

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE MÉDECINE HENRI WAREMBOURG

Année 2020

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE

**Efficacité, prédictivité réfractive et sécurité de la photokératectomie
réfractive en fonction du degré de myopie.**

Présentée et soutenue publiquement le 28 septembre 2020 à 18 heures
au Pôle Recherche

par Julie BARBIÉ

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Jean-François ROULAND

Assesseurs :

Monsieur le Professeur Pierre LABALETTE

Monsieur le Professeur Damien HUGLO

Monsieur le Docteur Thibault ROQUANCOURT

Directeur de thèse:

Monsieur le professeur Jean-François ROULAND

Avertissement

La Faculté n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses: celles-ci sont propres à leurs auteurs.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABRÉVIATIONS	3
RÉSUMÉ	4
I. INTRODUCTION	6
A. La myopie	7
1. Définition	7
2. Épidémiologie	8
3. Facteurs de risque	9
4. Complications	11
5. Prévention	12
B. Techniques corrigeant la myopie	14
1. Définitions	14
2. Techniques chirurgicales par soustraction tissulaire	19
a. La PKR	19
b. Le LASIK	21
c. SMILE (Small Incision Lenticule Extraction)	25
3. Chirurgie intra-oculaire	26
a. Implant phake	26
b. La chirurgie du cristallin clair	28
C. Laser excimer	29
1. Production du faisceau laser excimer	29
a. Milieu actif: mélange de gaz	30
b. La cavité de résonance	30
c. Le stimulateur électrique	31
2. Interactions entre le faisceau laser et la cornée	32
a. Photoablation	33
b. Effet intracellulaire et moléculaire du laser sur la cornée	33
c. Principe du remodelage cornéen par photoablation	34
3. Contre-indications	35
4. Complications	37
a. Anatomiques	37
b. Fonctionnelles	43
5. Avancées technologiques	46
a. Perfectionnement des profils de photoablation	46
b. Perfectionnement de l'émission laser	47
c. Système de fixation	48

d. Mitomycine C	49
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	50
A. Type d'étude et sélection de la population	50
B. Examen et consultation pré-opératoire	51
C. Intervention	55
D. Surveillance post-opératoire	57
E. Questionnaire téléphonique	59
F. Analyses statistiques	59
III. RÉSULTATS	60
A. Description de la population	60
B. Prédicativité réfractive	63
C. Efficacité	72
D. Sécurité et complications	79
E. Questionnaire téléphonique	82
IV. DISCUSSION	85
A. Efficacité, prédicativité réfractive	85
1. Résultats de notre série	85
2. Comparaison avec les résultats de la littérature	87
B. Sécurité	94
1. Complications anatomiques	94
2. Rôle de la Mitomycine C 0,02%	96
C. Limites de notre étude	99
CONCLUSION	103
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	105
ANNEXE	113

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AV: Acuité Visuelle

AVSC: Acuité Visuelle Sans Correction

D: Dioptrie

ES: Equivalent Sphérique

HOA: High Order Aberration

LASIK: Laser-Assisted In-situ Keratomileusis

LASEK: Laser-Assisted Subepithelial Keratectomy

MAVC: Meilleur Acuité Visuelle Corrigée

MMC: Mitomycine C

OCT: Optical Coherence Tomography

PKR: Photokératectomie Réfractive

RDV: Rendez-vous

SMILE: Small Incision Lenticule Extraction

WFG: Wave Front Guided

TERMES TECHNIQUES ANGLAIS COURAMMENT UTILISÉS

Break up Time: Temps de rupture du film lacrymal

Eye Tracker: Système de poursuite oculaire

Haze: Voile cicatriciel sous-épithélial

RÉSUMÉ

Contexte:

Évaluer l'efficacité, la prédictivité réfractive et la sécurité de la PKR en fonction du degré de myopie.

Méthode:

97 yeux myopes de 55 patients ont été traités avec un laser excimer Technolas 317 Bausch & Lomb. Des groupes ont été définis en fonction du degré de myopie: groupe A $\leq -6D$ (suivi moyen: 6 mois), B $\geq -6D$ et $\leq -10D$ (suivi moyen 3,6 mois), ainsi que 4 sous-groupes: 1 [-0,25 à -2,75D], 2 [-3 à -5,75D], 3 [-6 à -7,75D], 4 [-8 à -10D]. Les critères de jugement principaux étaient l'efficacité, la prédictivité et la sécurité.

Résultats:

Au dernier RDV, l'AVSC $\geq 8/10$, $\geq 10/10$ était respectivement de 100% et 85,7% (groupe A), et de 95,8% et 72,9% (groupe B). A 2 mois, le pourcentage d'emmétropisation $\pm 0,5 D$ ($p=0,36$), $\pm 1 D$ ($p=0,10$) était respectivement dans le groupe A de 80% et 96% et dans le groupe B de 67,9% et 85,7%. A 1 mois, le pourcentage d'emmétropisation dans les sous-groupes 1,2,3,4 était respectivement à $\pm 0,5 D$ de 88,2%, 75%, 77,4%, 47% ($p=0,017$), à $\pm 1 D$ de 100%, 93,8%, 90,3%, 82,4% ($p=0,08$). A 1 mois ($p=0,53$) et au dernier RDV ($p=0,55$), l'analyse entre les sous-groupes pour le taux d'AVSC $\geq 8/10$ ne retrouve aucune différence statistiquement significative. En revanche, il existe une différence statistiquement significative pour le taux d'AVSC $\geq 10/10$ entre les sous-groupes à 1 mois et au dernier RDV .

Sécurité: aucune perte \geq à 2 lignes de la MAVC, un haze symptomatique de grade 2 totalement résolutif sous corticothérapie (groupe A, sous-groupe 2), aucun retard de cicatrisation cornéenne (\geq 5 jours) et aucune ectasie cornéenne. Un seul oeil (groupe B, sous-groupe 4) a bénéficié d'une retouche chirurgicale à 11 mois.

Conclusion:

La PKR pour la correction des myopies allant jusqu'à -10 D est une technique efficace, sûre, ayant une bonne prédictivité réfractive en post-opératoire précoce.

I. INTRODUCTION

La chirurgie réfractive est une pratique largement répandue, connaissant un afflux important de nouvelles techniques chirurgicales visant à corriger au mieux les amétropies sur le long terme, avec une balance bénéfice risque la plus juste possible.

Plusieurs techniques chirurgicales réfractives existent à ce jour pour corriger une myopie forte et sont sujets à discussion entre les praticiens.

La photokératectomie réfractive (PKR) pratiquée depuis 1983 est une des techniques chirurgicales réfractives largement utilisée pour corriger entre autre la myopie. Plusieurs études entre 1990 et 2000 ont eu pour objectif de comparer l'efficacité et la sécurité de la PKR à d'autres techniques chirurgicales dont le Laser-assisted in-Situ Keratomileusis (LASIK), pour les fortes myopies. Suite à ces dernières, la PKR a vu ses indications reculer dans le traitement des myopies fortes au profit du LASIK. En effet, un manque de prédictivité, de stabilité réfractive ainsi qu'un haze symptomatique étaient reprochés à la PKR. Cependant, force est de constater qu'en présence de contre-indication au LASIK (cornée fine), certains patients sont traités par PKR pour des myopies fortes avec des résultats réfractifs satisfaisants.

L'émergence de la mitomycine C (MMC) ainsi que les progrès technologiques dans l'élaboration des profils de photoablation ont permis à la PKR de se réinventer. Au Centre Hospitalier Universitaire de Lille, la PKR n'a jamais été totalement abandonnée pour corriger les fortes myopies.

Ce travail a pour objectif de décrire l'efficacité, la prédictivité réfractive et la sécurité de la PKR en fonction du degré de myopie en post-opératoire précoce.

A. La myopie

1. Définition

Le terme «myopie» vient du grec $\mu\upsilon\omega\pi\iota$ α' (*muopia*), correspondant à la contraction de $\mu\upsilon\omega$ (*muo*), je ferme et de $\omega\psi$ (*ops*), œil. Cette étymologie trouve son origine d'Aristote qui avait observé la tendance chez les myopes à plisser leurs yeux, permettant de créer une fente sténopéique augmentant leur acuité visuelle de loin (1).

Un œil emmétrope est capable de former une image sur la rétine d'un objet à l'infini sans accommoder (Figure 1). L'objet vu à l'infini entraînera la formation d'une image nette sur la rétine.

La myopie correspond à un œil trop convergent et/ou trop long: l'image d'un objet observé à l'infini se forme en avant de la rétine (Figure 1). L'objet est donc vu flou par le patient sans correction optique.

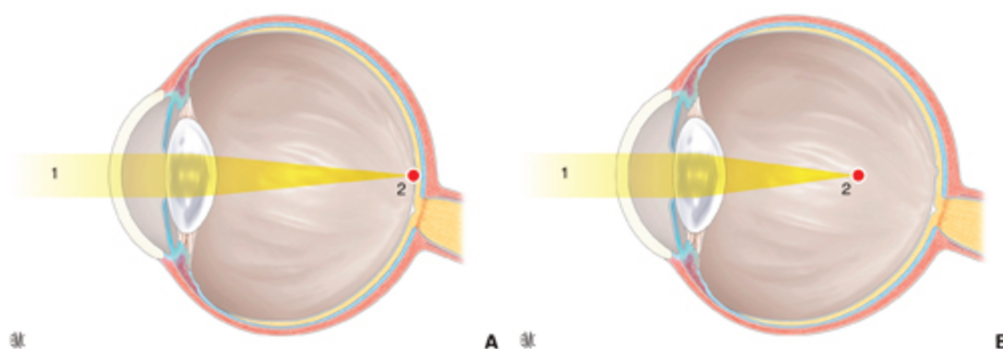


Figure 1

Schéma illustrant un œil emmétrope et un œil myope

- A. Œil emmétrope: la focale de l'image à l'infini se projette directement sur la rétine. 1. Rayon de lumière; 2. Image sur la rétine
- B. Œil myope: la focale de l'image à l'infini se projette en avant de la rétine et donne une vision floue de loin sans correction (2).

On différencie la **myopie axiale**, de la **myopie d'indice**.

Lors de la myopie axiale, la puissance optique du cristallin et de la cornée sont normales, mais l'oeil est allongé, avec une longueur axiale de plus de 26 mm de long en antéro-postérieur, secondaire à un remodelage scléral.

La myopie d'indice est quant à elle due à une augmentation de l'indice de réfraction d'une des lentilles physiologiques de l'oeil entraînant une convergence des rayons lumineux plus importante: cristallin (cataracte nucléaire), cornée (kératocône).

En pratique dans la vie courante et dans la grande majorité des études, c'est la valeur réfractive de la sphère qui est prise en compte et non la longueur axiale.

Les degrés de myopie peuvent être classés en trois groupes distincts:

- la myopie faible entre [- 0,25 et - 3 D[
- la myopie modérée entre [- 3 et - 6 D[
- la myopie forte ≥ -6 D

La myopie forte est donc définie par une sphère ≥ -6 dioptries et/ou par une longueur axiale de l'oeil de plus de 26 mm.

2. Épidémiologie

La myopie est le trouble réfractif le plus représenté dans le monde. La myopie en 2000 concernait 1,4 milliard de personnes dans le monde. Elle serait estimée en 2050 à 4,8 milliards de personnes dans le monde (Figure 2) (3).

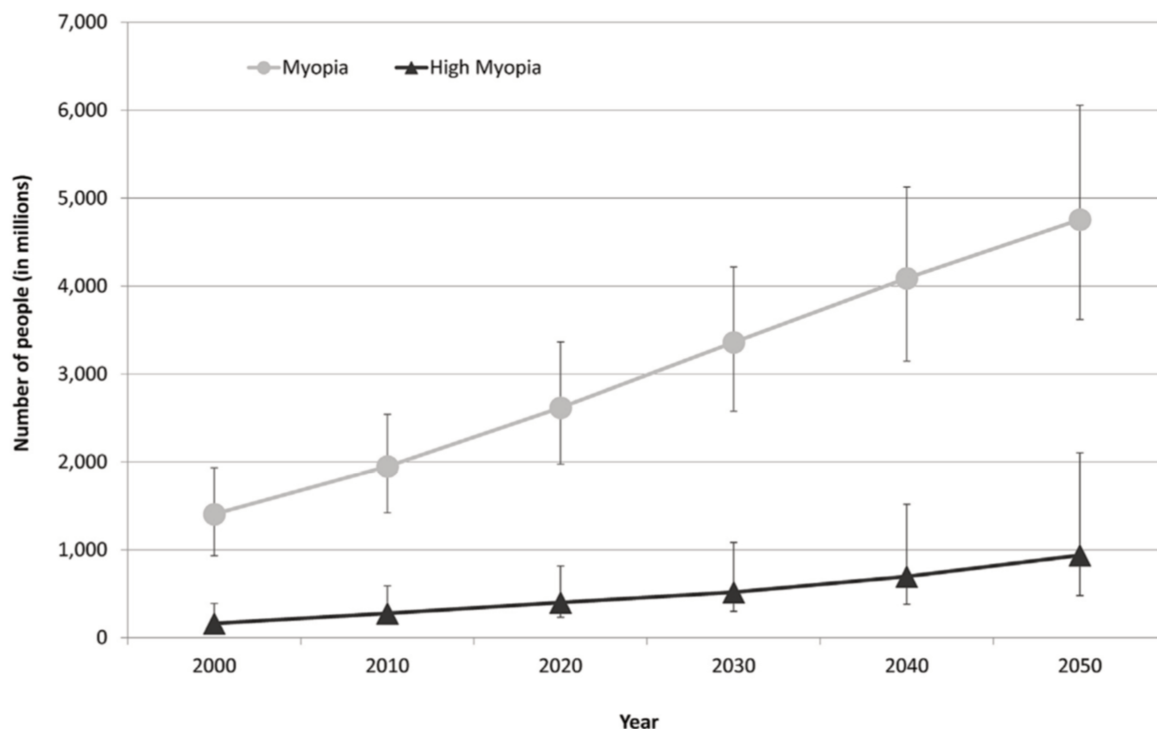


Figure 2

Estimation du nombre de personnes atteintes de myopie et de forte myopie entre 2000 et 2050 (3)

3. Facteurs de risque

La myopie est expliquée par une intrication de facteurs environnementaux et de facteurs génétiques multiples (4).

- **Facteurs génétiques** : myopie syndromique / myopie non syndromique

Plus de 20 paires de chromosomes concernées et plus de 50 gènes seraient impliqués (1). La transmission de la myopie non syndromique est non mendélienne.

Les mécanismes en jeu menant à la myopie font intervenir de nombreuses molécules au sein de cascades de signalisation intracellulaires et extracellulaires entraînant un

remodelage scléral et un allongement du globe oculaire. Certaines études ont pour objectif de découvrir un dénominateur commun à toutes ces cascades physiopathologiques afin d'élaborer une thérapeutique préventive efficace pouvant ralentir voire stopper la progression de la myopie dès le plus jeune âge pour éviter la survenue des complications cécitantes rencontrées dans la myopie forte.

La myopie fait partie des signes cliniques caractérisant certains syndromes tels que la maladie de Marfan, le syndrome de Stickler, la maladie de Weill-Marchesani... Ces myopies nommées syndromiques obéissent souvent à un mode de transmission mendélien contrairement aux myopies non syndromiques (1).

Cependant, les facteurs génétiques ne peuvent pas à eux seuls expliquer la genèse de la myopie.

- **Facteurs environnementaux**

Le **faible niveau d'activité en extérieur** ainsi que le **travail en vision de près** par la répétition des efforts accommodatifs sont reconnus comme étant des facteurs de risque de survenue de la myopie (5).

La théorie d'emmétropisation est basée sur une boucle rétroactive «informations visuelles-croissance axiale» entraînant un ajustement de la croissance de l'oeil pour permettre en vision de près d'obtenir une image nette avec un effort d'accommodation moindre. L'oeil sollicité préférentiellement en vision de près, va augmenter sa longueur axiale pour obtenir une image nette sur la rétine sans accommodation (6).

De nombreuses études ont pour but d'identifier de nouveaux facteurs environnementaux entraînant le développement de la myopie.

4. Complications

La myopie forte est un facteur de risque majeur de décollement de rétine rhégmato-gène.

Des lésions de fragilité telles que les palissades et les déchirures rétiniennes prédisposants au décollement de rétine sont souvent observées lors de l'examen de la périphérie rétinienne des myopes forts.

Les anomalies suivantes du pôle postérieur sont également liées directement à la myopie et expliquées par une élongation des différentes tuniques oculaires (7):

- atrophie chorio-rétinienne par dégénérescence du plexus capillaire choroïdien
- trou maculaire
- rupture de la membrane de Bruch
- fovéoschisis et schisis périphériques
- néovaisseaux choroïdiens occultes
- anomalies du disque optique: dysversion papillaire, atrophie chorio-rétinienne péripapillaire
- cavitation intra choroïdienne péripapillaire
- macula bombée
- staphylome

La myopie forte peut également entraîner des complications au dépend du segment antérieur de l'oeil telles que:

- glaucome chronique à angle ouvert (8)
- glaucome à pression normale
- syndrome de dispersion pigmentaire

- cataracte nucléaire, sous capsulaire postérieure
- luxation cristallinienne, fragilité zonulaire (9)

Malheureusement, la chirurgie réfractive vise à remodeler la cornée afin de corriger la myopie du patient, mais elle n'a aucune influence sur la longueur axiale du globe. Par conséquent, les complications potentiellement cécitantes de la myopie forte sont toujours présentes après une chirurgie réfractive.

5. Prévention

- **Atropine à faible concentration**

L'atropine 0,01% (1 goutte le soir) est prescrite chez les enfants ayant une myopie évolutive permettant de stopper ou de ralentir la croissance axiale de l'oeil. L'atropine est un antagoniste muscarinique non spécifique, son mécanisme d'action est encore mal connu.

Elle pourrait agir selon 3 mécanismes:

- en augmentant la quantité de lumière captée par la rétine du fait de la mydriase qu'elle engendre
- en diminuant l'accommodation
- en inhibant les récepteurs muscariniques scléraux, rétiniens et choroïdiens

L'étude ATOM 1 portant sur 400 enfants a suggéré que l'atropine 0,1% engendre une freination de la myopie de 0,92 D en deux ans par rapport au groupe placebo (10).

L'étude ATOM 2 suggère que l'atropine 0,01% permettrait de freiner la myopie sans entraîner les effets indésirables de l'atropine plus fortement dosée à 0,1% (photophobie, blocage de l'accommodation) (11).

- **Contactologie**

Tout comme l'atropine, il existe des techniques mécaniques et non pharmacologiques, permettant de ralentir la croissance de l'oeil chez un enfant présentant une myopie évolutive.

Les lentilles d'orthokératologie (port nocturne) et les lentilles rigides diurnes (PRE AMYOPIQUE de Precilens) se basent de part leur géométrie, sur le principe de défocalisation périphérique de l'image (Figure 3). Ces lentilles ont une géométrie inversée, elles sont plus plates au centre et plus serrées en périphérie, induisant une modification topographique caractérisée par un anneau concentrique plus serré en moyenne périphérie induisant la freination de la myopie. Des études menées sur les animaux, montrent que le défocus hypermétropique sur la périphérie de la macula est responsable de l'augmentation de la longueur axiale de l'oeil, même si la fovéa reçoit un image nette (12).

L'orthokératologie est une technique permettant de remodeler les couches superficielles cornéennes, en aplatissant transitoirement la cornée. Grâce au port nocturne de ces lentilles, la myopie est corrigée transitoirement pour 24 heures. Elle possède deux avantages, celui de freiner la myopie de par la défocalisation périphérique et permet à l'enfant de s'affranchir de sa correction optique la journée, grâce au remodelage réversible de la cornée réalisée pendant le port nocturne (13).

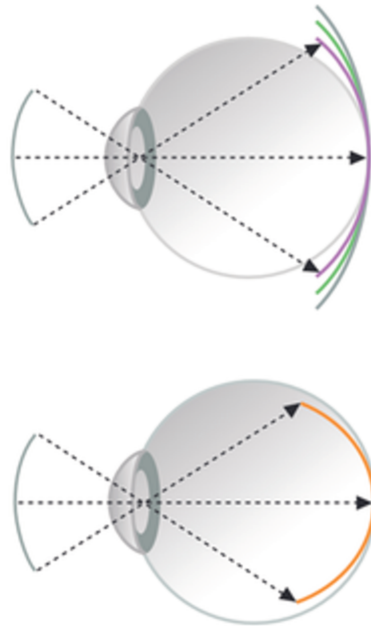


Figure 3

Premier schéma: **défocalisation périphérie rétinienne hypermétropique**

Deuxième schéma: **défocalisation périphérie rétinienne myopique (14)**

B. Techniques corrigeant la myopie

1. Définitions

Il est nécessaire de définir l'oeil en tant que système optique ainsi que l'anatomie cornéenne afin de comprendre les mécanismes d'action des différentes chirurgies pouvant corriger la myopie.

- **Dioptries de l'oeil**

Un dioptrie est une surface séparant deux milieux transparents et homogènes d'indices de réfraction différents (Figure 4). L'oeil est caractérisé par une succession de dioptries centrés sur le même axe: l'axe optique.

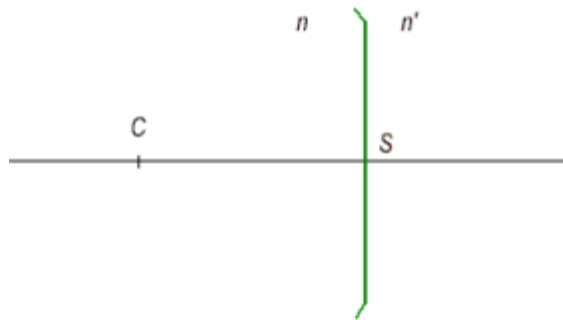


Figure 4

Schéma illustrant un dioptrie (15)

(S: dioptrie; n et n': indices de réfraction)

Un indice de réfraction (n) est le rapport entre la célérité de la lumière dans le vide ($3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹) et la célérité de la lumière dans le milieu transparent étudié.

L'oeil est constitué des dioptries suivants:

- le dioptrie cornéen antérieur: séparant le milieu extérieur de la face antérieure cornéenne de 48,9 D au centre de la cornée
- le dioptrie cornéen postérieur séparant la face postérieure cornéenne de l'humeur aqueuse : - 5,7 D au centre de la cornée
- le dioptrie cristallinien antérieur séparant l'humeur aqueuse de la face antérieure du cristallin

- le dioptré cristallinien postérieur séparant le cristallin du vitré

La puissance dioptrique totale de l'oeil est due aux deux structures que sont la cornée et le cristallin (Figure 5).

Les chirurgies réfractives par laser excimer (PKR et LASIK) ainsi que le SMILE (laser femtoseconde) ont pour objectif de corriger la myopie en modifiant le dioptré cornéen.

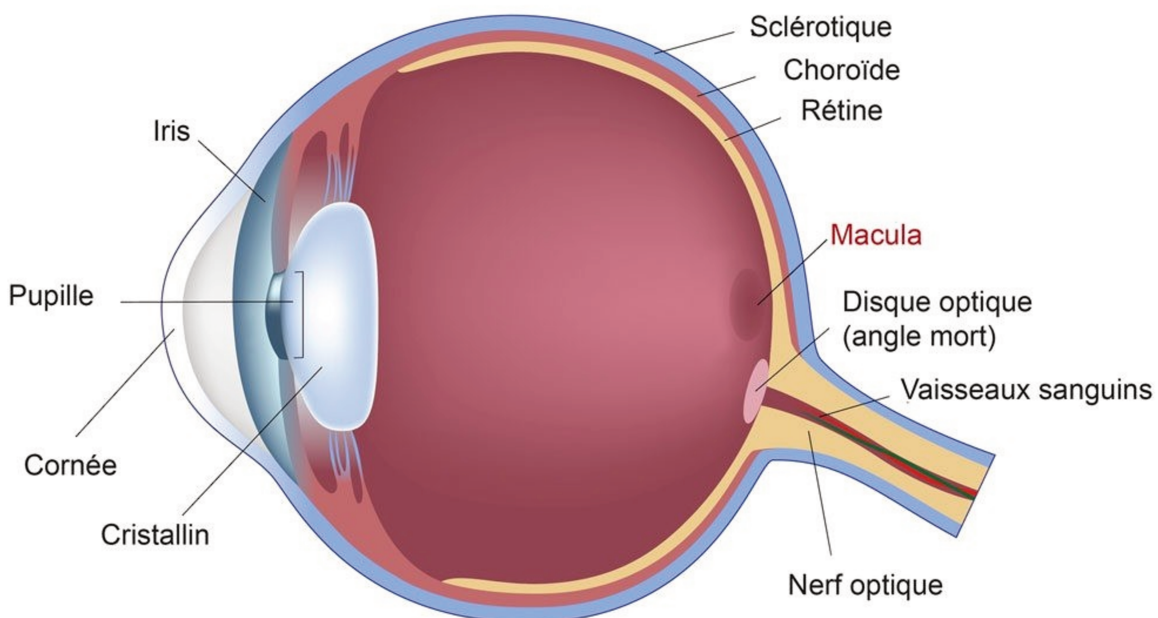


Figure 5
Schéma d'un oeil en coupe transversale (15)

- **Anatomie de la cornée**

La cornée est une structure transparente avasculaire composée de 5 couches successives qui sont d'avant en arrière (Figure 6):

- l'épithélium cornéen
- la couche de Bowman
- le stroma
- la membrane de Descemet
- l'endothélium

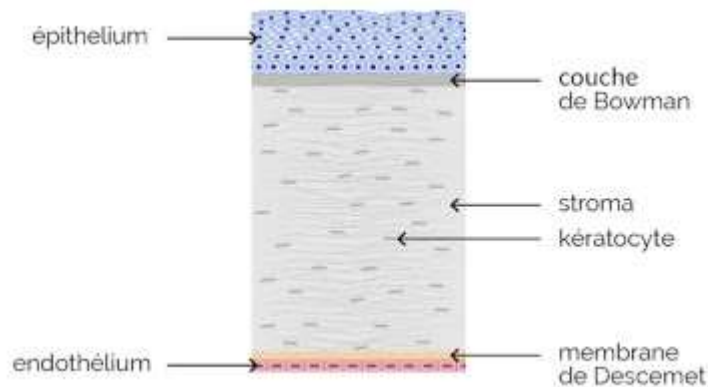


Figure 6

Schéma des différentes couches cornéennes (15)

- L'épithélium cornéen est un épithélium pavimenteux pluristratifié non kératinisé. Indissociable du film lacrymal, il joue un important rôle de barrière contre les agressions extérieures.
- La couche de Bowman est une couche acellulaire, composée d'une substance fondamentale constituée de mucoprotéines et de fibres de collagènes à disposition transversale. Elle sépare la membrane basale épithéliale du stroma cornéen.
- Le stroma cornéen représente à lui seul environ 90% du volume total cornéen. Il mesure près de 500 microns. Il se compose de fibres de collagènes, de kératinocytes et d'une matrice extra cellulaire. Cette dernière est intercalée entre

les lamelles de collagène pour assurer leurs cohésions. Les kératinocytes quant à eux appartiennent à la famille des cellules conjonctivales, ils assurent la biosynthèse des mucopolysaccharides de la matrice extracellulaire et du collagène.

- La membrane de Descemet sépare le stroma de l'endothélium, elle mesure 10 microns. Elle est acellulaire et composée majoritairement de collagène sécrété par l'endothélium.
- L'endothélium cornéen est formé par une monocouche de cellules hexagonales régulières. Sa densité chez un sujet jeune est de 3 500/mm². La perte en cellules endothéliales est un phénomène irréversible. L'endothélium est capital dans le maintien de la cornée en état de déturgescence. En effet, il crée via des pompes sodium potassium ATPase un gradient osmotique. Lors de pathologie telle que la dystrophie de Fuchs, le nombre de cellules endothéliales n'est pas suffisant pour assurer cet état de déturgescence, on voit apparaître un oedème cornéen compromettant la transparence cornéenne (15).

Après désépithélialisation manuelle, le laser excimer lors de la PKR va aplanir le dioptre cornéen en agissant sur le stroma antérieur.

2. Techniques chirurgicales par soustraction tissulaire

L'objectif des chirurgies réfractives est de modifier le dioptre cornéen en l'aplatissant au centre à l'aide d'un faisceau laser, rendant le système réfractif oculaire moins puissant.

Le laser va aplatir la cornée (par photoablation du tissu cornéen plus au centre qu'en périphérie) soit en **surface** (PKR), soit plus en **profondeur** sous un capot cornéen

(LASIK), soit par **extraction d'un lenticule intra stromal** découpé au laser femtoseconde (small incision lenticule extraction: SMILE).

a. La PKR

La PKR aussi appelée chirurgie au laser d'ablation de surface est une technique chirurgicale consistant après désépithélialisation (mécanique, alcoolique ou à l'aide d'un laser) à réaliser une **photoablation réfractive sur la couche de Bowman et sur le stroma antérieur au laser excimer** sous anesthésie topique en ambulatoire (Figure 7).

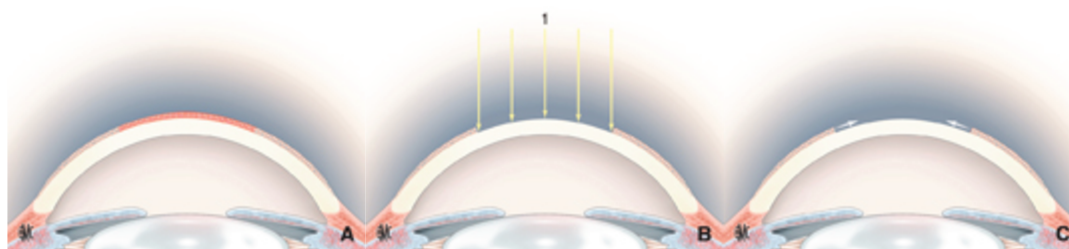


Figure 7

Représentation schématique des différentes étapes de la PKR (2)

- A. Désépithélialisation cornéenne centrale
- B. Photoablation cornéenne au laser excimer
- C. Cicatrisation cornéenne en 48 heures

La PKR est la technique chirurgicale réfractive la plus ancienne, ayant un recul de plus de 30 ans, ayant un risque d'ectasie post-opératoire moindre par rapport aux techniques plus récentes de chirurgie réfractive. Des variantes de la PKR conventionnelle, modifiant le temps chirurgical de la désépithélialisation ont été mises au point, dans le but de réduire la douleur postopératoire secondaire à la désépithélialisation, et de s'affranchir de la récupération visuelle progressive le temps de la réépithélialisation.

Elle est indiquée pour corriger les myopies jusqu'à -6D (parfois les myopies fortes dans certaines indications telles que les cornées fines à risque d'ectasie post LASIK par exemple), les astigmatismes jusqu'à 3D, et les hypermétropies légères à modérées (9).

- **La Trans PKR (PKR trans-épithéliale)**

Décrite comme étant une "no touch surgery", elle permet de réaliser la désépithélialisation cornéenne à l'aide du laser excimer. Les avantages prônés de cette technique sont un temps opératoire plus court ainsi qu'un gain de précision (surface épithéliale plus lisse, moins endommagée et plus petite que celle réalisée manuellement), permettant une réépithélisation plus rapide et moins douloureuse.

- **L'épi LASIK**

Son nom porte à confusion, mais il s'apparente à la PKR car la zone traitée par photoablation reste en surface et non en profondeur. La particularité de cette technique repose dans le fait qu'un capot épithélial cornéen est créé en utilisant un «épi-kératome» (microkératome mécanique classique où la lame métallique est remplacée par un séparateur en plastique). Après succion du globe oculaire, un fin capot épithélial est

réalisé par l'épi-kératome puis un fois ce capot soulevé, la photoablation cornéenne est réalisée par le laser excimer. Le feuillet épithélial est remis en place après photoablation. Une lentille de contact est utilisée afin de maintenir le feuillet épithélial en place le temps de la cicatrisation épithéliale au niveau des berges du capot.

- **Le LASEK (Laser Assisted Subepithelial Keratectomy)**

Il repose sur la réalisation d'un volet épithélial réalisé après application d'alcool à 20%, la photoablation de surface est réalisée par le laser excimer sous le volet épithélial puis le volet épithélial est repositionné à la surface de la cornée.

b. Le LASIK

- **Étapes de la chirurgie**

Il est apparu dans les années 1990, se basant sur le même principe d'aplatissement de la cornée par photoablation à l'aide du laser excimer. Sa particularité réside dans le fait que la photoablation n'est pas réalisée en surface mais en **profondeur sous un capot cornéen** permettant de s'affranchir de la douleur postopératoire, du délai de cicatrisation épithéliale et de la récupération visuelle progressive propre à la PKR (dû à la désépithélialisation réalisée).

Le temps chirurgical se décompose en deux temps principaux (Figure 8):

- La **découpe du volet cornéen** réalisée soit par un microkératome mécanique, soit par un laser femtoseconde (femtolasik) créant un capot cornéen stromal. Le

femtolasik développé dans les années 2000 permet une plus grande précision rendant la réalisation du capot cornéen plus reproductible et sécurisée.

- Puis une fois le volet cornéen soulevé, la photoablation au laser excimer est réalisée de la même manière que dans la PKR mais à une profondeur stromale plus importante.

Puis le volet cornéen est enfin remplacé dans sa position initiale en fin d'intervention.

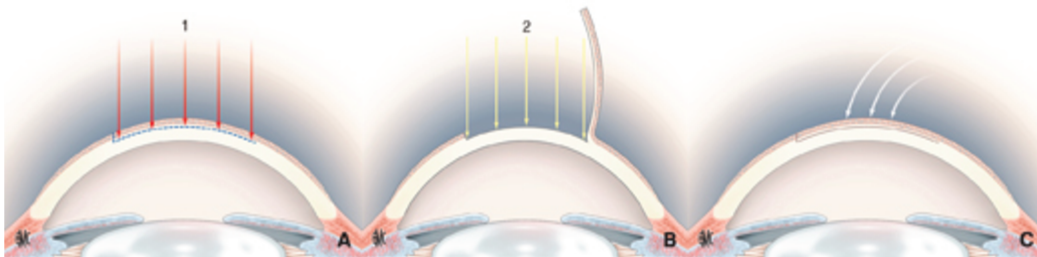


Figure 8

Schéma illustrant les étapes chirurgicales du LASIK (2)

- A. Découpe du capot cornéen au laser femtoseconde :1
- B. Photoablation au laser excimer (2) du lit stromal après soulèvement du capot cornéen
- C. Repose du capot cornéen

- **Avantages du LASIK**

Les principaux avantages du LASIK découlent de la préservation de l'épithélium cornéen et de la membrane de Bowman entraînant une récupération visuelle rapide, une absence de douleur en postopératoire ainsi qu'un faible taux de haze cornéen.

- **Complications du LASIK**

Les principales **complications sont liées à la création du capot** en per ou postopératoire précoce et lointain telles que la perforation du capot cornéen (buttonhole flap), le déplacement secondaire du capot cornéen, les plis du capot cornéen, l'invasion épithéliale (Figure 9). Une complication a été décrite plus récemment, la kératite lamellaire diffuse correspondant à la prolifération de cellules inflammatoires au niveau de l'interface, induisant une fonte stromale (Figure 10). Ces complications sont non négligeables et peuvent induire une baisse irréversible de la meilleure acuité visuelle corrigée. La complication la plus fréquemment rencontrée reste la sécheresse oculaire probablement liée à une modification de l'innervation cornéenne (16).

Le LASIK présente également un risque d'**ectasie cornéenne** plus important que la PKR. Bohac et al. en étudiant 30 167 yeux opérés entre 2007 et 2015 ont évalué le pourcentage d'ectasie cornéenne post lasik à 0,033 % (17) .

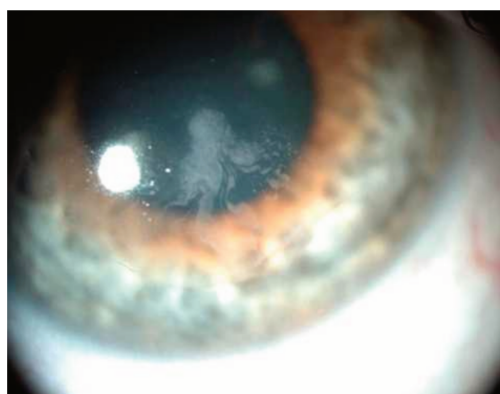


Figure 9

Photographie d'une invasion épithéliale du lit stromal post LASIK (18)



Figure 10

Photographie d'une kératite lamellaire diffuse (18)

- **Indications et contre-indications**

Le LASIK est communément proposé pour corriger les myopies jusqu'à -12D sous certaines conditions, les astigmatismes jusqu'à 5D, et les hypermétropies jusqu'à 4D (9).

Tout comme pour la PKR, une étude minutieuse de la topographie cornéenne à la recherche d'un kératocône fruste est une étape fondamentale car il contre-indique en général les différentes chirurgies réfractives (kératométrie moyenne > 47D, pattern topographique en nœud papillon asymétrique, pachymétrie inférieure à 500 microns, perte de l'énantiomorphisme, *skewed radial axis* [SRAX]) (Figure 11).

Le respect des critères suivants est primordial pour éviter une ectasie cornéenne post LASIK (19):

- respect du mur postérieur résiduel postopératoire (supérieur à 300 microns)
- kératométrie moyenne postopératoire supérieure à 35D

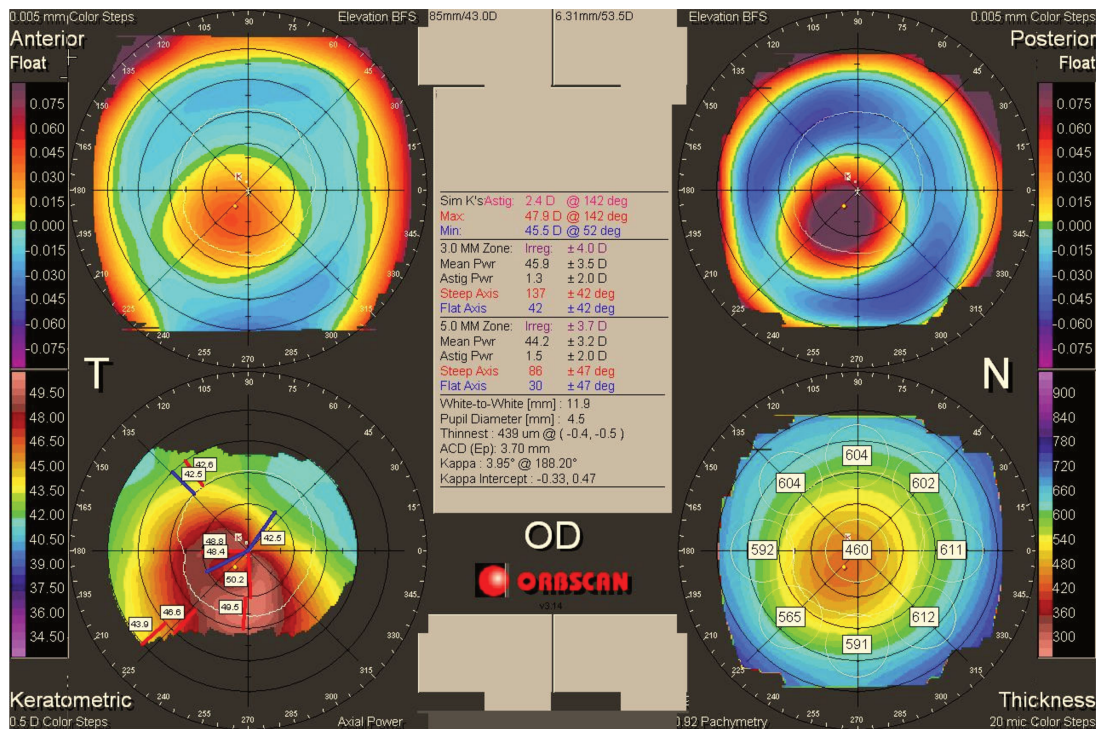


Figure 11

Topographie cornéenne d'un kératocône

Outre ces complications liées au capot cornéen, il existe tout comme pour la PKR des complications dites réfractives telles que les îlots centraux, le décentrement, la sur et la sous-corrrection, la régression myopique, les halos et éblouissements.

Les indications et contre-indications du LASIK permettent d'identifier les patients à risque d'ectasie post LASIK et de les orienter vers la PKR dans certains cas (20).

c. SMILE (Small Incision Lenticule Extraction)

Un lenticule stromal est prédécoupé au laser femtoseconde dont l'épaisseur et la forme dépendent de la valeur de l'amétropie à corriger. Puis le laser femtoseconde réalise une micro-incision cornéenne de 3 mm de large à travers laquelle le chirurgien vient retirer

manuellement le lenticule stromal sculpté (Figure 12). Cette technique ne nécessite pas de volet cornéen et respecte la surface épithéliale.

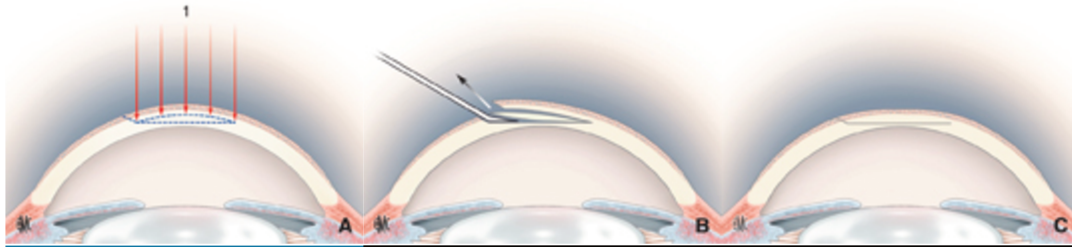


Figure 12

Schéma illustrant les étapes chirurgicales du SMILE (21)

- A. Découpe d'un lenticule cornéen stromal et réalisation d'une micro-incision cornéenne au laser femtoseconde (1)
- B. Extraction du lenticule à travers la micro-incision
- C. Retrait du lenticule à travers la micro-incision

3. Chirurgie intra-oculaire

a. Implant phake

Il existe des implants phakes positionnés en avant du cristallin en chambre postérieure (Figure 13) ou en chambre antérieure à fixation irienne permettant de corriger de fortes amétropies tout en conservant le cristallin non opacifié des patients jeunes (Figure 14). Elle peut s'avérer être une bonne alternative chirurgicale afin de corriger des myopies trop fortes contre-indiquant la chirurgie cornéenne au laser ou en cas de contre indication cornéenne.

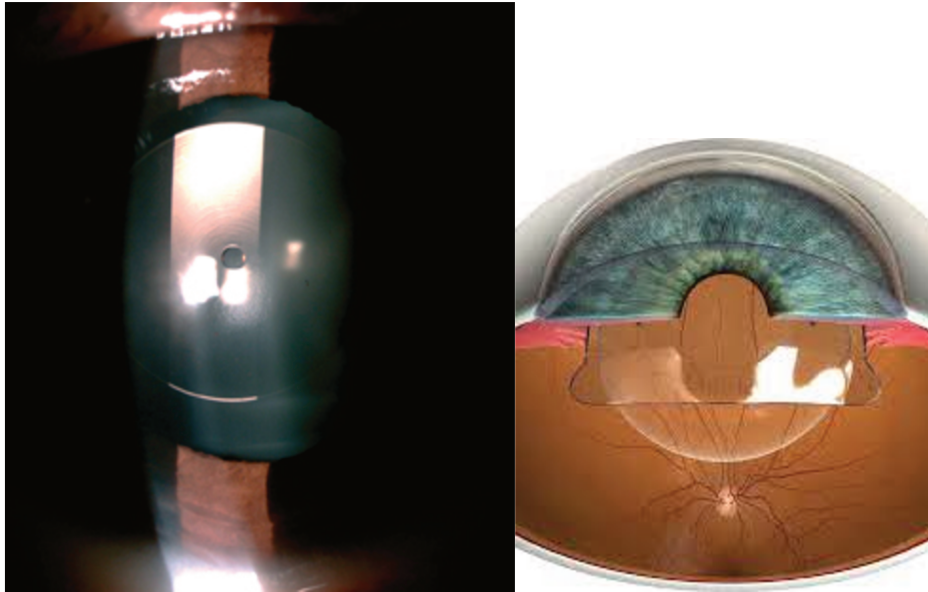


Figure 13

Photographie d'un implant phake pré cristallinien en chambre postérieure (en arrière de l'iris) (2)

Représentation schématique d'un implant phake pré-cristallinien en chambre postérieure (en arrière de l'iris)

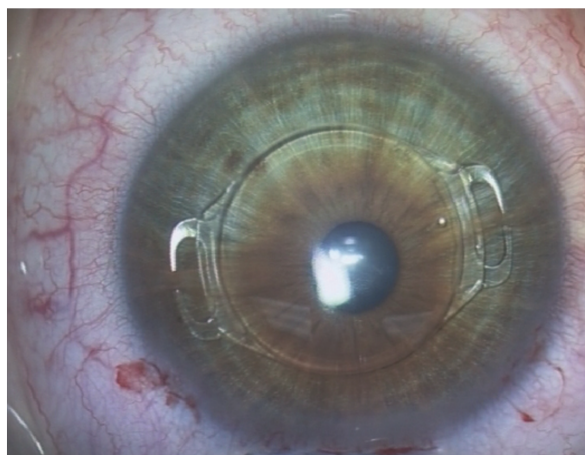


Figure 14

Photographie d'un implant phake en chambre antérieure (en avant de l'iris) à fixation irienne antérieure (22)

Les complications pouvant être rencontrées sont les suivantes (23):

- hypertonie oculaire postopératoire aiguë suite à l'accumulation de visqueux en chambre antérieure
- le développement d'une cataracte post-implantation (phénomène devenu beaucoup plus rare avec l'apparition de nouvelles générations d'implants)
- glaucome
- endophtalmie
- perte en cellules endothéliales
- décollement de rétine

b. La chirurgie du cristallin clair

Elle consiste à extraire et à remplacer un cristallin clair par une lentille intra-oculaire (implant pseudophaque) par phacoémulsification (Figure 15).

L'implant intra-oculaire permet de corriger la myopie.

Cette chirurgie est réalisée par définition en l'absence de cataracte (cristallin clair). Elle est par définition seulement à but réfractif.

Les complications les plus redoutées sont les mêmes que celles d'une chirurgie de cataracte telles que:

- décollement de rétine (risque augmenté du fait de la myopie forte et du jeune âge du patient) (24)
- rupture de la capsule postérieure
- endophtalmie

- luxation d'implant dans le segment postérieur
- hémorragie expulsive

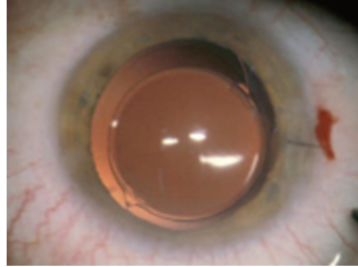


Figure 15

Photographie d'un implant mis en place dans le sac capsulaire après phacoémulsification (patient pseudophaque) (25)

C. Laser excimer

1. Production du faisceau laser excimer

L'émission d'un rayonnement laser nécessite schématiquement un milieu actif, un stimulateur électrique et une cavité de résonance. Le faisceau laser à excimer est une radiation appartenant au spectre des ultraviolets (Figure 16).

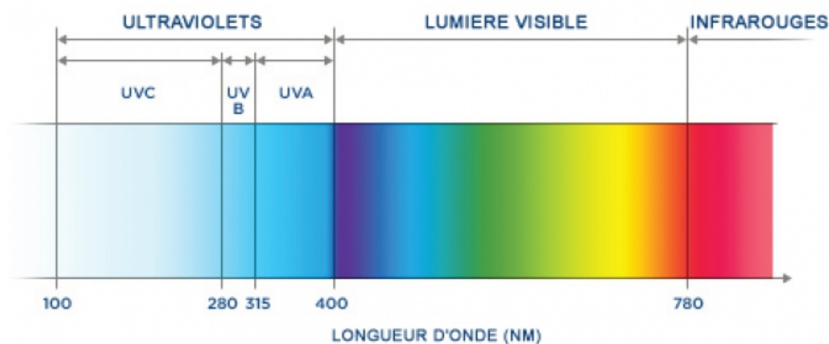


Figure 16

Schéma illustrant le spectre de la lumière visible, des infrarouges et des ultraviolets

a. Milieu actif: mélange de gaz

Le milieu actif pour produire un faisceau laser est composé de trois gaz:

- un gaz rare représentant 0,5 à 12% (argon, krypton ou xénon)
- un gaz tampon permettant de transférer l'énergie (constituant 88 à 99 % du volume total du milieu actif)
- un halogène représentant 0,5% du mélange (fluor ou chlore)

Le choix des gaz est défini en fonction de la longueur d'onde du faisceau laser souhaité.

Le faisceau laser issu de la réaction chimique entre les gaz est monochromatique pour chaque mélange gazeux choisi .

La réaction chimique entre un mélange d'argon et de fluor produit un rayonnement laser de **193 nm situé dans le spectre des UV** (26).

La longueur d'onde de 193 nm présente un effet photoablatif optimal regroupant les caractéristiques suivantes :

- il est composé de photons très énergétiques
- pénétration réduite dans les tissus adjacents
- faible effet thermique

b. La cavité de résonance

Elle a pour objectif d'**amplifier la production des photons**.

Elle est composée d'une cavité optique comprenant deux miroirs entre lesquels oscillent les photons émis par la réaction chimique du mélange gazeux actif.

Les photons vont alors en oscillant, entrer en collision avec les électrons d'autres molécules gazeuses du milieu actif intra-cavitaire qui vont une fois excités par la collision, émettre de nouveaux photons et ainsi de suite.

Un des miroirs est totalement opaque se situant au fond de la cavité, réfléchissant 100% de la lumière. Le second miroir en position frontale est lui partiellement opaque et ne réfléchit que 4% de la lumière reçue. Le reste des photons non réfléchis sont transmis à travers ce miroir permettant d'émettre un faisceau laser sortant de la cavité (Figure 17) (26).

c. Le stimulateur électrique

Il délivre des décharges comprises entre 20 000 et 40 000 V entraînant une excitation discontinue du mélange de gaz pour obtenir une émission pulsée de la lumière laser en dehors de la cavité de résonance. Un ordinateur contrôle la puissance des décharges électriques nécessaire afin de maintenir une fluence constante de la radiation au cours du temps.

Les décharges électriques sont discontinues et permettent l'émission en mode pulsé des photons permettant d'augmenter encore plus la puissance par rapport à une émission continue. Un système homogénéisant du faisceau laser permet de contrer le profil naturel du faisceau laser qui est de délivrer une plus grande puissance au centre qu'en périphérie de la zone à traiter. Ceci est possible grâce à des prismes ou à des fentes fines garantissant une profondeur de photoablation identique pour chaque spot dans l'espace.

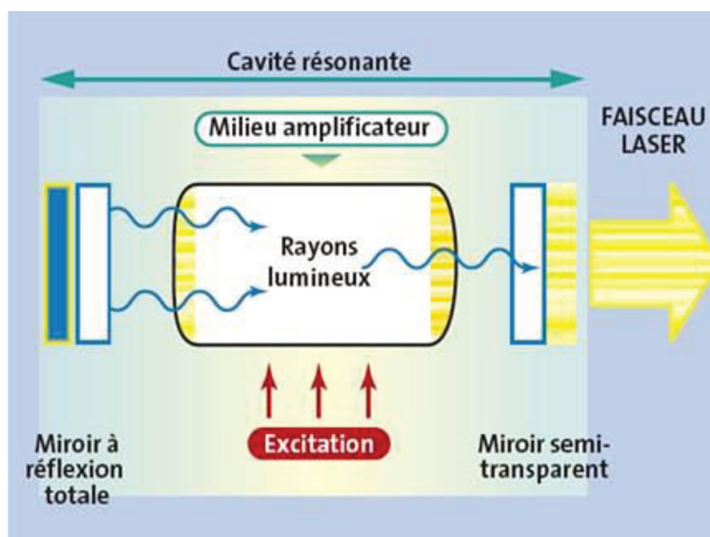
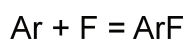


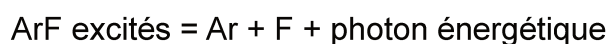
Figure 17

Représentation schématique simplifiée du mécanisme menant à la production d'un faisceau laser excimer (27)

Le mécanisme d'action électro-chimique induit par les décharges électriques sur le mélange de gaz est le suivant:



ArF + décharge électrique = ArF excités instables par définition, vont se dissocier et produire l'émission d'un photon de haute énergie



2. Interactions entre le faisceau laser et la cornée

On décrit quatre interactions différentes entre le faisceau laser et la cornée: l'absorption, la transmission, la réflexion et la dispersion.

En fonction de la longueur d'onde du laser, les interactions ne seront pas identiques. Le faisceau laser de 193 nm présente les caractéristiques suivantes:

- il n'est pas transmis aux structures oculaires adjacentes
- il disperse très peu d'énergie aux tissus cornéens adjacents à la zone traitée
- il n'est que très peu réfléchi par les deux interfaces cornéennes antérieure et postérieure
- il est fortement absorbé par la cornée

a. Photoablation

Nous allons nous attarder sur l'effet d'absorption du laser excimer sur la cornée.

L'effet d'absorption est de trois types différents en fonction de la longueur d'onde du laser: effet distributif, effet photothermique et photochimique.

L'effet photochimique se décompose en deux sous types : la photoradiation et la photoablation aussi appelée photodécomposition ablatrice.

La photoablation se définit par une ablation pure de matériel sans lésion thermique des berges, action semblable à celle d'un scalpel.

Cet effet photoablatif est obtenu seulement avec des lasers ayant une très courte longueur d'onde (spectre des ultraviolets).

L'action du laser reste très superficielle sur quelques microns d'épaisseur de cornée car les photons de haute énergie du laser sont très fortement absorbés par les tissus. C'est cet effet qui est recherché pour réaliser l'ablation tissulaire cornéenne dans la zone cornéenne exposée par le laser.

b. Effet intracellulaire et moléculaire du laser sur la cornée

Le laser excimer incident va avoir une action à trois niveaux sur la cornée: moléculaire, intracellulaire et tissulaire.

L'énergie élevée des photons émis par le faisceau laser excimer va entraîner la rupture des liaisons chimiques intra et intermoléculaires. Si une densité de photons émis est supérieure à un seuil dit critique, les molécules sont dans l'incapacité de se reformer et ne pourront plus se lier à nouveau.

Les fragments moléculaires énergétiques vont être éjectés à des vitesses supersoniques sous forme de plumes, permettant une purge énergétique évitant des dommages thermiques du tissu avoisinant (Figure 18) (26).

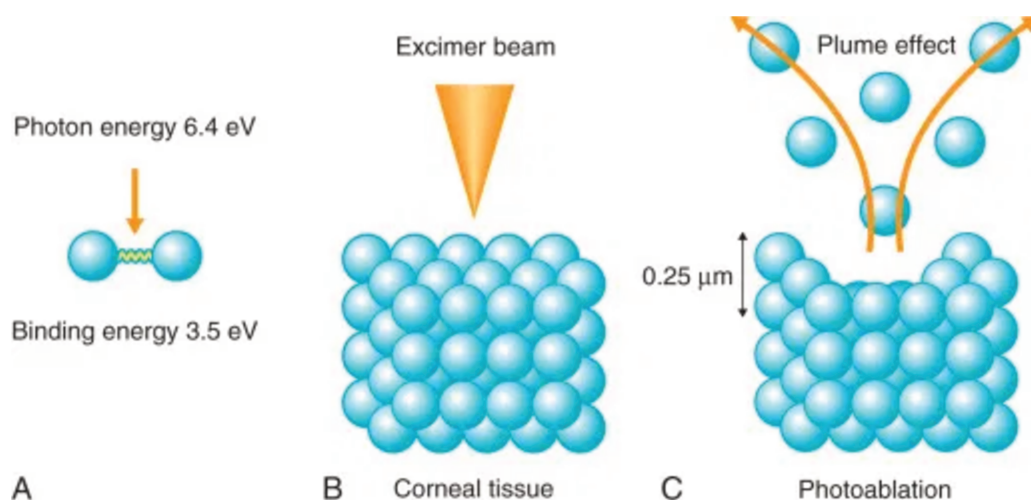


Figure 18

Schéma illustrant la photoablation (28)

c. Principe du remodelage cornéen par photoablation

Munnerlyn en 1988 a mis au point une équation simplifiée reliant la profondeur d'ablation nécessaire à la correction d'une amétropie sphérique sur un diamètre donné de zone optique: $P = ZO^2 \times D / 8 (n - 1)$

(P: profondeur d'ablation; ZO: diamètre de la zone optique; n: index de réfraction de la cornée (1,337); D: puissance dioptrique à corriger)

3. Contre-indications

- **Contre-indications générales**

Toutes les **pathologies inflammatoires générales** représentent une contre-indication à la PKR car elles peuvent mener à une lyse stromale avec perforation cornéenne, du fait d'une réponse inflammatoire inappropriée telles que: polyarthrite rhumatoïde, maladie de Crohn, granulomatose de Wegener, rectocolite hémorragique, collagénoses...

Toutes les causes induisant une **immunodépression exposent à un risque infectieux majeur** lors de la cicatrisation cornéenne et sont donc contre-indiquées.

Le **jeune âge** représente une contre indication relative découlant du fait que la myopie est souvent encore évolutive.

La **grossesse** constitue une contre-indication temporaire car une modification de la réfraction est possible lors de la grossesse. La chirurgie réfractive sera programmée à distance de l'accouchement.

- **Contre-indications locales**

Le **kératocône** appartenant au spectre des ectasies cornéennes est une contre-indication absolue à la chirurgie réfractive. Il est primordial de rechercher à l'interrogatoire des antécédents familiaux de kératocône. De plus, la topographie cornéenne doit être analysée avec attention afin d'exclure tout kératocône.

Si le patient présente des antécédents de **kératite herpétique**, il est important de respecter un délai suffisant entre l'épisode de kératite et la chirurgie. Un antécédent de kératite herpétique peut justifier un traitement prophylactique antiviral par voie orale avant la chirurgie réfractive (Figure 19).

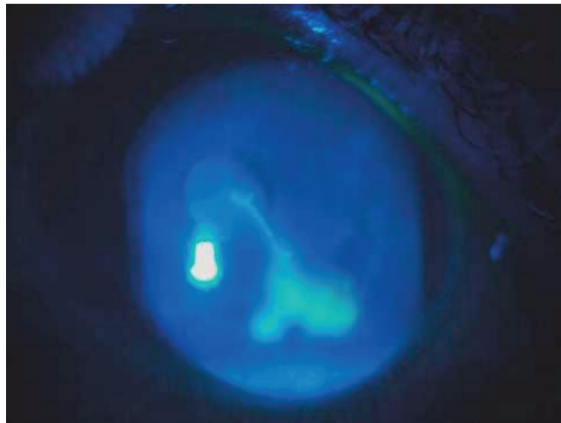


Figure 19

Photographie d'une kératite dendritique épithéliale (18)

Toutes les **pathologies de la surface oculaire** telles que les syndromes secs, les blépharites, les conjonctivites allergiques, la rosacée oculaire doivent être traitées et stabilisées avant une chirurgie réfractive (Figure 20). Des soins de paupières, des collyres lubrifiants doivent être mis en place, parfois une tétracycline par voie orale pour son action anti-inflammatoire est mise en place dans les mois qui précèdent la chirurgie.

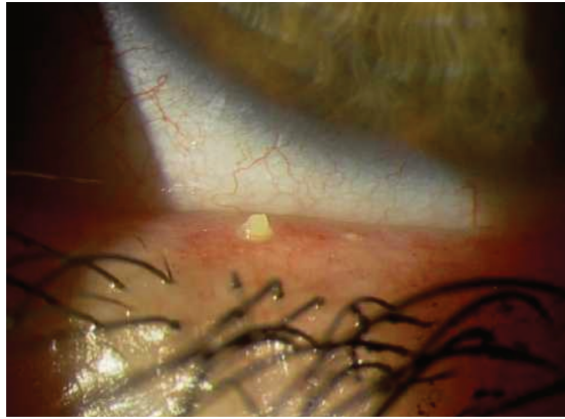


Figure 20

Photographie d'une blépharite avec dysfonctionnement meibomien (18)

4. Complications

a. Anatomiques

- **Retard de cicatrisation cornéenne**

La cicatrisation cornéenne est obtenue entre 3 et 4 jours.

Un retard de cicatrisation épithéliale est en général défini par un délai de cicatrisation supérieur à 5 jours.

Il est souvent associé par la suite à l'apparition d'un haze symptomatique en stimulant la prolifération des kératinocytes engendrant la synthèse de collagène cicatriciel.

De plus, le risque infectieux est augmenté, ainsi que la douleur post-opératoire.

Le retard de cicatrisation épithéliale est influencé par un syndrome sec, le profil de photoablation, la correction d'amétropie forte ...

- **Haze cornéen**

Le haze cornéen précoce apparaît en général entre le premier et troisième mois en post-opératoire. Il est lié à une hyperplasie sous-épithéliale secondaire à un processus de

cicatrisation anormal entraînant une réduction de la transparence cornéenne. Il est considéré comme symptomatique lorsqu'il entraîne une baisse d'acuité visuelle non corrigéable. Sa pathogénie correspond à l'activation des kératinocytes par des cytokines inflammatoires relarguées par les cellules épithéliales endommagées suite à la photoablation. Le passage de ces cytokines inflammatoires dans le stroma est permis suite à la perte de l'intégrité de la membrane de Bowman engendrée par la photoablation (Figure 21). La densité des kératinocytes au niveau stromal va donc augmenter et entraîner une synthèse de matrice extracellulaire anormale et une activation des myofibroblastes (29).

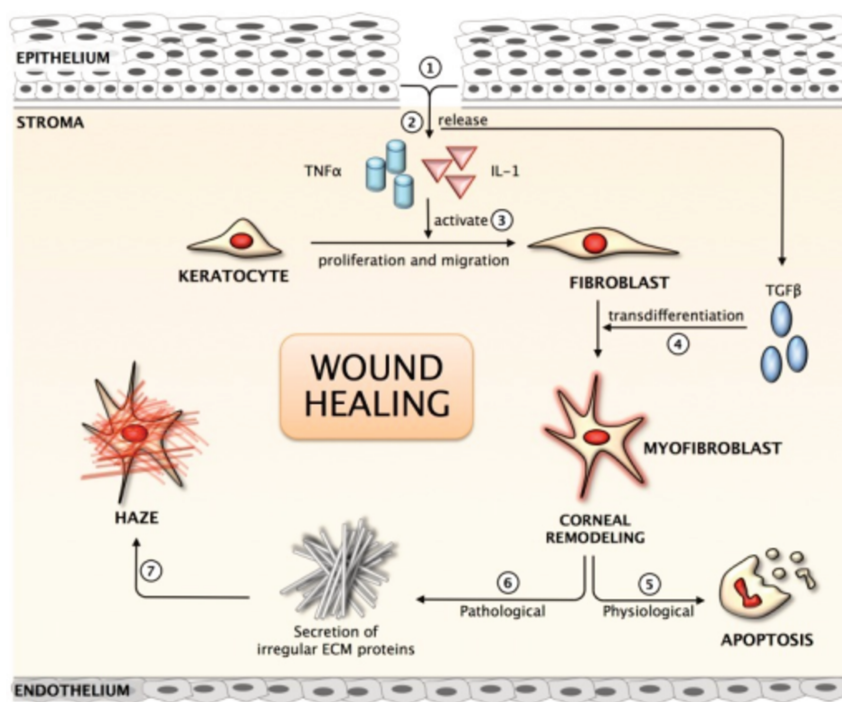


Figure 21

Schéma illustrant la cicatrisation cornéenne (30)

L'évaluation du haze est clinique, lors de l'examen à la lampe à fente, une des quotations existantes définie par Braunstein en 1996, elle est la suivante (Figure 22, 23):

- Grade 0: pas de haze
- Grade 0,5: trace de haze à peine détectable
- Grade 1: haze faible n'affectant pas la réfraction
- Grade 1,5: haze affectant très légèrement la réfraction
- Grade 2: haze modéré, réfraction difficile mais possible
- Grade 3: haze rendant impossible la réfraction, chambre antérieure examinable
- Grade 4: examen de la chambre antérieure difficile
- Grade 5: examen de la chambre antérieure impossible

Le haze est en général considéré comme symptomatique à partir du grade 2.

Le haze précoce atteint son maximum d'intensité vers 3 mois puis disparaît en 6 à 12 mois. Le haze tardif apparaît entre le 4ème et 12ème mois en post-opératoire (31).

Le principal facteur de risque de haze est la profondeur de la photoablation. Il est décrit plus fréquemment dans le traitement des fortes amétropies. Une étude menée à Tel aviv en Israël portant sur 7 535 yeux retrouve 1,1% de haze dans la population de myopes faibles contre 2,1% dans la population de myopes forts, avec une incidence 3,5 fois plus élevée de haze pour les forts astigmatismes par rapport aux astigmatismes faibles (32).

Les autres facteurs favorisant un haze sont les suivants: astigmatisme préopératoire, l'atopie, pathologie auto-immune (33), exposition forte aux ultraviolets durant la première année post-opératoire (34).

En 2000, Majmudar et al. ont prouvé chez l'homme que la mitomycine C agit comme modulateur de la cicatrisation après chirurgie réfractive (35). Sa physiopathologie sera détaillée plus loin. Elle permet donc en étant appliquée en per-opératoire de réduire l'incidence et le degré de haze.

En post-opératoire, la corticothérapie locale initiée chez tous les patients une fois la cicatrisation épithéliale totale, vise également à minimiser la formation du haze. Cette durée peut être prolongée en cas de persistance d'un haze symptomatique.

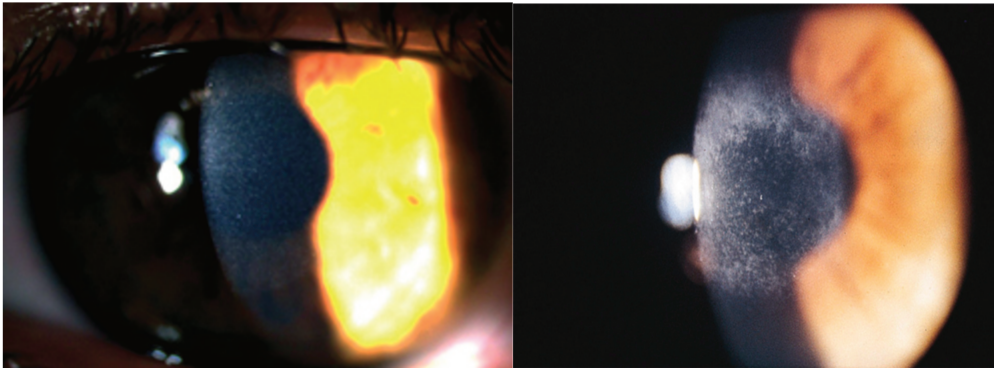


Figure 22

Photographie de gauche illustrant un haze cornéen discret de grade 1.
Photographie de droite illustrant un haze cornéen de grade 4 entraînant *une cicatrice stromale antérieure (masquant l'accès aux détails des structures intra-oculaires)* (21)

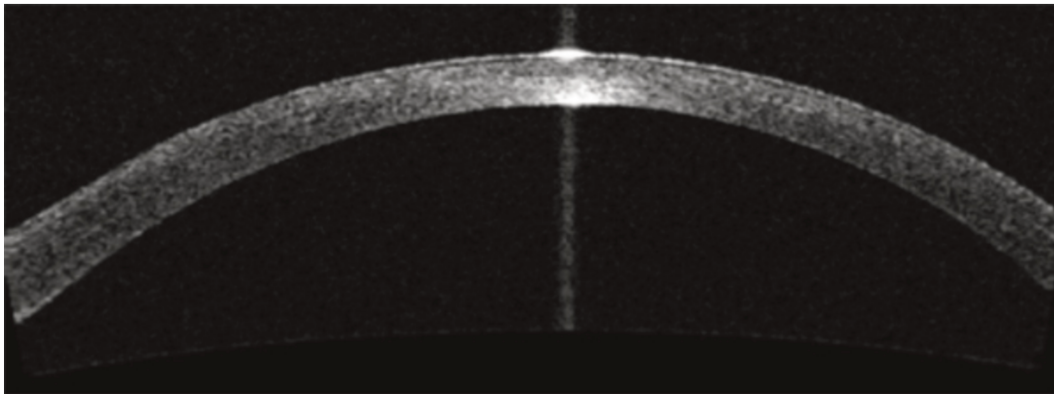


Figure 23

Image d'OCT d'un segment antérieur montrant une haze central post-PKR (18)

- Sécheresse oculaire

Les chirurgies réfractives induisent une interruption des terminaisons nerveuses stromales antérieures et épithéliales. Il en découle une dérégulation de la sensibilité

cornéenne entraînant un syndrome sec. Une étude à l'aide de la microscopie confocale a décrit une baisse de la densité nerveuse cornéenne réduite de 59% en arrière de la membrane basale à un an, avec un retour à la normale de la densité nerveuse au bout de 2 ans (36). Ces troubles sont transitoires dans la grande majorité des cas et répondent bien au traitement symptomatique par mouillants locaux.

Il est important d'évaluer en pré-opératoire et de traiter la sécheresse oculaire en amont de la chirurgie et éventuellement de réfuter les patients souffrant d'un syndrome sec sévère.

- **Érosions cornéennes récidivantes**

Elles sont liées à une désépithélialisation cornéenne dans les zones où l'adhérence de l'épithélium à la membrane de Bowman est réduite (37). Cliniquement, le patient se plaint de douleur oculaire aiguë au réveil ou la nuit, accompagnée de rougeur et de photophobie. Ces épisodes sont traités par des mouillants locaux associés à une pommade vitamine A le soir au coucher pendant quelques semaines.

- **Kératites infectieuses**

Les complications infectieuses sont extrêmement rares, estimées à 0,2 % des PKR.

Les germes les plus fréquemment retrouvés sont des cocci à Gram positifs:

Staphylococcus epidermidis, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* (Figure 24) (21). Les infections fongiques et parasitaires sont possibles mais extrêmement rares.

Le traitement repose sur une hospitalisation, une recherche du germe incriminé, et une antibiothérapie probabiliste à large spectre avec des collyres renforcés.

Les mesures préventives consistent à informer le patient des mesures d'hygiène à instaurer lors du port de la lentille dans les 3 jours en post-opératoire (pas de maquillage, pas de contact avec eau du robinet...). Un traitement préventif par une antibiothérapie (fluoroquinolone) est instauré en post-opératoire jusqu'à cicatrisation épithéliale totale.

Le laser excimer peut favoriser le passage d'une infection herpétique latente à une forme active.

Il est primordial de rechercher tout antécédent d'herpès oculaire lors des consultations pré-opératoires.



Figure 24

**Photographie d'un abcès cornéen compliquant
une photokératectomie réfractive (21)**

- **Ectasie cornéenne post PKR**

Elle correspond à une déformation de la cornée secondaire à un amincissement du lit stromal entraînant une baisse de la résistance et une déformabilité accrue de la cornée. C'est une complication redoutable, bien connue du LASIK qui a limité son indication. Bien que ce risque soit beaucoup moins important, il existe tout de même après PKR.

Une étude de 6 543 yeux opérés de PKR a été menée par Leccisotti et al., la fréquence de survenue d'ectasie post PKR était de 0,03% (38). Les facteurs de risque retrouvés sont le kératocône frustré, le kératocône, une forte myopie, une épaisseur du lit stromal postérieur post-opératoire insuffisante (inférieure à 250 µm). Il est donc primordial de réaliser une analyse soignée des topographies cornéennes en pré-opératoire.

b. Fonctionnelles

- **Sur/sous-correction et la régression myopique**

Elles représentent les premières causes de complications rencontrées lors de la PKR. La sur ou sous-correction immédiate peut être liée à une erreur de mesure de la réfraction en pré-opératoire. Le facteur de risque retrouvé de sur ou sous-correction le plus commun est une forte amétropie pré-opératoire (39).

La sur-correction est habituellement de survenue précoce, constatée lors des premières visites postopératoires, et persiste au-delà du premier mois, à distinguer du « *shift* hypermétropique » initial attendu.

La régression myopique correspond à une hyperplasie épithéliale et sous-épithéliale entraînant une augmentation de la courbure cornéenne traitée (40). Elle correspond à la **réapparition d'une myopie de plus de 1 dioptrie survenant plus ou moins précocement**. Il est important de distinguer la régression myopique d'une myopie axiale sous-jacente évolutive (longueur axiale augmentée, ou d'une myopie d'indice). Les principaux facteurs de risque de la régression myopique sont les fortes amétropies, les petites zones de traitement (< 5 mm) et la fixation instable durant la procédure (41). Certains facteurs environnementaux tels que la prise d'une contraception oestro-

progestative, les troubles de la surface oculaire ou l'exposition solaire augmentent la survenue de la régression myopique (42). L'utilisation de corticostéroïdes locaux permet de traiter la régression myopique. Cependant certaines études mettent en doute l'utilité de la corticothérapie dans le traitement des régressions myopiques (43). Une retouche chirurgicale sera envisagée pour les patients réfractaires à la corticothérapie locale. La retouche chirurgicale des régressions myopiques doit être extrêmement prudente en s'assurant de la stabilité de la myopie, en utilisant de la MMC et en débutant précocement une corticothérapie locale post-opératoire.

- **Décentrement de la zone traitée**

Il va engendrer en regard de l'axe visuel un décalage entre le centre de la photoablation (zone la plus plate) et le centre de la pupille (centre de l'axe visuel) avec l'apparition d'un astigmatisme irrégulier dans l'axe visuel. La topographie tangentielle permet de détecter la zone de traitement la plus plate qui se trouve décentrée et donc en périphérie du centre optique.

Le décentrement peut être la conséquence de deux types de mouvements durant la procédure: soit d'un déplacement initial et constant pendant tout le traitement, soit d'un mouvement rapide ponctuel au cours du traitement nommé drift.

Les manifestations fonctionnelles apparaissent à partir d'un décentrement de plus de 3 mm. Du fait des aberrations optiques d'ordre supérieur engendrées, la vision scotopique est gênée par des plaintes telles qu'une diplopie, des halos, une acuité visuelle non corrigée non satisfaisante, un astigmatisme.

En cas de retentissement fonctionnel important une retouche chirurgicale est possible. Le développement du système d'eye tracking, ainsi que les grandes zones de traitement ont permis de nettement diminuer l'incidence des décentrement. La fréquence des décentrement est augmentée par l'importance de l'erreur réfractive à corriger.

La prise en charge des décentrement repose sur la correction de l'astigmatisme induit. Les propositions thérapeutiques sont les suivantes de la moins invasive à la plus invasive:

- correction optique
- lentille souple
- lentille rigide en cas d'astigmatisme trop irrégulier
- cures d'agents myotiques
- correction chirurgicale des aberrations optiques d'ordre supérieur guidée par l'aberrométrie

- **Halos et éblouissements**

Devant des halos ou des éblouissements, le praticien doit dans un premier s'assurer de l'absence de sécheresse oculaire pouvant expliquer ces symptômes.

Si la surface oculaire est satisfaisante, ces halos peuvent être secondaires à des aberrations optiques d'ordre supérieur. Ces aberrations optiques peuvent découler d'un décentrement mais peuvent également se retrouver après une chirurgie réfractive sans qu'une complication per-opératoire ne soit décrite. Elle sont liées à la différence de géométrie entre la zone de cornée traitée au laser et la zone non traitée. Elles sont gênantes pour le patients surtout en vision scotopique, la différence entre les rayons de

courbure de la zone traitée et la zone non traitée en périphérie entraîne des halos. La correction d'une forte amétropie, les grands diamètres pupillaires, les petites zones de cornée traitées par le laser sont des facteurs de risque de survenue d'aberrations optiques d'ordre supérieur. Ces phénomènes fréquents en post-opératoire immédiat, régressent spontanément dans la plupart des cas. En cas de persistance et de gêne, les options thérapeutiques sont les suivantes:

- traitement chirurgical au laser pour augmenter la zone de traitement
- agents myotiques

5. Avancées technologiques

a. Perfectionnement des profils de photoablation

Le laser excimer étant couplé à un aberromètre, la PKR permet à la fois de traiter les amétropie sphéro-cylindriques et de corriger les aberrations optiques d'ordre supérieur (HOA) afin d'augmenter la qualité de la vision (sensibilité aux contrastes, vision scotopique et mésopique). Les profils de photoablation de type **wavefront guided** (WFG) sont des traitements personnalisés permettant d'élaborer des patterns de photoablation complexes spécifiques à chaque patient, tout en induisant moins d'aberrations optiques de haut grade.

De plus, la création d'une **zone de transition** a permis l'élaboration d'un profil d'ablation en pente douce à la périphérie de la zone traitée (Figure 25). Ce modelage a comme intérêt principal de réduire les effets secondaires indésirables comme les halos et les éblouissements post-chirurgie réfractive. La cicatrisation de la périphérie de la zone

traitée est également favorisée par ce profil en pente douce, limitant le phénomène de haze cornéen.

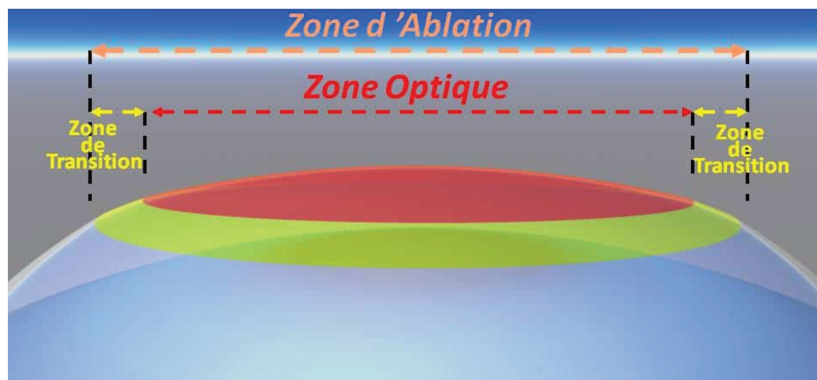


Figure 25

Schéma illustrant la zone optique et la zone de transition lors de la photoablation cornéenne par le laser excimer (26)

b. Perfectionnement de l'émission laser

La **fréquence d'émission des tirs** du faisceau laser excimer a nettement augmenté (500 Hz) permettant de corriger une dioptrie en une seconde. La rapidité des procédures de PKR permet à la fois un gain de confort pour le patient et une diminution du risque de décentrement. De plus, l'utilisation du laser excimer à énergie froide (utilisant des basses fréquences) permet de diminuer l'échauffement tissulaire provoqué, d'augmenter la précision du laser et la stabilité réfractive dans le temps.

Auparavant, les lasers excimer étaient délivrés sous forme de faisceaux larges couvrant la totalité de la surface d'ablation. Puis sont apparus les faisceaux par **balayage en fente ou en spot** requérant une quantité d'énergie moindre, permettant de traiter des astigmatismes irréguliers, diminuant l'incidence des îlots centraux. La réduction de la taille des spots du laser (0,5 mm) a permis d'obtenir une surface stromale post-photoablation plus lisse, diminuant le risque de régression réfractive. La régularité de la

surface cornéenne post-ablation est également optimisée par les spots doux (nécessitant moins d'énergie que les lasers classiques). Ils permettent pour un même résultat réfractif de moins creuser en profondeur la cornée (11).

c. Système de fixation

L'**eye tracking** est un système de fixation actif permettant grâce à des caméras infrarouge détectant la pupille de guider le faisceau laser en temps réel en fonction des mouvements oculaires per-opératoires. La fréquence de détection des mouvements oculaires des caméras infrarouge est 3 fois plus élevée que la fréquence d'émission du laser (soit 1 740 Hz). L'eye tracking a permis de réduire nettement les erreurs de centrage.

La **reconnaissance irienne** a permis d'améliorer les résultats réfractifs pour le traitement des astigmatismes. Une erreur d'axe de 15° peut réduire de 50% l'effet torique. La cyclotorsion observée en position allongée ou la malposition du patient induisent des erreurs d'axe que les lasers étaient incapables de corriger auparavant. La reconnaissance irienne consiste à prendre une photographie de la pupille du patient en position assise en pré-opératoire. Cette dernière est transmise au laser permettant au laser en per-opératoire de calculer et corriger l'erreur d'axe.

Le laser grâce à la reconnaissance irienne est également capable de se recentrer sur l'axe pupillaire de la position assise via des repères limbiques mesurés en position assise en pré-opératoire.

d. Mitomycine C

La MMC est un agent alkylant appartenant à une famille d'antibiotique antinéoplasique (les quinolones) permettant de part ses propriétés anti-mitotiques et cytotoxiques de réduire le haze post-opératoire et la régression myopique après chirurgie réfractive pour de fortes amétropies. La MMC réduit la formation d'une matrice extracellulaire cornéenne anormale (découlant de l'activation et de la prolifération des kératinocytes et des myofibroblastes après photoablation cornéenne). La posologie recommandée est de 0,02%. Elle a actuellement utilisée en ophtalmologie entre autre lors des chirurgies filtrantes, des excisions de ptérygion...

Elle est généralement utilisée lors de la PKR pour les myopies à plus de 4 D, les retouches réfractives, les forts astigmatismes.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. Type d'étude et sélection de la population

Nous avons mené une étude rétrospective monocentrique au Centre Hospitalier Universitaire de Lille dans le service d'ophtalmologie du Professeur ROULAND.

Pour retrouver et sélectionner les patients, nous avons utilisé la base de données des patients enregistrés dans le topographe cornéen (Orbscan) en fonction du degré d'amétropie. L'ensemble des chirurgies a été effectué par un seul opérateur, le Professeur ROULAND.

Le recueil de l'ensemble des données a été fait à partir des dossiers médicaux des patients.

- Critères d'inclusion et d'exclusion

Les **critères d'inclusion** étaient les suivants:

- myopie $\geq - 6D$
- astigmatisme $\leq 1,5D$
- objectif de la PKR: emmétropisation (exclusion des bascules réfractives)
- adulte de plus de 18 ans
- stabilité de la myopie sur 1 année au moins
- Meilleure acuité visuelle corrigée (MAVC) en monoculaire $\geq 10/10$

Les **critères d'exclusion** étaient les suivants:

- kératocône, kératocône fruste
- opacités cornéennes, cristalliniennes

- pathologie cornéenne ou palpébrale inflammatoire
- pathologie générale inflammatoire, auto-immune
- traitement immunosuppresseur
- antécédent de chirurgie cornéenne
- grossesse, allaitement

B. Examen et consultation pré-opératoire

- **Interrogatoire**

Un interrogatoire policier était mené afin de déterminer:

- les attentes et motivations du patient
- âge, sexe, profession, activité sportive (sport de contact)
- la stabilité de la myopie
- équipement du patient (lentilles, correction optique)
- recherches de contre-indications générales (pathologie inflammatoire, immunodépression, grossesse...)

- **Réfraction objective et subjective**

Les patients porteurs de lentilles ont été examinés après un arrêt du port de lentilles de 5 jours au moins. La correction optique portée a été mesurée. Une réfraction objective a été obtenue de manière automatisée.

Une mesure de la MAVC selon l'échelle de Monoyer a été réalisée à chaque oeil, avec la méthode du brouillard visant à s'affranchir du pouvoir accommodatif du patient complétée par un test duochrome. La MAVC binoculaire a été relevée.

- **Examen à la lampe à fente**

Un examen à la lampe à fente méticuleux a été réalisé, ayant comme objectif principal d'éliminer les contre-indications locales, d'évaluer la qualité de la surface oculaire, la transparence cornéenne (mesure du Break up time, examen à la fluorescéine).

En cas de syndrome sec, un traitement lubrifiant local et des soins de paupières (en cas de blépharite) ont été prescrits afin de rétablir une surface oculaire optimale avant la chirurgie.

L'ensemble des examens suivants ont été réalisés:

- mesure de la pression intraoculaire en mmHg
- pachymétrie cornéenne
- topographie d'élévation et spéculaire à la recherche d'un kératocône fruste, pupillométrie
- un fond d'oeil avec un verre de contact était réalisé afin d'éliminer toutes lésions rétiniennes pouvant compromettre la récupération visuelle ou entraîner un décollement de rétine

La **topographie cornéenne** permettait de recueillir des informations relatives à la courbure ou au relief (élévation) de la cornée, grâce à la projection et l'analyse du reflet d'un motif lumineux (disque de Placido) éclairant ou balayant la cornée. Les images recueillies ont été analysées de façon automatisée par un logiciel, et des cartes colorimétriques fournies au praticien pour interprétation.

- La **topographie cornéenne spéculaire** (kératoscopie) repose sur le disque Placido en projetant une image de référence sur la cornée et en analysant son reflet. Cette technique consiste à projeter une série de cercles concentriques noirs et blancs sur la cornée appelés anneaux de Placido, pour analyser le profil de la courbure cornéenne dans les 7 mm centraux en anneaux de 3, 5 et 7 mm de diamètre. L'image virtuelle de la face antérieure de la cornée recueillie permet d'estimer pour chaque point réfléchi un rayon de courbure. La kératoscopie couplée à une caméra et un ordinateur est appelée photokératoscopie. Elle permet de visualiser une cartographie cornéenne des rayons de courbure de la face antérieure de la cornée. Une carte colorimétrique permet d'apprécier les différents rayons de courbure en fonction d'un code couleur: les couleurs chaudes représentent les rayons de courbure les plus petits (cornée bombée), les couleurs froides représentent les rayons de courbure les plus grands (cornée plate).

La topographie spéculaire est combinée à la topographie d'élévation, grâce au recueil d'images en coupe de la cornée.

- La **topographie d'élévation** explore la face antérieure et postérieure de la cornée sur les 10 mm centraux de la cornée, ainsi que la pachymétrie cornéenne. Il existe deux techniques permettant de scanner la face antérieure et postérieure de la cornée: un balayage par fentes lumineuses, ou une caméra rotative Scheimpflug (Pentacam). L'Orbscan utilisé dans le service permet à la fois d'obtenir une topographie d'élévation grâce au balayage par fente lumineuse et une topographie spéculaire grâce à la coupole lumineuse projetant les mires de Placido. Les cartes colorimétriques d'élévation antérieure et postérieure, de

pachymétrie cornéenne vont être obtenues à partir d'une sphère de référence définie. Les points situés au dessus de cette sphère de référence sont représentés par des couleurs chaudes et ceux en dessous de la sphère sont représentés par des couleurs froides.

Ces examens nécessitent une immobilité parfaite du patient pendant le temps du balayage de la fente lumineuse.

De plus, la fiabilité de cet examen nécessite que la cornée soit parfaitement lubrifiée. Il doit être réalisé avant tout examen de contact tel que la prise du tonus oculaire à l'aplanation ou la pose d'un verre de contact pour le fond d'oeil. Un arrêt du port de lentille est nécessaire quelques jours avant la consultation (allant de 2 jours à une semaine en fonction des praticiens).

- **Information**

Une information écrite (fiche d'informations au patient de la Société Française d'Ophthalmologie, www.sfo.asso.fr) a été donnée aux patients lors des consultations pré-opératoires, permettant de formaliser les informations données oralement au cours de la consultation.

Les principaux points abordés lors de la consultation ont été les suivants:

- principe de l'intervention de la PKR et du LASIK (schéma réalisé), déroulement et étapes de la chirurgie: avantages et inconvénients de chaque technique
- suivi et traitement post-opératoire immédiat et tardif
- **délais de 1 mois entre les deux yeux** (PKR)
- **la douleur dans les jours qui suivent la chirurgie** (PKR)
- la récupération visuelle progressive (PKR)

- la baisse d'acuité visuelle de près
- complications post-opératoires possibles (infections, haze cornéen, sur ou sous-correction, régression myopique, ectasie cornéenne...)
- **possibilité d'une éventuelle retouche chirurgicale**

C. Intervention

Les patients ont été admis en **ambulatoire**.

Les patients étaient interrogés et examinés dans un box de consultation afin de s'assurer que le port de lentille avait bien été arrêté depuis au moins 1 semaine. Un examen à la lampe à fente était réalisé afin de vérifier l'absence de contre-indications chirurgicales surtout de type infectieuses. Les modalités de l'intervention ont été réexpliquées au patient. La réfraction du patient pouvait être revérifiée en pré-opératoire immédiat en cas de nécessité.

Le patient a été pris en charge par un infirmier(ère) référent(e) en chirurgie réfractive après avoir instillé les premières gouttes d'anesthésiques locaux (tétracaïne 0,5% ou oxybuprocaine). Le patient était installé dans le bloc opératoire avec surchaussures, charlotte et surblouse. L'asepsie, le degré d'hygrométrie et la température de la pièce étaient conformes aux recommandations. Le patient était installé en position allongée. Après vérification de l'identité du patient(e), de la latéralité de l'oeil à opérer, une désinfection locale cutanée à la bétadine était réalisée (l'oeil non opéré a été occlus avec une rondelle oculaire). Le patient(e) a été familiarisé au bruit de la PKR via une procédure test.

Le laser excimer de type **TECHNOLAS TENEO 317** (Bausch & Lomb) a été utilisé. Le chirurgien a inscrit pour chaque patient la sphère, le cylindre et l'axe à corriger (Figure 26).

Le chirurgien débutait par la mise en place d'un blépharostat. L'anesthésie locale a été de nouveau vérifiée.

L'épithélium cornéen a été retiré à l'aide de la spatule de Wecker après application pendant 30 secondes d'une solution de cocaïne à 4% (visant à faciliter la désépithélialisation). Il est important que la zone désépithéliasée soit totalement lisse et plus large que la zone traitée sans aller jusqu'au limbe cornéen.

Le centrage du laser, étape fondamentale, était contrôlé.

La reconnaissance irienne était enclenchée.

Après photoablation, la MMC à 0,02% a été appliquée à l'aide d'une microponge stérile sur la cornée une vingtaine de secondes pour les patients ayant une forte myopie seulement. Elle a ensuite été rincée abondamment.

À la fin de l'intervention, une goutte de collyre antibiotique (fluoroquinolone de type ciprofloxacine, Ciloxan®) ainsi qu'un collyre anti-inflammatoire non stéroïdien (diclofénac, Voltarène®) étaient instillés puis une lentille de contact pansement a été posée (Purevision® de Bausch & Lomb avec un diamètre de 14 mm et un rayon de courbure de 8,6 mm). Un traitement par antibiotiques locaux était prescrit pendant 7 jours (fluoroquinolone de type ciprofloxacine, Ciloxan®), mouillants locaux sans conservateur (Gel larme), antalgiques généraux (paracétamol).



Figure 26

**Photographie d'un laser excimer de Type
TECHNOLAS TENEO 317 (Bausch & Lomb)**

D. Surveillance post-opératoire

- **Examen à 3 jours**

Le patient était revu 3 jours après l'intervention afin de contrôler la cicatrisation épithéliale cornéenne. Un interrogatoire était mené afin de vérifier le bon contrôle de la douleur. L'acuité visuelle sans correction était relevée selon l'échelle de Monoyer. La cicatrisation cornéenne était évaluée de la manière suivante:

- cornée 0: test à la fluorescéine négatif, cicatrisation épithéliale complète
- cornée 1: discrète kératite ponctuée superficielle, ou ulcération punctiforme
- cornée 2: ulcération large

Si cette dernière était totale, la lentille a été retirée définitivement et un traitement par corticoïdes (fluorométholone, Flucon®) était débuté à une posologie de 3 gouttes par jour pendant 6 semaines sans décroissance pour les myopies fortes. Pour les myopies faibles, une décroissance sur 3 semaines du collyre anti-inflammatoire était prescrite.

En cas de prise de fluorescéine punctiforme, un pansement occlusif était réalisé pendant 24h.

En cas d'ulcération plus étendue visible à la lampe à fente sans retirer la lentille, la lentille était laissée en place avec poursuite du traitement post-opératoire initial et contrôle à 48H. Si cette dernière avait été retirée, une nouvelle lentille était mise en place avec un contrôle à 48H.

- **Examen à 1 mois**

L'examen clinique à 1 mois de l'intervention permettait de relever: l'AVSC, la MAVC, la réfraction objective automatisée et la mesure du haze cornéen selon la cotation de Braunstein, ainsi que de réaliser un test à la fluoresceine avec mesure du BUT. **La chirurgie réfractive du second oeil était réalisée à un mois du premier oeil en l'absence de contre-indication.**

La cotation selon Braunstein (1996) du haze cornéen était la suivante:

- Grade 0: pas de haze
- Grade 0,5: trace de haze à peine détectable
- Grade 1: haze faible n'affectant pas la réfraction
- Grade 1,5: haze affectant très légèrement la réfraction
- Grade 2: haze modéré, réfraction difficile mais possible
- Grade 3: haze rendant impossible la réfraction, chambre antérieure examinable
- Grade 4: examen de la chambre antérieure difficile
- Grade 5: examen de la chambre antérieure impossible

E. Questionnaire téléphonique

Un questionnaire téléphonique a été réalisé afin d'évaluer la satisfaction des patients à distance de l'intervention (Annexe 1).

F. Analyses statistiques

Les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel R Statistique 3.6.1.

Les variables quantitatives sont décrites par leur moyenne avec un intervalle de confiance à 95%. Les analyses bivariées ont été effectuées par des test de Student ou de Fischer. Les comparaisons de moyenne entre les sous-groupes ont été réalisées à l'aide de tests de Kruskal-Wallis quand la taille et la normalité de l'échantillon le permettait. Le seuil de significativité retenu était fixé à 5%.

III. RÉSULTATS

A. Description de la population

Dans notre étude nous avons inclus 97 yeux myopes de 55 patients traités par PKR au Centre Hospitalier Universitaire de Lille entre janvier 2018 et septembre 2019. L'âge moyen de la population globale était de 30,6 ans et 72,16% des yeux appartenait à des femmes.

Afin de pouvoir comparer l'efficacité, la prédictivité et la sécurité de la PKR en fonction du degré de myopie, nous avons défini deux groupes: le groupe A pour les myopies allant de -0,25 D à -5,75 D (49 yeux de 26 patients) , et le groupe B pour les myopies allant de -6 D à -10 D (48 yeux de 29 patients).

De la même façon, nous avons défini 4 sous-groupes: le sous-groupe 1 pour les myopies allant de -0,25 D à -2,75 D (17 yeux), le sous-groupe 2 pour les myopies allant de -3 D à -5,75 D (32 yeux), le sous-groupe 3 pour les myopies allant de - 6 D à -7,75 D (31 yeux), et le sous-groupe 4 pour les myopies allant de - 8 D à - 10 D (17 yeux).

Le durée du suivi moyen dans le groupe A était de 6 mois et de 3,6 mois dans le groupe B. La durée du suivi moyen était respectivement dans les sous-groupes 1, 2, 3 et 4 de 5,53 mois, 6,25 mois, 3,16 mois et 4,41 mois.

	Age moyen	Sexe féminin	Suivi
Population globale [-0,25 à -10 D] (n= 97 yeux)	30,6 ans	70 yeux (72,16 %)	4,81 mois
Groupe A [-0,25 à -5,75 D] (n= 49 yeux)	28,65 ans	27 yeux (55,1 %)	6 mois IC (4.02;7.98)
Groupe B [-6 à -10 D] (n= 48 yeux)	32,5 ans	43 yeux (89,58 %)	3,6 mois IC (2.86;4.34)

Tableau 1

Population de l'étude, groupe A et B (Intervalle de confiance: IC)

Il existe une différence statistiquement significative entre les groupes A et B sur l'âge ($p=0,0006$) et le sexe ($p=0,0002$) et la durée de suivi ($p=0,03$).

	Age moyen	Sexe féminin	Suivi
Sous-groupe 1 [-0,25 à -2,75 D] (n= 17 yeux)	27,47 ans	17,65 %	5,5 mois IC (2,77 ; 8,29)
Sous-groupe 2 [-3 à -5,75 D] (n= 32 yeux)	29,28 ans	75 %	6,2 mois IC (3,56 ; 8,94)
Sous-groupe 3 [-6 à -7,75 D] (n= 31 yeux)	31,19 ans	83,87 %	3,1 mois IC (2,3 ; 4,02)
Sous-groupe 4 [-8 à -10 D] (n= 17 yeux)	34,88 ans	100 %	4,4 mois IC (3,09 ; 5,73)

Tableau 2

Population de l'étude, sous-groupe 1, 2, 3, 4 (Intervalle de confiance: IC)

Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les sous-groupes sur la durée de suivi ($p=0,43$). En revanche, il existe une différence statistiquement significative entre les sous-groupes sur le sexe ($p<0,0001$) et l'âge ($p= 0,03$).

	Astigmatisme pré-opératoire
Population globale	-0,49 (±0,34)
Groupe A	-0,49 (±0,31)
Groupe B	-0,49 (±0,36)
Sous-groupe 1	-0,53 (±0,36)
Sous-groupe 2	-0,47 (±0,29)
Sous-groupe 3	-0,52 (±0,36)
Sous-groupe 4	-0,42 (±0,37)

Tableau 3

Astigmatisme pré-opératoire

Il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les groupes A et B ($p=0,99$) ni entre les sous-groupes ($p= 0,67$).

B. Prédictivité réfractive

	Groupe A	Groupe B	Sous-groupe 1	Sous-groupe 2	Sous-groupe 3	Sous-groupe 4
ES pré-opératoire	49 yeux -3,32 D IC95% (-6,125;-0,35)	48 yeux -7,81 D IC95% (-10,375;-6)	17 yeux -1,54 D IC95% (-3,25;-0,37)	32 yeux -4,26 D IC95% (-6,12;-3,25)	31 yeux -7,11 D IC95% (-8,125;-6)	17 yeux -9,01 D IC95% (-10,37;-8,12)
ES à 1 mois	49 yeux -0.02 D IC95% (-1,75;1)	48 yeux 0.46 D IC95% (-0,62;2,37)	17 yeux -0.18 D IC95% (-0.32;-0.04)	32 yeux 0.07 D IC95% (-0.13;0.27)	31 yeux 0.38 D IC95% (0.17;0.59)	17 yeux 0.60 D IC95% (0.29;0.91)
ES à 2 mois	25 yeux -0.2 D IC95% (-0,16;0,20)	28 yeux 0.45 D IC95% (0,27;0,63)	6 yeux -0,15 D IC95% (-0.47;-0,18)	19 yeux -0,07 D IC95% (-0.15;-0.29)	19 yeux 0,37 D IC95% (0.21;0.54)	9 yeux 0,61 D IC95% (0,10;1,11)
ES à 5 mois	5 yeux -0,12 D IC95% (-0.33;0.18)	8 yeux 0,42 D IC95% (0.20;1,2)	1 oeil -0,12 D	4 yeux -0,19 D IC95% (-0.57;0.19)	4 yeux 0,69 D IC95% (0.08;1,45)	4 yeux 0,75 D IC95% (-0.54;2,03)
ES à 6 mois	5 yeux -0,37 D IC95% (-1,01;0.25)	6 yeux 0,25 D IC95% (0.32;0.81)	1 oeil -0,12 D	4 yeux -0,43 D IC95% (-1.33;0,46)	4 yeux -0 D IC95% (-0.43;0.43)	2 yeux 0,75 D IC95% (0,25;1,25)

ES à 9 mois	2 yeux -0,31 D IC95% (-5,9;5,2)	2 yeux -0,18 D IC95% (-0.61;0.9)	0 oeil	2 yeux -0,31 D IC95% (-5,8;5,2)	0 oeil	2 yeux -0,19 D IC95% (-0.60;0.98)
ES à 12 mois	6 yeux -0,6 D IC95% (-0.8;-0.41)	1 oeil -0,25 D	4 yeux -0,56 D IC95% (-0.76;-0.36)	2 yeux -0,66 D IC95% (-1,45;-0.11)	1 oeil -0,25 D	0 yeux

Tableau 4

Équivalent sphérique pré et post-opératoire

A 1 mois, il existe une différence statistiquement significative d'ES post-opératoire résiduel entre les groupes A et B ($p=0,0001$) et entre les sous-groupes 1, 2, 3, 4 ($p=0,00062$).

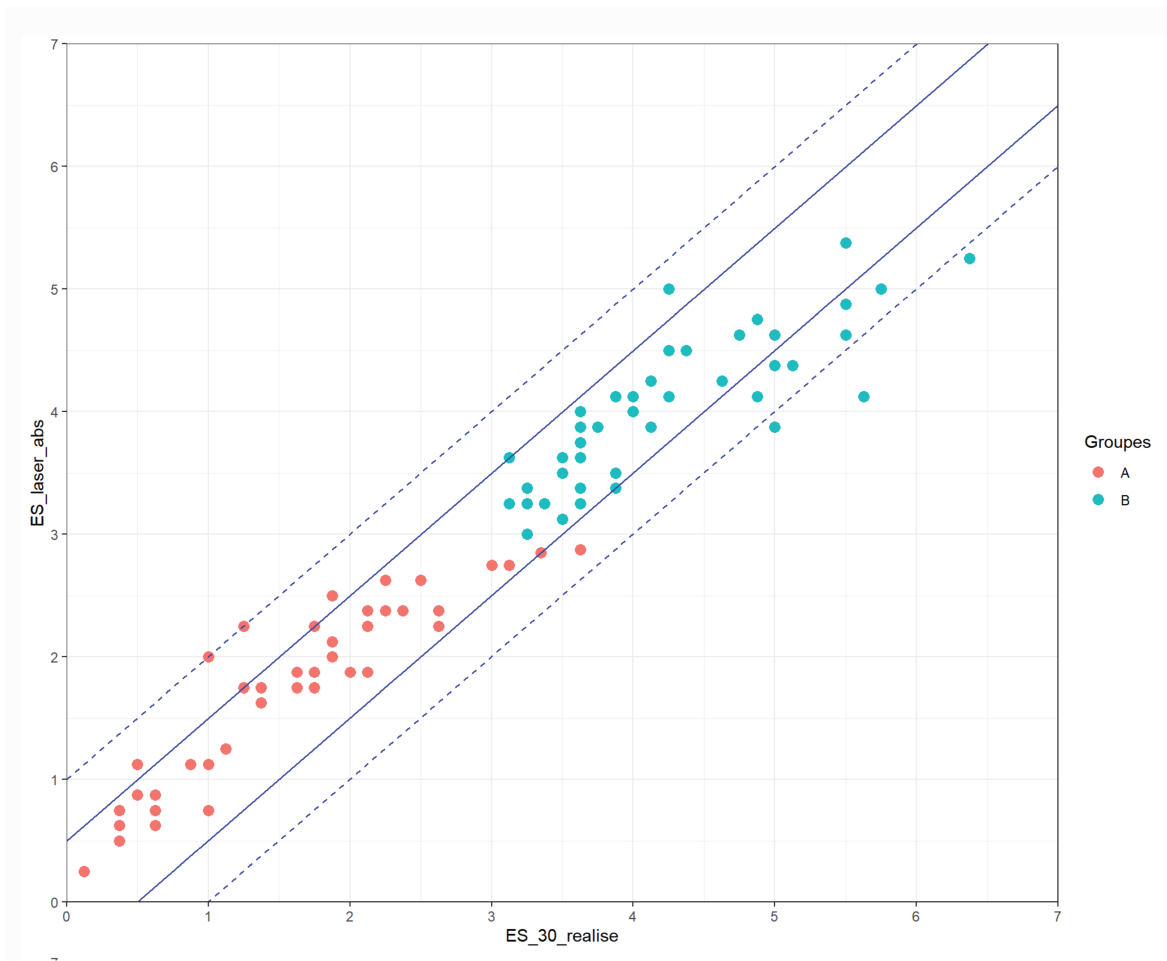
A 2 mois, les données de 53 yeux (25 yeux dans le groupe A, 28 yeux dans le groupe B) sur 97 ont été relevées, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'ES post-opératoire résiduel entre les groupes A et B ($p=0,6$), mais il existe une différence statistiquement significative d'ES post-opératoire résiduel entre les sous-groupes 1,2,3 et 4 ($p=0,0038$).

A 5 mois, les données de 13 yeux (5 yeux dans le groupe A, 8 yeux dans le groupe B) sur 97 ont été relevées, il existe une différence statistiquement significative d'ES post-opératoire résiduel entre les groupes A et B ($p=0,015$) ainsi qu'entre les sous-groupes 2, 3, 4 ($p=0,038$).

A 6 mois, les données de 11 yeux (5 yeux dans le groupe A, 6 yeux dans le groupe B) sur 97 ont été relevées, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'ES post-opératoire résiduel entre le groupes A et B ($p=0,08$), et entre les sous-groupes 2,3 et 4 ($p= 0,11$).

A 9 mois, les données de 4 yeux (2 yeux dans le groupe A, 2 yeux dans le groupe B) sur 97 ont été relevées, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'ES résiduel entre les groupes A et B ($p=0,37$) et les sous-groupes 2 et 4 ($p= 0,22$).

A 12 mois, les données de 7 yeux (4 yeux dans le sous-groupe 1, 2 yeux dans le sous-groupe 2, 1 oeil dans le sous-groupe 3 et aucun oeil dans le sous-groupe 4) sur 97 ont été relevées, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'ES résiduel entre les sous-groupes 1,2 ($p=0,69$).

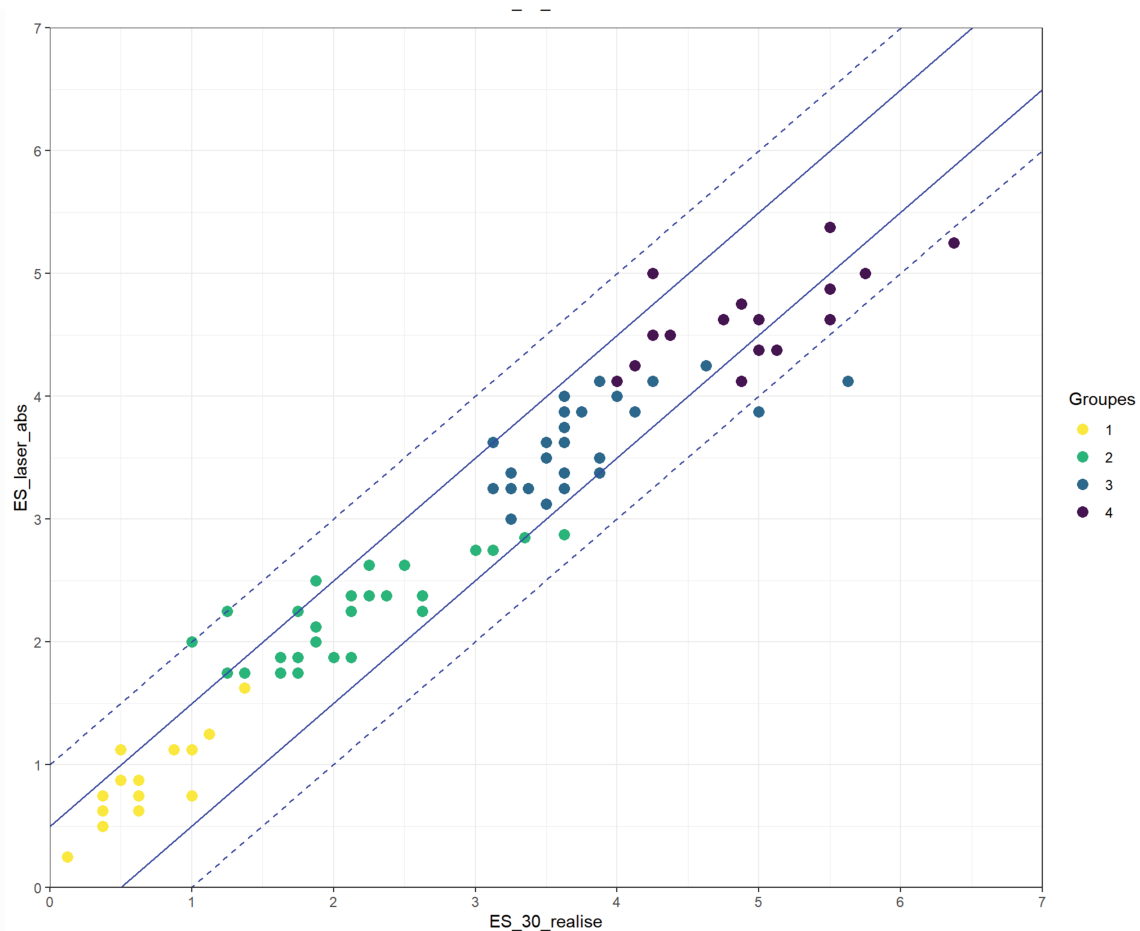


Graphique 1

Prévisibilité réfractive du groupe A et B

Correction obtenue exprimée en abscisse en dioptries.

Correction attendue représentée en ordonnée en dioptries.



Graphique 2

Prévisibilité réfractive des 4 sous-groupes.

Correction obtenue exprimée en abscisse en dioptries.

Correction attendue représentée en ordonnée en dioptries.

	-0.5 D ≤ ES ≤ 0.5 D	-1 D ≤ ES ≤ 1 D
Groupe A	81 %	96 %
Groupe B	66,6 %	87,5 %
Sous-groupe 1	88,2 %	100 %
Sous-groupe 2	75 %	93,75 %
Sous-groupe 3	77,4 %	90,3 %
Sous-groupe 4	47 %	82,4 %

Tableau 5

Pourcentage d'emmétropisation à 1 mois

A 1 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre le groupe A et B concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,11$), ± 1 D ($p=0,16$).

A 1 mois, il existe une différence statistiquement significative entre les sous-groupes concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,017$). A J30, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les sous-groupes concernant le taux emmétropisation ± 1 D ($p=0,08$).

	-0.5 D \leq ES \leq 0.5 D	-1 D \leq ES \leq 1 D
Groupe A 25 yeux	80 %	96 %
Groupe B 28 yeux	67,9 %	85,7 %
Sous-groupe 1 6 yeux	100 %	100 %
Sous-groupe 2 19 yeux	78,9 %	94,7 %
Sous-groupe 3 19 yeux	78,9 %	94,7 %
Sous-groupe 4 9 yeux	44,4 %	77,8 %

Tableau 6

Pourcentage d'emmétropisation à 2 mois

A 2 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les groupes A et B concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,36$), ± 1 D ($p=0,10$).

A 2 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les sous-groupes concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,10$), ± 1 D ($p=0,11$).

	-0.5 D ≤ ES ≤ 0.5 D	-1 D ≤ ES ≤ 1 D
Groupe A 5 yeux	100 %	100 %
Groupe B 8 yeux	50 %	75 %
Sous-groupe 1 1 oeil	100 %	100 %
Sous-groupe 2 4 yeux	100 %	100 %
Sous-groupe 3 4 yeux	50 %	75 %
Sous-groupe 4 4 yeux	50 %	75 %

Tableau 7

Pourcentage d'emmétropisation à 5 mois

A 5 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les groupes A et B concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,10$), ± 1 D ($p=0,48$).

A 5 mois, il existe pas de différence statistiquement significative entre les sous-groupes 1, 2, 3, 4 concernant le taux emmétropisation 0,5 D ($p=0,51$), ± 1 D ($p=1$).

	-0.5 D ≤ ES ≤ 0.5 D	-1 D ≤ ES ≤ 1 D
Groupe A 5 yeux	80 %	80 %
Groupe B 6 yeux	83,3 %	83,3 %
Sous-groupe 1 1 oeil	100 %	100 %
Sous-groupe 2 4 yeux	75 %	75 %
Sous-groupe 3 4 yeux	100 %	100 %
Sous-groupe 4 2 yeux	50 %	50 %

Tableau 8

Pourcentage d'emmétropisation à 6 mois

A 6 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D, ± 1 D ($p=1$).

A 6 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les-sous groupes concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D ($p=0,71$), ± 1 D ($p=1$).

	-0.5 D ≤ ES ≤ 0.5 D	-1 D ≤ ES ≤ 1 D
Groupe A 2 yeux	50 %	50 %
Groupe B 2 yeux	100 %	100 %
Sous-groupe 1 0 oeil	NA	NA
Sous-groupe 2 2 yeux	50 %	100 %
Sous-groupe 3 0 oeil	NA	NA
Sous-groupe 4 2 yeux	100 %	100 %

Tableau 9

Pourcentage d'emmétropisation à 9 mois (NA: non analysable: aucun oeil)

A 9 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les groupes A et B concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D, ± 1 D ($p=1$).

A 9 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les sous-groupes 2 et 4 concernant le taux emmétropisation $\pm 0,5$ D, ± 1 D ($p=1$).

	-0.5 D ≤ ES ≤ 0.5 D	-1 D ≤ ES ≤ 1 D
Groupe A 6 yeux	28,6%	100 %
Groupe B 1 oeil	100 %	100 %
Sous-groupe 1 4 yeux	25 %	100 %
Sous-groupe 2 2 yeux	33 %	100 %
Sous-groupe 3 1 oeil	100 %	100%
Sous-groupe 4 0 oeil	NA	NA

Tableau 10

Pourcentage d'emmétropisation à 12 mois

C. Efficacité

	≥ 5/10	≥ 8/10	≥ 10/10
Groupe A	16,33 %	4,08 %	2,04 %
Groupe B	18,75 %	16,67 %	6,25 %
Sous-groupe 1	29,41 %	5,88 %	0 %
Sous-groupe 2	9,38 %	3,12 %	3,12 %
Sous-groupe 3	25,81 %	22,58 %	6,45 %
Sous-groupe 4	5,88 %	5,88 %	5,88 %

Tableau 11

Acuité visuelle monoculaire sans correction post-opératoire à 3 jours

A 3 jours, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC ≥ 5/10

(p=0,79), ≥ 8/10 (p=0,05), ≥ 10/10 (p=0,36) entre les groupes A et B.

A 3 jours, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 5/10$ ($p=0,11$), $\geq 8/10$ ($p=0,08$), $\geq 10/10$ ($p=0,77$) entre les sous-groupes 1,2,3 et 4.

	$\geq 5/10$	$\geq 8/10$	$\geq 10/10$
Groupe A	100%	93,88 %	65,31 %
Groupe B	97,92 %	87,5 %	50 %
Sous-groupe 1	100 %	100 %	76,47 %
Sous-groupe 2	100 %	90,62 %	59,38 %
Sous-groupe 3	100 %	87,1 %	61,29 %
Sous-groupe 4	94,12 %	88,24 %	29,41 %

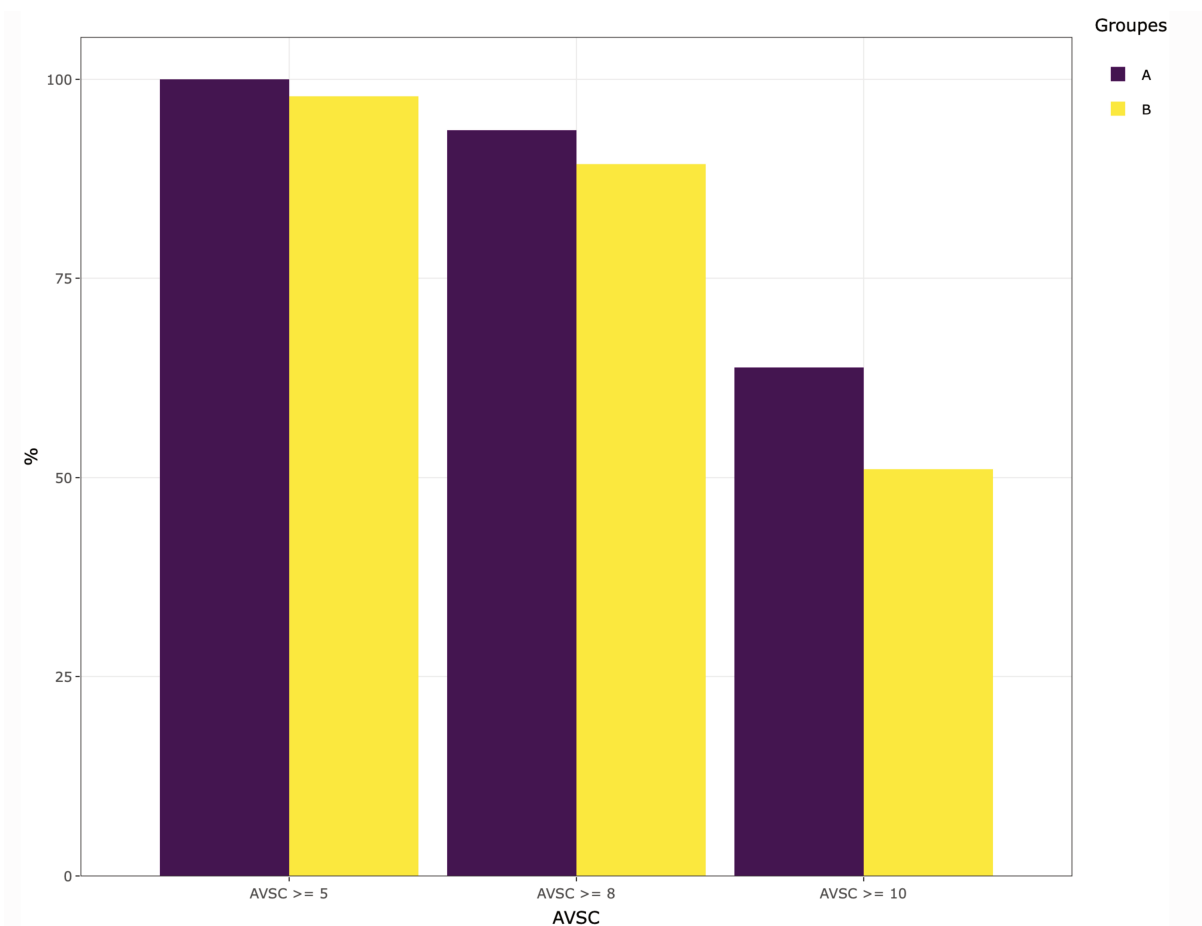
Tableau 12

Acuité visuelle monoculaire sans correction à 1 mois en post-opératoire

A 1 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 5/10$ ($p=0,49$), $\geq 8/10$ ($p=0,32$), $\geq 10/10$ ($p=0,15$) entre les groupes A et B.

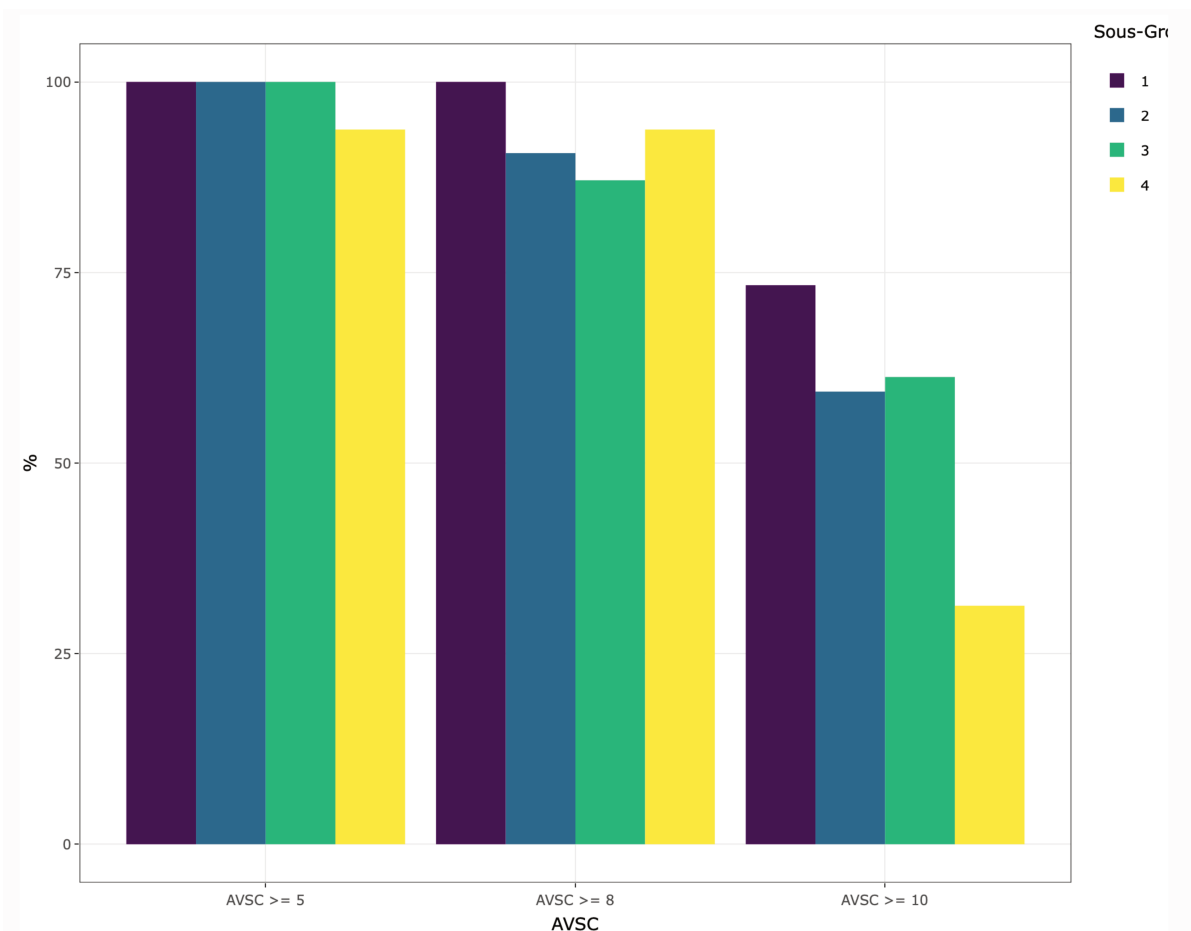
A 1 mois, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 5/10$ ($p=0,35$), $\geq 8/10$ ($p=0,53$), $\geq 10/10$ ($p=0,15$) entre les sous-groupes 1, 2, 3 et 4.

En revanche, il existe une différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 10/10$ à 1 mois entre les sous-groupes 1, 2, 3 et 4 ($p=0,04$).



Graphique 3

Efficacité de la PKR dans le groupe A et B à 1 mois en post-opératoire



Graphique 4

Efficacité de la PKR dans les 4 sous-groupes à 1 mois en post-opératoire

	$\geq 5/10$	$\geq 8/10$	$\geq 10/10$
Groupe A	100%	100 %	85,71 %
Groupe B	100 %	95,83 %	72,92 %
Sous-groupe 1	100 %	100 %	70,59 %
Sous-groupe 2	100 %	100 %	93,75 %
Sous-groupe 3	100 %	96,77 %	83,87 %
Sous-groupe 4	100 %	94,12 %	52,94 %

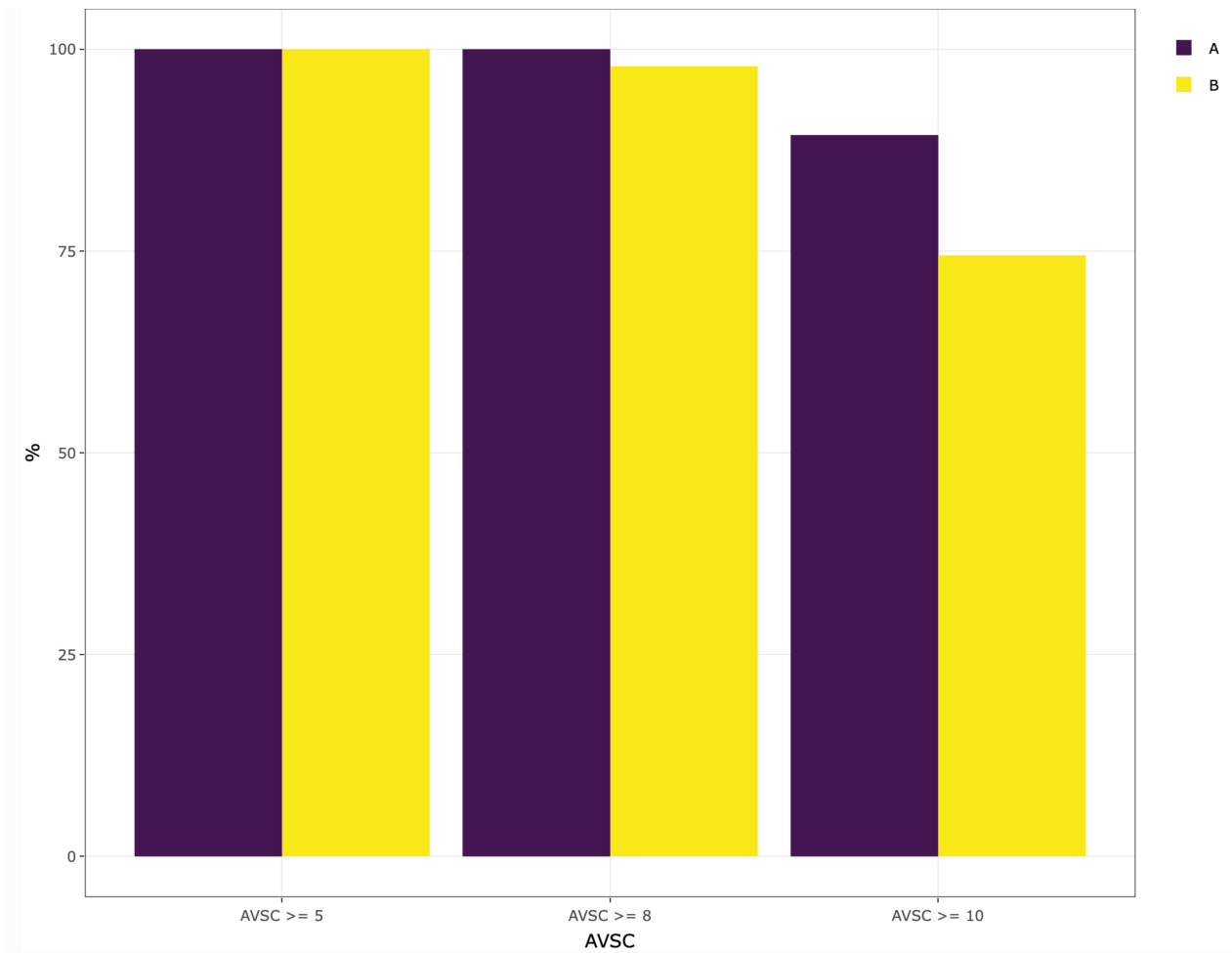
Tableau 13

**Acuité visuelle monoculaire sans correction en post-opératoire
au dernier rendez-vous**

Au dernier RDV, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 5/10$ ($p=1$), $\geq 8/10$ ($p=0,24$), $\geq 10/10$ ($p=0,14$) entre les groupes A et B.

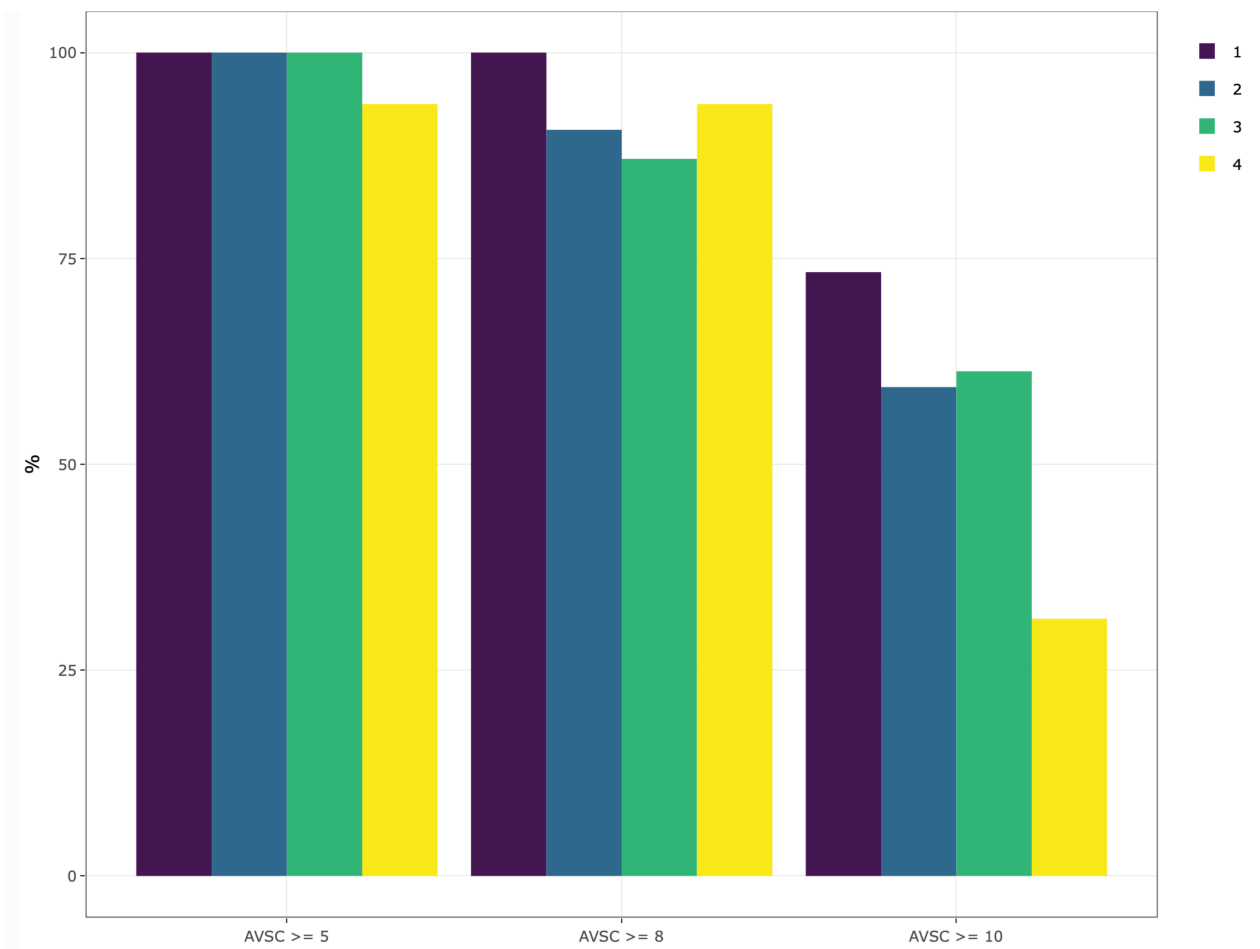
Au dernier RDV, il n'existe pas de différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 5/10$ ($p=1$), $\geq 8/10$ ($p:0,55$) entre les sous-groupes 1, 2, 3 et 4.

En revanche, il existe une différence statistiquement significative d'AVSC $\geq 10/10$ ($p=0,005$) entre les sous-groupes 1, 2, 3 et 4 au dernier RDV.



Graphique 5

Efficacité de la PKR dans le groupe A et B au dernier RDV



Graphique 6

Efficacité de la PKR dans les 4 sous-groupes au dernier RDV

D. Sécurité et complications

- **Perte de lignes et ectasies cornéenne**

Aucun oeil de la population étudiée a perdu ≥ 2 lignes d'acuité visuelle (AV).

Aucune **ectasie cornéenne** n'a été observée.

- **Cicatrisation cornéenne à J3**

	parfaite	ulcération punctiforme	ulcération plus large
Groupe A	75,5 %	20,4 %	4,1 %
Groupe B	60,5 %	33,3 %	6,2 %
Sous-groupe 1	70,6 %	29,4 %	0 %
Sous-groupe 2	78,1 %	15,7 %	6,2 %
Sous-groupe 3	65,2 %	34,8 %	0 %
Sous-groupe 4	53,3 %	33,3 %	13,4 %

Tableau 14

Cicatrisation cornéenne à J3

Il n'existe pas de différence statistiquement significative de cicatrisation cornéenne entre les groupes A et B ($p=0.25$), ainsi qu'entre les sous-groupes 1,2,3,4 ($p=0.39$).

- **Durée du traitement par flucon en post-opératoire**

	Durée Flucon (semaine)
Groupe A	6,98
Groupe B	7
Sous-groupe 1	6,47
Sous-groupe 2	7,25
Sous-groupe 3	7,00
Sous-groupe 4	7,00

Tableau 15

Durée du traitement par flucon en post-opératoire

Il n'existe pas de différence statistiquement significative sur la durée de traitement par Flucon entre les groupes A et B ($p=0,08$) et entre les sous-groupes 1,2,3,4 ($p=0.17$).

- **Haze cornéen**

	0	0,5	1	2
Groupe A	61,2%	24,5 %	8,2 %	6,1 %
Groupe B	64,6 %	29,2 %	6,2 %	0 %
Sous-groupe 1	64,7 %	23,5 %	11,8 %	0 %
Sous-groupe 2	59,4 %	25 %	6,2 %	9,4 %
Sous-groupe 3	73,9 %	26,1 %	0 %	0 %
Sous-groupe 4	73,3 %	20 %	6,7 %	0 %

Tableau 16

Haze cornéen à 1 mois

Il n'existe pas de différence statistiquement significative de haze entre les groupes A et B à un mois ($p=0,44$), ainsi qu'entre les sous-groupes ($p=0.88$).

Il y a eu un haze symptomatique de grade 2 décrit dans la population de l'étude dans le groupe A sous-groupe 2 (ES pré-opératoire de $-4,50$ D).

	0	0,5	1	2
Groupe A	87,8 %	12,2 %	0 %	0 %
Groupe B	72,9 %	25 %	2,1 %	0 %
Sous-groupe 1	70,6 %	29,4 %	0 %	0 %
Sous-groupe 2	81,2 %	18,8 %	0 %	0 %
Sous-groupe 3	69,6 %	30,4%	0 %	0 %
Sous-groupe 4	86,7 %	13,3 %	0 %	0 %

Tableau 17

Haze cornéen au dernier RDV

Il n'existe pas de différence statistiquement significative de haze entre les groupes A et B au dernier RDV ($p=0.72$), ainsi qu'entre les sous-groupes 1,2,3,4 au dernier RDV ($p=0.76$).

- **Retouches**

Un seul oeil a bénéficié d'une retouche chirurgicale par PKR.

Cet oeil appartenait à une patiente de 55 ans du groupe B (sous-groupe 4) avec une myopie à $-8,5$ D et ES pré-opératoire de $-8,625$ D. Un retard de cicatrisation cornéenne a été observé sans développement d'un haze symptomatique par la suite. L'acuité visuelle à 1 mois et à 11 mois était de 6/10 sans correction avec un ES post-opératoire résiduel

de 1D (dès J30 et stable dans le temps). Une retouche a été réalisée à 11 mois du premier laser, avec un ES résiduel post-retouche à -0,25 D à 3 mois de la retouche et une AVSC à 10/10.

Dans le groupe A, aucune retouche n'a été réalisée. En revanche, un homme de 27 ans appartenant au groupe A (sous-groupe 1) a été perdu de vue, et devait bénéficier d'une retouche chirurgicale aux deux yeux. Ce patient était myope à -0,25 D avec un ES pré-opératoire de -0,25 D. Aucun retard de cicatrisation et aucun haze ont été développés lors du suivi post-opératoire. L'ES post-opératoire résiduel au dernier rendez-vous (1 mois) pour son oeil droit était de -0,25 D (+0,25 (-1)70°) avec une AVSC à 10/10, et de -0,125 D (0(-0,25)80°) à 2 mois pour son oeil gauche avec une AVSC à 10/10. Le patient a été revu à 1 an de la PKR, se plaignant d'une baisse d'acuité visuelle aux deux yeux. L'examen retrouvait une absence de haze, une surface cornéenne satisfaisante et une AVSC à 10/10 faible (3 lettres sur 5 lues). L'ES à 1 an était de - 0,375 D à droite et de - 0,625 D à gauche. La correction d'une myopie à -0,25 D (méthode du brouillard) permettait de remonter à une AVSC à 10/10 plus confortable pour le patient.

E. Questionnaire téléphonique

- Dans le groupe B (myopie forte), nous avons réussi à joindre **20 patients**, 5 patients n'ont pas pu être contactés (faux numéro de téléphone inscrit dans le dossier ou données manquantes) et 4 patients n'ont pas répondu. Ce questionnaire a été réalisé à une durée moyenne de **2 ans et demi après la PKR**.

Concernant leurs AVSC de loin: 81% déclarent être tout à fait satisfaits, 19% plutôt satisfaits, aucun patient n'a déclaré être pas vraiment ou pas du tout satisfait.

Concernant la douleur post-opératoire: aucun patient ne garde aucun souvenir désagréable, 36,4 % un souvenir désagréable mais sans plus, 63,6 % un mauvais souvenir mais supportable et aucun des patients en garde un très mauvais souvenir et ne pourrait pas recommencer.

Au sujet du handicap secondaire à la récupération visuelle progressive: 30% des patients déclarent avoir été très invalidés, 35% avoir été plutôt invalidés, 35% pas vraiment invalidés et aucun ne déclare ne pas avoir été du tout invalidé.

1 seul patient porte une correction optique le soir et pour la conduite, ce patient âgé de 28 ans appartient au sous-groupe 3 et 4 avec un ES pré-opératoire à droite de -8,125 D et à gauche de - 6,75 D.

Seul un patient âgé de 25 ans est potentiellement **en attente de retouche** par le Professeur ROULAND (à 36 mois de la PKR), il appartient au sous-groupe 3 avec un ES pré-opératoire à -7,325 D.

- Dans le groupe A (myopies faibles et modérées), nous avons réussi à joindre **17 patients**, 2 patients n'ont pas pu être contactés (faux numéro de téléphone inscrit dans le dossier ou données manquantes) et 7 patients n'ont pas répondu. Ce questionnaire a été réalisé à une durée moyenne de **23 mois après la PKR**.

Concernant leurs AVSC de loin: 78 % déclarent être tout à fait satisfaits, 22 % plutôt satisfaits, aucun patient n'a déclaré être pas vraiment ou pas du tout satisfait.

Concernant la douleur post-opératoire: 14 % des patients ne gardent aucun souvenir désagréable, 21 % un souvenir désagréable mais sans plus, 55 % un mauvais souvenir mais supportable et 10 % des patients en garde un très mauvais souvenir et ne pourraient pas recommencer.

Au sujet du handicap secondaire à la récupération visuelle progressive: 27,3 % des patients déclarent avoir été très invalidés, 45,4 % avoir été plutôt invalidés, 27,3 % pas vraiment invalidés et aucun ne déclare ne pas avoir été du tout invalidé.

Un seul patient porte une correction optique de -0,5 D à chaque oeil le soir et pour la conduite. Il est âgé de 25 ans et il possédait un ES pré-opératoire à droite de -3,25 D et à gauche de - 2,825 D (sous groupe 1).

Aucun patient n'est en attente d'une potentielle retouche chirurgicale par PKR.

IV. DISCUSSION

A. Efficacité, prédictivité réfractive

1. Résultats de notre série

- Aucune différence statistiquement significative en terme d'efficacité entre les myopies faibles/modérée (groupe A) et les myopies fortes (groupe B) à 3 jours, à 1 mois et au dernier rendez-vous n'a été mise en évidence dans notre étude. L'analyse en sous-groupe permettant de stratifier avec plus de précision les différents degrés de myopie, semble suggérer que la PKR serait discrètement moins efficace pour le traitement des myopies de plus de - 8 D. En effet, il existe à 1 mois et au dernier RDV une différence statistiquement significative concernant le pourcentage d'AVSC $\geq 10/10$ entre les sous-groupes, différence non retrouvée pour le pourcentage d'AVSC $\geq 8/10$ à 1 mois et au dernier RDV (sous-groupe 4: 94,12 % d'AVSC $\geq 8/10$ au dernier RDV). Cependant, il est important de noter que les deux groupes A (suivi moyen de 6 mois) et B (suivi moyen de 3,6 mois) présentent une différence statistiquement significative concernant la durée du suivi. Aucune conclusion statistique comparant les groupes entre eux ne peut donc être tirée de cette analyse d'efficacité au dernier rendez-vous.
- Concernant la prédictivité réfractive, on constate qu'à 1 et 2 mois en post-opératoire, l'ES résiduel est plutôt stable dans les groupe A et B, avec une tendance à la sur-correction dans le groupe B (0,46 D) discrètement plus importante dans le sous-groupe 4 (0,61 D) par rapport au sous-groupe 3 (0,37 D).

On ne parle pas de shift hypermétropique car cette sur-correction persiste jusqu'à 5 mois en post-opératoire, elle n'est donc pas transitoire. A partir du 5ème et du 6ème mois, les deux groupes A et B présentent une régression myopique jusqu'à 12 mois en post-opératoire inférieure à 1 dioptrie dans les deux groupes (en moyenne de -0,58 D groupe A, - 0,71 D groupe B). Ces résultats sont à pondérer car les effectifs dans chaque groupe au cours du suivi s'amenuisent grandement.

- **A 1 et 2 mois** en post-opératoire, les pourcentages d'emmétropisation à $\pm 0,5$ et ± 1 D du groupe A sont discrètement plus élevés que dans le groupe B sans que cette différence ne soit statistiquement significative. Le pourcentage d'emmétropisation à ± 1 D entre les sous-groupes ne présente aucune différence statistiquement significative à 1 et 2 mois en post-opératoire. On observe que le sous-groupe 4 se distingue des autres avec un pourcentage d'emmétropisation un peu moins élevé (statistiquement significatif à $\pm 0,5$ D à J30). Le pourcentage d'emmétropisation pour chaque sous-groupe est plutôt stable entre 1 et 2 mois, cependant à 2 mois aucune différence statistiquement significative n'est retrouvée à $\pm 0,5$ D. On en déduit qu'à 2 mois, la baisse des effectifs dans chaque sous-groupe par rapport aux effectifs présents à 1 mois entraîne une potentielle baisse de puissance de l'analyse statistique.

Dans le groupe A, à **9 mois et 12 mois**, le pourcentage d'emmétropisation $\pm 0,5$ D est étonnamment bas (28,6%). Il existe un biais car les patients ayant été revus à 9 et 12 mois dans le groupe A sont ceux ayant repris rendez-vous de leur propre initiative dans le cadre d'une baisse d'acuité visuelle.

Dans le sous-groupe 1, un patient de 27 ans avec une myopie initiale de -0,25 D devait bénéficier d'une retouche de -0,25 D pour une régression ou une

progression myopique. Ce patient n'a finalement pas bénéficié d'une retouche car il a été perdu de vue, nous n'avons pas réussi à joindre ce patient par la suite lors du questionnaire de satisfaction.

Une seconde patiente présentait une myopie initiale de - 2,50 D, l'ES résiduel à 12 mois était de - 0,75 D à droite et - 0,625 D à gauche, la patiente était satisfaite de son acuité visuelle et n'a pas souhaité de retouche chirurgicale (AVSC 10/10 monoculaire à 12 mois, 25 ans).

Dans le sous-groupe 2, un patient âgé de 24 ans avec une myopie initiale de -4,25 D, a présenté un haze tardif symptomatique (grade 2, AVSC à 7/10, MAVC 10/10 ES résiduel -0,625 D) à 12 mois, résolutif après une corticothérapie locale de 2 mois avec à 27 mois une AVSC à 10/10 en monoculaire et un ES résiduel à -0,375 D (absence de haze).

Dans le groupe B, certes peu de patients ont consulté à 9 et 12 mois, mais on note tout de même que le pourcentage d'emmétropisation est tout à fait satisfaisant (100 % à $\pm 0,5$ D). Ces patients présentaient une myopie pré-opératoire de - 9,25 (ES résiduel à 9 mois 0,125 D), - 8,50 (ES résiduel à 9 mois 0,25 D) et - 7,25 D (ES résiduel à 12 mois 0,25 D).

2. Comparaison avec les résultats de la littérature

La difficulté de cette comparaison découle du fait que toutes les études réalisées diffèrent les unes des autres par de nombreux paramètres tels que: la technologie du laser excimer utilisé, le diamètre de photoablation, la présence ou non d'une zone de transition, les équivalents sphériques traités, la MMC ...

Pour plus de clarté, nous avons recensé dans deux tableaux les différentes études, leurs caractéristiques et leurs résultats réfractifs.

Auteur Année	Laser	Yeux	Suivi (mois)	Sphère pré- opératoire (D)	% ±0, 5D	% ±1D	% ≥5/1 0	% ≥10/1 0	%perte de ligne MAVC >2 lignes
Brancato 1993(44)	Summit excimed	39 145	12 12	-10 à -25 -6 à -9,9		28 25			8 2,1
Cho 1993(45)	Summit excimed	67	12	-7,25 à -13,5		52	63		18
Heitzmann 1993(46)	VisX 20/20	23	12	-8 à -19,5		39	57		0
Rogers 1994(47)	Summit excimed	14	12	-10,25 à -20,5		71			0
Orssaud 1994 (48)	Summit excimed	33	12	-6 à -8,5		43			
Shimizu 1994(49)	Summit excimed	41	12	>-6,1		44			
Sher 1994(50)	VisX 20/20 20/15	47 40	6 12	-8 à -15,25		40 58	49 60		15
Carson 1995 (51)	VisX 20/20	194 53	6 6	-5 à -10 >-10			71 30	28 4	13 13
Tong 1995 (52)	VisX 20/20	23 36	6 6	-5,25 à -8 -8,25 à -23		70 19	35 0		10
Krueger 1995(53)	VisX 20/20	14	6	-10,37 à -24,5		29			21
Pop 1995(54)	VisX 20/20	92 37	6 6	-6 à -10 -10,1 à -27		85 60	92 60		2 19
Amano 1995(55)	Summit excimed	21	24	-6,1 à -14		52			
Chan 1995(56)	Summit excimed	66	12	-6,2 à -11,9		34	75		0
Rajendran 1995(57)	Summit Omnimed	124	6	-8 à -22,5			48		33
Menezo 1995(58)	Aesculap Meditec	88 45	12 12	-6 à -12 -12,5 à -22		78 37	26		0 7

Auteur Année	Laser	Yeux	Suivi (mois)	Sphère pré- opérateur (D)	% ±0, 5D	% ±1D	% ≥5/1 0	% ≥10/1 0	%perte de ligne MAVC >2 lignes
Aron-Rosa Colin 1995(59)	VisX 20/20	37	12	-7 à -19		40 45	28 32		
McCarty 1996(60)	VisX 20/20	189 23	12 12	-5,25 à -8			71 27	25 2	8 22
Kaskaloglu 1996(61)	Technolas Keracor 116	53 36	6 6	-5 à -10 >-10		69 39			
Helmy 1996 (62)	Summit Omnimed	40	12	-6 à -10	39	41,5 13,8	67,5	12,5	
Siganos 1996(63)	Aesculap Meditec	40	18	-7 à -13,5		64	83		
Goes 1996(64)	Aesculap Meditec	68	12	-8 à -24	42		48	13	
Piovela 1997 (65)	VisX 20/20	27 29	26 26	-5,75 à -10 -10,25 à -24,5		74			4,3
Williams 1997(66)	VisX 20/20	281 30	24 24	-6 à -10 -10 à -26		48,1 27,6	89 42	31 18	12 18
Pietila 1998(67)	Aesculap Meditec 60	104 39	12 12	-6,1 à -10 -10,1 à -25		31 48	52,5 28,8	5,1	
Tuunanen 1998(68)	VisX 20/20	43 24	12 12	-6 à -8 -8,1 à -11,5		40,5 30,8	68 68	26 33	6 6
Hersh 1998(69)	Summit Apex	105	6	-6 à -15	27	79 67	66	19	11,8
Spadea 1998(70)	Excimed UV 200	53	24	-7 à -17		57	45,3		5,5
Pop 1999(71)	Nidek EC-5000	42 53	12 12	-10 à -27 -10 à -20	39, 6 32, 4		74,1 85,3	18,5 55,9	3,7 0
Hadden 1999(72)	Nidek EC-5000	192	6	-6 à -10	77	48,1 79,4	94	59	1
Gabrieli 1999(73)	VisX 20/20	76	18	-8 à -23,5	56, 5	94	86,9	30,4	
Nagy 2001(74)	Aesculap Meditec 70	31 9	12	-6,1 à -9 -9,1 à -14	61, 2 44, 4	68	74,2 22,2	25,8	3,2 44,4

Auteur Année	Laser	Yeux	Suivi (mois)	Sphère pré- opératoire (D)	% ±0, 5D	% ±1D	% ≥5/1 0	% ≥10/1 0	%perte de ligne MAVC >2 lignes
Cennamo 2003(75)	Aesculap Meditec	61	24	-7 à -17		20	18		22
		256	24	-7 à -16		35,6	38,1		13
		189	24	-7 à -17		41,9	3		7
		76	24	-7 à -17		53,2	37,2		11
						1	57,4		
						5			

Tableau 18:

**Revue de la littérature non exhaustive des études menées avant les années 2000
sur la PKR dans le traitement des myopies fortes**

Nous constatons, qu'avant les années 2000, la grande majorité des études ont inclus des myopies extrêmement élevées allant jusqu'à -27 D pour certaines. On constate que la prédictivité réfractive et la sécurité chutent lors du traitement par PKR de très fortes myopies. Suites à ces études portant pour certaines sur des degrés de myopies extrêmement élevées, la PKR a vu ses indications reculer dans le traitement de la myopie forte du fait de son manque de sécurité.

Certaines de ces études réalisées avant les années 2000 ont analysé l'efficacité et la sécurité de la PKR pour le traitement de myopies fortes correspondant aux valeurs du groupe B de notre étude (myopie de -6 D à - 10 D). Notamment l'étude de Carson et al. publiée en 1995, retrouvant à 6 mois 71 % d'AVSC $\geq 5/10$ et 28 % $\geq 10/10$ (51). Malgré le fait que notre étude présente une durée de suivi plus courte et un effectif plus petit, les pourcentages retrouvés dans notre étude sont nettement supérieurs à cette dernière (100 % d'AVSC $\geq 5/10$ et 72,92 % $\geq 10/10$ au dernier RDV).

Malheureusement, la PKR ayant été délaissée au profit du LASIK dans le traitement des myopies fortes, peu d'études intégrant l'usage de la MMC et les avancées technologiques des profils de photoablation sont disponibles dans la littérature.

Par exemple, l'étude Sorkin et al. publiée en 2019, réalisée sur une cohorte de 256 yeux myopes forts ayant bénéficié d'une PKR du fait d'un risque d'ectasie post-LASIK trop important (de -6 D à -14 D) (20). Dans cette étude, à 3 mois, l'AVSC $\geq 8/10$, $\geq 10/10$ étaient respectivement de 81,9 % et 33 % contre 95,83 %, 72,92 % dans notre série au dernier rendez-vous (soit en moyenne à 3,6 mois). Dans cette dernière, 3,2 % des yeux ont nécessité une retouche en moyenne vers 31,7 mois, et 4,8 % de haze ont été recensés tous contrôlés sous corticothérapie locale (aucune perte de ligne de la MAVC ≥ 2).

Cette étude et la nôtre ne sont pas strictement comparables car elles diffèrent sur certains points: effectif plus important (256 yeux), durée moyenne de suivi plus longue (7,3 mois \pm 4,8 mois), et ES moyen pré-opératoire plus élevé (- 7,82 \pm 1,62 D).

L'étude de Lee et al. retrouve à 6 mois un pourcentage d'emmétropisation $\pm 0,5 \pm 1$ D respectivement à 86 % et 93 % suite au traitement par PKR avec MMC de fortes myopies (1011 yeux dont 72 % compris entre - 6 D et - 9 D, 28 % à plus de - 9 D) (76).

L'étude de Leccisotti et al. prospective publiée en 2008, retrouve à 12 mois un ES résiduel moyen à 0,47 \pm 0,43 D post PKR avec MMC chez une population de 104 yeux myopes forts (ES de -6,5 à -10 D) (77).

En revanche, de nombreuses études plus récentes ont eu pour objectif de comparer la PKR au LASIK pour le traitement des myopies faibles et modérées et parfois fortes .

Pour plus de clarté, nous avons recensé dans le tableau suivant les principales informations relatives à la population et la méthode des études ainsi que leurs résultats.

<p><u>Dirani</u> <u>2010 (39)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Population: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sous-groupe myopie faible < -6 D / myopie forte ≥ -6 D ● Méthode: <ul style="list-style-type: none"> ○ 389 yeux opérés entre 1991 et 2003 ○ PKR/LASIK ○ Suivi entre 2 et 13 ans ● Résultats: <ul style="list-style-type: none"> ○ Pas de différence statistiquement significative à 3 et 6 mois pour le taux emmétropisation ± 0,5 D, ±1 D entre les groupes LASIK/ PKR ○ La puissance de l'amétropie pré-opératoire n'influence pas la stabilité réfractive au long cours ○ PKR tendance à la sur-correction initiale à 1 mois puis emmétropisation vers 12 mois, régression myopique entre 6 et 9 ans avec ES moyen résiduel de 0,90 D au dernier RDV ○ LASIK tendance à la sous-correction à 1 mois, puis emmétropisation vers 12 mois, suivi d'une régression myopique entre 2 et 5 ans (ES moyen résiduel de -0,39 D), et entre 6 et 9 ans (ES moyen résiduel de -0,56 D)
<p><u>Moshirfar</u> <u>2010 (78)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Population: <ul style="list-style-type: none"> ○ Myopie de -0,25 D à -10 D ○ Astigmatisme de 0 à 3,50 D ● Méthode: <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude randomisée prospective (PKR/LASIK) ○ 203 yeux ○ WFG (LASIK)/Visx Star S4 CustomVue (PKR) ○ Suivi de 6 mois ● Résultats: <ul style="list-style-type: none"> ○ AVSC à 6 mois ≥ 10/10 75% PKR et LASIK (p=0,923) ○ Emmétropisation ± 0,5 D: 77% PKR, 88% LASIK (p=0,760) ○ ES résiduel moyen à 6 mois de 0,08 D PKR, 0,002 D LASIK (p=0,124)

<p><u>Hatch</u> <u>2011 (79)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Population: <ul style="list-style-type: none"> ○ Myopie de -0,60 à -8,50 D ○ Astigmatisme de 0 à 2,50 D ● Méthode: <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude randomisée (PKR/Thin Flap LASIK) ○ 22 yeux inclus entre 2008 et 2009 dans chaque groupe ○ VISX Star 54 CustomVue Laser ○ Suivi de 6 mois ● Résultats: <ul style="list-style-type: none"> ○ A 6 mois, pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes pour ES résiduel post-opératoire et AVSC ○ Emmétropisation ± 1 D groupe PKR: 96% à 3 mois, 92% à 6 mois ○ 0 perte de ligne dans les deux groupes ○ Complications: dans le groupe LASIK liées au capot
<p><u>Manche</u> <u>2011 (80)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Population: <ul style="list-style-type: none"> ○ Myopie de -0,75 à -8,13 D ○ Avec et sans astigmatisme (valeur non précisée) ● Méthode: <ul style="list-style-type: none"> ○ Etude prospective randomisée contrôlée (PKR/LASIK) ○ 68 yeux ○ Pas d'analyse en sous-groupe en fonction de la puissance de la myopie ○ Pas de mitomycine ○ VISX Star customVue S4 IR Excimer Laser ○ Suivi de 12 mois ● Résultats <ul style="list-style-type: none"> ○ PKR: taux emmétropisation $\pm 0,5$ D 91%, ± 1 D 97% ○ AVSC $\geq 10/10$ à 1 an de 91% pour le groupe LASIK, 97% groupe PKR

Tableau 19

Revue de la littérature non exhaustive des études comparant la PKR au LASIK dans le traitement des myopies faibles, modérées et fortes

Shortt et al. ont publié deux méta-analyses visant à comparer l'efficacité, la stabilité réfractive, et la sécurité de la PKR et du LASIK dans le traitement de la myopie.

La première étude publiée en 2006, a conclu à une supériorité du LASIK par rapport à la PKR, avec une efficacité et sécurité meilleures, spécifiant cependant que ces résultats avaient été obtenus avec des technologies non contemporaines (81).

La seconde étude menée en 2013, avait le même objectif tout en tenant compte des technologies contemporaines telles que le femto LASIK, les profils de photoablation personnalisés de type WFG, et l'utilisation de la MMC (82). Cette seconde méta-analyse regroupant 13 études différentes, comprend 1923 yeux de 1135 patients. Cette méta-analyse est particulièrement intéressante car elle réalise deux analyses: une première comparant les études tenant compte des progrès technologiques à celles n'en tenant pas compte, et une seconde comparaison entre les myopies faibles/modérées et les myopies fortes. Shortt et al. concluent qu'à 1 an la PKR et le LASIK en terme d'efficacité (AVSC $\geq 20/20$), de stabilité réfractive et de sécurité sont comparables dans le traitement de la myopie faible, modérée et forte en tenant compte du perfectionnement technologique. De plus, la récupération visuelle avec le LASIK est plus rapide qu'avec la PKR et la douleur post-opératoire est moindre avec le LASIK.

B. Sécurité

1. Complications anatomiques

Nous n'avons pas rencontré de "réel **retard de cicatrisation**" (absence de cicatrisation cornéenne à 5 jours en post-opératoire). La totalité des cornées qui à 72 heures présentaient une ulcération nécessitant la mise en place d'une lentille thérapeutique présentaient une cicatrisation totale en post-opératoire à 5 jours. On note que le sous-groupe 4 présente un pourcentage de non cicatrisation (13,4 %) (nécessitant une lentille thérapeutique) plus élevé que les autres sous-groupes (13,4 %) sans ce que cette différence ne soit statistiquement significative.

Aucune complication **infectieuse** n'a été rencontrée.

Aucune **retouche chirurgicale** n'a été réalisée dans le groupe A. Un jeune patient de 27 ans devait cependant bénéficier d'une retouche chirurgicale de - 0,25 D à 1 an de la chirurgie le faisant passer de 10/10 faible (3 lettres sur 5 lues) à 10/10 (5 lettres sur 5 lues). Ce patient a été perdu de vue et nous n'avons malheureusement pas réussi à le joindre lors du questionnaire téléphonique. Cependant, il est possible du fait du jeune âge du patient que cette discrète myopisation ne soit pas le résultat d'une régression myopique mais d'une progression de sa myopie axiale. Cette myopie axiale pourrait être affirmée et différenciée d'une réelle régression myopique en comparant la longueur axiale pré-opératoire à celle réalisée à distance de la chirurgie.

Seul 1 oeil appartenant au groupe B et au sous-groupe 4 avec un ES pré-opératoire de -8,625 D a bénéficié d'une **retouche** (retouche réalisée à 11 mois post PKR) pour corriger une sur-correction de 1 D (sphère) apparue en post opératoire précoce (J30) sans haze symptomatique associé (AVSC avant retouche 6/10, MAVC 10/10). L'AVSC après retouche était de 10/10 avec un ES résiduel de - 0,25 D à 3 mois de la retouche. Dans le groupe des myopies fortes 2% des yeux ont bénéficié d'une retouche chirurgicale.

Il n'existe pas de différence statistiquement significative mise en évidence entre les groupes A et B dans le développement du **haze**, ni pour la durée totale du traitement par corticothérapie en post-opératoire.

Un seul haze symptomatique de grade 2 et tardif a été observé dans le groupe A (sous-groupe 2: ES pré-opératoire - 4,50 D), totalement résolutif sous corticothérapie locale

pendant 2 mois. Cependant, il est important de noter qu'en cas de haze non symptomatique, la quotation du haze reste un élément subjectif . De plus, il existe d'autres facteurs autres que les fortes amétropies pouvant induire un haze cornéen, tels qu'une surface stromale irrégulière, un retard de cicatrisation cornéenne, l'exposition aux ultraviolets (34).

Par ailleurs, dans la littérature deux types de haze sont décrits. Le haze précoce apparaît entre 1 à 12 semaines en post-opératoire, le haze dit tardif apparaît quant à lui entre 4 à 12 mois en post-opératoire (83). Le haze tardif est jugé plus sévère car son intensité peut entraîner une baisse de la MAVC. Du fait, de la faible durée de suivi des patients dans notre étude et du nombre de perdus de vue, ce haze tardif peut être sous-estimé. Cependant, le questionnaire téléphonique de satisfaction ne semble pas en faveur d'une baisse de l'acuité visuelle.

On constate que le taux de haze symptomatique a considérablement diminué entre les débuts de la PKR et aujourd'hui. Dans la littérature, l'incidence du haze cornéen dans les études réalisées sans MMC est considérablement plus élevée, entraînant une perte de la MAVC (51,60,66,68).

Aucun cas d'ectasie cornéenne n'a été relevé dans cette étude.

2. Rôle de la Mitomycine C 0,02%

Un manque de sécurité découlant d'un haze cornéen proportionnel au degré de myopie corrigé est une des raisons pour lesquelles la PKR a été délaissée pour le traitement des myopies fortes au profit du LASIK. En effet, auparavant, le haze cornéen observé suite au traitement des myopies fortes entraînait un pourcentage important de perte de lignes de la MAVC. Comme le montre le tableau 18, pour le traitement des myopies fortes

comparables à celles de notre étude (inférieures à - 10 D, groupe B), le pourcentage de perte de la MAVC ≥ 2 lignes était important dans les études réalisées dans les années 1990: 13 % dans l'étude de Carson et al. en 1995, 2 % dans l'étude de Pop et al. en 1995, 8 % dans l'étude de McCarty et al. en 1996, 4,3 % dans l'étude de Piovella et al. en 1997, 12 % dans l'étude de Williams et al. en 1997, 6 % dans l'étude de Tuunanen et al. en 1998, 3 % dans l'étude de Nagy et al. en 2001 (51,60,65,66,68,71,74).

Notre étude, en comparaison ne retrouve aucune perte ≥ 2 lignes de la MAVC. Cette sécurité de la PKR dans le traitement des myopies fortes est également confirmée par de nombreuses études récentes telles que l'étude de Sorkin et al. publiée en 2019 (20). Cette étude est particulièrement intéressante, elle a été réalisée sur 256 yeux avec une myopie allant de -6 D à -14 D, ayant bénéficié d'une PKR car ces yeux étaient contre-indiqués au LASIK (du fait d'un risque important d'ectasie post LASIK, chez des cornées fines). A 1 an, tout comme dans notre étude aucune perte ≥ 2 lignes de la MAVC n'a été observée.

Il semblerait que l'avènement de la MMC dans la chirurgie réfractive pour le traitement des myopies fortes, soit en partie responsable de la sécurité actuelle de la PKR par rapport à ses débuts (84). Gambatto et al. ont mené une étude randomisée comptant 72 yeux myopes forts (≥ -7 D) retrouvant 20 % de haze cornéen (groupe corticothérapie post-opératoire), contre 0% (groupe MMC 0.02% per-opératoire + corticothérapie post-opératoire) (85).

Certaines études suggèrent également que l'utilisation de la MMC permettrait d'augmenter la prédictivité réfractive de la PKR. Bedei et al. ont mené une étude prospective randomisée contrôlée publiée en 2006, incluant 124 yeux myopes forts (≥ -5

D) retrouvant à 1 an un taux d'emmétropisation $\pm 0,5$ D de 50 % sans MMC, contre 70 % avec de la MMC (86). L'étude de Leccisotti et al. observe que la MMC induirait une sur-correction, ce qui pourrait contrer la régression myopique, d'où une augmentation de la prédictivité au long cours (77).

La corticothérapie locale en post-opératoire permet également de prévenir et de réduire le haze cornéen. Cependant, à l'arrêt, l'effet de la corticothérapie locale contrairement à la MMC ne perdure pas dans le temps et un haze cornéen peut réapparaître (87).

Le dosage recommandé de la MMC actuellement en ophtalmologie est de 0,02 %, le temps d'application recommandé est de 12 à 60 secondes. Les indications précises, la concentration ainsi que la durée d'application de la MMC en chirurgie réfractive font débat. Elle est recommandée pour des ablations de plus de 50 microns en profondeur ainsi que pour les myopies modérées (≥ -4 D) et les myopies fortes (≥ 6 D) (88).

Certaines études suggèrent que des concentrations plus basses (0,01 % et 0,002 %) pourraient prévenir la formation d'un haze cornéen pour le traitement des myopies faibles et modérées (89). Il semblerait que le dosage de 0,02 % soit un dosage approprié pour inhiber la prolifération cellulaire sans induire l'apoptose cellulaire, en sachant que l'apoptose des kératinocytes est corrélée à la concentration de la MMC et est très peu dépendante du temps de pose de la MMC (90).

Concernant la sécurité de la MMC, aucun effet secondaire indésirable ayant une répercussion clinique n'a été observé. Certaines études ont mis en évidence une diminution temporaire de la densité des kératinocytes au niveau du stroma antérieur compensée par une augmentation des kératinocytes au niveau du stroma postérieur, suivi d'une normalisation de la densité des kératinocytes entre 6 et 12 mois en post-

chirurgical (91). Cette redistribution temporaire de la densité des kératinocytes n'a pas été associée à un affaiblissement de la biomécanique cornéenne pouvant entraîner cliniquement des ectasies cornéennes.

Certaines études ont eu pour objectif d'étudier la potentielle toxicité de la MMC sur les cellules endothéliales. Elles suggèrent que la MMC induirait une baisse de la densité des cellules endothéliales (92). Cependant, aucune complication à type de décompensation endothéliale entraînant un oedème cornéen n'a été décrite depuis l'utilisation de la MMC en chirurgie réfractive.

C. Limites de notre étude

- La principale limite de notre étude est la **durée moyenne de suivi insuffisante**, en moyenne de 6 mois dans le groupe A contre 3,6 mois dans le groupe B. Les patients ont été inclus entre janvier 2018 et septembre 2019. Nous ne pouvons pas étudier pleinement et avec assez de recul dans le temps, la stabilité réfractive post PKR en fonction du degré de myopie.

Cependant, la durée de suivi suggère de façon indirecte que les suites opératoires ont été en grande majorité simples (absence de complication, objectif réfractif satisfaisant pour le chirurgien comme pour le patient). Les patients étant majoritairement adressés de façon ponctuelle par des confrères exerçant en ville pour PKR, le suivi au long cours est poursuivi en ville. Nous recommandons aux patients de reprendre rendez-vous systématiquement entre 1 an et 2 ans après la chirurgie et de façon plus précoce en cas de problème. Force est de constater, que la grande majorité des patients ne nous contactent pas ou en tout cas pas dans les échéances prévues.

En revanche, le questionnaire téléphonique réalisé, nous permet d'observer dans le groupe A que 78 % et 22 % des patients déclarent être respectivement tout à fait satisfaits et plutôt satisfaits de leurs AVSC en moyenne à 23 mois de la PKR. Quant au groupe B, 81 % et 19 % des patients déclarent être respectivement tout à fait satisfaits et plutôt satisfaits de leurs AVSC en moyenne à 2 ans et demi de la PKR. Ce questionnaire ne permet pas de relever des données objectives concernant une potentielle régression myopique par exemple. **Cependant, la chirurgie réfractive étant une chirurgie fonctionnelle, le critère de réussite le plus important reste la satisfaction du patient.**

Plusieurs travaux ont étudié la stabilité réfractive sur des longues périodes de suivi allant jusqu'à 20 ans (93)(39)(73)(70)(94)(95). Cependant, ces études ne tiennent pas compte des progrès technologiques des profils de photoablation du laser excimer, ni de l'usage de la MMC. Ces études peuvent potentiellement sous-estimer les résultats réfractifs de la PKR. Alio et al. ont publié en 2007 dans the American Journal of Ophthalmology, deux revues décrivant l'efficacité, la stabilité et la sécurité de la PKR avec 10 années de recul pour des myopies ayant des ES pré-opératoires inférieurs et supérieurs à - 6 D (96) . A 10 ans de la PKR, pour des myopies de plus de - 6 D: 58 % des yeux étaient emmétropes à ± 1 D, et 78 % ± 2 D, 46,4 % des yeux ont été retouchés, la régression myopique moyenne des yeux non retouchés était de $-1,33 \pm 2$ D. A 10 ans de la PKR, pour les myopies de moins de - 6 D: 75 % des yeux étaient emmétropes à ± 1 D, et 92 % ± 2 D, 42% des yeux ont été retouchés, la régression myopique moyenne des yeux non retouchés était de $-0,10 \pm 1,08$ D. Par ailleurs, Dirani et al. ont conclu suite à leur étude portant sur 389 yeux opérés entre 1991 et 2003 de LASIK et de PKR pour

des myopies faible < -6 D et des myopies fortes ≥ -6 D, suivi entre 2 et 13 ans: qu'il n'existe pas de différence statistiquement significative au dernier RDV concernant l'ES résiduel post PKR dans le groupe myopie faible/modérée (-0.64 ± 0.83 D) et dans le groupe myopie forte (1.06 ± 1.74 D), la puissance de l'amétropie pré-opératoire n'influencerait pas la stabilité réfractive au long cours.

- De plus, étant rétrospective, notre étude présente un nombre de **perdu de vue** au fil des mois assez important rendant les analyses statistiques moins puissantes du fait du faible effectif. L'analyse en sous-groupe réduit encore un peu plus la puissance des analyses statistiques. En effet, à 5 mois les effectifs des sous-groupes peuvent être insuffisants pour détecter une éventuelle petite différence entre ces sous-groupes. Ces résultats sont donc à nuancer au vu de ce biais. Il serait intéressant et pertinent de réaliser une étude prospective où chaque patient opéré serait revu en post-opératoire précoce et tardif à des intervalles réguliers et identiques pour tous les patients même en cas d'acuité visuelle et d'emmétropisation satisfaisante à 2 mois.
- Nous n'avons pas pu explorer les **complications fonctionnelles** telles que les halos et les éblouissements fréquemment décrits après une chirurgie réfractive. Comme nous l'avons expliqué en introduction, ces halos et éblouissements peuvent découler d'une sécheresse oculaire, ou d'aberration optique d'ordre supérieur induit par la chirurgie réfractive, secondaires à un décentrement. Ils sont liés à la différence de géométrie entre la zone de cornée traitée au laser et la zone non traitée. Ils sont gênants pour le patient surtout en vision scotopique, la dilatation pupillaire en ambiance scotopique révèle une différence entre les rayons

de courbure de la zone traitée et la zone non traitée en périphérie, entraînant des halos. La correction d'une forte amétropie, les grands diamètres pupillaires, les petites zones de cornée traitées par le laser sont des facteurs de risque de survenue d'aberrations optiques d'ordre supérieur. Ces phénomènes sont fréquemment décrits en post-opératoire immédiat, et régressent spontanément dans la plupart des cas. Wallau et al. estiment que 30 % des patients opérés de PKR relatent des halos, et 63 % une photophobie (97). L'étude de Manche et al. via un questionnaire rempli par les patients en pré-opératoire à 1, 3 et 6 mois post PKR et LASIK décrit que la présence de halos est maximale à 1 mois puis s'améliore et devient comparable au taux de halos décrit en pré-opératoire par le patient (80).

CONCLUSION

Cette étude d'une série de 97 yeux opérés au Centre Hospitalier Universitaire de Lille a permis d'objectiver l'efficacité, la prédictivité réfractive ainsi que la sûreté de la photokératectomie réfractive en post-opératoire précoce, dans le traitement de la myopie faible, modérée et forte jusqu'à - 10 dioptries.

Les résultats semblent cependant suggérer que la photokératectomie réfractive possède une prédictivité réfractive discrètement moins bonne dans le traitement des myopies comprises entre - 8 et - 10 D, tout en conservant une sécurité maximale.

En pratique, depuis une vingtaine d'années, le LASIK est devenu le Gold Standard dans le traitement de la myopie forte. La PKR dans le traitement des myopies fortes reste indiquée en cas de contre-indication au LASIK (cornée fine). Les études ayant démontré la supériorité du LASIK sur la PKR pour le traitement de la myopie forte ont été réalisées dans les années 1995 à 2000. A cette époque, le haze symptomatique, le manque de prédictivité réfractive et la régression myopique étaient les principaux points reprochés à la PKR dans le traitement des myopies fortes.

Cependant, la PKR a bénéficié de progrès technologiques importants comme l'utilisation de la MMC 0,02%, le système d'eye tracking, la reconnaissance pupillaire, des zones optiques traitées plus grandes avec une zone de transition, un système de balayage par flying spot... Il semblerait que ces avancées technologiques de la PKR puissent augmenter la sécurité, la prédictivité et la stabilité réfractive dans le traitement des myopies fortes.

Par ailleurs, la PKR par définition n'expose pas à des complications graves telles que celles liées au flap pour le LASIK. De plus, la survenue d'une ectasie cornéenne post PKR est moins décrite qu'avec le LASIK. Les complications de la PKR liées à une possible régression myopique sont aisément résolues par des retouches chirurgicales. Cependant, le confort dans les suites opératoires précoces de la PKR est moins bon que pour le LASIK (douleur liée à la désépithélialisation, récupération visuelle progressive).

Par conséquent, il nous semblerait intéressant que de nouvelles études tenant compte des progrès technologiques des lasers excimer soient réalisées avec un suivi au long cours afin de réévaluer la PKR dans le traitement des myopies fortes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Gaucher D, Leveziel N. Les myopies - Rapport SFO 2019. Elsevier Masson;
2. Trinh L. Myopie et chirurgie réfractive. *Ophtalmol* - 21-206--32. 2 janv 2019;
3. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P, et al. Global Prevalence of Myopia and High Myopia and Temporal Trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. mai 2016;123(5):1036-42.
4. Pan C-W, Ramamurthy D, Saw S-M. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. janv 2012;32(1):3-16.
5. Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology*. août 2008;115(8):1279-85.
6. Cassagne M, Malecaze F, Soler V. Pathophysiology of myopia: nature versus nurture. *J Fr Ophtalmol*. mai 2014;37(5):407-14.
7. Ohno-Matsui K, Lai TYY, Lai C-C, Cheung CMG. Updates of pathologic myopia. *Prog Retin Eye Res*. 2016;52:156-87.
8. Marcus MW, de Vries MM, Junoy Montolio FG, Jansonius NM. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. oct 2011;118(10):1989-1994.e2.
9. Kanski J. *Kanski's Clinical Ophthalmology*. 8th Edition. Saunders Ltd.;
10. Chua W-H, Balakrishnan V, Chan Y-H, Tong L, Ling Y, Quah B-L, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia. *Ophthalmology*. déc 2006;113(12):2285-91.
11. Chia A, Chua W-H, Cheung Y-B, Wong W-L, Lingham A, Fong A, et al. Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2). *Ophthalmology*. févr 2012;119(2):347-54.
12. Smith EL. The Charles F. Prentice Award Lecture 2010: A Case for Peripheral Optical Treatment Strategies for Myopia. *Optom Vis Sci*. sept 2011;88(9):1029-44.
13. Bloise L. Les avancées en contactologie. Med-Line Editions. (Rapport 2019 de la SFOALC et des BSOF).
14. Les lentilles [Internet]. Disponible sur: <http://www.ortholens.com/page-d-acceuil/lentilles-pre-amyopic/>
15. Allouch-Nahmias C, Goldschmit P, Borderie V, Touzeau O, Gaujoux T, Laroche L, et al. Anatomie de la cornée. *Ophtalmol* - 21-003--10. 18 mai 2011;

16. Toda I. Dry Eye After LASIK. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 01 2018;59(14):DES109–15.
17. Bohac M, Koncarevic M, Pasalic A, Biscevic A, Merlak M, Gabric N, et al. Incidence and Clinical Characteristics of Post LASIK Ectasia: A Review of over 30,000 LASIK Cases. *Semin Ophthalmol.* 2018;33(7–8):869–77.
18. Pisella P-J, Baudouin C, Hoang-Xuan T. *Surface oculaire - Rapport SFO 2015.* Elsevier Masson;
19. Randleman JB, Russell B, Ward MA, Thompson KP, Stulting RD. Risk factors and prognosis for corneal ectasia after LASIK. *Ophthalmology.* févr 2003;110(2):267–75.
20. Sorkin N, Rosenblatt A, Smadja D, Cohen E, Santhiago MR, Varssano D, et al. Early Refractive and Clinical Outcomes of High-Myopic Photorefractive Keratectomy as an Alternative to LASIK Surgery in Eyes with High Preoperative Percentage of Tissue Altered. *J Ophthalmol.* 2019;2019:6513143.
21. Yin GHW, Proust H. Chirurgie réfractive cornéenne : traitement de surface. *Ophtalmol* - 21-206--30. 31 mai 2018;
22. Arne J-L. Implant oculaire phaqué à visée réfractive. *EMC - Ophtalmol.* 2012;9(4): 1–8.
23. Kohnen T, Shajari M. Phakic intraocular lenses. *Ophthalmol Z Dtsch Ophthalmol Ges.* juin 2016;113(6):529–38.
24. Daien V, Le Pape A, Heve D, Carriere I, Villain M. Incidence, Risk Factors, and Impact of Age on Retinal Detachment after Cataract Surgery in France: A National Population Study. *Ophthalmology.* nov 2015;122(11):2179–85.
25. Milazzo S, Benarous A. Phacoémulsification. *EMC - Ophtalmol.* 2016;14(2):1–22.
26. Gatinel D, Hoang-Xuan T. *Le lasik : de la théorie à la pratique.* Paris: Elsevier Masson; 2003. 416 p.
27. Structure schématique d'un laser [Internet]. ResearchGate. [cité 29 juill 2020]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Structure-schematique-dun-laser_fig1_329702620
28. Excimer Lasers [Internet]. Ento Key. [cité 23 août 2020]. Disponible sur: <https://entokey.com/excimer-lasers/>
29. Tomás-Juan J, Murueta-Goyena Larrañaga A, Hanneken L. Corneal Regeneration After Photorefractive Keratectomy: A Review. *J Optom.* sept 2015;8(3):149–69.
30. Corneal Wound Healing Model - Creative Biolabs [Internet]. [cité 30 juill 2020]. Disponible sur: <https://www.creative-biolabs.com/drug-discovery/therapeutics/corneal-wound-healing-model.htm>

31. Lipshitz I, Loewenstein A, Varssano D, Lazar M. Late onset corneal haze after photorefractive keratectomy for moderate and high myopia. *Ophthalmology*. mars 1997;104(3):369–73; discussion 373-374.
32. Kaiserman I, Sadi N, Mimouni M, Sela T, Munzer G, Levartovsky S. Corneal Breakthrough Haze After Photorefractive Keratectomy With Mitomycin C: Incidence and Risk Factors. *Cornea*. août 2017;36(8):961–6.
33. Cua IY, Pepose JS. Late corneal scarring after photorefractive keratectomy concurrent with development of systemic lupus erythematosus. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. déc 2002;18(6):750–2.
34. Stojanovic A, Nitter TA. Correlation between ultraviolet radiation level and the incidence of late-onset corneal haze after photorefractive keratectomy. *J Cataract Refract Surg*. mars 2001;27(3):404–10.
35. Majmudar PA, Forstot SL, Dennis RF, Nirankari VS, Damiano RE, Brenart R, et al. Topical mitomycin-C for subepithelial fibrosis after refractive corneal surgery. *Ophthalmology*. janv 2000;107(1):89–94.
36. Erie JC, McLaren JW, Hodge DO, Bourne WM. Recovery of corneal subbasal nerve density after PRK and LASIK. *Am J Ophthalmol*. déc 2005;140(6):1059–64.
37. Das S, Seitz B. Recurrent corneal erosion syndrome. *Surv Ophthalmol*. févr 2008;53(1):3–15.
38. Leccisotti A. Corneal ectasia after photorefractive keratectomy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*. juin 2007;245(6):869–75.
39. Dirani M, Couper T, Yau J, Ang EK, Islam FMA, Snibson GR, et al. Long-term refractive outcomes and stability after excimer laser surgery for myopia. *J Cataract Refract Surg*. oct 2010;36(10):1709–17.
40. Moshirfar M, Desautels JD, Walker BD, Murri MS, Birdsong OC, Hoopes PCS. Mechanisms of Optical Regression Following Corneal Laser Refractive Surgery: Epithelial and Stromal Responses. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2018;7(1):1–9.
41. Mohammadi S-F, Nabovati P, Mirzajani A, Ashrafi E, Vakilian B. Risk factors of regression and undercorrection in photorefractive keratectomy: a case-control study. *Int J Ophthalmol*. 2015;8(5):933–7.
42. Corbett MC, O'Brart DP, Warburton FG, Marshall J. Biologic and environmental risk factors for regression after photorefractive keratectomy. *Ophthalmology*. sept 1996;103(9):1381–91.

43. Carones F, Brancato R, Venturi E, Scialdone A, Bertuzzi A, Tavola A. Efficacy of corticosteroids in reversing regression after myopic photorefractive keratectomy. *Refract Corneal Surg.* avr 1993;9(2 Suppl):S52-56.
44. Brancato R, Tavola A, Carones F, Scialdone A, Gallus G, Garancini P, et al. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia: results in 1165 eyes. Italian Study Group. *Refract Corneal Surg.* avr 1993;9(2):95-104.
45. Cho YS, Kim CG, Kim WB, Kim CW. Multistep photorefractive keratectomy for high myopia. *Refract Corneal Surg.* avr 1993;9(2 Suppl):S37-41.
46. Heitzmann J, Binder PS, Kassab BS, Nordan LT. The correction of high myopia using the excimer laser. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* déc 1993;111(12):1627-34.
47. Rogers CM, Lawless MA, Cohen PR. Photorefractive keratectomy for myopia of more than -10 diopters. *J Refract Corneal Surg.* avr 1994;10(2 Suppl):S171-173.
48. Orssaud C, Ganem S, Binaghi M, Patarin D, Putterman M, Viens-Bitker C, et al. Photorefractive keratectomy in 176 eyes: one year follow-up. *J Refract Corneal Surg.* avr 1994;10(2 Suppl):S199-205.
49. Shimizu K, Amano S, Tanaka S. Photorefractive keratectomy for myopia: one-year follow-up in 97 eyes. *J Refract Corneal Surg.* avr 1994;10(2 Suppl):S178-187.
50. Talley AR, Hardten DR, Sher NA, Kim MS, Doughman DJ, Carpel E, et al. Results one year after using the 193-nm excimer laser for photorefractive keratectomy in mild to moderate myopia. *Am J Ophthalmol.* 15 sept 1994;118(3):304-11.
51. Carson CA, Taylor HR. Excimer laser treatment for high and extreme myopia. The Melbourne Excimer Laser and Research Group. *Arch Ophthalmol Chic Ill 1960.* avr 1995;113(4):431-6.
52. Tong PP, Kam JT, Lam RH, Leung WK, Woo VC, Chow PC, et al. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia: six-month follow-up. *J Cataract Refract Surg.* mars 1995;21(2):150-5.
53. Krueger RR, Talamo JH, McDonald MB, Varnell RJ, Wagoner MD, McDonnell PJ. Clinical analysis of excimer laser photorefractive keratectomy using a multiple zone technique for severe myopia. *Am J Ophthalmol.* mars 1995;119(3):263-74.
54. Pop M, Aras M. Multizone/multipass photorefractive keratectomy: six month results. *J Cataract Refract Surg.* nov 1995;21(6):633-43.
55. Amano S, Shimizu K. Excimer laser photorefractive keratectomy for myopia: two-year follow up. *J Refract Surg Thorofare NJ 1995.* juin 1995;11(3 Suppl):S253-260.

56. Chan WK, Heng WJ, Tseng P, Balakrishnan V, Chan TK, Low CH. Photorefractive keratectomy for myopia of 6 to 12 diopters. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. juin 1995;11(3 Suppl):S286-292.
57. Rajendran B, Janakiraman P. Multizone photorefractive keratectomy for myopia of 8 to 23 diopters. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. juin 1995;11(3 Suppl):S298-301.
58. Menezo JL, Martinez-Costa R, Navea A, Roig V, Cisneros A. Excimer laser photorefractive keratectomy for high myopia. *J Cataract Refract Surg.* juill 1995;21(4):393-7.
59. Aron-Rosa DS, Colin J, Aron B, Burin N, Cochener B, Febraro JL, et al. Clinical results of excimer laser photorefractive keratectomy: a multicenter study of 265 eyes. *J Cataract Refract Surg.* nov 1995;21(6):644-52.
60. 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.* avr 1996;121(4):372-83.
61. Kaskaloglu M. Results of photorefractive keratectomy for myopia with the technolas keracor 116 excimer laser. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. févr 1996;12(2):S255-257.
62. Helmy SA, Salah A, Badawy TT, Sidky AN. Photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis for myopia between 6.00 and 10.00 diopters. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. avr 1996;12(3):417-21.
63. Siganos DS, Pallikaris IG, Margaritis VN. Photorefractive keratectomy with a transition zone for myopia from -7 to -14 diopters. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. févr 1996;12(2):S261-263.
64. Goes FJ. Photorefractive keratectomy for myopia of -8.00 to -24.00 diopters. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. févr 1996;12(1):91-7.
65. Piovella M, Camesasca FI, Fattori C. Excimer laser photorefractive keratectomy for high myopia: four-year experience with a multiple zone technique. *Ophthalmology.* oct 1997;104(10):1554-65.
66. Williams DK. Multizone photorefractive keratectomy for high and very high myopia: long-term results. *J Cataract Refract Surg.* sept 1997;23(7):1034-41.
67. Pietilä J, Mäkinen P, Pajari S, Uusitalo H. Photorefractive keratectomy for -1.25 to -25.00 diopters of myopia. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. déc 1998;14(6):615-22.
68. Tuunanen TH, Tervo TT. Results of photorefractive keratectomy for low, moderate, and high myopia. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. août 1998;14(4):437-46.

69. Hersh PS, Brint SF, Maloney RK, Durrie DS, Gordon M, Michelson MA, et al. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis for moderate to high myopia. A randomized prospective study. *Ophthalmology*. août 1998;105(8):1512–22, discussion 1522-1523.
70. Spadea L, Colucci S, Bianco G, Balestrazzi E. Long-term results of excimer laser photorefractive keratectomy in high myopia: a preliminary report. *Ophthalmic Surg Lasers*. juin 1998;29(6):490–6.
71. Pop M, Payette Y. Multipass versus single pass photorefractive keratectomy for high myopia using a scanning laser. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. août 1999;15(4): 444–50.
72. Hadden OB, Ring CP, Morris AT, Elder MJ. Visual, refractive, and subjective outcomes after photorefractive keratectomy for myopia of 6 to 10 diopters using the Nidek laser. *J Cataract Refract Surg*. juill 1999;25(7):936–42.
73. Gabrieli CB, Pacella E, Abdolrahimzadeh S, Regine F, Mollo R. Excimer laser photorefractive keratectomy for high myopia and myopic astigmatism. *Ophthalmic Surg Lasers*. juin 1999;30(6):442–8.
74. Nagy ZZ, Fekete O, Süveges I. Photorefractive keratectomy for myopia with the Meditec MEL 70G-Scan flying spot laser. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. juin 2001;17(3):319–26.
75. Cennamo G, Rosa N, Breve MA, di Grazia M. Technical improvements in photorefractive keratectomy for correction of high myopia. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. août 2003;19(4):438–42.
76. Lee DH, Chung HS, Jeon YC, Boo SD, Yoon YD, Kim JG. Photorefractive keratectomy with intraoperative mitomycin-C application. *J Cataract Refract Surg*. déc 2005;31(12):2293–8.
77. Leccisotti A. Mitomycin C in photorefractive keratectomy: effect on epithelialization and predictability. *Cornea*. avr 2008;27(3):288–91.
78. Moshirfar M, Schliesser JA, Chang JC, Oberg TJ, Mifflin MD, Townley R, et al. Visual outcomes after wavefront-guided photorefractive keratectomy and wavefront-guided laser in situ keratomileusis: Prospective comparison. *J Cataract Refract Surg*. août 2010;36(8):1336–43.
79. Hatch BB, Moshirfar M, Ollerton AJ, Sikder S, Mifflin MD. A prospective, contralateral comparison of photorefractive keratectomy (PRK) versus thin-flap LASIK: assessment of visual function. *Clin Ophthalmol Auckl NZ*. 2011;5:451–7.

80. Manche EE, Haw WW. Wavefront-guided laser in situ keratomileusis (Lasik) versus wavefront-guided photorefractive keratectomy (Prk): a prospective randomized eye-to-eye comparison (an American Ophthalmological Society thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc.* déc 2011;109:201–20.
81. Shortt AJ, Bunce C, Allan BDS. Evidence for superior efficacy and safety of LASIK over photorefractive keratectomy for correction of myopia. *Ophthalmology.* nov 2006;113(11):1897–908.
82. Shortt AJ, Allan BD, Evans JR. Laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) versus photorefractive keratectomy (PRK) for myopia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; (1).
83. Arranz-Marquez E, Katsanos A, Kozobolis VP, Konstas AGP, Teus MA. A Critical Overview of the Biological Effects of Mitomycin C Application on the Cornea Following Refractive Surgery. *Adv Ther.* 2019;36(4):786–97.
84. Majmudar PA, Schallhorn SC, Cason JB, Donaldson KE, Kymionis GD, Shtein RM, et al. Mitomycin-C in corneal surface excimer laser ablation techniques: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* juin 2015;122(6):1085–95.
85. Gambato C, Ghirlando A, Moretto E, Busato F, Midena E. Mitomycin C modulation of corneal wound healing after photorefractive keratectomy in highly myopic eyes. *Ophthalmology.* févr 2005;112(2):208–18; discussion 219.
86. Bedei A, Marabotti A, Giannecchini I, Ferretti C, Montagnani M, Martinucci C, et al. Photorefractive keratectomy in high myopic defects with or without intraoperative mitomycin C: 1-year results. *Eur J Ophthalmol.* avr 2006;16(2):229–34.
87. Nien CJ, Flynn KJ, Chang M, Brown D, Jester JV. Reducing peak corneal haze after photorefractive keratectomy in rabbits: prednisolone acetate 1.00% versus cyclosporine A 0.05%. *J Cataract Refract Surg.* mai 2011;37(5):937–44.
88. Lacayo GO, Majmudar PA. How and when to use mitomycin-C in refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* août 2005;16(4):256–9.
89. Teus MA, Benito-Llopis L de, Alió JL. Mitomycin C in Corneal Refractive Surgery. *Surv Ophthalmol.* 1 juill 2009;54(4):487–502.
90. Song J-S, Kim J-H, Yang M, Sul D, Kim H-M. Mitomycin-C concentration in cornea and aqueous humor and apoptosis in the stroma after topical mitomycin-C application: effects of mitomycin-C application time and concentration. *Cornea.* mai 2007;26(4):461–7.

91. de Benito-Llopis L, Cañadas P, Drake P, Hernández-Verdejo JL, Teus MA. Keratocyte density 3 months, 15 months, and 3 years after corneal surface ablation with mitomycin C. *Am J Ophthalmol.* janv 2012;153(1):17-23.e1.
92. Morales AJ, Zadok D, Mora-Retana R, Martínez-Gama E, Robledo NE, Chayet AS. Intraoperative mitomycin and corneal endothelium after photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol.* sept 2006;142(3):400–4.
93. Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, Pérez-Santonja JJ, Artola A, Ayala MJ, et al. Ten-Year Follow-up of Laser In Situ Keratomileusis for Myopia of up to –10 Diopters. *Am J Ophthalmol.* 1 janv 2008;145(1):46-54.e1.
94. Benito-Llopis L de, Alió JL, Ortiz D, Teus MA, Artola A. Ten-year Follow-up of Excimer Laser Surface Ablation for Myopia in Thin Corneas. *Am J Ophthalmol.* 1 mai 2009;147(5):768-773.e2.
95. Vestergaard AH, Hjortdal JØ, Ivarsen A, Work K, Grauslund J, Sjølie AK. Long-term outcomes of photorefractive keratectomy for low to high myopia: 13 to 19 years of follow-up. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. mai 2013;29(5):312–9.
96. Alió JL, Muftuoglu O, Ortiz D, Artola A, Pérez-Santonja JJ, Luna GC de, et al. Ten-year Follow-up of Photorefractive Keratectomy for Myopia of Less Than –6 Diopters. *Am J Ophthalmol.* 1 janv 2008;145(1):29-36.e1.
97. 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 Thorofare NJ* 1995. 2008;24(4):326–36.

ANNEXE

Annexe 1: Questionnaire téléphonique de satisfaction

- **Quand** avez-vous été opéré(e) ?

- Etes-vous globalement satisfait(e) des résultats de l'intervention sur votre **acuité visuelle de loin sans correction** ? Et si non précisez pourquoi?
 - oui tout à fait satisfait
 - oui plutôt satisfait
 - non, pas vraiment satisfait
 - non pas du tout satisfait

- Est-ce que vous avez à ce jour besoin de **porter des lunettes** ? Si vous avez encore besoin de lunettes, quand jugez- vous utile de les porter ?
 - tout le temps
 - pour lire
 - pour la conduite seulement
 - le soir
 - de temps en temps pour certaines activités (précisez)

- Quel souvenir gardez-vous de la **douleur en post opératoire**:
 - un très mauvais souvenir, vous ne pourriez pas recommencer
 - un mauvais souvenir mais supportable
 - un souvenir désagréable sans plus
 - aucun souvenir désagréable

- **La récupération progressive de l'acuité visuelle** a-t-elle été invalidante dans votre vie quotidienne ou et professionnelle ?
 - oui très invalidante
 - oui plutôt invalidante
 - non pas vraiment invalidante
 - non pas du tout invalidante

AUTEUR : Nom : BARBIE Prénom : Julie

Date de soutenance : Lundi 28 septembre 2020

Titre de la thèse: Efficacité, prédictivité réfractive et sécurité de la photokératectomie en fonction du degré de myopie.

Thèse - Médecine - Lille 2020

DES + Spécialité : Ophtalmologie

Mots-clés : photokératectomie réfractive, astigmatisme myopique, efficacité, prédictivité réfractive, sécurité, MMC 0,02%, Technolas 317

Résumé

Contexte: Évaluer l'efficacité, la prédictivité réfractive et la sécurité de la PKR en fonction du degré de myopie.

Méthode: 97 yeux myopes de 55 patients ont été traités avec un laser excimer Technolas 317 Bausch & Lomb. Des groupes ont été définis en fonction du degré de myopie: groupe A $\leq -6D$ (suivi moyen: 6 mois), B $\geq -6D$ et $\leq -10D$ (suivi moyen 3,6 mois), ainsi que 4 sous-groupes: 1 [-0,25 à -2,75D], 2 [-3 à -5,75D], 3 [-6 à -7,75D], 4 [-8 à -10D]. Les critères de jugement principaux étaient l'efficacité, la prédictivité et la sécurité.

Résultats: Au dernier RDV, l'AVSC $\geq 8/10$, $\geq 10/10$ était respectivement de 100% et 85,7% (groupe A), et de 95,8% et 72,9% (groupe B). A 2 mois, le pourcentage d'emmétropisation $\pm 0,5D$ ($p=0,36$), $\pm 1D$ ($p=0,10$) était respectivement dans le groupe A de 80% et 96% et dans le groupe B de 67,9% et 85,7%. A 1 mois, le pourcentage d'emmétropisation $\pm 0,5D$ dans les sous-groupes 1,2,3,4 était respectivement de 88,2%, 75%, 77,4%, 47% ($p=0,017$), à $\pm 1D$ de 100%, 93,8%, 90,3%, 82,4% ($p=0,08$). A un mois ($p=0,53$) et au dernier RDV ($p=0,55$), l'analyse entre les sous-groupes pour le taux d'AVSC $\geq 8/10$ ne retrouve aucune différence statistiquement significative. En revanche, il existe une différence statistiquement significative pour le taux d'AVSC $\geq 10/10$ entre les sous-groupes à 1 mois et au dernier RDV.

Sécurité: aucune perte \geq à 2 lignes de la MAVC, un haze symptomatique de grade 2 totalement résolutif sous corticothérapie (groupe A, sous-groupe 2), aucun retard de cicatrisation cornéenne (≥ 5 jours) et aucune ectasie cornéenne. Un seul oeil (groupe B, sous-groupe 4) a bénéficié d'une retouche chirurgicale à 11 mois.

Conclusion: La PKR pour la correction des myopies allant jusqu'à -10 D est une technique efficace, sûre, ayant une bonne prédictivité réfractive en post-opératoire précoce.

Composition du Jury:

Président: Professeur Jean-François ROULAND

**Assesseurs: Professeur Pierre LABALETTE, Professeur Damien HUGLO,
Docteur Thibault ROQUANCOURT**

Directeur de thèse: Professeur Jean-François ROULAND