraient myopes et la majorité sont des femmes [9]. La prévalence de la myopie varie extrêmement d'un pays à l'autre et selon les ethnies. Elle est estimée dans les pays occidentaux de 25% à 34% (pour une myopie à partir d'une dioptrie) et est nettement plus élevée en Asie, surtout chez les enfants chinois [10, 11]. Plusieurs études ont évalué la prévalence de la myopie chez les enfants asiatiques de 12-13 ans à 36,8% versus 18,6% chez les enfants européens [12].

Toutes ces études s'accordent sur une prévalence de la myopie qui ne cesse d'augmenter dans le monde. Elle apparaît de plus en plus tôt dans la vie et son degré est de plus en plus élevé. En France, environ 30% des sujets de moins de 30 ans déclarent être

myopes selon les données de l'IRDES (Institut de Recherche et de Documentation en Économie de la Santé). La myopie forte a une prévalence variable selon les pays : de 0,5% à 8% de la population. [13].

Des facteurs de risque environnementaux ont été décrits comme le travail nécessitant une vision de près, le peu d'activités en milieu extérieur, le niveau d'études élevé et des antécédents familiaux de myopie. L'origine génétique reste à l'heure actuelle controversée [10].

Deux formes de myopie forte sont décrites:

- La forme congénitale : elle est définie par une myopie ≥ -5 D chez un enfant de moins de 6 ans accompagnée de modifications du pôle postérieur telles qu'un aspect albinoïde ou au contraire une pigmentation maculaire ou un conus myopique.
- La forme acquise : elle débute entre 4 et 12 ans par un allongement de la longueur axiale du globe oculaire et peut évoluer après 20 ans jusqu'à -10 D.

3. Anomalies liées à la myopie forte

Il existe des particularités anatomopathologiques liées à l'allongement de la longueur axiale. Celles-ci prédominent surtout au niveau du pôle postérieur. Il s'agit :

- d'anomalies sclérales secondaires à l'amincissement important de la sclère,
- de lésions dégénératives choroïdiennes à type d'atrophie, associées à un staphylome et un croissant myopique ou parfois à des ruptures de membrane de Bruch (figure 3),
- de lésions rétiniennes du pôle postérieur comme les taches de Fuchs et les trous maculaires,

- de lésions rétiniennes périphériques comme les déchiscences, les dégénérescences palissadiques voire les décollements de rétine rhégmato-gènes.

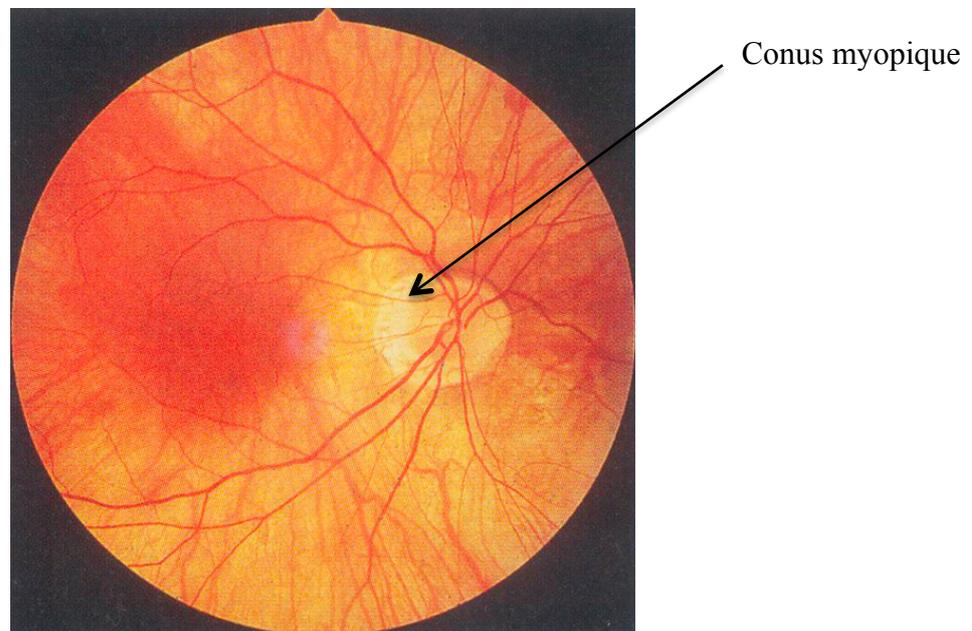


Figure 3 : Fond d'œil de myopie forte : conus marqué en temporal et staphylome (ectasie sclérale postérieure) [14].

II. LES MOYENS DE CORRECTION OPTIQUE

Avant d'accéder à la chirurgie réfractive, le myope fort est corrigé par des moyens plus classiques. Le but est de modifier le trajet des rayons lumineux afin qu'ils convergent sur la rétine et non en avant de celle-ci.

1. Le port de lunettes

Les verres concaves ou divergents déplacent l'image sur la rétine. Plus la myopie est forte, plus l'image perçue est petite par rapport à la réalité. Chez le myope fort, on retrouve

quelques inconvénients avec le port de verres lourds, épais aux bords et fins au centre. Cet aspect inesthétique motive les patients à rechercher d'autres moyens de corrections.

2. Les lentilles de contact

Ce moyen de correction est assez séduisant pour le patient myope fort car il permet de retrouver une image de taille normale par diminution de la distance verre-œil, l'ensemble permettant une meilleure acuité visuelle et un champ visuel plus large. De plus, les lentilles de contact améliorent l'aspect esthétique, la qualité de vie avec une aisance dans les activités sportives ou professionnelles. Toutefois, elles nécessitent une bonne tolérance et il existe des contraintes comme l'entretien journalier, leur manipulation et le coût à long terme. Il existe plusieurs types de lentilles : les lentilles rigides, les lentilles souples hydrophiles puis silico-hydrogels. Lorsque les patients délaissent les lentilles pour une chirurgie réfractive, c'est souvent en raison d'une mauvaise tolérance et de l'inconvénient de l'entretien.

III. LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CHIRURGIE RÉFRACTIVE

1. Les techniques cornéennes

La cornée représente un site privilégié de chirurgie réfractive par sa puissance dioptrique. La technique de photoablation du laser à excimères ou Excimer (cf infra) se déroule en général sous anesthésie topique et en ambulatoire. Le concept est de modifier la forme de la cornée par une radiation ultra-violette émise par un laser Excimer dont la première expérimentation date de 1983 par Trokel [15]. Depuis, de nouvelles techniques sont apparues afin de traiter non seulement la myopie mais aussi l'astigmatisme, l'hypermétropie ou encore la presbytie.

- La photokératectomie réfractive (PKR) ou traitement de surface : cette technique consiste à enlever manuellement à l'aide d'une spatule l'épithélium cornéen central. On réalise ensuite la photoablation réfractive au laser Excimer sur la couche de Bowman et le stroma antérieur sur un diamètre de 6 mm environ et une épaisseur cornéenne variable selon le degré de l'amétropie, modifiant ainsi la courbure et donc la puissance cornéenne (figure 4).

- Le keratomileusis in situ par laser (LASIK) : plus récente que la PKR, le LASIK est le fruit de plusieurs études entamées par Barraquer dès 1963. Elle a été décrite pour la première fois en 1991 par son élève Ruiz [6]. Il s'agit d'une chirurgie cornéenne lamellaire dérivée du principe de keratomileusis consistant à « sculpter » la cornée avec photoablation au laser dans le stroma cornéen. Le LASIK consiste à découper un capot avec une charnière d'épaisseur de 160 à 180 μm au niveau de la cornée superficielle soit à l'aide d'un microkératome mécanique soit à l'aide d'un laser femtoseconde (permettant une découpe plus précise du capot). Le laser Excimer est alors délivré sur le lit stromal et le capot cornéen est ensuite repositionné (figure 5).

- Le LASEK (laser assisted subepithelial keratomileusis) : le LASEK, variante de la PKR, a été proposé pour diminuer la douleur et l'inflammation transitoire. L'épithélium pelé à l'aide de l'alcool dilué à 20° afin d'inhiber l'adhérence des cellules basales au stroma est remis en fin d'intervention diminuant ainsi la gêne post-opératoire et le risque de cicatrice persistante. Cette technique n'est pas fréquente en raison de bénéfices cliniques non démontrés.

- Les traitements par « laser personnalisé » ont été mis au point par le couplage de l'aberrométrie (dont les principes seront expliqués ultérieurement) et du laser Excimer. Ils visent à corriger l'amétropie de base mais aussi les aberrations de haut degré pour optimiser la qualité visuelle post-opératoire. Ces traitements sont plutôt indiqués pour les forts astigmatismes et les reprises pour décentrement.

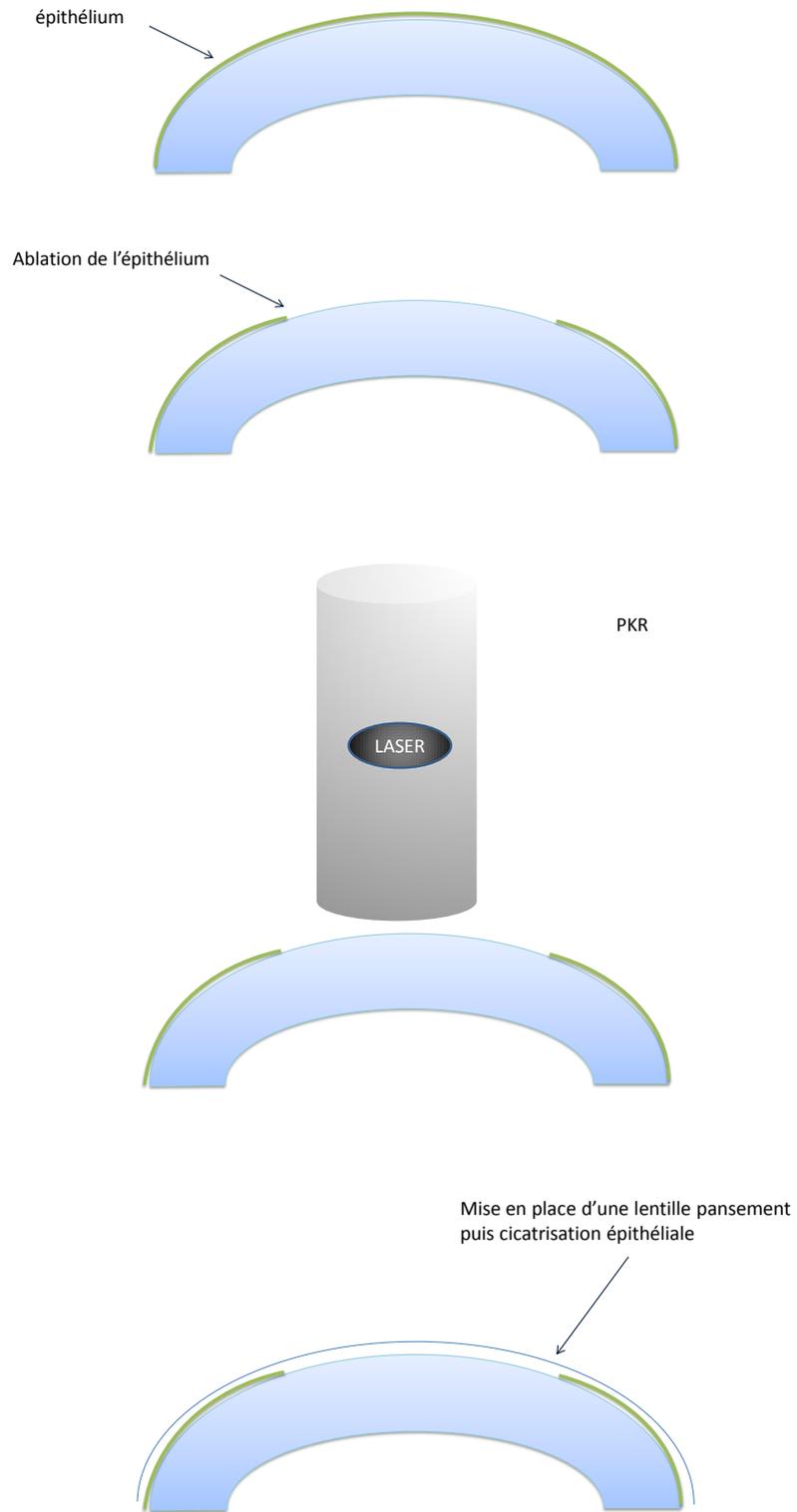


Figure 4 : Représentation schématique de la photokératectomie réfractive.

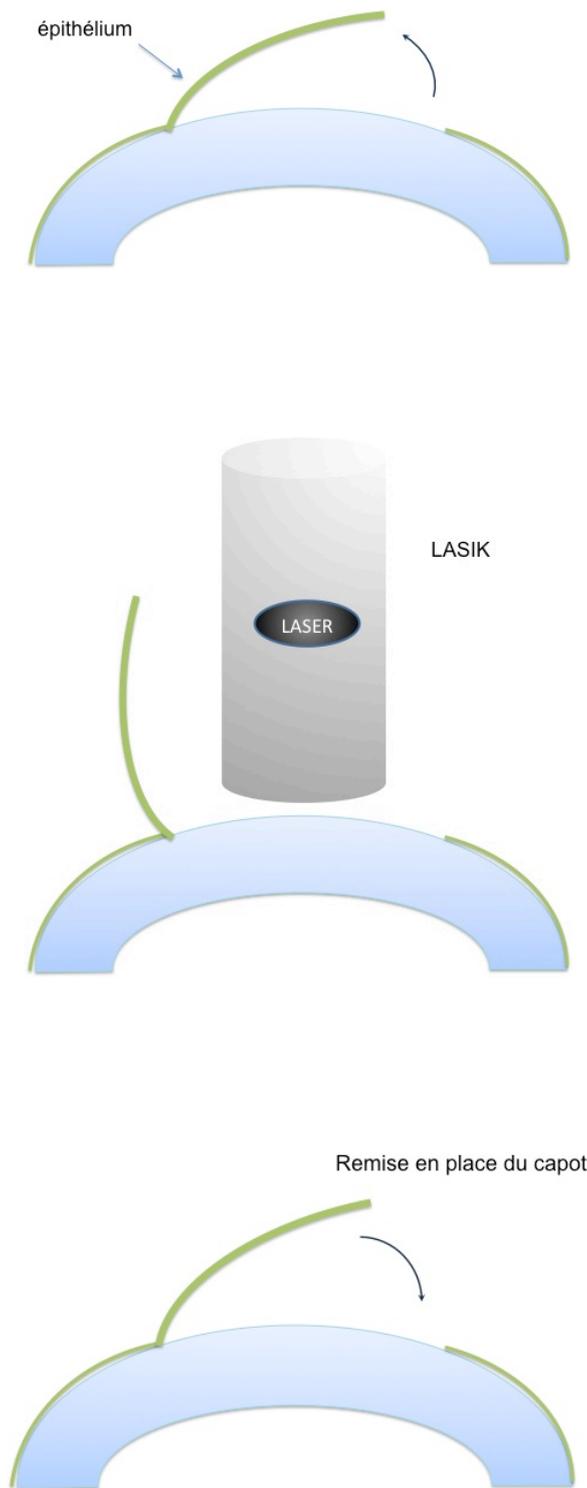


Figure 5 : Représentation schématique du LASIK.

2. Les techniques intra-oculaires

- Les implants phaques : cette technique chirurgicale consiste à placer un implant en avant du cristallin soit en chambre antérieure avec un support angulaire ou une fixation irienne, soit en chambre postérieure dans le sulcus ciliaire. Ce type de chirurgie entraîne une perte importante de cellules endothéliales et un risque non négligeable de cataracte secondaire.

- Chirurgie du cristallin clair : cette chirurgie irréversible contrairement à la pose d'un implant phaqué, consiste à remplacer le cristallin naturel (clair ou opaque) par un implant selon la technique de phacoémulsification.

3. Les techniques sclérales

Le renforcement scléral est une chirurgie à visée thérapeutique avec incidence réfractive. Le soutien mécanique de la paroi sclérale postérieure permet de limiter les complications liées à la myopie forte pathologique comme l'évolution d'un staphylome postérieur et les lésions chorio-rétiniennes atrophiques.

D'autres techniques existent mais leur principe d'action et leur effet réel sont encore discutés voire controversés (sclérotomies relaxantes supraciliaires ou pose d'implants d'expansion sclérale).

IV. LA PHOTOKÉRATECTOMIE RÉFRACTIVE

1. Principes

La PKR est une technique de photoablation de surface utilisant un laser Excimer. La terminologie « excimer » provient de la contraction de *excited dimer*, molécule excitée avec deux composants identiques. Le laser Excimer le plus utilisé en chirurgie réfractive est produit à partir du mélange d'un gaz rare (l'argon), d'un halogène (la fluorine) et d'un gaz tampon permettant le transfert d'énergie (l'hélium). Ce mélange est à l'origine d'un faisceau laser de longueur d'onde de 193 nm. Il émet des photons de haute énergie qui entraînent une rupture des liaisons chimiques intermoléculaires formant des fragments moléculaires éjectés sous forme de « plume » à des vitesses de 1000 à 3000 m/s sans échauffement des tissus voisins : il s'agit du phénomène de photoablation [6, 16]. Ce phénomène est associé à un effet photothermique produisant de la chaleur centré sur la zone traitée grâce au mode pulsé et au mode de balayage des appareils. La cornée a ainsi un profil d'ablation régulier et les tissus avoisinants sont peu atteints. En effet, une longueur d'onde courte permet d'obtenir une énergie photonique élevée avec une action très superficielle [6, 17].

Munnerlyn a mis en évidence la relation entre la quantité de tissu cornéen à retirer et le trouble réfractif à corriger. L'ablation superficielle de la cornée entraîne une modification de la courbure antérieure sans modifier la courbure postérieure. Il a été démontré que le profil d'ablation pour une correction myopique donnée est proportionnel avec le carré du diamètre de la zone optique (ZO) cornéenne traitée [18] :

$$P = ZO^2 \times D/8 (n - 1)$$

P : profondeur d'ablation ; ZO : diamètre de la zone optique traitée ; D : dioptrie souhaitée ; n : index de réfraction de la cornée soit 1,337.

2. Fonctionnement et mode de délivrance du faisceau laser

Chaque appareil est constitué d'un générateur et d'un ordinateur. Le générateur est une cavité laser produisant des radiations à 193 nm à partir du mélange gazeux. L'ordinateur permet de régler tous les paramètres du laser : puissance des stimulations électriques, intensité d'énergie, taux de répétition des pulses, durée des impacts, diamètre de la ZO à traiter. Un système homogénéisateur permet d'obtenir une intensité énergétique homogène sur les différents pulses.

Plusieurs systèmes de délivrance du faisceau existent :

- système à spot plein faisceau : le plus ancien, ce système associe un diaphragme ouvrant, la zone traitée s'élargissant avec son ouverture.

- système à balayage par fente : la fente, de plus petite taille, assure une meilleure homogénéisation et a un mouvement de translation.

- système à balayage par spot : le faisceau est composé de spots de petite taille.

L'appareil utilisé dans le service d'ophtalmologie du CHRU de Lille est le *Technolas C 217z* (Bausch & Lomb) qui emprunte un système à balayage par spot de 2 mm à répartition fractale et un spot d'1 mm à profil gaussien (distribution énergétique plus importante au centre qu'en périphérie) tronqué pour le traitement des aberrations sphériques (figure 6).

Cet appareil est équipé d'un eye tracker qui permet de détecter des mouvements même minimes de l'œil au cours de l'intervention. Ce système a permis de diminuer nettement certaines complications post-opératoires comme le décentrement et l'apparition d'un astigmatisme. L'appareil se met en sécurité spontanément en cas de mouvements oculaires excessifs ou oriente le faisceau laser afin de suivre les mouvements oculaires moins importants.



Figure 6.: Laser Excimer Technolas C 217z (Bausch & Lomb) utilisé dans le service d'ophtalmologie du CHRU de Lille.

3. Complications post-opératoires

a. Douleur

Les suites opératoires sont en générale douloureuses pendant les premières 48 heures. C'est pourquoi l'ordonnance post-opératoire contient systématiquement des antalgiques locaux et généraux.

b. Retard de cicatrisation épithéliale

La réépithélialisation cornéenne survient généralement dans les 3 à 4 premiers jours suivant l'intervention. En revanche elle n'est complète qu'au bout de 6 semaines voire plusieurs mois lorsque les hémidesmosomes entre les cellules basales et la membrane basale sont bien établis [3]. Il peut exister une cicatrisation épithéliale retardée dans certains cas comme chez les patients avec troubles de surface oculaire (blépharite, instabilité du film

lacrymal, syndrome sec oculaire), situations devant être normalement recherchées en pré-opératoire car elles représentent une contre-indication relative à la chirurgie réfractive.

Tant qu'il persiste une ulcération cornéenne, la lentille pansement et le traitement antibiotique sont maintenus car il existe un risque infectieux. Les traitements anti-inflammatoires ne sont alors pas introduits car ils retardent la cicatrisation, facteur de risque de haze sévère.

c. Kératites infectieuses

Ces complications restent rares. En effet, leur incidence post-PKR est estimée à 0,02% [19]. Les germes le plus souvent retrouvés sont le *Staphylococcus epidermidis* et le *Streptococcus pneumoniae*. Le traitement est le même que pour un abcès cornéen classique. Il faut rappeler que les antécédents de kératite herpétique doivent être recherchés en pré-opératoire afin de prévoir un traitement préventif ou de récuser l'intervention.

d. Haze

L'apparition d'une opacité cornéenne sous-épithéliale ou haze au cours de la cicatrisation cornéenne est une des complications les plus fréquentes de la PKR. Elle est d'autant plus importante que la myopie est forte car la photoablation est plus profonde. Le haze appartient au phénomène de cicatrisation normale mais il devient pathologique lorsqu'il est important et persiste longtemps (l'histopathologie sera expliquée ultérieurement). C'est dans ce cadre que la MMC intervient afin de lutter contre la formation de collagènes sous-épithéliaux. La MMC inhibe la prolifération de kératocytes, induit leur apoptose et prévient ainsi la formation de haze cornéen.

La sévérité de haze est mesurée de façon subjective par l'examineur en lampe à fente. Braustein et son équipe en ont décrit une graduation afin de faciliter la surveillance de la cicatrisation cornéenne (tableau I) [20].

Tableau I: Classification de haze selon Braustein et al. [20].

GRADES de HAZE	
Grade 0	cornée parfaitement transparente
Grade 0,5 +	trace de haze à peine détectable
Grade 1 +	faible haze sans affecter la réfraction
Grade 1,5 +	haze affectant légèrement la réfraction
Grade 2 +	haze modéré, réfraction difficile mais possible
Grade 3 +	opacité rendant la réfraction impossible
Grade 4 +	chambre antérieure difficilement visible
Grade 5 +	chambre antérieure non visible



Figure 7 : Photographies en lampe à fente de haze cornéen grade 2 (service d'ophtalmologie, Hôpital Huriez, CHRU de Lille).

En plus de la MMC instillée en per-opératoire en cas de myopie forte ou de retouche, le traitement par corticoïdes au long cours, souvent de la fluorométholone (Flucon[®]), permet

de minimiser le risque de haze. Dans le service, les patients myopes forts ont un traitement systématique par Flucon® à la posologie de 3 gouttes par jour pendant six semaines contrairement aux autres patients pour lesquels une décroissance progressive est réalisée tous les 15 jours.

e. Complications réfractives : sur-correction, sous-correction et régression myopique

La sur-correction est moins fréquente que la sous-correction et peut être favorisée par un syndrome sec oculaire ou une réfraction pré-opératoire réalisée sans cycloplégie sous-estimant l'accommodation. Elle devient surtout gênante pour le patient avec l'apparition de la presbytie.

La sous-correction quant à elle est d'autant plus fréquente que la myopie est forte. Elle se définit par un résultat réfractif de plus de -1 D [21, 22]. Elle est favorisée par une insuffisance de traitement par humidification cornéenne trop importante durant l'intervention ou est liée aux phénomènes de cicatrisation. La régression myopique est observée entre le 1^{er} et le 3^{ème} mois puis entre le 6^{ème} et le 12^{ème} mois post-opératoires. Seiler *et al.* ont décrits comme Vajpayee *et al.* un plus fort taux de régression lorsque le degré de myopie est plus important [23].

f. Troubles subjectifs de la vision

Des troubles visuels à type de halos nocturnes et d'éblouissements sont rapportés. Les halos correspondent à une diffusion de lumière circulaire autour des objets et sont surtout présents en vision nocturne. Ils sont dus à la réfraction de la lumière dans la zone paracentrale non traitée dévoilée lorsque la pupille se dilate en ambiance scotopique. Ces symptômes sont diminués par une zone de transition en pente douce de 3 mm. Les éblouissements sont définis par une sensibilité élevée à la lumière et peuvent être liés à la présence d'un haze ou d'un

astigmatisme [24]. Ils sont majeurs pendant les premiers mois post-opératoires et ont tendance à diminuer par la suite. Certaines équipes ont constaté une fréquence plus importante de ces manifestations chez les myopes forts (entre -6 et -10 D), en cas de diamètre pupillaire (DP) important et lorsque la ZO traitée est plus petite [21].

g. Autres complications

Il existe également des complications telles que les kéralgies récidivantes, les infiltrats stériles sous-épithéliaux (0,5%) ou les hypertonies oculaires. Cette complication rare (de 0 à 7%) est induite par les corticoïdes topiques. Elle reste transitoire et disparaît à l'arrêt du traitement ou sous hypotonisant local [21].

V. LA CICATRISATION CORNÉENNE APRÈS PKR

Depuis 1983, l'action du laser Excimer sur la cornée a été étudiée chez le lapin et chez l'homme. De nombreuses études montrent qu'il existe une extrême régularité de la découpe obtenue avec les caractéristiques suivantes [6] :

- la photoablation reste régulière et met progressivement à nu toutes les couches de la cornée. Il existe toujours une ablation de la membrane de Bowman et le stroma est mis à nu dans tous les cas, même en cas de faible myopie.
- Il n'existe aucun effet thermique ni aucun effet mécanique apparent. Les fibrilles de collagènes gardent leur organisation.
- Un film très fin de substance granuleuse se dépose à la surface de la zone traitée.

La vitesse de cicatrisation varie extrêmement d'une personne à l'autre. Celle-ci est proportionnelle à la profondeur et/ou à la largeur de la photoablation.

La réparation épithéliale est une étape importante dans la cicatrisation cornéenne car elle permet de restaurer la barrière protectrice contre l'environnement extérieur, luttant ainsi contre les infections et la douleur (photophobie, irritation ou larmoiement).

La zone traitée est recouverte en 48 à 72 heures dans les cas de cicatrisation épithéliale normale. Les cellules épithéliales basales glissent à la surface stromale mise à nue pour se diviser : phases de prolifération et de migration. La cicatrisation épithéliale se termine au bout de 6 mois lorsque l'adhésion intercellulaire est totale.

L'inflammation débute dès qu'il existe une effraction de la barrière épithéliale. Après la PKR, des polynucléaires puis de monocytes interviennent au sein de la plaie cornéenne via les larmes, ce qui permet de nettoyer les débris et de se débarrasser d'éventuelles bactéries. Les polynucléaires semblent avoir un rôle dans la prolifération épithéliale car en leur absence, la cicatrisation est plus lente. Il semble que les cellules souches limbiques n'interviennent pas pour assurer la cicatrisation d'une photoablation allant jusqu' 8 mm.

Au niveau stromal, on constate une légère raréfaction de kératocytes au cours des premiers jours après la chirurgie qui disparaissent en regard de la surface d'ablation pour une profondeur de 50 à 200 μm [3]. L'apoptose des kératocytes est induite par des facteurs produits par l'épithélium. Cette mort cellulaire s'accompagne de peu de dommages locaux puisque la PKR est associée à un niveau faible d'apoptose cornéenne centrale. Cette zone d'apoptose est ensuite gagnée par des kératocytes activés et transformés en myofibroblastes. Ceux-ci sont à l'origine de l'augmentation de la synthèse de collagène cicatriciel dont les fibrilles ont perdu la disposition régulière habituelle, entraînant la formation d'un tissu dense non transparent (le haze). Le nombre de kératocytes atteint la normale au bout de neuf mois en post-opératoire [25].

Au niveau de l'endothélium, on ne note pas de modifications importantes même en cas de photoablation profonde. En effet, plusieurs auteurs démontrent l'absence de perte statistiquement significative en cellules endothéliales. Certaines équipes notent cependant une dilatation des espaces inter-cellulaires dans les premières heures. [26, 27].

VI. LA MITOMYCINE C

La MMC est un antibiotique du groupe des mitomycines produites par *Streptomyces caespitosus* découvert en 1956 [28]. La MMC est un antimétabolite d'abord utilisé par voie intraveineuse dans le traitement des cancers de l'estomac, du côlon, du rectum, du pancréas et du sein, mais aussi par voie endovésicale dans les tumeurs très localisées de la vessie [32].

Son intérêt en application topique repose sur sa capacité d'inhiber la prolifération des kératocytes et la fibrose épithéliale. Depuis une vingtaine d'années, la MMC fait également partie des thérapeutiques ophtalmologiques utilisées dans les néoplasies intra-épithéliales de la cornée et de la conjonctive et dans la chirurgie du ptérygion et du glaucome [29, 30, 31, 33].

1. Structure et mécanisme d'action

La MMC a un poids moléculaire de 344 daltons. Elle est stable à la chaleur, soluble dans l'eau et dans les solvants organiques et possède un pic d'absorption unique à 365 nanomètres. En solution, elle est lentement inactivée par la lumière visible mais pas par les ultraviolets. Elle est extrêmement instable à pH acide et à pH très basiques.

La MMC est classée comme un agent alkylant et présente dans sa structure un groupe aziridine, un groupe quinone et un groupe carbamate [34]. Tous les agents alkylants sont électrophiles et participent à la formation d'ions intermédiaires carbonium. L'alkylation des

différents groupes sus-cités entraîne la formation de liaisons covalentes avec un simple brin d'ADN et des liaisons croisées avec les brins complémentaires d'un ADN double. La molécule inhibe alors la synthèse de l'ADN en créant des ponts entre l'adénine et la guanine. L'alkylation de l'ADN se produit à tous les stades du cycle cellulaire mais on a constaté que l'action de la MMC est particulièrement marquée en phase G1 et S. L'inhibition de la synthèse de l'ARN et des protéines est non spécifique de la toxicité cellulaire. Malgré le recul d'une cinquantaine d'années sur la MMC, ses effets à long-terme restent peu connus. En effet, on ne sait pas si les conséquences sur l'ADN sont réversibles après une exposition. Sa cytotoxicité a également été associée à la libération de radicaux libres et à la production de facteur de nécrose tumorale (TNF) [35].

2. Mitomycine C dans la chirurgie réfractive

Cette thérapeutique a trouvé son rôle dans la chirurgie réfractive lorsque les techniques d'ablation de surface cornéenne se sont développées. Lors d'un traumatisme cornéen ou lors d'une chirurgie par photoablation, le phénomène de cicatrisation consiste en une apoptose des kératocytes. Ce processus, phénomène en cascades avec prolifération de nouveaux kératocytes médiée par les myofibroblastes et les autres cellules inflammatoires, serait lié à la formation de haze et au risque de régression myopique.

La photoablation chez les patients myopes forts doit être profonde, ce qui augmente le risque de formation de haze. Celui-ci représente probablement la complication la plus fréquente par perte de transparence et baisse d'acuité visuelle mais aussi en raison d'une réaction stromale inflammatoire responsable d'un risque de régression réfractive et d'une irrégularité de surface cornéenne [25, 36]. Ainsi, de nombreuses molécules ont été proposées et testées pour réduire la formation de haze [37].

Madjumar *et al.* [38] ont été parmi les premiers avec Talamo *et al.* [39] à traiter les cicatrices cornéennes post-chirurgie réfractive en appliquant de la MMC à 0,02% pendant deux minutes en per-opératoire et ont trouvé une amélioration significative de la transparence cornéenne. La MMC a été ensuite proposée en tant que traitement prophylactique afin de prévenir le haze cornéen.

Il existe peu d'études dans la littérature concernant les effets nocifs de la MMC dans la chirurgie réfractive. La cytotoxicité de la MMC a été décrite pour les trois couches principales de la cornée. Tout d'abord, concernant l'épithélium, l'hypothèse d'un retard de cicatrisation a été posée suite à une atteinte des cellules limbiques, néanmoins les différentes études sur les cornées humaine ou animale montrent l'absence de toxicité épithéliale directe. Les résultats à long-terme concernant les kératocytes stromaux restent controversés. Gambato *et al.* suggèrent que la population cellulaire stromale ne souffre pas de manière permanente des effets de la MMC et garde à long-terme une capacité d'activation et de prolifération cellulaire en cas de traumatisme cornéen [40]. Les résultats sur les effets endothéliaux sont controversés. Quelques études décrivent une perte de cellules endothéliales plusieurs années après le geste chirurgical, mais la majorité des auteurs s'accordent pour conclure à une innocuité de la MMC sur l'endothélium avec absence d'œdème cornéen secondaire [41, 90]. En effet, de telles concentrations ne peuvent pas atteindre les tissus profonds comme l'endothélium [42]. Des études à long-terme sont nécessaires pour confirmer les effets délétères de la MMC [34, 43].

La MMC a été introduite dans le service pour la chirurgie réfractive depuis 2008 environ. Elle est habituellement utilisée en cas de myopie forte ≥ -8 D, de retouche, d'astigmatisme important (au-delà de -2,50 D environ) ou d'hypermétropie.

EXAMEN PRÉ-OPÉRATEUR

L'examen clinique pré-opératoire permet de rechercher les contre-indications à la chirurgie réfractive, d'éliminer les amétropies évolutives et de définir au mieux les exigences du patient et ses besoins visuels.

I. INTERROGATOIRE

1. Motivations et antécédents du patient

- Motivations :

L'interrogatoire est fondamental car il permet au chirurgien d'avoir un premier contact avec son patient et de déterminer ses attentes et motivations. En effet, la chirurgie réfractive ne permet pas de résoudre les complications liées à la myopie forte ni d'augmenter les performances d'un œil amblyope.

L'intolérance aux lentilles de contact et/ou le port de lunettes contraignant peuvent représenter une des motivations à la chirurgie. Ainsi, le mode de correction optique du patient doit être noté dans le dossier. Le type de lentille et le mode de renouvellement donne un indice sur l'état cornéen (néovaisseaux cornéens par exemple).

- Antécédents :

Parmi les antécédents, il est essentiel d'éliminer les contre-indications absolues ou relatives à la chirurgie qui seront décrites ultérieurement. Il faut également s'assurer d'une stabilité de la myopie d'au moins 2 ans car dans le cas contraire, il faudra différer la chirurgie réfractive.

L'âge du patient doit entrer en considération car un âge inférieur à 18 ans reste une contre-indication. Néanmoins il n'y a pas de limite d'âge supérieure.

2. Profession et activités sportives

La profession ainsi que les activités sportives sont des paramètres importants à prendre en considération car ils renseignent sur les besoins visuels du patient et sur certaines professions à forte exigence de performance visuelle qui peuvent représenter une cause d'exclusion à la chirurgie. En effet, le chirurgien, en plus de l'âge du patient et de l'amétropie, doit tenir compte des normes régissant l'aptitude professionnelle engageant la sécurité collective ou individuelle, que ce soit dans le cadre militaire ou dans le secteur civil (professions dans le transport, pompiers ou marins). De plus, toute chirurgie réfractive entraîne systématiquement une inaptitude pour le personnel navigant de l'aéronautique dans le secteur militaire. Le délai d'inaptitude après la chirurgie peut être transitoire selon les métiers et peut aller de six mois (chez les gardiens de la paix ou les policiers) à un an (chez les marins à bords de navires de commerce, de pêche ou de plaisance) [44].

Exemples de professions concernées par le délai d'inaptitude à respecter [45]:

- gendarmerie ou police,
- brigade des sapeurs-pompiers,
- conducteur de train à la SCNF,
- personnel navigant de l'armée,
- contrôleur dans les tours de contrôle des aéroports,
- aéronautique (pilote, steward et hôtesse de l'air),
- marine marchande.

3. Évaluation subjective de la qualité visuelle

Il convient d'explorer la gêne visuelle subjective pré-opératoire afin de la comparer en post-opératoire (importance des questionnaires systématiques). On évalue la vision de loin et

de près, la conduite de jour et de nuit, la réalisation de tâches habituelles en ambiance lumineuse faible et on apprécie le champ visuel du patient. On retrouve dans la littérature une association significative entre la présence de troubles visuels nocturnes et la myopie forte [46].

4. Recherche de contre-indications à la chirurgie réfractive

La recherche de contre-indications à la PKR au cours de l'interrogatoire est fondamentale (tableau II). Certaines sont relatives ou temporaires, d'autres sont absolues [17].

Tableau II : Contre-indications locales et générales à la chirurgie réfractive.

Contre-indications locales	Contre-indications générales
<ul style="list-style-type: none"> - Le <u>kératocône</u> : principale contre-indication absolue à éliminer en raison du risque d'ectasie majeure. - L'<u>amétropie évolutive</u> : risque de résultat insatisfaisant survenant rapidement après la chirurgie. Les facteurs à évaluer sont : la modification réfractive $\geq 0,5$ D en 2 ans et l'âge jeune du patient. - Les <u>troubles de la surface oculaire</u> : meibomite ou la blépharite (rosacée oculaire) et les syndromes secs (contre-indications transitoires). - L'<u>insuffisance limbique</u> : par brûlures thermiques ou chimiques ou les pemphigoides. - Les <u>antécédents d'herpès</u> ou de <u>zona ophtalmiques</u> sont des contre-indications relatives. Un délai de 2 ans après l'épisode infectieux doit être respecté et un traitement préventif antiviral doit être prescrit dans les trois mois avant l'intervention. - Les <u>affections évolutives oculaires</u> : les uvéites en poussée, le glaucome ou affections rétinienne évolutives (rétinopathie diabétique) sont des contre-indications temporaires. - Un <u>diamètre pupillaire</u> en lumière scotopique ≥ 8 mm est une contre-indication relative (risque de gêne visuelle subjective). 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Risque de retard de cicatrisation stromale</u> : collagénoses (polyarthrite rhumatoïde, syndrome de Gougerot-Sjögren), maladie de Crohn, colite ulcéreuse et maladie de Wegener (risque de lyse stromale voire de perforation cornéenne liée à une réponse inflammatoire importante). - L'<u>immunodépression</u> (diabète, grossesse, iatrogène, infection) est une contre-indication relative (retard de cicatrisation et risque infectieux). - La <u>grossesse</u>, contre-indication relative: risque de modification de la réfraction. - Le patient monophalme (contre-indication absolue).

II. RÉFRACTION

La réfraction est l'examen de base pré-opératoire. Au cours de cet examen clinique, il faut:

- déterminer la meilleure AV corrigée (MAVC) de loin et de près,
- déterminer la réfraction subjective et objective (examen réalisé si nécessaire sous cycloplégie) avec l'équivalent sphérique (ES) qui correspond à la puissance de la sphère additionnée à la moitié de la puissance du cylindre,
- rechercher la dominance oculaire.

III. EXAMEN CLINIQUE ET PARACLINIQUE

1. L'examen en lampe à fente

L'examen ophtalmologique doit être complet et a pour but d'éliminer toutes contre-indications à la chirurgie réfractive ou toutes lésions dégénératives rétiniennes liées à la myopie forte pouvant bénéficier d'un traitement adapté.

Le segment antérieur est minutieusement étudié : paupières, conjonctive, cornée, cristallin, chambre antérieure. Il faut exclure toute opacité cornéenne, tout argument pour un kératocône ou une insuffisance limbique.

La qualité du film lacrymal est testé par le « break-up time » (BUT) qui peut-être associé au test de Schirmer pour l'évaluation quantitative. Le BUT est une mesure du temps de rupture du film lacrymal permettant d'évaluer la stabilité du film lacrymal, c'est-à-dire sa capacité à adhérer à la surface oculaire. Il est considéré comme pathologique lorsqu'il est

inférieur à 10 secondes. Le test de Schirmer de type I permet d'évaluer la sécrétion lacrymale grâce à une petite bandelette de papier filtre positionnée dans le cul-de-sac conjonctival inférieur et laissée pendant cinq minutes. Le test est considéré comme pathologique si la zone d'humidification est inférieure à 5 mm [47].

2. La topographie cornéenne

La topographie cornéenne est obligatoire en pré-opératoire. Cet examen permet de préciser l'aspect morphologique de la cornée en plus de la kératométrie et détecte ainsi toutes contre-indications à la chirurgie réfractive comme les astigmatismes irréguliers (kératocône avéré ou fruste et dégénérescence marginale pellucide).

a. La kératoscopie

Placido a observé en 1880 l'aspect de la réflexion cornéenne d'un disque plan comportant en alternance des anneaux concentriques noirs et blancs [48]. Ainsi naît le disque de Placido (figure 8). La déformation des mires du disque de Placido permet d'évaluer qualitativement toute la surface de la cornée, du centre à la périphérie, et de mettre en évidence un kératocône ou un autre astigmatisme irrégulier, dégénérescence marginale pellucide ou un corneal warpage [49].

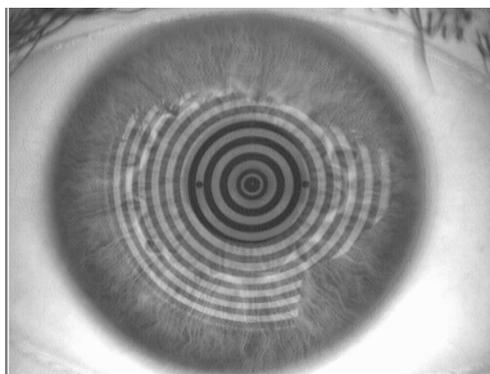


Figure 8: Réflexion des mires de Placido sur la cornée.

De cette kératoscopie naît la topographie conventionnelle ou spéculaire. L'image des reflets des mires de Placido sur la cornée est analysée par informatique puis est représentée sur une échelle colorimétrique. Les différentes puissances cornéennes sont représentées par un code couleur.

b. La topographie d'élévation

La topographie d'élévation offre des informations morphologiques cornéennes, c'est-à-dire un relief spatial de la surface cornéenne, alors que la topographie spéculaire ne donne que des informations sur la courbure [2]. La topographie d'élévation définit pour chaque point de la surface cornéenne des coordonnées spatiales x, y, z . La valeur z correspond à la mesure de l'élévation d'un point par rapport à une courbe de référence choisie arbitrairement, la sphère de référence (ou *Best Fit Sphere*) [48]. La figure 9 représente la carte colorimétrique obtenue en se basant sur la sphère de référence.

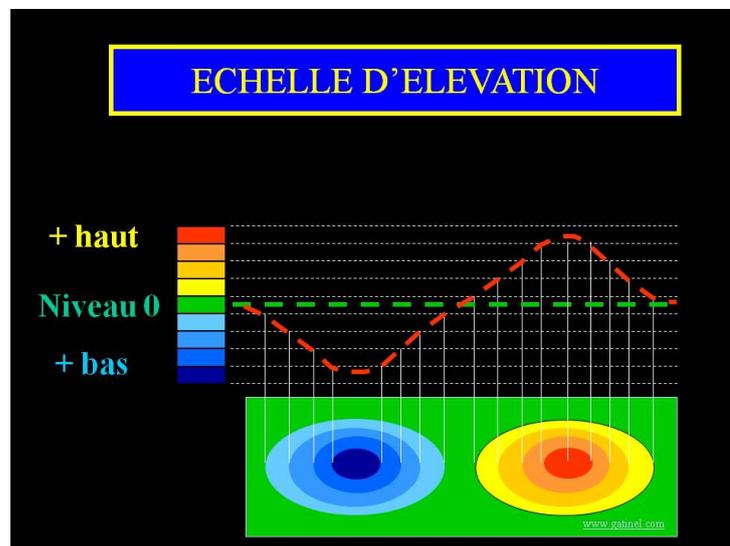


Figure 9 : Représentation schématique de l'échelle colorimétrique pour les cartes d'élévation, selon D. Gatnel. Points au-dessus : couleurs chaudes ; points en-dessous : couleurs froides [2].

La topographie cornéenne permet de décrire trois aspects majeurs dans l'analyse géographique de la surface cornéenne : l'asphéricité, la toricité et l'asymétrie. Ces éléments permettent une analyse simple de la topographie cornéenne grâce aux cartes colorimétriques.

L'asphéricité est la variation de courbure de l'apex vers la périphérie cornéenne. Deux profils topographiques sont à retenir (figure 10) :

- Le premier correspond à la forme physiologique de la cornée plus bombée au centre et en région paracentrale par rapport à la périphérie : il s'agit d'une cornée prolata. Plus l'asphéricité prolata est prononcée, plus l'écart par rapport à la sphère de référence est important. L'augmentation de l'asphéricité prolata (surtout du mur postérieur cornéen) est un des signes précoces de kératocône précoce. Sur la carte colorimétrique, des couleurs plus chaudes (rouges) seront observées au centre de la cornée.

- Le second profil est l'inverse de la cornée prolata à savoir l'asphéricité oblate qui se retrouve après la chirurgie ablative avec un centre plus bas que la sphère de référence (couleurs froides) [2, 6].

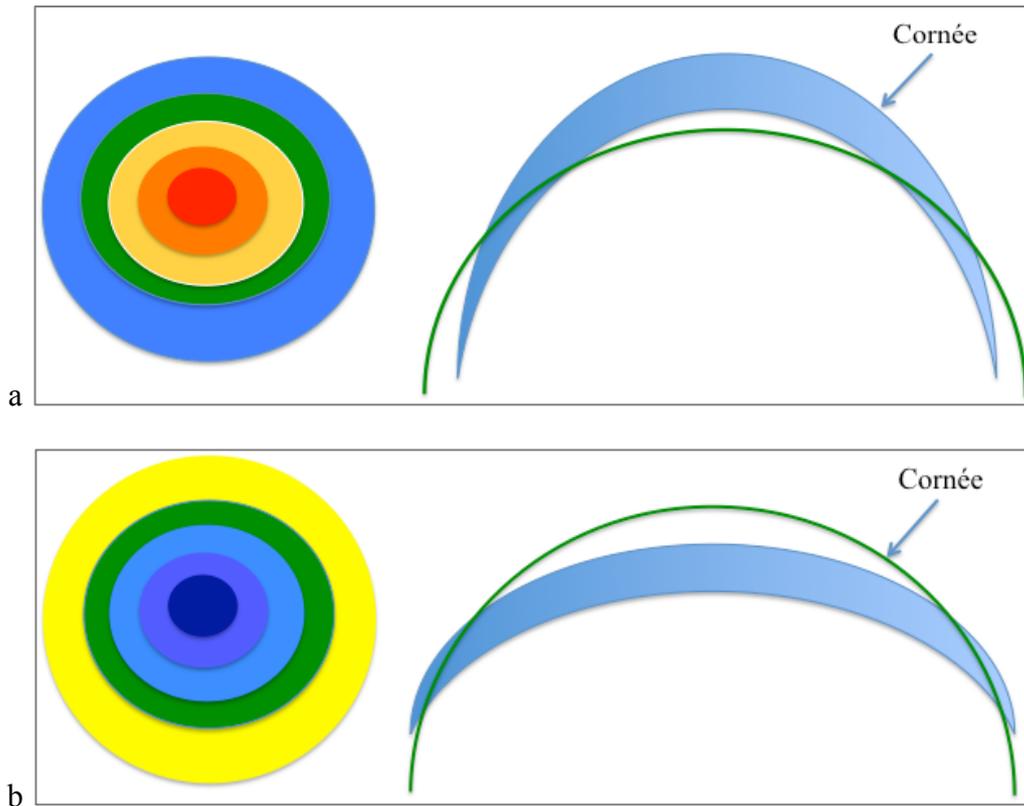


Figure 10: Représentation en élévation par rapport à une sphère de référence. Figure a : cornée prolate. Figure b : cornée oblate.

La toricité est la variation de courbure entre les méridiens les plus cambrés et les méridiens les plus plats, en général entre les méridiens orthogonaux (astigmatisme régulier).

L'asymétrie correspond à une différence de courbure entre les héli-méridiens opposés (astigmatisme irrégulier).

Dans le service d'ophtalmologie du CHRU de Lille, l'appareil utilisé est l'*Orbscan IIz* de Bausch & Lomb qui est un topographe mixte associant une vidéotopographie de Placido au balayage d'une fente lumineuse digitalisée. Cet examen permet d'obtenir une carte d'élévation des deux faces cornéennes antérieure et postérieure, une topographie spéculaire et une pachymétrie optique.

c. Intérêt en pré-opératoire : éliminer un corneal warpage, un kératocône fruste ou infra-clinique

Le corneal warpage ou déformation cornéenne sous lentille de contact peut faussement donner l'aspect d'un kératocône. Sa présence est une contre-indication provisoire à la chirurgie réfractive contrairement au kératocône qui reste une contre-indication formelle. En cas de corneal warpage, la topographie cornéenne retrouve un aplatissement supérieur et un bombement inférieur de la cornée. L'arrêt du port de la lentille de contact rigide permet de retrouver une topographie cornéenne normale.

Le kératocône est une pathologie cornéenne ectasique non inflammatoire, le plus souvent bilatérale, dont la pathogénie reste encore inconnue. Il évolue vers un amincissement cornéen touchant en premier lieu le mur postérieur et s'accompagnant ensuite d'un astigmatisme irrégulier puis d'une myopie évolutive. Son incidence est très probablement sous-estimée à environ 1/1000 à 1/5000 dans la population générale. Des facteurs de risque existent et doivent être recherchés : terrain atopique, facteurs traumatiques (frottement chronique des yeux), maladies du tissu conjonctival tels que le syndrome de Ehlers-Danslos, maladies chromosomiques telles que la trisomie 21 et facteurs génétiques [50, 51]. La figure 11 montre des exemples de topographies cornéennes normales et pathologiques.

Le kératocône est une contre-indication absolue à la chirurgie réfractive pouvant aboutir à une ectasie cornéenne post-opératoire. Tout chirurgien se doit de ne pas passer à côté d'une forme fruste ou infra-clinique par l'utilisation de la topographie cornéenne. Le kératocône fruste est un kératocône indétectable cliniquement mais qui présente certains aspects suspects sur les cartes d'élévation et pachymétriques (cf infra).

Le diagnostic positif de kératocône peut être facilité par des indices topographiques [52].

- Un des indices les plus connus est celui de Rabinowitz/McDonnell qui comprend [53] :

- une kératométrie centrale (K) supérieure à 47 D,
- une soustraction de la kératométrie moyenne de l'hémicornée inférieure à la kératométrie moyenne de l'hémicornée supérieure (dans les 3 mm centraux) supérieur à 1,5 D : $I-S > 1,5 D$,
- une asymétrie de kératométrie centrale entre l'œil droit et l'œil gauche supérieure à 1D.

- En 1999, Rabinowitz et Rasheed décrivent un autre indice : l'indice de KISA% [51, 54] :

$$KISA \% = K \times (I-S) \times AST \times SRAX \times 0,3$$

$K = 1$ si la kératométrie maximale est inférieure à 47 dioptries, $(I-S) = 1$ si $(I-S) < 1$ et Ast (astigmatisme cornéen) = 1 si $Ast < 1$. Le SRAX (*Skewed Radial Axes* ou déviation radiale des axes) est la valeur en degré de l'angulation des deux hémiméridiens les plus bombés.

Ainsi, selon Rabinowitz et Rasheed, la cornée est normale lorsque $KISA\% < 60$. En présence d'un indice $KISA\% > 100$ il existe un kératocône avéré et entre 60 et 100 %, on suspecte un kératocône fruste.

En l'absence de standardisation entre les différents fournisseurs de topographes cornéens, des indices spécifiques à un modèle de machine ont été mis en œuvre.

Ainsi, chez Bausch & Lomb, on retrouve [45, 48]:

- Les critères de Roush : un kératocône est suspecté lorsqu'il existe une différence d'élévation de plus de 100 μm sur la face d'élévation postérieure au niveau des 7 mm centraux.
- Les critères de Potgieter : un kératocône est suspecté lorsqu'il existe une différence de plus de 100 μm sur la face d'élévation postérieure (dans les 7 mm centraux), une pachymétrie la plus fine inférieure à 470 μm et une sphère de référence postérieure supérieure à 55 D.
- Les critères d'Efkarpidis sont basés sur le rapport entre les sphères de référence postérieure et antérieure. La cornée est normale lorsque le rapport est inférieur à 1,21 ; entre 1,21 et 1,27, il existe une suspicion de kératocône et lorsque l'indice est supérieur à 1,27, le risque de kératocône est majeur.

D'autres éléments topographiques aident au diagnostic de kératocône [48] :

- Une pachymétrie inférieure à 500 μm avec un décalage entre le point le plus fin souvent en temporal inférieur par rapport au point de fixation de plus de 1 mm et/ou une différence de plus de 10 μm entre les deux points.
- Une sphère de référence postérieure supérieure à 55 D.
- La perte de l'orthogonalité des héli-méridiens sur la carte de courbures.
- Une élévation antérieure supérieure à 50 μm à l'apex.
- La perte de l'énantiomorphisme qui se définit par une symétrie en miroir entre l'œil droit et l'œil gauche sur les cartes de la topographie cornéenne [2].

3. L'aberrométrie

L'aberrométrie permet d'étudier la qualité optique de l'œil à travers l'analyse du front d'ondes et de préciser la qualité de l'image rétinienne. Des aberrations optiques de bas et de haut degrés sont ainsi établies. Certaines plaintes visuelles du patient peuvent être expliquées et quantifiées. Dans le service d'ophtalmologie du CHRU de Lille, l'aberromètre utilisé est le *Zywave II* (de Bausch & Lomb).

a. Recueil et analyse du front d'ondes

Le système d'Hartmann-Shack est le système d'analyse le plus répandu. Le principe est d'analyser la réflexion d'un rayon infrarouge ou front d'ondes sur le pôle postérieur. Ce front d'ondes ressort déformé par les différents milieux oculaires traversés et est recueilli par un ensemble de micro-lentilles. Le front d'ondes émis est sphérique mais la partie arrivant à l'œil est plane. Sa déformation est liée au déphasage des rayons lumineux à travers un milieu différent (figure 12) [48, 55] .

b. Aberrations optiques

Les aberrations optiques sont décrites grâce à des fonctions mathématiques : le polynôme de Zernicke qui définit et décrit chaque aberration. On retrouve ainsi des aberrations de bas degrés (degrés 1 et 2) corrigibles par des lunettes et les aberrations de haut degrés (degrés 3 et 4) non corrigibles par des lunettes comme l'astigmatisme irrégulier.

c. Le score RMS (*Root Mean Square*)

Le RMS est une valeur représentant la déviation du front d'ondes par rapport à un front d'ondes « plan idéal » de référence et permet de quantifier les aberrations optiques de haut degré. Ainsi, le taux de RMS est calculé selon ce déphasage. Il est exprimé en micron et est égal à la racine carrée de la somme des carrés des déphasages en chaque point de mesure.

Son taux normal est estimé à moins de $0,5 \mu\text{m}$. Plus le RMS est élevé, plus il existe des aberrations optiques [48, 56].

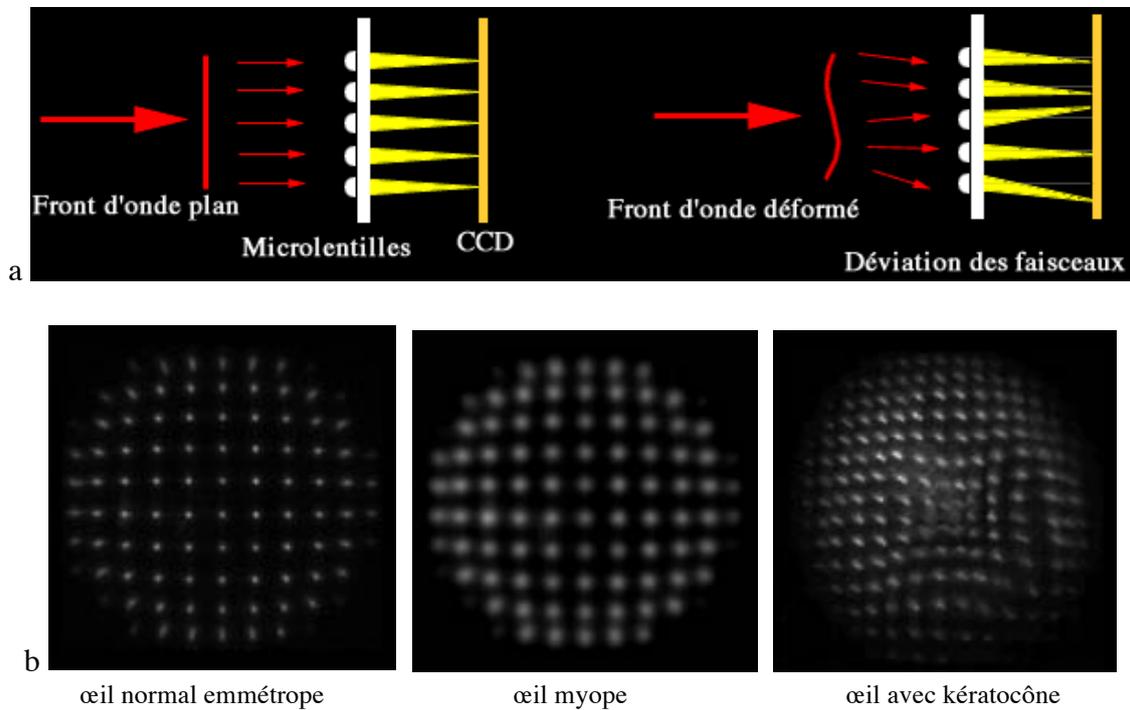


Figure 12 : Analyseurs de type Hartmann-Shack constitué d'un réseau de microlentilles et d'un capteur CDD. Figure a : image de déformation d'un front d'onde. Figure b : décalage de la focalisation du rayon lumineux avec mesure du décentrement pour chaque microlentille. Images tirées du SNOF (Syndicat National des Ophtalmologistes de France) [57].

4. La pression intra-oculaire

La pression intra-oculaire est prise à l'aplanation après avoir réalisé les différents examens topographiques cornéens. Toute hypertonie oculaire de découverte fortuite doit faire décaler voire renoncer à la chirurgie réfractive. La diminution de l'épaisseur cornéenne après PKR fausse la prise de la pression intra-oculaire qui est sous-estimée, ce qui rend la surveillance d'un glaucome ou d'une hypertonie oculaire plus difficile.

5. L'examen du segment postérieur

Il est essentiel de contrôler le fond d'œil dilaté au verre à trois miroirs chez ces patients myopes forts en raison du risque de lésions rétinienne et de décollement de rétine rhéomatogène. Toute lésion rétinienne doit être traitée au préalable par photocoagulation au laser argon.

6. Information au patient

L'information au patient est fondamentale avant tout geste chirurgical. Une fiche explicative lui est remise lors de la consultation pré-opératoire et permet de formaliser les informations données au cours de cette consultation. Il s'agit des informations relatives au principe de l'intervention et à son déroulement, des complications post-opératoires possibles, de la douleur et des traitements post-opératoires, de la nécessité d'une éventuelle retouche, de la récupération visuelle progressive et de la possible gêne visuelle en vision de près (fiche d'informations au patient de la Société Française d'Ophtalmologie, www.sfo.asso.fr). Une information concernant les suites post-opératoires doit également être fournie [17].

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'objectif de cette étude est de présenter les résultats, après PKR et application de MMC chez le myope fort dans notre service, portant sur : l'acuité visuelle (AV), la qualité de vie du patient, leur gêne visuelle subjective post-opératoire telle que les halos et les éblouissements.

L'intérêt de cette étude est également d'évaluer la satisfaction globale des patients après chirurgie réfractive et de mettre en valeur les facteurs prédictifs de l'apparition des halos et des éblouissements.

I. CRITÈRES D'INCLUSION DES PATIENTS

Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive incluant des patients ayant bénéficié de la chirurgie réfractive pour myopie au CHRU de Lille. Ces patients ont été sélectionnés sur la base de données du bloc opératoire. Les critères d'inclusion sont les suivants :

- intervention chirurgicale entre février 2008 et janvier 2011,
- ES myopique ≥ -8 D et longueur axiale ≥ 26 mm,
- stabilité réfractive depuis au moins 2 ans,
- absence d'autre pathologie ophtalmologique de type dystrophie cornéenne, dégénérescence rétinienne ou pathologie maculaire.

L'objectif réfractif post-opératoire était l'emmétropie et la PKR a été réalisée par deux chirurgiens du service avec utilisation de MMC à 0,2 mg/ml pendant une minute. Les patients ainsi sélectionnés ont été convoqués afin de bénéficier d'une consultation de contrôle.

II. MATÉRIEL

Le geste de chirurgie réfractive a été réalisé au moyen du *Technolas C 217z*. Cet appareil utilise un système à balayage par spot de 2 mm à répartition fractale et réalise des profils d'ablation cornéens en pente douce avec zone de transition.

III. MÉTHODE

1. Évaluation pré-opératoire

Les données pré-opératoires ont été récupérées dans le dossier médical des patients. Il s'agit de :

- la réfraction pré-opératoire, l'ES et la MAVC,
- l'examen en lampe à fente,
- l'Orbscan (topographies d'élévation et spéculaire, pachymétrie optique) et l'aberrométrie,
- la mesure de la pression intra-oculaire à l'aplanation,
- l'examen du fond d'œil dilaté au verre à trois miroirs.

2. Paramètres per-opératoires

Les paramètres retenus dans l'étude étaient les suivants:

- l'ES traité,
- le diamètre de la ZO traitée, le nombre de tirs et la profondeur de photoablation.

3. L'intervention

a. Le patient

Le geste se déroule en ambulatoire. On s'assure que le patient a bien respecté l'arrêt du port de lentilles de contact pendant au moins cinq jours. Le déroulement de l'intervention et de la période post-opératoire est réexpliqué au patient. La réfraction du patient peut être revérifiée en pré-opératoire immédiat en cas de doute. Après avoir instillé les premières gouttes d'anesthésiques locaux (tétracaïne 0,5% ou oxybuprocaine), le patient est installé dans le bloc opératoire avec surchaussures et charlotte.

b. Le laser Excimer

Le degré d'hygrométrie et la température de la pièce doivent être maîtrisés. Un test de fluence est réalisé avant chaque traitement. Il s'agit d'une mesure du flux d'énergie par unité de surface. La profondeur de photoablation doit rester la même pour chaque spot délivré et la puissance des stimulations électriques est ainsi ajustée.

Le chirurgien commence par mettre en place un blépharostat stérile. L'épithélium est retiré à l'aide de la spatule de Wecker après application pendant 30 secondes d'une solution de cocaïne de 4% qui facilite l'ablation de l'épithélium tout en respectant au maximum la membrane de Bowman. Le centrage du laser, étape fondamentale, est contrôlé à l'aide de trois faisceaux : le faisceau de fixation, le faisceau de visée du laser et le faisceau de focalisation. Ce dernier permet de focaliser correctement le faisceau de visée en réglant la distance apex cornéen-laser. Le laser est ensuite centré sur le point de fixation du patient souvent décalé en nasal par rapport au centre de la pupille. Le système de l'eye tracker est ensuite déclenché.

Le chirurgien inscrit dans l'ordinateur la valeur réfractive à corriger, le diamètre de la zone de traitement qui doit être le plus grand possible (en moyenne de 6 mm) tout en tenant compte de la formule de Munnerlyn. L'appareil détermine automatiquement le nombre de tirs,

le temps de traitement, le nombre de session de traitement et l'épaisseur cornéenne maximale retirée. Entre chaque session, le laser s'arrête, ce qui permet au chirurgien d'assécher la cornée à l'aide d'une micro-sponge et d'enlever les débris cellulaires.

Après la photoablation, la MMC à 0,2 mg/ml est appliquée à l'aide d'une micro-sponge sur la cornée pendant une minute. Elle est ensuite rincée abondamment avec du BSS.

À la fin de l'intervention, on instille un antibiotique (fluoroquinolone de type ciprofloxacine, Ciloxan[®]) et un anti-inflammatoire non stéroïdien en collyre (diclofénac, Voltarène[®]) puis une lentille de contact pansement est posée (Purevision[®] de Bausch & Lomb avec un diamètre de 14 mm et un rayon de courbure de 8,6 mm).

c. Traitement post-opératoire

Le patient sort de l'hôpital le jour même. En cas de perte de lentille pansement, le patient est informé de la nécessité d'un pansement occlusif jusqu'au prochain contrôle. Un traitement par antibiotiques locaux est prescrit pendant 5 jours (fluoroquinolone de type ciprofloxacine, Ciloxan[®]) avec antalgiques locaux et généraux. Le patient est revu 3 jours après l'intervention afin de contrôler l'état de cicatrisation épithéliale. Si celle-ci est totale, la lentille est retirée et le traitement par corticoïdes (fluorométholone, Flucon[®]) est débuté pour son effet anti-fibroblastique et pour limiter ainsi la perte de transparence cornéenne (haze).

4. Évaluation post-opératoire à 3 jours, 1 mois puis à plus de 12 mois

Lors du contrôle post-opératoire au 3^{ème} jour, seule la cicatrisation épithéliale était notée. On parle de cicatrisation complète en l'absence de prise de fluorescéine.

L'examen clinique à M1 de l'intervention permettait de noter la MAVC et l'AV sans correction, la réfraction objective et la mesure du haze selon la cotation de Braunstein [20].

Dans le cadre de l'étude, les patients étaient revus dans le service au-delà d'un an de suivi. Les informations recherchées concernaient :

- la satisfaction globale du patient évaluée par un questionnaire (cf annexes),
- la réfraction objective et l'AV sans et avec correction,
- l'examen en lampe à fente et le degré de haze,
- la pachymétrie mesurée par l'Orbscan (pachymétrie optique). Aucune pachymétrie ultrasonique n'a été réalisée en pré-opératoire,
- la topographie cornéenne et l'aberrométrie ainsi que la mesure de la longueur axiale (au *IOL Master 500*, Carl Zeiss).

Le questionnaire rempli par le patient nous renseignait sur un éventuel port de lentilles de contact et sa durée, la motivation pour la chirurgie réfractive, l'existence d'une gêne visuelle pré-opératoire, l'information et les explications données au patient sur le déroulement de la chirurgie, la douleur per- et post-opératoire, le délai de récupération visuelle, la gêne visuelle occasionnée en ambiance scotopique ou photopique ainsi que la satisfaction globale des résultats réfractifs.

IV. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS software version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC 25513). Les résultats sont significatifs lorsque $p < 0,05$. Les résultats sont surtout descriptifs en raison du faible échantillon de patients. Les résultats des variables quantitatives sont représentés par la médiane avec intervalle interquartile ou selon une moyenne avec un écart-type. Les résultats des variables qualitatives sont présentés par les effectifs (en pourcentage et nombre).

RÉSULTATS

I. RÉSULTATS ÉPIDÉMIOLOGIQUES, DÉMOGRAPHIQUES ET SOCIO-PROFESSIONNELS

1. Description démographique de la population

Quarante-cinq yeux chez 26 patients ont été inclus. Chez 7 patients, un seul œil a été inclus car l'amétropie de l'œil controlatéral ne correspondait pas aux critères d'inclusion. Parmi ces 26 patients, on comptait 20 femmes (soit 77%) et 6 hommes (soit 23 %) dont l'âge moyen au moment du geste chirurgical était de 37 ans +/- 8,9 (de 24 à 60 ans).

2. Catégories socio-professionnelles

L'INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques) classe les professions en différentes catégories :

- agriculteurs exploitants (fermier, cultivateur),
- salariés agricoles (ouvrier agricole, vacher),
- patrons, industriels, commerçants (chef d'entreprise, gérant de SARL),
- professions libérales, cadres supérieurs (médecin, avocat, pharmacien, ingénieur),
- cadres moyens (instituteur),
- employés (employé de banque, aide comptable),
- ouvriers (chef de chantier, manœuvre),
- personnel de service (femme de ménage, garçon de café),
- autres catégories (artiste, sportif professionnel, clergé, armée et police),
- personnes non actives (chômeur, retraité, sans professions),

Le diagramme suivant (figure 13) reprend les résultats des professions des patients.

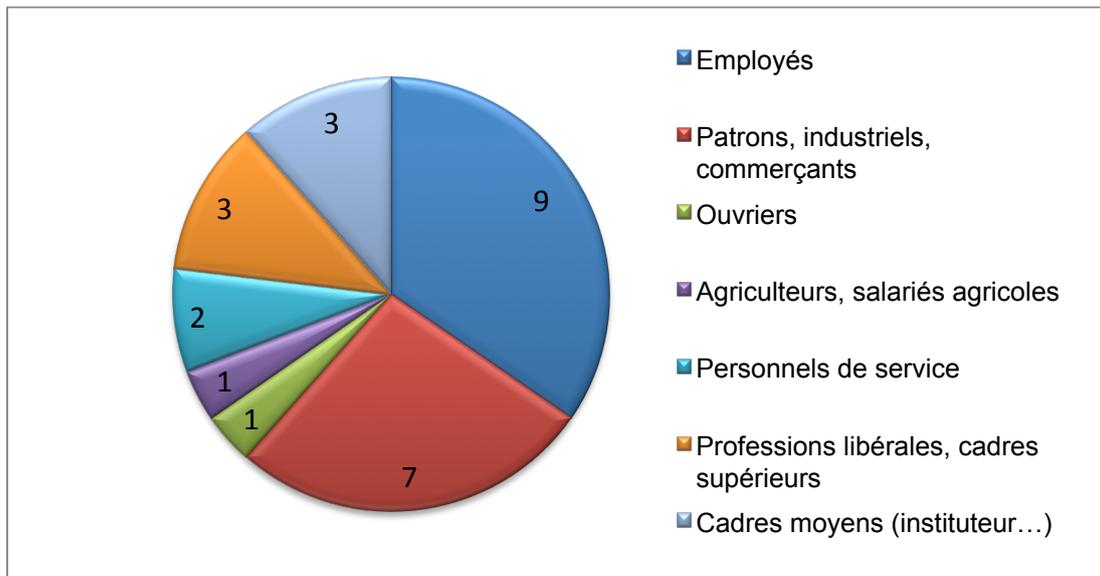


Figure 13 : Répartition des catégories socio-professionnelles des patients en nombre.

3. Motivations pour l'intervention chirurgicale

Sur le questionnaire soumis aux patients, cinq propositions leur étaient suggérées :

- motivation esthétique,
- port de lunettes contraignant,
- intolérance aux lentilles de contact,
- motivation professionnelle,
- motivation sportive.

Les patients pouvaient donner plusieurs réponses. La motivation principale était un port de lunettes contraignant (39%, n=17) suivi par une intolérance aux lentilles de contact (28%, n= 12) après plusieurs années de port (figure 14).

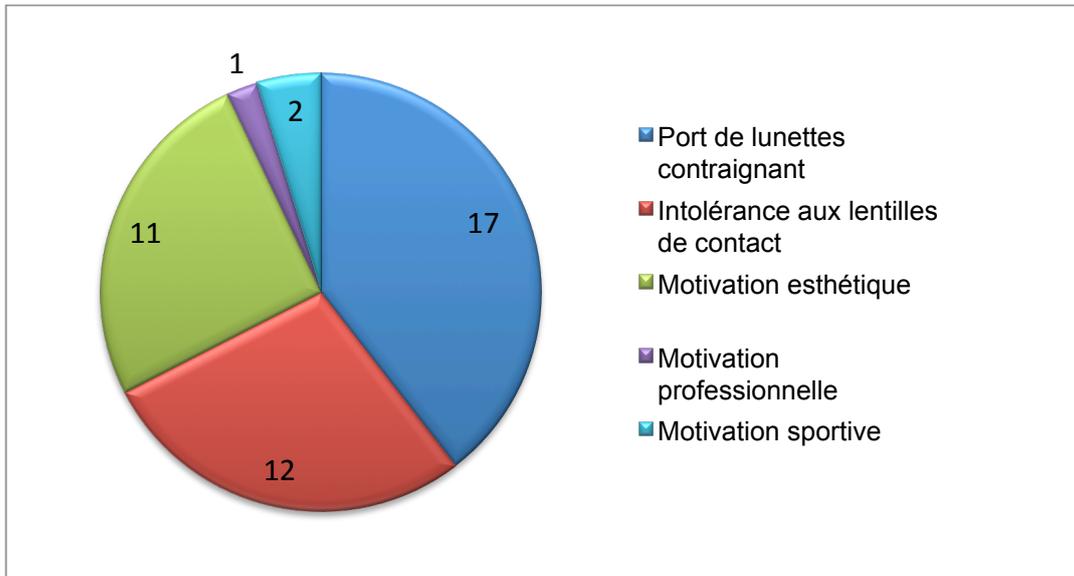


Figure 14: Répartition en nombre des motifs de la chirurgie réfractive.

4. Les lentilles de contact

La plupart de ces patients myopes forts étaient déjà porteurs de lentilles de contact (souples ou rigides) et ce depuis une durée assez longue. La durée de port variait de 6 mois à 40 ans avec une moyenne de **18,3 ans +/- 8,6**. Parmi nos 26 patients, 21 étaient porteurs de lentilles souples et 2 étaient porteurs de lentilles rigides. Une patiente a bénéficié de ces deux types de lentilles et 2 patients n'ont jamais porté de lentilles.

5. Diamètre pupillaire et longueur axiale de l'œil

Le diamètre pupillaire mesuré à l'aberrométrie est en moyenne de **6,3 mm +/- 1,2**.

La longueur axiale moyenne est de **26,8 mm +/- 1** [26 mm - 29,9 mm].

II. RÉSULTATS CHIRURGICAUX

Les paramètres du traitement chirurgical sont résumés dans le tableau III.

Tableau III : Résumé des paramètres per-opératoires.

	Moyenne	Minimal	Maximal
Zone optique traitée	5,29 mm +/- 0,42	4,6 mm	6 mm
Profondeur d'ablation	143,84 μ m +/- 10,70	123 μ m	168 μ m
Nombre de tirs	2730,2 +/- 256,07	2349	3372

III. RÉSULTATS RÉFRACTIFS

1. Équivalent sphérique d'une réfraction sphéro-cylindrique

Le tableau IV représente les ES moyens pré-opératoires, à un mois et à plus d'un an après l'intervention. Ainsi, sur les 45 yeux traités, l'emmétropisation +/- 0,50 D était retrouvée chez 36 yeux (80%) à un mois puis chez 30 yeux (66,6%) à un an. On retrouve une tendance à une légère sur-correction dans un premier temps suivie par une régression et une stabilisation de la réfraction à distance (figure 15). La figure 16 représente les ES pré-opératoires et post-opératoires des patients.

Tableau IV : ES moyens pré-opérateurs, à un mois et à un an.

	ES moyen	Extrêmes
Pré-opérateur	-10,12 D +/- 1,73 D	de -13,25 D à -8 D
A 1 mois	+ 0,06 D +/- 0,7 D	de -2 D à +2 D
A 12 mois	-0,48 D +/- 0,81 D	de -2,75 D à +0,75 D

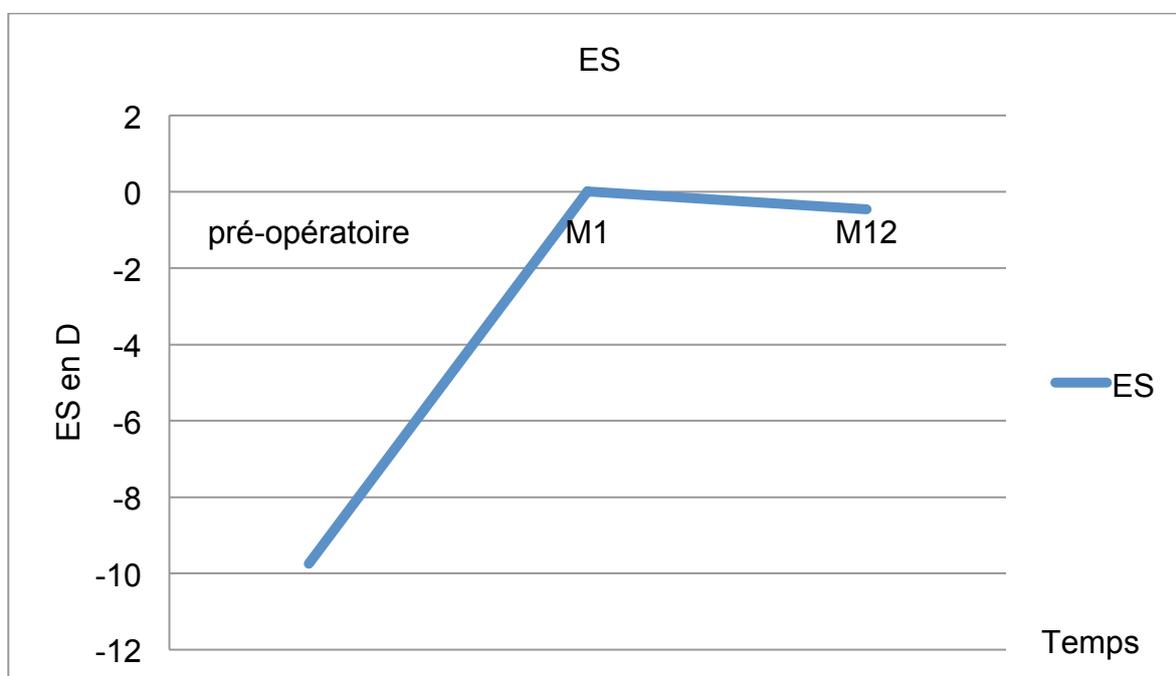


Figure 15: Évolution de l'ES moyen pré-opérateur, à un mois (M1) puis à douze mois (M12).

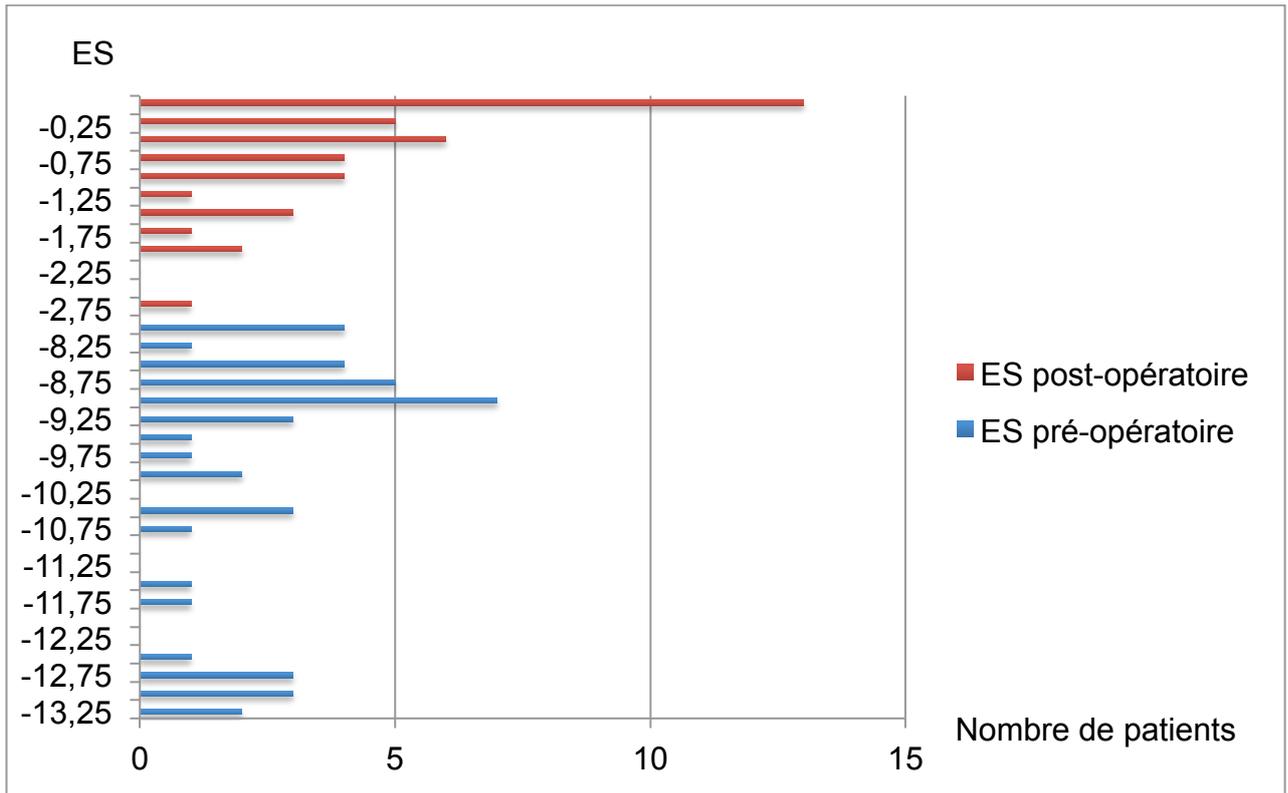


Figure 16: ES des patients en D en pré-opératoire et en post-opératoire.

La prévisibilité réfractive est représentée par le graphique suivant (figure 17).

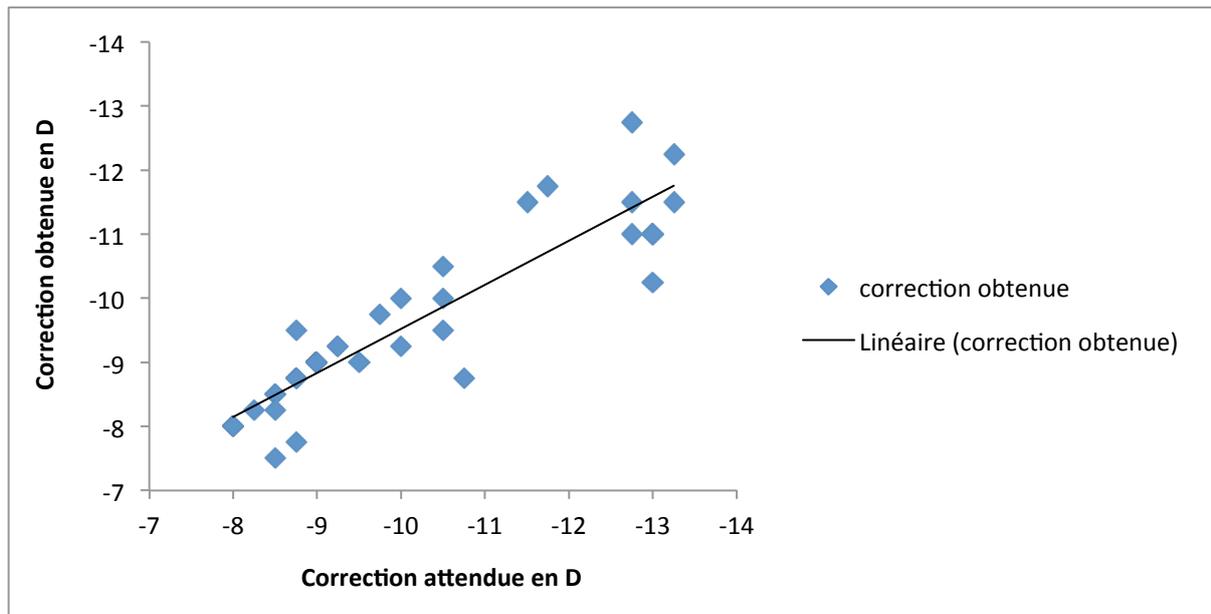


Figure 17 : Prévisibilité réfractive.

2. Meilleure acuité visuelle sans correction

La meilleure AV pré-opératoire sans correction de ces patients ne peut pas être prise en compte de part leur myopie forte, car elle ne dépasse pas 1/20^{ème}. Il est donc plus important de tenir compte de l'AV sans correction post-opératoire. Les patients ayant une mauvaise AV non corrigée à plus d'un an (soit en dessous de 5/10^{ème}) sont ceux ayant les plus fortes myopies (ES de -12 à -13 D). On note que pour les myopies les plus importantes, la correction réfractive est moins prévisible et les résultats sont moins bons.

Tableau V : AV sans correction à M1 et M12.

	M1	M12
AV sans correction	0,78 +/- 0,21 de 3/10 ^{ème} à 10/10 ^{ème}	0,81 +/- 0,22 de 3/10 ^{ème} à 10/10 ^{ème}

3. Meilleure acuité visuelle avec correction

La MAVC habituelle est de 10/10^{ème}. Toutefois, certains patients n'avaient pas initialement une AV à 10/10^{ème} avec correction. Celle-ci était en moyenne à 9/10^{ème} avec des extrêmes allant de 4/10^{ème} à 10/10^{ème}. L'AV avec correction pré-opératoire était plus basse quand la myopie était plus importante. Le tableau VI résume l'AV moyenne corrigée et la figure 18 montre le gain ou la perte en ligne d'AV en post-opératoire. On observe que l'AV de la majorité des patients reste stable. Une patiente a perdu deux lignes d'AV avec la meilleure correction sur un œil. Six yeux ont gagné en AV en post-opératoire.

Tableau VI : AV corrigée moyenne pré-opératoire, à M1 et à M12.

	En pré-opératoire	M1	M12
AV avec	0,92 +/- 0,15	0,88 +/- 0,15	0,93 +/- 0,13
correction	de 5/10 ^{ème} à 10/10 ^{ème}	de 5/10 ^{ème} à 10/10 ^{ème}	de 5/10 ^{ème} à 10/10 ^{ème}

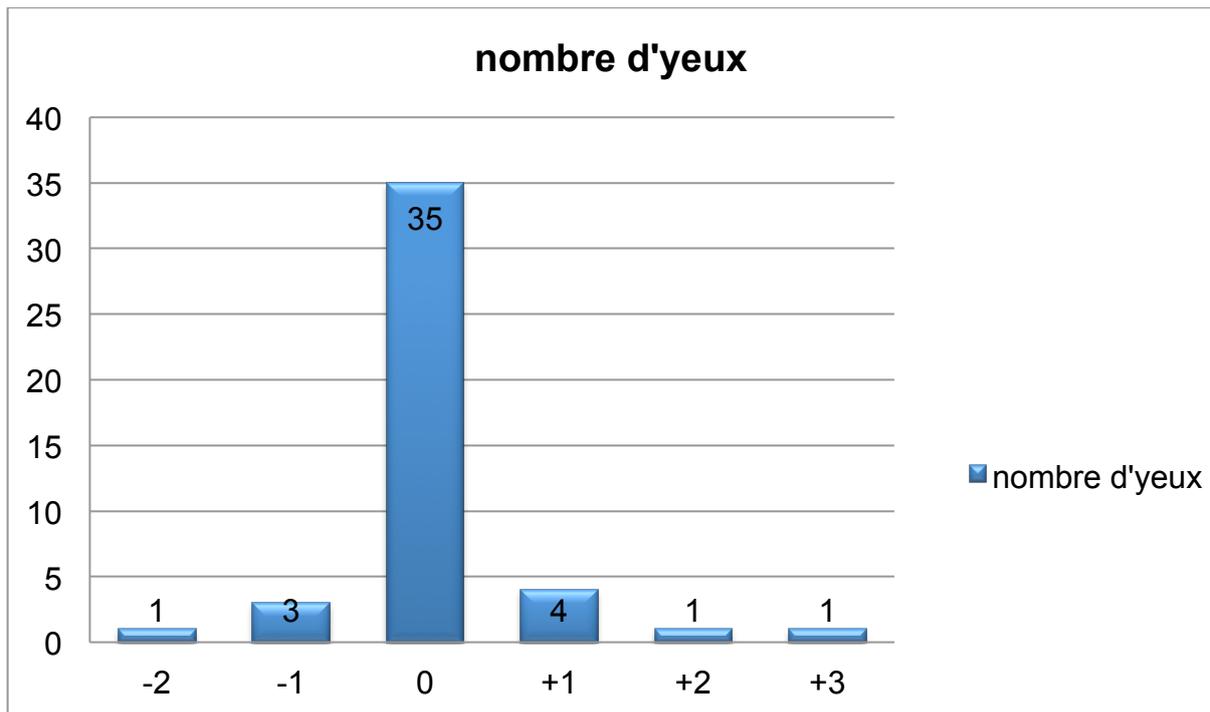


Figure 18: Gain de meilleure AV corrigée (en lignes) en post-opératoire à plus d'un an.

4. Les retouches

Dix yeux ont été retouchés en raison d'une modification réfractive survenue au delà du 6^{ème} mois après la première intervention. Sept yeux sont surveillés en vue d'une éventuelle retouche mais les patients en question n'en ressentent pas encore la nécessité. Chez deux patients, la retouche concernait une hypermétropie modérée secondaire à l'intervention (de +1,75 D). Deux patients présentaient également un astigmatisme résiduel sans myopie (de -

1,25 à -2,50 D). Le délai de retouche est en moyenne de **20,1 mois +/- 13,7** avec des extrêmes allant de 5 à 48 mois.

IV. RÉSULTATS ANATOMIQUES

1. Pachymétrie

Elle était de **590,9 µm +/- 33,9** en pré-opératoire et de **402,4 µm +/- 63,3** en post-opératoire.

2. Haze

Le haze reste peu important chez tous les patients avec une majorité de haze à 0,5 à un mois (60%, n = 27 yeux) suivi d'une disparition à plus d'un an après l'intervention (**moyenne de 0,18 +/- 0,2**). Soixante-quatre pourcents des yeux (soit n = 29) n'avaient pas de haze et 33% des yeux (n= 15) avaient encore un haze à 0,5 (figure 19).

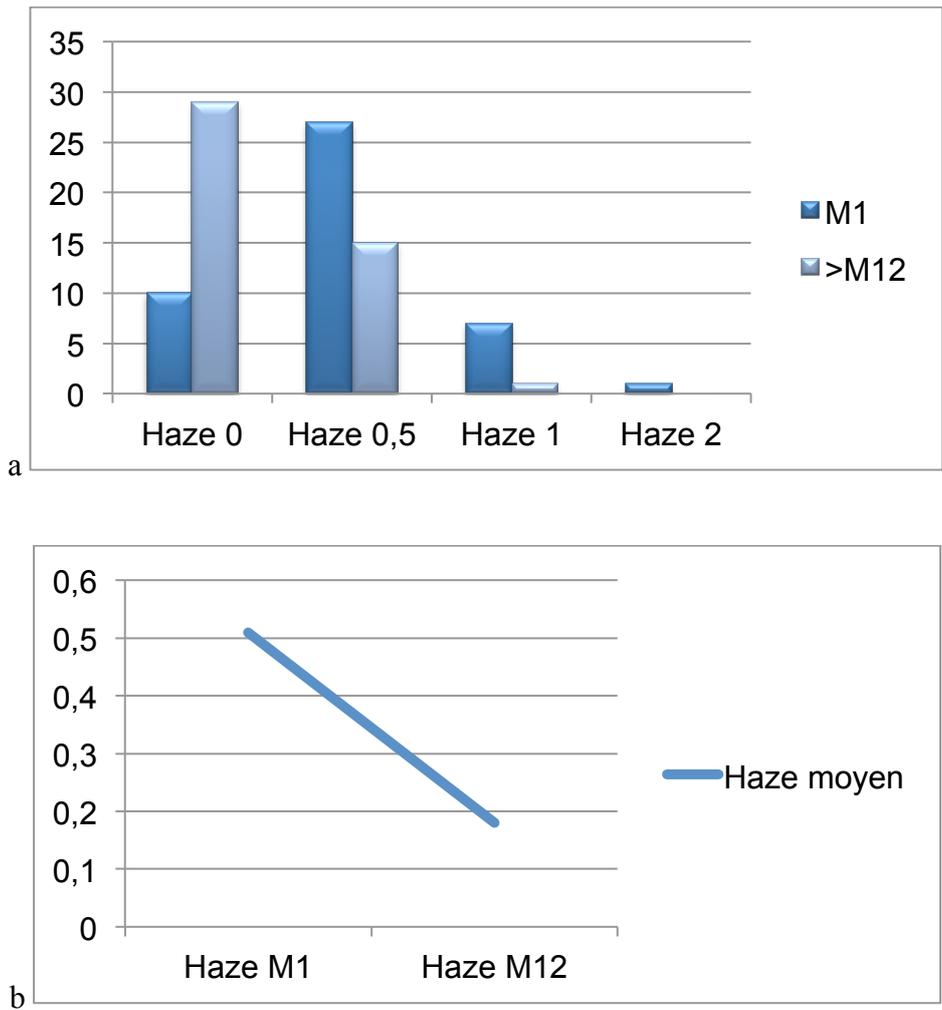


Figure 19 : Figure a : représentation du haze à M1 et à M12 des patients. Figure b : évolution entre M1 et M12 du haze moyen.

3. Délai de cicatrisation épithéliale

La majorité des yeux présentait une cicatrisation complète à 3 jours (57,7%, n = 26), le reste des patients à 6 jours et un cas à 9 jours.

V. RÉSULTATS SUBJECTIFS ET RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION

1. Douleur post-opératoire

Deux interventions sur 45 n'ont pas entraîné de douleur post-opératoire. Concernant les autres interventions, la douleur a été cotée à **5,6 +/- 2,5** en moyenne sur une échelle visuelle analogique de 0 à 10. Vingt-cinq des 26 patients ont déclaré avoir reçu correctement l'information sur la douleur post-opératoire lors de la première consultation.

2. Délai de récupération visuelle

Les patients estimaient leur délai de récupération en moyenne à **3,9 semaines +/- 3,5** [1 semaine – 16 semaines].

3. Présence de gêne fonctionnelle pré-opératoire

Sept patients (26,9%) se plaignaient de troubles visuels pré-opératoires dont 4 ayant déclaré une augmentation de cette gêne en post-opératoire. Néanmoins, aucun n'a noté d'amélioration. La myopie de ces patients était plus forte avec une moyenne de -10,75 D +/- 2,2 [-8 D à -13,25 D].

Parmi les patients sans troubles visuels pré-opératoires, seul un n'a pas noté l'apparition de gêne visuelle après l'intervention chirurgicale.

4. Gêne visuelle post-opératoire

Tous les patients ont répondu au questionnaire de satisfaction concernant la gêne visuelle post-opératoire et ont évalué son degré de la manière suivante : « oui, très gêné(e) », « oui, un peu gêné(e) », « non, pas vraiment gêné(e) » et « non, pas du tout gêné(e) ». Ils ont ensuite décrit le ou les type(s) de troubles visuels tels que les halos nocturnes, les éblouissements et le syndrome sec ou irritatif. Ici, seuls les halos et les éblouissements sont étudiés. La majorité de patients (**69,2%, n = 18**) se plaignait de halos nocturnes pouvant parfois altérer la conduite automobile de nuit. La moitié des patients (**50%, n = 13**) se plaignait également d'éblouissements (figure 20).

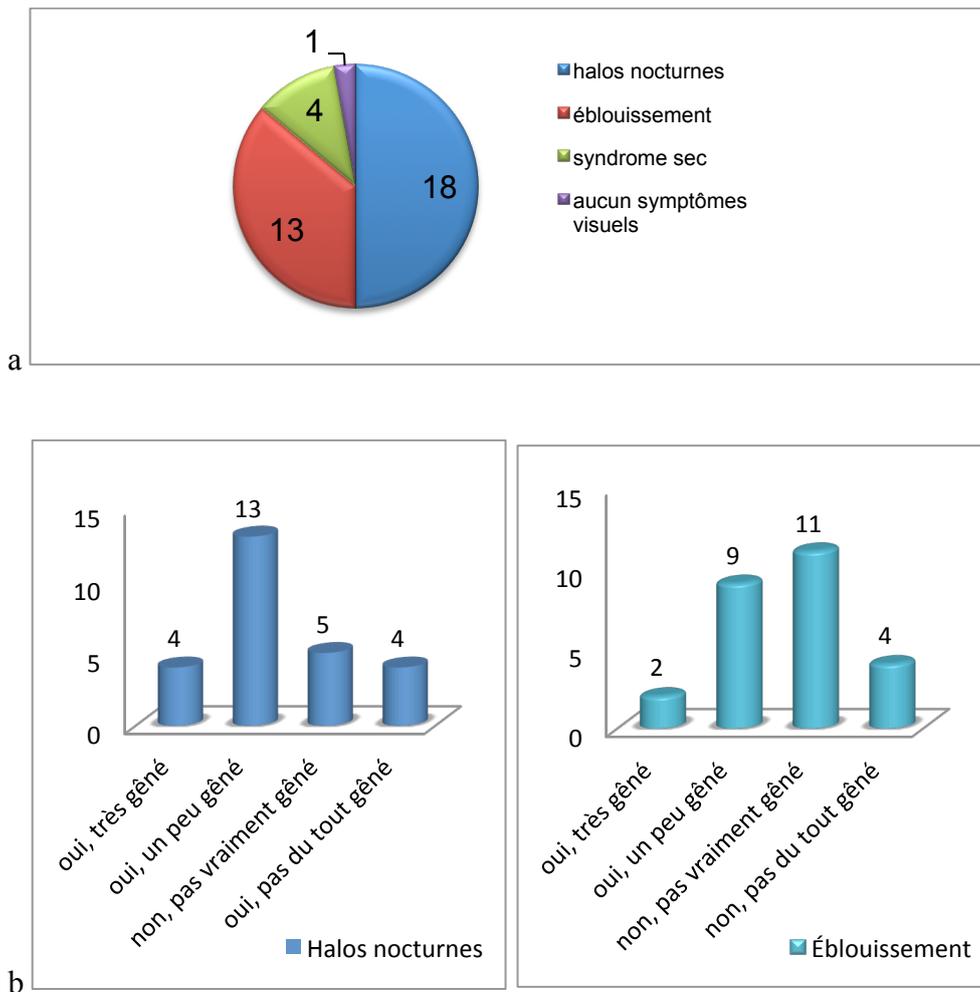


Figure 20 : Figure a : répartition des différents signes fonctionnels. Figure b : niveau de gêne visuelle; en nombre de patients.

5. Satisfaction globale du patient

Dans le questionnaire, les patients avaient donné leur niveau de satisfaction globale. Quinze patients (soit **57,7%**) étaient entièrement satisfaits des résultats de leur chirurgie réfractive, 9 (soit **34,6%**) plutôt satisfaits. Deux patientes (**7,7%**) n'étaient pas vraiment satisfaites. Aucun patient ne s'est dit totalement insatisfait par l'intervention. La majorité des patients satisfaits présente des halos (**34,6% gênés versus 23,1% non gênés**). Concernant l'éblouissement, les patients satisfaits semblaient moins gênés (**11,5% gênés versus 46,1% non gênés**), mais ces résultats n'ont pas pu être comparés significativement.

VI. ABERROMÉTRIE : LE SCORE RMS ET LA SATISFACTION GLOBALE

Parmi les patients présentant une gêne visuelle pré-opératoire, le score RMS était en moyenne de **10,5 μm +/- 2,7** alors que pour les patients non gênés, il était en moyenne de **10 μm +/- 2,5**.

En post-opératoire, le score RMS diminue nettement mais des analyses statistiques n'ont pas été réalisées en raison d'un effectif trop faible. Afin d'interpréter ce paramètre, les patients sont divisés en 2 groupes : « oui, tout à fait satisfait(e) » et « non, pas trop satisfait(e) ». La moyenne des scores RMS était de **1,4 [1,1 ; 1,8]** pour le premier groupe et est plus élevé à **2,2 [1,8 ; 2,6]** pour le deuxième groupe.

VII. FACTEURS PRÉDICTIFS DE GÊNE VISUELLE POST-OPÉRATOIRE (PROFONDEUR D'ABLATION, SCORE RMS, RAPPORT ZO/DP)

1. Profondeur d'ablation, ZO traitée et haze

La haze à un an de l'intervention, ajusté sur la ligne de base du haze au premier mois, a été analysée selon l'importance de la ZO traitée et selon la profondeur d'ablation. On ne retrouve aucun lien significatif entre le haze et ces deux paramètres avec $p = 0,147$ pour la ZO et $p = 0,60$ pour la profondeur d'ablation ($p < 0,05$ pour être significatif).

2. Score RMS

Le score RMS tend à diminuer lorsque les patients se plaignent moins de halos, mais à nouveau, les résultats ne sont pas analysables statistiquement en raison d'un faible effectif. En ce qui concerne le niveau d'éblouissement, on ne trouve pas de corrélation avec le score RMS (figure 21).

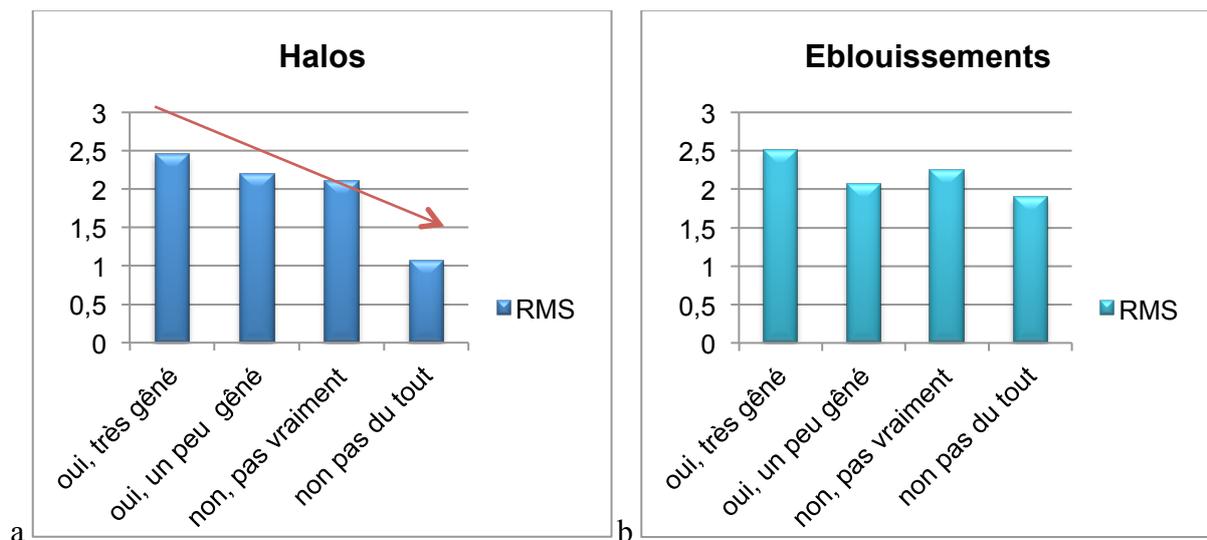


Figure 21 : Score RMS selon le niveau de gêne visuelle. Figure a : halos – tendance à une diminution du score RMS avec la gêne occasionnée. Figure b : éblouissements.

3. Rapport ZO/DP

Le rapport zone optique / diamètre pupillaire (ZO/DP) mesuré sur chaque œil à l'aide de l'aberrométrie est en moyenne de **0,9 [0,62 ; 1,59]**.

Dans notre petite série, le rapport ZO/DP ne semble pas jouer sur le niveau de satisfaction globale des patients puisque chez les patients peu satisfaits, la médiane est de **0,98 [0,62 ; 1,59]**. Chez les patients satisfaits, le DP est légèrement plus élevé que la ZO traitée avec une médiane de **0,90 [0,76 ; 1,01]**.

Concernant les halos, on ne retrouve pas de lien significatif avec ce rapport ZO/DP, néanmoins il existe une tendance avec plus de patients gênés lorsque le rapport est plus petit (figure 22). Pour l'éblouissement, on ne retrouve aucun lien (figure 23).

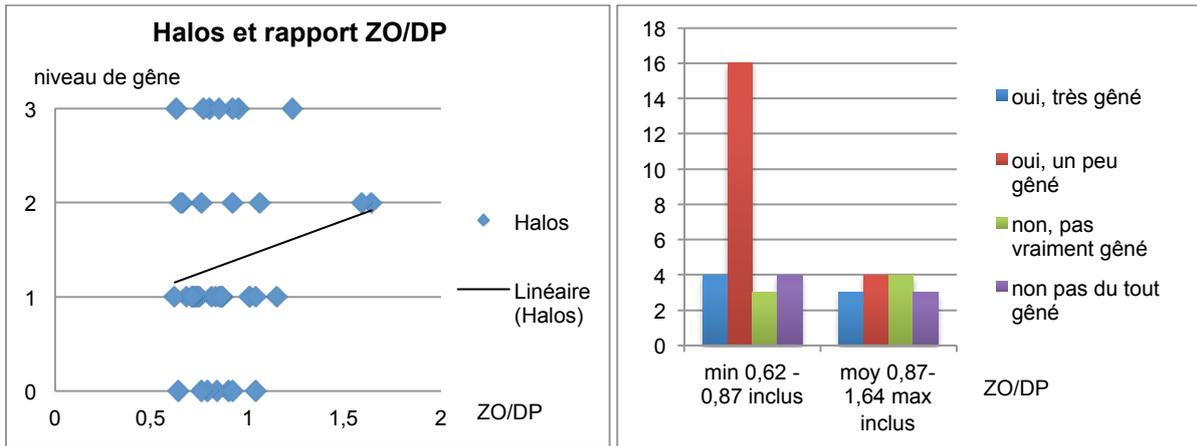


Figure 22 : À gauche : répartition en nuage de points. À droite : histogramme.

Répartition des patients avec **halos** selon le niveau de gêne et le rapport ZO/DP. Il existe une tendance vers une diminution des halos lorsque le rapport de ZO/DP augmente.

0 : très gêné(e) ; 1 : un peu gêné(e) ; 2 : pas vraiment gêné(e), 3 : pas du tout gêné(e).

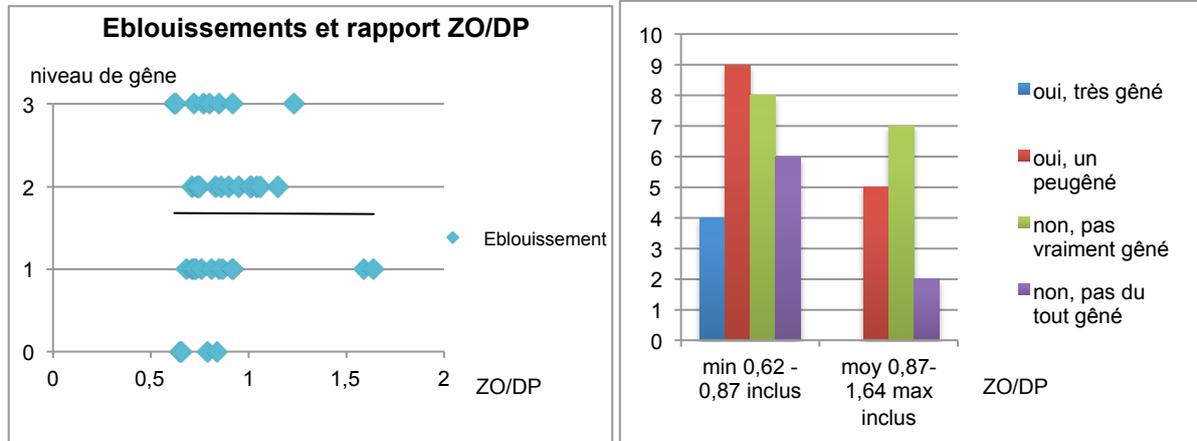


Figure 23 : À gauche : répartition en nuage de points. À droite : histogramme.

Répartition de patients avec **éblouissements** selon le niveau de gêne et le rapport ZO/DP.

0 : très gêné(e) ; 1 : un peu gêné(e) ; 2 : pas vraiment gêné(e), 3 : pas du tout gêné(e).

DISCUSSION

Les patients présentant une myopie sont de plus en plus demandeurs de chirurgie réfractive. S'agissant d'un geste esthétique et non fonctionnel, ils sont souvent très exigeants sur les résultats réfractifs et la qualité visuelle subjective. La PKR fait partie des techniques de chirurgie réfractive proposées. Après un large monopole, l'arrivée du LASIK en 1991 a fait reculer ses indications, et ce, de manière plus importante chez les myopes forts. Après les années 1994 - 1996, les techniques de PKR sont devenues plus performantes avec des lasers plus précis et des algorithmes de traitement plus évolués. Dans le service d'ophtalmologie du CHRU de Lille, cette technique n'a pas été abandonnée pour le LASIK, surtout pour le traitement de la myopie forte et depuis l'arrivée de la MMC qui a permis de diminuer les risques de haze.

I. COMPARAISON AVEC LES RÉSULTATS RÉFRACTIFS ET ANATOMIQUES DE LA PKR DANS LA LITTÉRATURE

Les techniques d'ablation de surface dont fait partie la PKR sont réapparues après avoir été abandonnées car cette intervention présente peu de risques avec notamment moins d'ectasie post-opératoire. Toutefois, le risque de haze ne doit pas être négligé surtout pour les amétropies fortes. Avant les années 1994 - 1996, la PKR chez les myopes forts ne donnait pas d'excellents résultats visuels avec une prévisibilité réfractive moins bonne (tableau VII). Les progrès techniques ont permis de relancer la PKR pour des amétropies élevées avec l'utilisation de laser plus précis, d'un traitement multi-spot (comme le *Technolas C 217z*), mais également d'une profondeur d'ablation moins importante et d'une pente plus douce entre zones traitée et non traitée. Goes *et al.* rapportent les résultats réfractifs de 68 yeux myopes forts (de - 8 D à - 24 D) après un suivi d'un an avec 42% des patients ayant obtenu l'emmétropisation +/- 0,50 D [58]. Un second traitement était nécessaire chez 30,8% de ces

patients. Les auteurs ont constaté que les cornées étaient à risque de haze ou de retouche lorsque le traitement était plus profond et l'épaisseur cornéenne fine. La perte d'une MAVC chez 9 de leurs patients était expliquée par la présence d'un haze et/ou d'un astigmatisme induit par un décentrement du traitement ou par une cicatrisation cornéenne irrégulière. Les auteurs démontraient déjà à l'époque que la PKR était une technique sûre bien que la prévisibilité réfractive soit moins bonne chez les myopes forts.

L'analyse rétrospective chez 124 patients myopes de - 6 D à - 14 D, réalisée dans le service en 2004, concluait à une meilleure prévisibilité réfractive que dans les années 90, et ce grâce à une optimisation de la technique : traitement multi-zones permettant une diminution de la profondeur d'ablation et la réalisation d'une pente plus douce de la zone de transition, système de détection des mouvements oculaires, contrôle des fluences et meilleurs algorithmes de traitement [45]. Dans cette étude, la MAVC moyenne s'est améliorée et représentait ainsi un paramètre évaluant la sécurité de la procédure. Seuls 6 % présentaient une perte de ligne d'acuité visuelle qui était expliquée par la persistance de haze. Dans notre étude, une perte d'AV a été retrouvée chez 4 yeux dont un ayant perdu 2 lignes d'acuité visuelle. Cela peut être expliqué par un astigmatisme résiduel secondaire à des séquelles de phénomènes de cicatrisation ou à un décentrement du faisceau.

L'équipe de Shojaei *et al.* a repris des patients myopes traités par PKR avec un recul de 8 ans. Les résultats réfractifs pour le groupe myopes forts (> -10 D) étaient satisfaisants avec une majorité de haze disparue après 2 ans de suivi. La régression était notée dans les 18 premiers mois et était d'autant plus observée que la myopie pré-opératoire était forte. Les auteurs n'ont pas trouvé d'explication à cette régression mais ont pensé qu'elle pourrait être due à un changement réfractif naturel lié à l'âge [59].

- **La MMC et la prévention du haze**

La MMC a joué un rôle décisif dans la renaissance des techniques d'ablation de surface. Cet agent alkylant et antimitotique est utilisé afin de prévenir l'apparition de haze et de moduler la réponse cicatricielle cornéenne après un traitement par photoablation. L'introduction de la MMC dans la PKR chez les myopes forts a permis d'améliorer nettement les résultats réfractifs qui deviennent alors comparables à ceux du LASIK.

Tous nos patients ayant un ES pré-opératoire ≥ -8 D ont bénéficié d'un traitement par PKR avec MMC. Les chirurgiens s'accordent à utiliser la MMC pendant une très courte durée d'une minute en per-opératoire et à une concentration faible à 0,2 mg/ml. En effet, le temps d'exposition à la MMC était initialement de 2 minutes voire plus, mais certaines équipes ont décrits des résultats aussi bons et probablement moins d'effets indésirables sur l'endothélium avec une durée plus courte [34].

Leccisotti décrit les effets de la MMC à 0,2 mg/ml pendant 45 secondes sur 52 yeux myopes de -6,5 à -9,5 D [60]. Aucun haze n'a été noté en post-opératoire et aucun retard de cicatrisation n'a été retrouvé de manière significative entre le groupe traité et le groupe contrôle. Néanmoins, l'équipe de Kremer a décrit un retard de cicatrisation épithéliale après exposition à la MMC à 0,02% pendant 20 secondes. Leur hypothèse est une atteinte du limbe par diffusion de l'éponge imbibée de MMC entraînant l'apoptose des cellules souches limbiques [61]. Sur le plan réfractif, une sur-correction de 5,8% de la correction attendue a été notée. Leccisotti n'est pas le seul à avoir constaté une sur-correction post-opératoire immédiate et certains auteurs proposent d'adapter cette tendance en sous-corrigeant en pré-opératoire de 10% par exemple pour Carones *et al.* [37]. Concernant le temps d'exposition et la concentration du produit, les données sont contradictoires étant donné qu'il n'existe pas assez de recul ni d'études concernant la toxicité de la MMC sur l'endothélium [90]. Fazel *et al.* avaient évalué les résultats de la PKR chez des myopes forts sur 18 mois après application

de MMC en une étape à 45 secondes versus 2 étapes à 45 puis à 15 secondes [62]. Un temps d'exposition plus long de MMC pourrait réduire la formation de haze sans entraîner de perte endothéliale.

Pour nos 45 yeux, on note effectivement une légère sur-correction au contrôle à un mois mais il existe une tendance à la régression puis une stabilisation. Dans notre étude, la MMC a permis de nettement limiter la persistance de haze, proche de 0 après 12 mois de suivi.



Figure 24 : Photographies en lampe à fente d'un patient myope de -12,75 à M12 de la PKR : absence de haze (service d'ophtalmologie, CHRU de Lille).

Tableau VII : Comparaison des résultats réfractifs de PKR de la littérature.

Auteurs	Nombre d'yeux	Suivi post-opératoire (mois)	ES pré-opératoire (D)	Résultats réfractifs				
				% +/- 0,50D	% +/- 1D	% +/- 2D	% AV \geq 5/10 ^e	% AV \geq 10/10 ^e
<u>Heitzmann et al., 1993 [63]</u>	23	7,5	- 8 à -19,5		39	55,5	57	
<u>Menezo et al., 1995 [64]</u>	45	12	-12,5 à -22		37		26	
<u>Goes et al., 1996 [58]</u>	68	12	-8 à -24	42	74	90	48	13
<u>Rouland et al., 2004 [45]</u>	124	6	-6 à -14	72,6	88,7		91,9	54
<u>Shojaei et al., 2009 [59]</u>	194	96	< -6	69,64	83,03	99,1	80,35	53,57
			-6 à -10	44,44	77,77	94,44	72,22	22,22
			> -10	45,65	71,73	78,26	15,21	56,52
<u>Leccisotti, 2008 [60]</u>	104	12	-6,5 à -9,5 avec MMC	62	96			
			-6,25 à -9,75 sans MMC	81	96			
<u>Fazel et al., 2012 [62]</u>	280	18	-7 à -10,75	Moyenne d'ES post-opératoire à -1,07 D +/- 0,39				
<u>Rouland et al., 2012</u>	45	12	-8 à -13,25	66,6	17,7	13,3	17,8	82,2

Les études utilisant de la MMC sont colorées en jaunes. ES : équivalent sphérique ; D : dioptries ; AV : acuité visuelle.

II. COMPARAISON DU LASIK AVEC LA PKR SELON LA LITTÉRATURE

Le LASIK a été introduit en 1991 et a rapidement séduit les chirurgiens pour plusieurs raisons : un meilleur confort post-opératoire par rapport à la PKR, une récupération visuelle plus rapide et moins de haze cornéen.

1. Résultats réfractifs

Dans la littérature, on retrouve peu de résultats réfractifs du traitement par LASIK pour les myopies fortes. En effet, Le LASIK est peu recommandé pour les myopies fortes au-delà de -10 D selon l'épaisseur cornéenne en raison du risque important de régression, de détérioration de la qualité visuelle (taux d'aberrations de haut degré élevé) et, surtout, en raison de la nécessité d'une profondeur d'ablation excessive responsable d'ectasie cornéenne. Le mur postérieur résiduel doit être préservé avec une épaisseur cornéenne d'au moins 250 à 300 μm . L'*American Academy of Ophthalmology* a estimé en 2002 la correction de la myopie forte par LASIK à +/- 0,5 D de l'emmétropie entre 27% à 68% [65]. Ces chiffres sont d'une grande variabilité en raison de l'inclusion de myopies de puissances différentes. Plusieurs équipes ont étudié auparavant les résultats réfractifs du LASIK chez les myopes forts et ont retrouvé une mauvaise prévisibilité réfractive. Mais ces résultats correspondent souvent à ceux des appareils de LASIK de première génération, donc sans l'utilisation de traitements multi-zones qui minimisent la profondeur d'ablation ou d'un eye-tracker rapide. Avec l'apparition de nouvelles générations de LASIK, la prévisibilité réfractive des myopes est meilleure. Alio *et al.* ont retrouvé chez des myopes de -6 D à -10 D, après 6 mois de suivi, près de 69% d'emmétropisation +/- 0,50 D avec une perte de ligne d'AV chez un seul patient [66]. L'équipe d'Oruçoğlu a décrit la plus longue étude sur le traitement du myope fort (ES

au-delà de -14 D) par LASIK avec un suivi de 12 ans. À court-terme, ils observaient de bons résultats réfractifs mais à plus d'un an de suivi, ils notaient une nette régression [67]. Il faut noter que le LASIK n'a pas entraîné de phénomène de haze [68].

- **PKR versus LASIK**

Il existe plusieurs études comparatives entre la PKR et le LASIK. Les résultats sont variables selon la période. En effet, avant l'arrivée de la MMC et l'optimisation des techniques de laser, la PKR avait une moins bonne prévisibilité réfractive et un taux de retouches avec un haze plus élevé que le LASIK au long-terme [69, 70]. La méta-analyse de Shortt *et al.* a également conclu à une meilleure efficacité du LASIK mais les auteurs avertissaient toutefois que les séries dataient de plus de 5 ans (dans les années 1990) et que la MMC en per-opératoire, le développement de nouvelles technologies et leur sécurité avaient amélioré depuis les résultats de la PKR [71]. L'étude faite dans le service en 2004 sur la PKR des myopes forts avant l'arrivée de la MMC montrait déjà des résultats similaires par rapport au LASIK [45].

Aucune étude comparant le LASIK et la PKR avec MMC chez les myopes forts n'est retrouvée dans la littérature. Néanmoins, on retrouve quelques résultats concernant les myopes faibles à modérés. Wallau et Campos montraient de meilleurs résultats réfractifs chez des patients myopes de -3,95 D +/- 1,1 en moyenne traités par PKR avec MMC à 0,02 mg/ml par rapport aux patients myopes de -3,99 D +/- 1,2 traités par LASIK après un an de suivi [72, 73].

Le tableau VIII résume quelques études sur le LASIK pour des myopies fortes.

Tableau VIII : Résultats réfractifs du LASIK de la littérature.

Auteurs	Nombre d'yeux	Suivi post-opératoire (mois)	ES moyen pré-opératoire (D)	Résultats réfractifs				
				% +/- 0,50D	% +/- 1D	% +/- 2D	% AV > 5/10 ^e	% AV > 10/10 ^e
<u>Hersh et al., 1998 [74]</u>	61	6	- 9,3 (LASIK)	27,1	40,7		55,7	26,2
			-9,23 (PKR)	29,4	57,4		66,2	19,1
<u>Pop et al., 2000 [75]</u>	58	12	-6,11 +/- 2,17 (LASIK)	77,9	98,7		83,1	100
			-6,03 +/- 2,19 (PKR)	82,9	94		85,4	97,6
<u>Alio et al., 2011 [66]</u>	51	6	- 8,66 +/- 1,13	69	89,6	10,3	88,2	58,82
<u>Oruçoğlu et al., 2012 [67]</u>	39	120	-21,7 +/- 5,8	0	0	10,3		

ES : équivalent sphérique ; D : dioptries ; AV : acuité visuelle

2. Résultats subjectifs : halos, éblouissements et satisfaction globale

L'apparition après la chirurgie réfractive de troubles visuels comme des halos avec difficulté à la conduite automobile nocturne, l'éblouissement ou une détérioration de la sensibilité au contraste se retrouvent souvent dans la littérature. Néanmoins, les facteurs prédictifs et la fréquence de ces symptômes sont fluctuants selon les études.

Les résultats de notre travail sont similaires à ceux de la littérature concernant les halos et les éblouissements. Dans la littérature, on retrouve une plainte visuelle de la part de patients traités par PKR dans 35% à 78% pour la vision nocturne (69,2% dans notre étude) et dans 29% à 55% pour les éblouissements (50% dans notre étude) [24, 76, 77].

- **PKR versus LASIK**

Les études sur les troubles visuels post-opératoires après LASIK sont peu fréquentes et les résultats concernant la fréquence de ces troubles sont assez variables (de 30% à 56,9%). On retrouve le plus souvent une majoration des signes fonctionnels pré-existants en post-opératoire avec un pic à un mois après l'intervention. Un ES pré-opératoire au-delà de -5 D, une ZO traitée de moins de 6 mm, un ES post-opératoire à plus de +/- 0,50 D de l'emmétropie, la courbure cornéenne et un âge plus avancé représenteraient des facteurs prédictifs majeurs de halos post-LASIK (avec un odds ratio de 2,5 à 2,9). Le DP ne le serait pas [78, 79]. Donate *et al.* montraient également une diminution significative de la sensibilité au contraste après l'intervention surtout lorsque l'ES myopique pré-opératoire est plus important. Ceci expliquerait pourquoi les patients avec une AV de 10/10^e sans correction se plaignent de leur vision [80].

La plupart des patients myopes déclare avoir moins de halos et d'éblouissements après qu'avant la chirurgie avec leurs verres de correction ou leurs lentilles de contact [77].

Dans la littérature, les résultats sont très différents et parfois contradictoires avec le LASIK. De manière générale, on ne retrouve pas de différence significative entre les 2 techniques pour l'éblouissement en pré et post-opératoire mais l'apparition ou l'aggravation de halos nocturnes en post-opératoire est souvent significative [81, 82]. La satisfaction globale reste toutefois élevée dans les 2 chirurgies. L'équipe de Neeracher a comparé les effets secondaires optiques nocturnes et les éblouissements entre la PKR et le LASIK. Les résultats sont assez similaires pour les 2 techniques. Les symptômes visuels post-opératoires ont tendance à s'améliorer grâce aux nouvelles techniques de laser (durée de traitement plus courte, détection des mouvements oculaires, un meilleur profil d'ablation) au cours de la PKR et du LASIK mais celui-ci a l'inconvénient de la réalisation d'un capot responsable d'aberrations. En effet, certains auteurs ont montré que le capot en lui-même pouvait être source d'aberrations [81].

- **Les facteurs prédictifs : le score RMS, la profondeur d'ablation et le rapport ZO/DP**

Dans notre étude, le RMS total pré-opératoire est en moyenne très élevé (10,5 μm +/- 2,7). Cette valeur est surtout due à la myopie forte et aux aberrations sphériques associées. Dans la littérature, les conclusions diffèrent. Certains ne décrivent pas de différences significatives concernant les aberrations optiques selon la valeur de l'amétropie mais la majorité des auteurs trouvent un RMS total plus élevé chez les myopes comparé aux emmétropes et aux hypermétropes (mesures à partir d'un système Hartmann-Shack). Le RMS pour des aberrations de haut degré peut doubler selon l'erreur réfractive allant de 0 D à -10 D

[83, 84]. Dans notre étude, le RMS total post-opératoire diminue nettement sans toutefois atteindre la normale qui est de $0,5 \mu\text{m}$ ($1,39 \mu\text{m}$ pour les patients satisfaits et $2,18 \mu\text{m}$ pour les patients moins satisfaits).

Ces scores RMS sont légèrement plus élevés que dans les autres séries [73, 85]. Wallau *et al.* retrouvaient en moyenne un RMS total un an après la PKR avec MMC à $0,91 \mu\text{m} \pm 0,30$, mais il faut noter que les patients de cette étude présentaient une myopie modérée de -4 D en moyenne. La même équipe comparait les résultats de 2 groupes homogènes traités par LASIK et par PKR avec MMC et retrouvaient significativement moins d'aberrations optiques de haut degré après PKR (RMS = $0,91 \mu\text{m} \pm 0,30$ en PKR versus $1,15 \mu\text{m} \pm 0,37$ au LASIK, $p < 0,05$). Ils expliquaient ces résultats par une meilleure modulation de la cicatrisation cornéenne grâce à la MMC et l'absence de capot en PKR [73]. Kirwan *et al.* ont comparé les aberrations de haut degré post-opératoires après LASIK et LASEK. Ils retrouvaient également un taux de RMS total significativement plus élevé à un an de suivi après LASIK ($p < 0,03$) [85].

Dès les débuts de la PKR, la présence de halos et d'éblouissements après l'intervention a été mise en avant. Dans la littérature, le haze a souvent été associé à l'altération de la vision nocturne et surtout à l'éblouissement. Certaines études ont retrouvé plus de halos lorsque le diamètre de la ZO traitée était petit et le DP large, d'autres ne retrouvaient pas de corrélation significative entre la gêne subjective et le diamètre de la ZO [77]. En effet, le DP pourrait jouer un rôle dans la physiopathologie des altérations de la vision nocturne car les rayons lumineux passant à travers une zone cornéenne non traitée sont défocalisés, provoquant ainsi la perception de halos [46, 84, 86]. La solution était donc d'augmenter le diamètre de la ZO traitée. La ZO est mathématiquement liée à la puissance dioptrique de la myopie et à la profondeur d'ablation (formule de Munnerlyn). Donc plus la myopie à corriger est forte, plus la profondeur d'ablation est importante et plus le risque de

haze stromal est élevé. L'obtention d'une profondeur d'ablation correcte nécessite la diminution de la ZO, source de halos.

Plusieurs études sur la PKR ont montré une meilleure prévisibilité réfractive, moins de sur-correction immédiate post-opératoire et surtout une diminution de l'altération de la vision nocturne et de halos lorsque la ZO était au moins de 6 mm (versus 5 mm) [63, 86, 91].

L'absence d'association statistiquement significative entre le DP scotopique et les troubles de la vision nocturne est démontrée par Saragoussi *et al.* Cette étude donnait comme principaux facteurs de risque : la myopie pré-opératoire ($> -4,5$ D) et la kératométrie moyenne plus plate responsable de phénomènes de diffraction (surtout au LASIK). Pop *et al.* retrouvaient comme facteurs de risque d'altération de la vision nocturne sur un suivi de 12 mois après LASIK : un ES supérieur à -5 D, une ZO inférieure à 6 mm et un ES post-opératoire au-delà de $\pm 0,50$ D de l'emmétropie [46, 78]. Pour d'autres études, le LASIK n'associait pas les troubles visuels subjectifs et le diamètre de la ZO [80].

Dans notre étude, la ZO moyenne est de 5,29 mm $\pm 0,4$ [4,6 - 6]. En cas de myopie très forte, la ZO a dû être limitée pour éviter une profondeur d'ablation extrême et préserver l'intégrité de la cornée. On ne retrouve pas de corrélation significative entre les troubles visuels post-opératoires et le rapport ZO/DP, mais il existe une tendance à l'augmentation des halos lorsque la ZO est plus petite (figure 22). Le rapport ZO/DP n'influence pas la fréquence des éblouissements ni la satisfaction globale. Près de la moitié des yeux (48,9%) avait toutefois une ZO supérieure ou égale à 5,5 mm. Le risque de haze plus important retrouvé dans la littérature après une ZO plus petite et une profondeur d'ablation plus importante n'est pas retrouvé chez nos patients grâce à l'utilisation de la MMC qui minimise la réaction inflammatoire cicatricielle [58, 87, 88].

- **Satisfaction globale**

Nos patients sont satisfaits de la chirurgie réfractive même s'ils se plaignent de halos ou de troubles de la vision nocturne. Près de 92 à 98% d'entre eux se déclarent très ou assez satisfaits mais cette évaluation positive s'accompagne de remarques telles que l'apparition de halos, d'éblouissements ou de difficultés à la conduite nocturne [46, 76]. Dans notre série, leur présence ne semble pas influencer leur satisfaction globale. En effet, la majorité des patients satisfaits présente des halos (34,6% gênés versus 23,1 % non gênés). La tolérance de ces symptômes peut être liée au fait qu'il existe initialement une altération de la qualité visuelle, des halos et des éblouissements chez les myopes forts liés à leurs lentilles de contact et à leurs verres de correction [83].

La MAVC obtenue ne semble pas jouer de rôle dans l'évaluation de la satisfaction globale.

Celle-ci reste multifactorielle et il faut souligner l'importance de l'information pré-opératoire. Prévenus des effets secondaires, les patients sont beaucoup plus tolérants à leur apparition et l'amélioration de la qualité visuelle, surtout en vision diurne, permet également de compenser ces troubles de la vision nocturne [46].

Les facteurs prédictifs de troubles visuels subjectifs et de satisfaction globale sont variables selon les études. Néanmoins, on retrouve le plus souvent parmi ces facteurs : l'AV initiale (plus la myopie est forte, plus il existe d'aberrations optiques de haut degré) et une zone optique traitée inférieure à 6 mm [89].

Le score RMS est un nouveau paramètre à prendre en compte et qu'il faudra bien étudier en pré-opératoire mais aussi à différents temps post-opératoires afin de préciser s'il représente un facteur prédictif de halos nocturnes ou d'éblouissements qui devront être analysés de manière objective à l'aide d'examen complémentaires standardisés.

CONCLUSION

Cette petite série réalisée dans le service d'ophtalmologie au CHRU de Lille a permis encore une fois d'objectiver la bonne prévisibilité réfractive de la PKR chez les myopes forts. Les résultats de la PKR sont également améliorés par l'application de MMC qui permet une nette diminution du haze sans retard de cicatrisation et qui autorise une plus grande ZO tout en gardant une profondeur d'ablation correcte.

Dans cette étude, nous avons essayé de décrire les facteurs prédictifs conditionnant la satisfaction globale et la présence de troubles visuels subjectifs. Quasiment tous les patients étaient satisfaits malgré une plainte visuelle subjective. En revanche, notre faible effectif est un inconvénient majeur et ne permet pas d'avoir des résultats statistiquement significatifs. Nous avons observé une tendance à l'augmentation des halos nocturnes lorsque le score RMS était élevé et le rapport ZO/DP petit. Ces paramètres pourraient représenter des facteurs prédictifs et devront être étudiés sur un nombre de patients plus important. Les troubles visuels subjectifs post-opératoires n'interviennent pas dans l'évaluation de la satisfaction globale. Ceci peut s'expliquer par le fait que nos patients en possédaient déjà avec leur correction habituelle. Les résultats de la PKR chez le myope fort avec MMC sont satisfaisants comparés à ceux du LASIK qui entraînerait plus d'aberrations de haut degré, liées à la présence d'une interface irrégulière causée par le capot. La PKR avec MMC pour les amétropies fortes reste une technique d'actualité car elle assure un traitement reproductible, plus sûr sans risque d'ectasie cornéenne ou d'autres complications liées à un capot ainsi qu'une bonne prévisibilité réfractive. De plus, l'aberrométrie prend une place de plus en plus importante dans la chirurgie réfractive car couplée au laser Excimer, elle donne naissance aux « traitements personnalisés ou customisés ».

Il faut aussi souligner l'importance de l'information pré-opératoire avertissant les patients des douleurs post-opératoires, du délai de récupération visuelle et surtout, des éventuels effets secondaires visuels afin d'obtenir leur entière satisfaction.

BIBLIOGRAPHIE

1. Allouch-Nahmias C, Goldschimdt P, Borderie V *et al.* *Anatomie de la cornée*. Encycl Méd Chir, Elsevier, Paris, 2011. 21-003-A-10.
2. Gatinel D. *Topographie cornéenne*. Elsevier Masson SAS, 2011, 172 p. ISBN 978-2-294-71134-3.
3. Fagerholm P. *Wound healing after photorefractive keratectomy*. J Cataract Refract Surg, 2000. 26(3): p. 432-47.
4. Koch E. *Photokératectomie réfractive: épidémiologie et résultats. Analyse rétrospective d'une série de 100 yeux*. . Thèse pour le doctorat en Médecine. Lille: Université du Droit et de la Santé. Lille 2, 2009, 77 p.
5. Borderie V, Touzeau O, Bourcier T *et al.* *Physiologie de la cornée*. Encycl Méd Chir, Elsevier, Paris, 2005. 21- 020- C- 10.
6. Saragoussi JJ, Arne J, Colin J *et al.* *Chirurgie réfractive*, Rapport de la Société Française d'Ophthalmologie, Elsevier Masson, Paris, 2001, 791 p. ISBN 2-294-00519-8.
7. Dupps WJ, Wilson SE. *Biomechanics and wound healing in the cornea*. Exp Eye Res, 2006. 83(4): p. 709-20.
8. Auriol S, Butterworth J, Macé M *et al.* *Caractérisation du profil biométrique oculaire d'une population myope fort: la myopie forte correspond-elle à un phénotype homogène?* J Fr Ophthalmol, 2011. 34: p. 217-228.
9. Allonier C, Guillaume S, Sermet C. *De quoi souffre-t-on? Etat des lieux des maladies déclarées en France. Enquête décennale santé INSEE 2002-2003*. Bulletin d'information en économie de la santé, 2007. n° 123.
10. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. *Worldwide prevalence and risk factors for myopia*. Ophthalmic Physiol Opt, 2012. 32(1): p. 3-16.
11. The Framingham Offspring Eye Study Group. *Familial aggregation and prevalence of myopia in the Framingham Offspring Eye Study*. Arch Ophthalmol, 1996. 114(3): p. 326-32.
12. Lam CSY, Lam C, Cheng SCK *et al.* *Prevalence of myopia among Hong Kong Chinese schoolchildren: changes over two decades*. Ophthalmic Physiol Opt 2012. 32: p. 17-24.
13. Meng W *et al.* *Axial length of myopia: a review of current research*. Ophthalmologica, 2011. 225(3): p. 127-34.
14. Affortit-Demoge A, Metge-Galatoire F, Metge P. *Myopie forte*. Encycl Méd Chir, Elsevier, Paris, 2011. 21- 244- A- 20.
15. Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. *Excimer laser surgery of the cornea*. Am J Ophthalmol, 1983. 96(6): p. 710-5.
16. Srinivasan R, Sutcliffe E. *Dynamics of the ultraviolet laser ablation of corneal tissue*. Am J Ophthalmol, 1987. 103(3 Pt 2): p. 470-1.
17. Ameline-Chalumeau B *et al.* *Chirurgie réfractive cornéenne*. Encycl Méd Chir, Elsevier, Paris, 2002. 21-206-A30.
18. Munnerlyn CR, Koons SJ, Marshall J. *Photorefractive keratectomy: a technique for laser refractive surgery*. J Cataract Refract Surg, 1988. 14(1): p. 46-52.
19. Reynolds A. *et al.* *Excimer laser surface ablation - a review*. Clin Experiment Ophthalmol., 2010. 38(2): p. 168-82.
20. Braunstein RE *et al.* *Objective measurement of corneal light scattering after excimer laser keratectomy*. Ophthalmology, 1996. 103(3): p. 439-43.

21. *Correction des troubles de la réfraction par laser excimer: photokératectomie réfractive LASIK*. Site web de l'HAS – Haute Autorité de Santé [en ligne], Avril 2000. Disponible sur Internet <[http:// www.has-sante.fr](http://www.has-sante.fr)>.
22. Vajpayee RB *et al.* *Undercorrection after excimer laser refractive surgery*. *Excimer Laser Group*. *Am J Ophthalmol*, 1996. 122(6): p. 801-7.
23. Seiler T *et al.* *Complications of myopic photorefractive keratectomy with the excimer laser*. *Ophthalmology*, 1994. 101(1): p. 153-60.
24. O'Brart DP *et al.* *Disturbances in night vision after excimer laser photorefractive keratectomy*. *Eye*, 1994. 8 (Pt 1): p. 46-51.
25. McCarty CA, Aldred GF, Taylor HR. *Comparison of results of excimer laser correction of all degrees of myopia at 12 months postoperatively*. *The Melbourne Excimer Laser Group*. *Am J Ophthalmol*, 1996. 121(4): p. 372-83.
26. Carones, F. *et al.* *The human corneal endothelium after myopic excimer laser photorefractive keratectomy immediate to one-month follow-up*. *Eur J Ophthalmol*, 1995. 5(4): p. 204-13.
27. Woodward MA, Edelhauser HF. *Corneal endothelium after refractive surgery*. *J Cataract Refract Surg*, 2011. 37(4): p. 767-77.
28. Hata T *et al.* *Mitomycin, a new antibiotic from Streptomyces*. *I. T J Antibiot (Tokyo)*, 1956. 9(4): p. 141-6.
29. Frucht-Pery J, Rozenman Y. *Mitomycin C therapy for corneal intraepithelial neoplasia*. *Am J Ophthalmol*, 1994. 117(2): p. 164-8.
30. Singh G, Wilson MR, Foster CS. *Mitomycin eye drops as treatment for pterygium*. *Ophthalmology*, 1988. 95(6): p. 813-21.
31. Solomon A *et al.* *Long-term effects of mitomycin C in pterygium surgery on scleral thickness and the conjunctival epithelium*. *Ophthalmology*, 2004. 111(8): p. 1522-7.
32. Wilson MW *et al.* *Topical mitomycin C for the treatment of conjunctival and corneal epithelial dysplasia and neoplasia*. *Am J Ophthalmol*, 1997. 124(3): p. 303-11.
33. Bergstrom TJ *et al.* *The effects of subconjunctival mitomycin-C on glaucoma filtration surgery in rabbits*. *Arch Ophthalmol*, 1991. 109(12): p. 1725-30.
34. Teus MA, de Benito-Llopis L, Alio JL. *Mitomycin C in corneal refractive surgery*. *Surv Ophthalmol*, 2009. 54(4): p. 487-502.
35. Santhiago MR, Netto MV, Wilson SE. *Mitomycin C: biological effects and use in refractive surgery*. *Cornea*, 2012. 31(3): p. 311-21.
36. Krueger RR *et al.* *Clinical analysis of excimer laser photorefractive keratectomy using a multiple zone technique for severe myopia*. *Am J Ophthalmol*, 1995. 119(3): p. 263-74.
37. Carones F *et al.* *Evaluation of the prophylactic use of mitomycin-C to inhibit haze formation after photorefractive keratectomy*. *J Cataract Refract Surg*, 2002. 28(12): p. 2088-95.
38. Majmudar PA *et al.* *Topical mitomycin-C for subepithelial fibrosis after refractive corneal surgery*. *Ophthalmology*, 2000. 107(1): p. 89-94.
39. Talamo JH *et al.* *Modulation of corneal wound healing after excimer laser keratomileusis using topical mitomycin C and steroids*. *Arch Ophthalmol*, 1991. 109(8): p. 1141-6.

40. Gambato C *et al.* *Mitomycin C modulation of corneal wound healing after photorefractive keratectomy in highly myopic eyes.* *Ophthalmology*, 2005. 112(2): p. 208-18; discussion 219.
41. Nassiri N *et al.* *Corneal endothelial cell injury induced by mitomycin-C in photorefractive keratectomy: nonrandomized controlled trial.* *J Cataract Refract Surg*, 2008. 34(6): p. 902-8.
42. De Benito-Llopis L, Teus MA, Ortega M. *Effect of mitomycin-C on the corneal endothelium during excimer laser surface ablation.* *J Cataract Refract Surg*, 2007. 33(6): p. 1009-13.
43. Gambato C *et al.* *Mitomycin C-assisted photorefractive keratectomy in high myopia: a long-term safety study.* *Cornea*, 2011. 30(6): p. 641-5.
44. Macarez R. *Aptitudes professionnelles des opérés de chirurgie réfractive.* *J Fr Ophtalmol*, 2009. 32(HS1): p. 55.
45. Legendre G. *Traitement de la myopie forte par photokératectomie réfractive. Analyse rétrospective d'une série de 124 cas.* Thèse pour le doctorat en Médecine. Lille: Université du Droit et de la Santé. Lille 2, 2004, 118 p.
46. Saragoussi D, Saragoussi JJ. *Lasik, PRK and quality of vision: a study of prognostic factors and a satisfaction survey.* *J Fr Ophtalmol*, 2004. 27(7): p. 755-64.
47. Doan S. *La sécheresse oculaire. De la clinique au traitement.* Éditions Med'Com, Paris, 2008, 191 p. ISBN 978-2-35403-012-4.
48. Malet F, *Les lentilles de contact.* Rapport de la Société Française d'Ophtalmologie, Elsevier Masson, Paris, 2009, 1052 p. ISBN 978-2-294-09352-4.
49. Rowsey JJ, Reynolds AE, Brown R. *Corneal topography. Corneoscope.* *Arch Ophthalmol*, 1981. 99(6): p. 1093-1100.
50. Arné JL. *Kératocône.* *Encycl Méd Chir*, Elsevier, Paris, 2005. 21- 200- D- 40.
51. Gatinel D. *Topographie cornéenne.* *Encycl Méd Chir*, Elsevier, Paris, 2009. 21- 200- A- 16.
52. Li X, Yang H, Rabinowitz YS. *Keratoconus: classification scheme based on videokeratography and clinical signs.* *J Cataract Refract Surg*, 2009. 35(9): p. 1597-603.
53. Rabinowitz YS, McDonnell PJ. *Computer-assisted corneal topography in keratoconus.* *Refract Corneal Surg*, 1989. 5(6): p. 400-8.
54. Rabinowitz YS, Rasheed K. *KISA% index: a quantitative videokeratography algorithm embodying minimal topographic criteria for diagnosing keratoconus.* *J Cataract Refract Surg*, 1999. 25(10): p. 1327-35.
55. Marcos S. *Aberrometry: basic science and clinical applications.* *Bull Soc Belge Ophtalmol*, 2006(302): p. 197-213.
56. Gatinel D. *Aberrométrie*, [en ligne]. Disponible sur internet <[http:// www.gatinel.com](http://www.gatinel.com)>.
57. Syndicat National des Ophtalmologiste de France. *La super vision*, [en ligne]. Disponible sur internet <[http:// www.snof.org](http://www.snof.org)>.
58. Goes FJ. *Photorefractive keratectomy for myopia of -8.00 to -24.00 diopters.* *J Refract Surg*, 1996. 12(1): p. 91-7.
59. Shojaei A *et al.* *Long-term evaluation of complications and results of photorefractive keratectomy in myopia: an 8-year follow-up.* *Cornea*, 2009. 28(3): p. 304-10.

60. Leccisotti A. *Mitomycin C in photorefractive keratectomy: effect on epithelialization and predictability*. *Cornea*, 2008. 27(3): p. 288-91.
61. Kremer I, Ehrenberg M, Levinger S. *Delayed epithelial healing following photorefractive keratectomy with mitomycin C treatment*. *Acta Ophthalmol*, 2010.
62. Fazel F, Roshani L, Rezaei L. *Two-step versus Single Application of Mitomycin-C in Photorefractive Keratectomy for High Myopia*. *J Ophthalmic Vis Res*, 2012. 7(1): p. 17-23.
63. Heitzmann J *et al*. *The correction of high myopia using the excimer laser*. *Arch Ophthalmol*, 1993. 111(12): p. 1627-34.
64. Menezo JL *et al*. *Excimer laser photorefractive keratectomy for high myopia*. *J Cataract Refract Surg*, 1995. 21(4): p. 393-7.
65. Sugar A *et al*. *Laser in situ keratomileusis for myopia and astigmatism: safety and efficacy: a report by the American Academy of Ophthalmology*. *Ophthalmology*, 2002. 109(1): p. 175-87.
66. Alio JL, Vega-Estrada A, Pinero DP. *Laser-assisted in situ keratomileusis in high levels of myopia with the amaris excimer laser using optimized aspherical profiles*. *Am J Ophthalmol*, 2011. 152(6): p. 954-963 e1.
67. Orucoglu F *et al*. *Laser in situ keratomileusis application for myopia over minus 14 diopter with long-term follow-up*. *Int Ophthalmol*, 2012.
68. Miyamoto T *et al*. *Wound healing in rabbit corneas after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis*. *J Cataract Refract Surg*, 2003. 29(1): p. 153-8.
69. Alio JL *et al*. *Ten years after photorefractive keratectomy (PRK) and laser in situ keratomileusis (LASIK) for moderate to high myopia (control-matched study)*. *Br J Ophthalmol*, 2009. 93(10): p. 1313-8.
70. Rosman M *et al*. *Comparison of LASIK and photorefractive keratectomy for myopia from -10.00 to -18.00 diopters 10 years after surgery*. *J Refract Surg*, 2010. 26(3): p. 168-76.
71. Shortt AJ, Bunce C, Allan BD. *Evidence for superior efficacy and safety of LASIK over photorefractive keratectomy for correction of myopia*. *Ophthalmology*, 2006. 113(11): p. 1897-908.
72. Wallau AD, Campos M. *Photorefractive keratectomy with mitomycin C versus LASIK in custom surgeries for myopia: a bilateral prospective randomized clinical trial*. *J Refract Surg*, 2008. 24(4): p. 326-36.
73. Wallau AD, Campos M. *One-year outcomes of a bilateral randomised prospective clinical trial comparing PRK with mitomycin C and LASIK*. *Br J Ophthalmol*, 2009. 93(12): p. 1634-8.
74. Hersh PS *et al*. *Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis for moderate to high myopia. A randomized prospective study*. *Ophthalmology*, 1998. 105(8): p. 1512-22, discussion 1522-3.
75. Pop M, Payette Y. *Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis: a control-matched study*. *Ophthalmology*, 2000. 107(2): p. 251-7.
76. Brunette I *et al*. *Functional outcome and satisfaction after photorefractive keratectomy. Part 2: survey of 690 patients*. *Ophthalmology*, 2000. 107(9): p. 1790-6.

77. Hadden OB *et al.* *Visual, refractive, and subjective outcomes after photorefractive keratectomy for myopia of 6 to 10 diopters using the Nidek laser.* J Cataract Refract Surg, 1999. 25(7): p. 936-42.
78. Pop M, Payette Y. *Risk factors for night vision complaints after LASIK for myopia.* Ophthalmology, 2004. 111(1): p. 3-10.
79. Fan-Paul NI *et al.* *Night vision disturbances after corneal refractive surgery.* Surv Ophthalmol, 2002. 47(6): p. 533-46.
80. Donate D, Denis P, Burillon C. *Prospective study of contrast sensitivity and visual effects after LASIK.* J Fr Ophthalmol, 2005. 28(10): p. 1070-5.
81. Neeracher B, Senn P, Schipper I. *Glare sensitivity and optical side effects 1 year after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis.* J Cataract Refract Surg, 2004. 30(8): p. 1696-701.
82. Hersh PS, Steinert RF, Brint SF. *Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis: comparison of optical side effects. Summit PRK-LASIK Study Group.* Ophthalmology, 2000. 107(5): p. 925-33.
83. Charman WN. *Aberrations and myopia.* Ophthalmic Physiol Opt, 2005. 25(4): p. 285-301.
84. Mathur A, Atchison DA, Charman WN. *Myopia and peripheral ocular aberrations.* J Vis, 2009. 9(10): p. 15 1-12.
85. Kirwan C, O'Keefe M. *Comparative study of higher-order aberrations after conventional laser in situ keratomileusis and laser epithelial keratomileusis for myopia using the technolas 217z laser platform.* Am J Ophthalmol, 2009. 147(1): p. 77-83.
86. Rajan MS *et al.* *Effects of ablation diameter on long-term refractive stability and corneal transparency after photorefractive keratectomy.* Ophthalmology, 2006. 113(10): p. 1798-806.
87. Corbett MC *et al.* *Effect of ablation profile on wound healing and visual performance 1 year after excimer laser photorefractive keratectomy.* Br J Ophthalmol, 1996. 80(3): p. 224-34.
88. O'Brart DP *et al.* *Effects of ablation diameter, depth, and edge contour on the outcome of photorefractive keratectomy.* J Refract Surg, 1996. 12(1): p. 50-60.
89. Bailey MD *et al.* *Patient satisfaction and visual symptoms after laser in situ keratomileusis.* Ophthalmology, 2003. 110(7): p. 1371-8.
90. Patel SV, Bourne WN. *Corneal endothelial cell loss 9 years after excimer laser keratorefractive surgery.* Arch Ophthalmol, 2009. 127(11): p. 1423-7.
91. Guerin MB *et al.* *Excimer laser photorefractive keratectomy for low to moderate myopia using a 5,0 mm treatment zone et non transional zone: 16-year follow-up.* J Cataract Refract Surg, 2012. 38(7): p. 1246-50.

ANNEXES

Questionnaire au patient sur la chirurgie réfractive et niveau de satisfaction

Service d'Ophtalmologie, Professeur J.F. Rouland, CHRU de Lille

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Premier œil opéré : Œil droit Œil gauche

1. Profession :

2. Avez-vous porté des lentilles de contact ?

oui non

- Quel type de port de lentilles ?

occasionnel journalier

- Si oui, pendant combien d'années avez-vous porté des lentilles de contact ?

..... ans

3. Pratiquez-vous un sport, si oui avec ou sans lunette et/ou lentilles de contact ?

4. Quelle est votre principale motivation pour la chirurgie ?

esthétique professionnelle

port de lunettes contraignant sportive

intolérance aux lentilles de contact

5. Comment avez-vous été informé(e) de la possibilité d'une chirurgie réfractive par laser excimer ?

TV, internet bouche à oreille

par votre ophtalmologiste par votre médecin traitant

6. A propos de la consultation pré-opératoire, êtes-vous satisfait des informations et explications données ?

oui, je suis très satisfait(e)

non, je ne suis pas vraiment satisfait(e)

oui, je suis plutôt satisfait(e)

non, je ne suis pas du tout satisfait(e)

si non, pourquoi ?

7. Aviez-vous, avant l'intervention, des symptômes visuels comme des halos ou éblouissements ?

oui, avec les lunettes

oui sans les lunettes ou lentilles

oui, avec les lentilles

non

8. A propos de l'intervention, avez-vous eu mal ?

Pour le 1^{er} œil :

oui, j'ai eu très mal

non, je n'ai pas eu mal

oui, j'ai eu mal

Pour le 2^{ème} œil :

oui, j'ai eu très mal

non, je n'ai pas eu mal

oui, j'ai eu mal

9. A propos de la période post-opératoire :

- Avez-vous eu mal ? Côté la douleur maximale que vous avez ressentie sur l'échelle de 0 (pas de douleur) à 10 (douleur maximale) :

Faites un trait vertical

Pour le 1^{er} œil : 0 10

Pour le 2^{ème} œil : 0 10

- Cette douleur a-t-elle été soulagée par le traitement antalgique prescrit ?

oui

non

10. A propos de la récupération visuelle progressive, a-t-elle été invalidante dans votre vie quotidienne et/ ou professionnelle ?

oui, très invalidante

non, pas du tout invalidante

oui, plutôt invalidante non, pas vraiment invalidante

Si oui, en combien de temps avez-vous récupéré votre vision ?

Pour le 1^{er} œil :

Pour le 2^{ème} œil :

11. A propos de votre état actuel :

- Etes-vous globalement satisfait des résultats de la chirurgie réfractive ?

oui, tout à fait satisfait(e) non, pas vraiment satisfait(e)

oui, plutôt satisfait(e) non, pas du tout satisfait(e)

- Etes-vous gêné(e) pour la conduite automobile la nuit ?

oui, très gêné(e) non, pas vraiment gêné(e)

oui, un peu gêné(e) non, pas du tout gêné(e)

- Etes- vous gêné(e) par des sensations de halos et/ ou éblouissement à la lumière ?

oui, très gêné(e) non, pas vraiment gêné(e)

oui, un peu gêné(e) non, pas du tout gêné(e)

Merci de votre participation

Auteur : HUI BON HOA-SPINALI Anne-Astrid

Date de soutenance : le 26 septembre 2012

Titre de la thèse : **Photokératectomie réfractive chez le myope fort. Évaluation des résultats subjectifs post-opératoires.**

Thèse, Médecine, Lille, 2012

Cadre de classement : DES Ophtalmologie

Mots-clés : Myopie forte, PKR, mitomycine C (MMC), satisfaction globale, haze, halos, éblouissements, score RMS, aberrométrie, zone optique (ZO), diamètre pupillaire (DP).

INTRODUCTION

Les patients myopes forts sont de plus en plus demandeurs de chirurgie réfractive. Deux techniques sont essentiellement proposées : la PKR et le LASIK. L'utilisation de la mitomycine C (MMC) pour les patients myopes forts ayant recouru à la PKR a permis d'améliorer la prévisibilité réfractive et de résoudre une des complications de cette intervention : le haze.

Cette étude a pour objectif d'évaluer les résultats réfractifs de la PKR et la gêne visuelle subjective post-opératoire souvent préexistantes chez ces myopes forts.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective et descriptive de 26 patients. Les critères d'inclusion étaient : myopie $\geq -8D$, longueur axiale ≥ 26 mm, emmétropie post-opératoire visée, un suivi d'au moins 12 mois. Après désépithélialisation et photoablation au laser Excimer, la MMC à 0,2 mg/ml était appliquée sur la cornée pendant une minute. Les données cliniques (acuité visuelle, équivalent sphérique, haze) et paracliniques (topographie cornéenne et score RMS à l'aberrométrie) ont été récupérées en pré-opératoire, à 1 mois et à 12 mois et un questionnaire de satisfaction était rempli.

RÉSULTATS

L'ES pré-opératoire était de $-10,12 D \pm 1,73$. L'emmétropie à $\pm 0,50D$ était obtenue chez 80% des yeux à un mois, puis 66,6% à 12 mois. Le haze moyen final était de $0,18 \pm 0,2$. Tous les patients étaient très ou plutôt satisfaits. Les taux de halos nocturnes et d'éblouissements post-opératoires étaient respectivement de 69,2% et de 50%. Le score RMS final semblait plus élevé en cas de halos et chez les patients moins satisfaits. Le rapport ZO/DP n'intervenait pas dans le niveau de satisfaction mais avait tendance à influencer la fréquence des halos. Néanmoins, ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs en raison d'un faible effectif.

CONCLUSION

Aucun patient ne s'est dit insatisfait de l'intervention malgré la plainte visuelle subjective. Les halos nocturnes tendent à augmenter lorsque le score RMS était élevé et le rapport ZO/DP petit. Ces paramètres pourraient représenter des facteurs prédictifs de halos et devront être étudiés sur un plus grand échantillon de patients pour conclure à des résultats statistiquement significatifs.

Composition du Jury :

Président : Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs : Monsieur le Professeur Dominique CHEVALIER
Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE
Madame le Docteur Nadia BOUBCHIR

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND