



HAL
open science

Évaluation de la précision réfractive, de l'acuité visuelle et de la qualité de vision après photo kératectomie réfractive trans-épithéliale

Thibault Sannier

► **To cite this version:**

Thibault Sannier. Évaluation de la précision réfractive, de l'acuité visuelle et de la qualité de vision après photo kératectomie réfractive trans-épithéliale. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03531188

HAL Id: dumas-03531188

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03531188>

Submitted on 18 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UFR DE SANTÉ DE ROUEN NORMANDIE

ANNÉE 2021

N°

**THÈSE POUR LE
DOCTORAT EN MÉDECINE**

(Diplôme d'État)

Par

SANNIER Thibault

Né le 25/06/1992 à Villeneuve d'Ascq

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 30 SEPTEMBRE 2021

**Évaluation de la précision réfractive,
de l'acuité visuelle et de la qualité de vision
après photo kératectomie réfractive
trans-épithéliale**

PRÉSIDENT DE JURY : Professeur Marc MURAINÉ

DIRECTEUR DE THÈSE : Docteur Guillaume BOUTILLIER

MEMBRES DU JURY : Professeur Julie GUEUDRY
Docteur Charlotte BADATCHEFF
Docteur Édouard MALANDAIN

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation
in improbations

ANNEE UNIVERSITAIRE 2020 - 2021

U.F.R. SANTÉ DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Benoît VEBER**

ASSESSEURS : **Professeur Loïc FAVENNEC**
Professeur Agnès LIARD
Professeur Guillaume SAVOYE

I - MEDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

M. Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Gisèle APTER	Havre	Pédopsychiatrie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
M. Jean-Marc BASTE	HCN	Chirurgie Thoracique
M. Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
M. Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
M. Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
M. Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mme Sophie CANDON	HCN	Immunologie
M. François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Philippe CHASSAGNE	HCN	Médecine interne (gériatrie)

M. Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
M. Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
M. Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie
M. Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
M. Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
M. Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
M. Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
M. Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
M. Frédéric DI FIORE	CHB	Cancérologie
M. Fabien DOGUET	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
M. Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
M. Bernard DUBRAY	CHB	Radiothérapie
M. Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
M. Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. Eric DURAND	HCN	Cardiologie
M. Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie
M. Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
M. Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
M. Pierre FREGER (<i>surnombre</i>)	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
M. Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
M. Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
M. Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mme Julie GUEUDRY	HCN	Ophtalmologie
M. Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
M. Claude HOUDAYER	HCN	Génétique

M. Fabrice JARDIN	CHB	Hématologie
M. Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
M. Pascal JOLY	HCN	Dermato – Vénérologie
Mme Bouchra LAMIA	Havre	Pneumologie
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
M. Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
M. Hervé LEFEBVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
M. Thierry LEQUERRE	HCN	Rhumatologie
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
M. Hervé LEVESQUE	HCN	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
M. Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
M. Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle MARIE	HCN	Médecine interne
M. Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
M. Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique
M. Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
M. Pierre MICHEL	HCN	Hépto-gastro-entérologie
M. Benoit MISSET (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation Médicale
M. Marc MURAINÉ	HCN	Ophtalmologie
M. Christian PFISTER	HCN	Urologie
M. Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie - Virologie
M. Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
M. Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
M. Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
M. Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction

M. Horace ROMAN (<i>détachement</i>)	HCN	Gynécologie - Obstétrique
M. Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie
M. Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
M. Guillaume SAVOYE	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
M. Lilian SCHWARZ	HCN	Chirurgie Viscérale et Digestive
M. Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
M. Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
M. Hervé TILLY (<i>surnombre</i>)	CHB	Hématologie et transfusion
M. Gilles TOURNEL	HCN	Médecine Légale
M. Olivier TROST	HCN	Anatomie -Chirurgie Maxillo-Faciale
M. Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
M. Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
M. Pierre VERA	CHB	Biophysique et traitement de l'image
M. Eric VERIN	Les Herbiers	Médecine Physique et de Réadaptation
M. Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
M. Olivier VITTECOQ	HC	Rhumatologie
M. David WALLON	HCN	Neurologie
Mme Marie-Laure WELTER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Najate ACHAMRAH	HCN	Nutrition
Mme Elodie ALESSANDRI-GRADT	HCN	Virologie
Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Emmanuel BESNIER	HCN	Anesthésiologie - Réanimation
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire

Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Neurophysiologie
M. Vianney GILARD	HCN	Neurochirurgie
Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
M. Florent MARGUET	HCN	Histologie
Mme Chloé MELCHIOR	HCN	Gastroentérologie
M. Sébastien MIRANDA	HCN	Chirurgie Vasculaire
Thomas MOUREZ (<i>détachement</i>)	HCN	Virologie
Gaël NICOLAS	UFR	Génétique
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du Travail
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
M. Abdellah TEBANI	HCN	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Julien WILS	HCN	Pharmacologie

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Thierry WABLE	UFR	Communication
Mme Mélanie AUVRAY-HAMEL	UFR	Anglais

ATTACHE TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE à MI-TEMPS

Mme Justine SAULNIER	UFR	Biologie
-----------------------------	-----	----------

II - PHARMACIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Jérémy BELLIEN (PU-PH)	Pharmacologie
Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Abdelhakim EL OMRI	Pharmacognosie
François ESTOUR	Chimie Organique
Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Thomas CASTANHEIRO MATIAS	Chimie Organique
Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER (LE CLEZIO)	Statistiques
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé

Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTE- BOUCHER	Pharmacologie
Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Nejla EL GHARBI-HAMZA	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
Chervin HASSEL	Biochimie et Biologie Moléculaire
Mme Maryline LECOINTRE	Physiologie
Mme Hong LU	Biologie
Mme Marine MALLETER	Toxicologie
M. Jérémie MARTINET (MCU-PH)	Immunologie
M. Romy RAZAKANDRAINIBÉ	Parasitologie
Mme Tiphaine ROGEZ-FLORENT	Chimie analytique
Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Cécile GUERARD-DETUNCQ	Pharmacie officinale
Mme Caroline BERTOUX	Pharmacie

PAU-PH

M. Mikaël **DAOUPHARS**

PROFESSEUR CERTIFIE

Mme Mathilde GUERIN	Anglais
----------------------------	---------

ASSISTANTS HOSPITALO-UNIVERSITAIRES

Mme Alice MOISAN	Virologie
M. Henri GONDÉ	Pharmacie

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mme Soukaina GUAOUA-ELJADDI	Informatique
Mme Clémence MEAUSOONE	Toxicologie

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT

Mme Ramla SALHI	Pharmacognosie
------------------------	----------------

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Abdelhakim EL OMRI	Pharmacognosie
François ESTOUR	Chimie organique
Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Rémi VARIN	Pharmacie clinique
M. Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR MEDECINE GENERALE

Jean-Loup **HERMIL** (PU-MG) UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCE MEDECINE GENERALE

Matthieu **SCHUERS** (MCU-MG) UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTE

Pascal **BOULET** UFR Médecine générale

Emmanuel **LEFEBVRE** UFR Médecine Générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD** UFR Médecine générale

Philippe **NGUYEN THANH** UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN** UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS – MEDECINS GENERALISTES

Mme Laëtitia **BOURDON** UFR Médecine Générale

Mme Elsa **FAGOT-GRIFFIN** UFR Médecine Générale

Emmanuel **HAZARD** UFR Médecine Générale

Mme Lucile **PELLERIN** UFR Médecine générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Paul **MULDER** (phar) Sciences du Médicament
Mme Su **RUAN** (med) Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Sahil **ADRIOUCH** (med) Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle **BOUGEARD-DENOYELLE** (med) Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine **CLEREN** (med) Neurosciences (Néovasc)
M. Sylvain **FRAINEAU** (med) Physiologie (Inserm U 1096)
Mme Pascaline **GAILDRAT** (med) Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Nicolas **GUEROUT** (med) Chirurgie Expérimentale
Mme Rachel **LETELLIER** (med) Physiologie
Antoine **OUVRARD-PASCAUD** (med) Physiologie (Unité Inserm 1076)
Frédéric **PASQUET** Sciences du langage, orthophonie
Mme Anne-Sophie **PEZZINO** Orthophonie
Mme Christine **RONDANINO** (med) Physiologie de la reproduction
Youssan Var **TAN** Immunologie
Mme Isabelle **TOURNIER** (med) Biochimie (UMR 1079)

DIRECTEUR ADMINISTRATIF : M. Jean-Sébastien VALET

HCN - Hôpital Charles Nicolle

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CB - Centre Henri Becquerel

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation *SJ – Saint Julien Rouen*

I. Table des matières

Abréviations	3
II. Introduction.....	4
A. La cornée	4
1. Embryologie	4
2. Anatomie macroscopique	5
3. Anatomie microscopique	6
4. Anatomie réfractive	9
B. La myopie	10
1. Définition.....	10
2. Épidémiologie.....	12
3. Différentes formes de myopie	13
4. Théories de développement de la myopie.....	14
C. La chirurgie réfractive cornéenne.....	15
1. Bref rappel historique	15
2. La kératotomie radiaire.....	18
3. PKR : Photo kératectomie réfractive	19
4. LASIK : LaSer Assisted In situ Keratomileusis.....	20
5. SMILE : Small Incision Lenticule Extraction	21
D. La photo kératectomie réfractive trans-épithéliale	22
1. Le laser Excimer.....	22
2. Les indications opératoires	27
3. Le déroulement de l'intervention	32
4. Les différentes techniques de désépithélialisation	34
5. La trans-PKR	35
III. Étude clinique	37
A. Matériel et méthode.....	37
1. Population	37
2. Examens pré opératoires	37
3. Technique chirurgicale	38
4. Examens post opératoires.....	38
5. Questionnaire de satisfaction post opératoire	38

B.	Résultats	40
1.	Caractéristiques démographiques des participants	40
2.	Caractéristiques réfractives pré opératoires.....	41
3.	Caractéristiques réfractives per opératoires.....	43
4.	Résultats réfractifs post opératoires	43
5.	Précision réfractive.....	45
6.	Acuité visuelle	47
7.	Qualité de vision.....	48
8.	Inconfort post opératoire.....	49
C.	Discussion	52
1.	Caractéristiques pré opératoires.....	52
2.	Caractéristiques per opératoires.....	52
3.	Caractéristiques post opératoires	53
4.	Qualité de vision.....	55
5.	Effets indésirables post opératoires.....	57
6.	Limites	60
D.	Conclusion	61
IV.	Annexe	62
V.	Bibliographie	82

Abréviations

CHU : Centre hospitalier universitaire

D : Dioptrie

ES : Équivalent sphérique

Excimer : Excited Dimer

K : Kératométrie

LASEK : Laser-assisted epithelial keratoplasty

LASER : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

LASIK : Laser Assisted In situ Keratomileusis

NEI-RQL-42TM : National Eye Institute Refractive Error Quality of Life
Instrument

PKR : Photo kératectomie réfractive

SMILE : Small Incision Lenticule Extraction

Trans-PKR : Photo kératectomie réfractive trans-épithéliale

ZO : Zone Optique

II. Introduction

A. La cornée

1. Embryologie

C'est au cours de la quatrième semaine d'organogenèse que l'on observe à partir de l'ectoderme, les premiers signes de différenciation de l'œil humain.

La cornée débute son développement au cours de la 5^e semaine d'organogenèse à partir de la vésicule cristallinienne afin de créer l'épithélium cornéen.

À la fin de la 6^e semaine, une vague mésenchymateuse monocouche s'interpose entre la vésicule cristallinienne et l'épithélium afin de former l'endothélium.

À la 8^e semaine, une seconde vague mésenchymateuse se glisse entre l'épithélium et l'endothélium afin de former le stroma cornéen.

À partir de la 10^e semaine, la cornée obtient son anatomie définitive. [Figure 1]

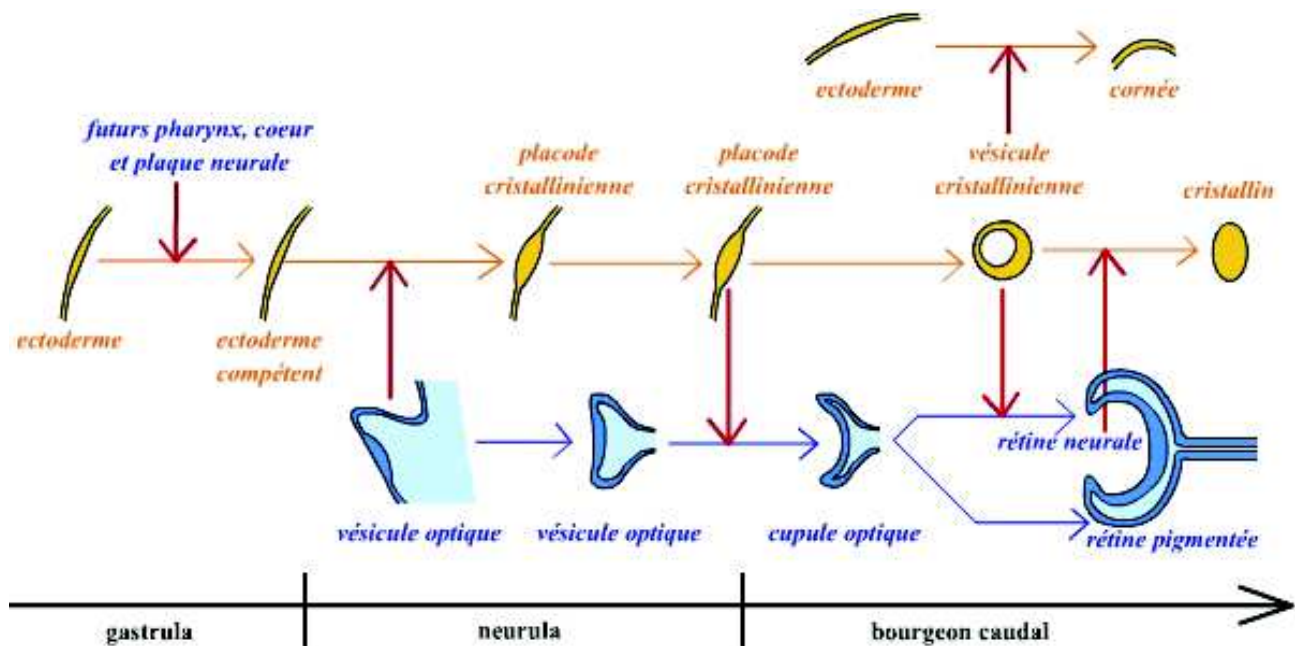


Figure 1 Principales étapes de l'embryogenèse oculaire (1)

2. Anatomie macroscopique

La cornée est un tissu transparent, avasculaire, présent à la face antérieure de l'œil. La cornée est convexe mais asphérique, c'est-à-dire que son rayon de courbure varie du centre vers la périphérie. Le diamètre cornéen chez l'adulte mesure 11 à 12 mm horizontalement et entre 9 et 11 mm verticalement. Son épaisseur augmente progressivement d'environ 500 μm au centre à 700 μm en périphérie. [Figure 2]

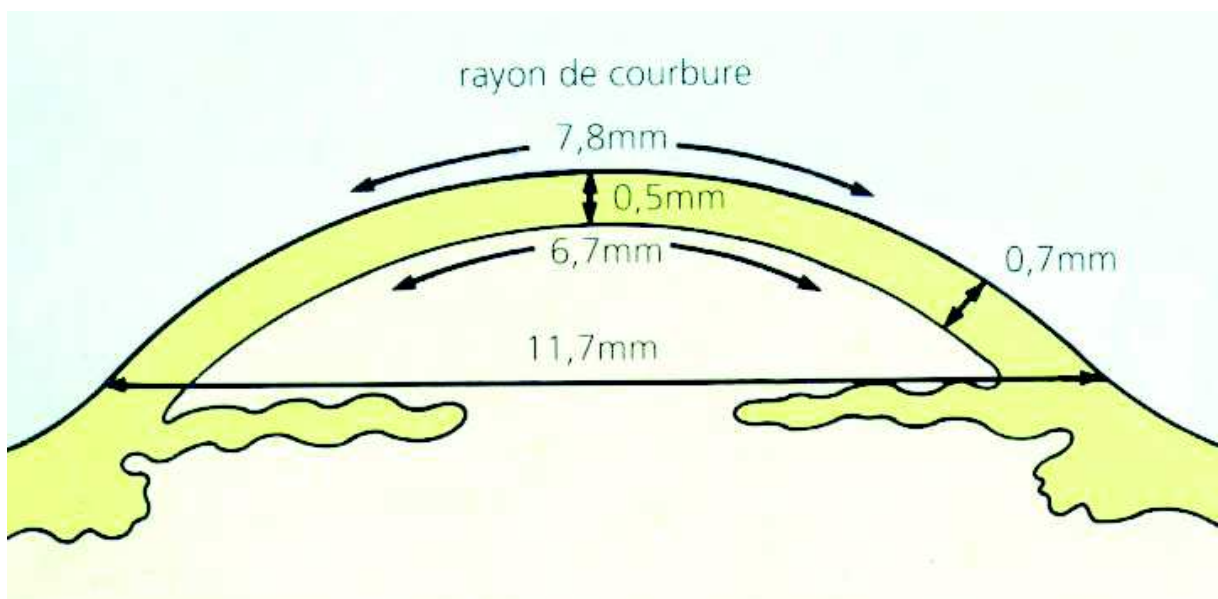


Figure 2 Schéma des principales mesures cornéennes (1)

3. Anatomie microscopique

La cornée est constituée d'avant en arrière, de 6 couches : l'épithélium, la couche de Bowman, le stroma, la couche de Dua, la membrane de Descemet et l'endothélium. Le film lacrymal tapisse la surface de la cornée. [Figure 3]

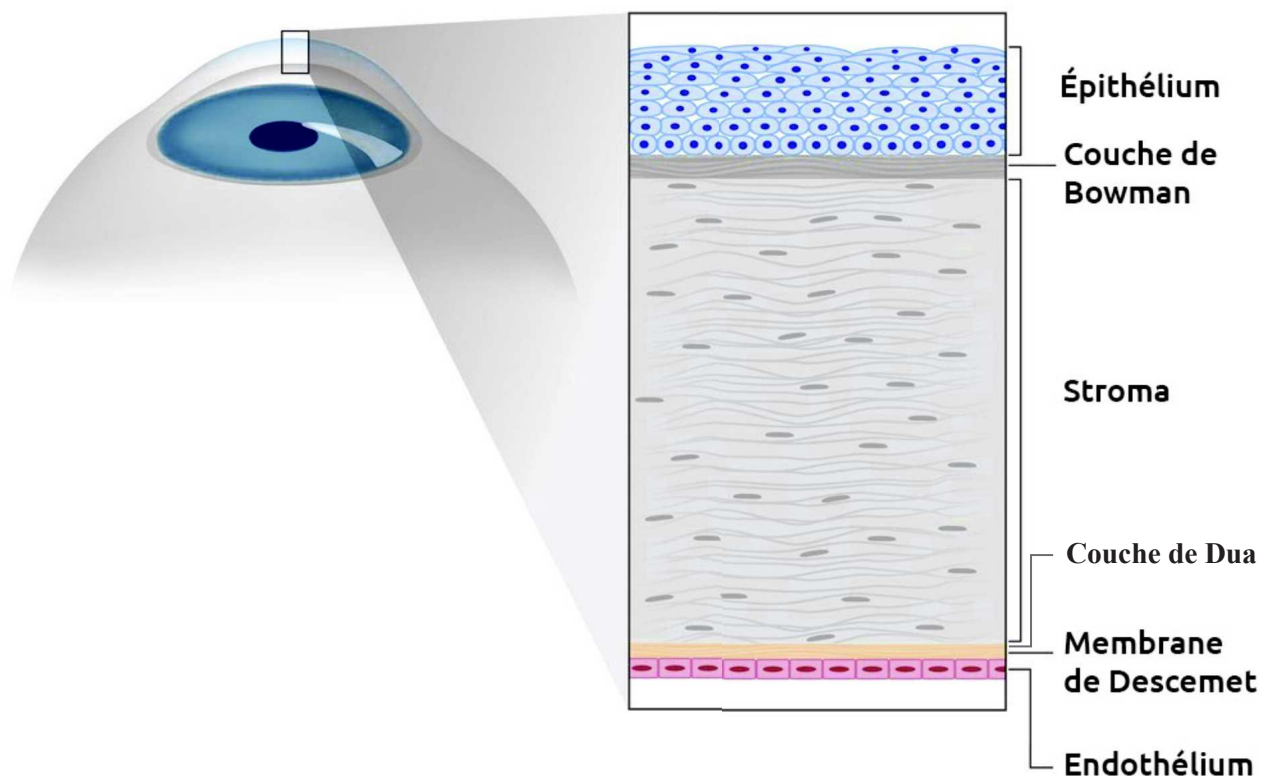


Figure 3 Schéma des différentes couches cornéennes (2)

a) Film lacrymal

Le film lacrymal tapisse la surface externe de la cornée et est composé de 3 couches : la couche lipidique, la couche aqueuse et la couche mucinique (de l'extérieur vers l'intérieur). Le rôle de la couche lipidique est de limiter l'évaporation naturelle des larmes, la couche aqueuse permet l'humidification de la surface oculaire et la couche mucinique permet l'accroche et la stabilisation de la couche aqueuse sur l'épithélium cornéen.

Son épaisseur totale est comprise entre 7 et 8 μm .

Ce film possède une fonction lubrifiante, réfractive, osmotique et protectrice.

b) L'épithélium cornéen

Il s'agit d'un épithélium malpighien non kératinisé, pavimenteux et stratifié, d'une épaisseur moyenne de 50 μm (environ 10 % de l'épaisseur cornéenne totale). [Figure 4] L'épithélium joue un rôle de barrière et d'échange vis à vis de l'environnement. Il est formé de 3 couches cellulaires. L'épithélium a une capacité de modularité en s'amincissant ou s'épaississant en fonction de la régularité stromale sous-jacente afin d'avoir la surface cornéenne la plus régulière possible. Son renouvellement s'effectue en 7 à 14 jours à partir du limbe.

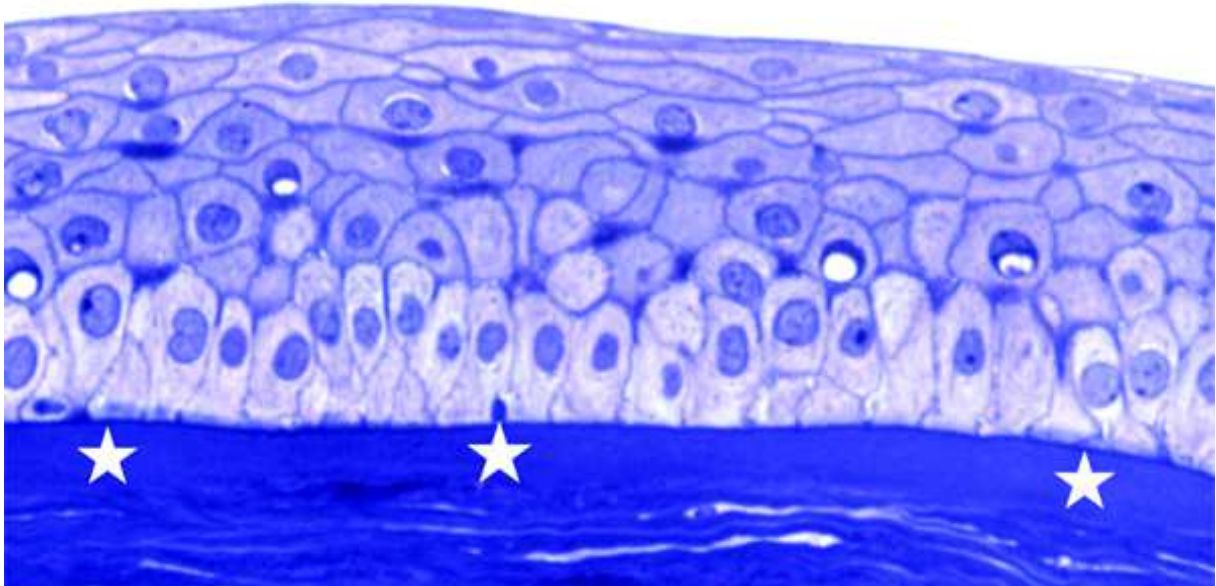


Figure 4 Épithélium cornéen pavimenteux reposant par l'intermédiaire d'une membrane basale fine sur la couche de Bowman (*) (bleu de toluidine $\times 40$) (3)

c) La couche de Bowman

La couche de Bowman est une structure de 12 μm composée de collagène et de protéoglycane. Cette couche est arégénérative.

d) Le stroma cornéen

Le stroma cornéen est une matrice extracellulaire composée collagène, de protéoglycane à kératane sulfate, de dermatane sulfate et de kératocytes. Son principal rôle est architectural. Son épaisseur est d'environ 500 μm , soit 90% du volume cornéen. [Figure 5] Il est la cible des traitements photo ablatifs.

e) La couche de Dua

La couche de Dua est une structure acellulaire de 15 μm décrite en 2013 par Dua (4).

f) La membrane de Descemet

La membrane de Descemet correspond à la lame basale de l'endothélium. Cette couche est composée principalement de collagène et de laminine. Son épaisseur augmente avec l'âge pour atteindre 8 à 10 μm à l'âge adulte. Cette membrane est arégénérative.

g) L'endothélium cornéen

L'endothélium cornéen est une couche monocellulaire de 15 μm tapissant la face postérieure de la cornée. Cette couche est arégénérative avec une décroissance régulière et progressive du nombre de cellules avec l'âge. Sa principale fonction est de réguler l'hydratation cornéenne afin de maintenir la transparence cornéenne.

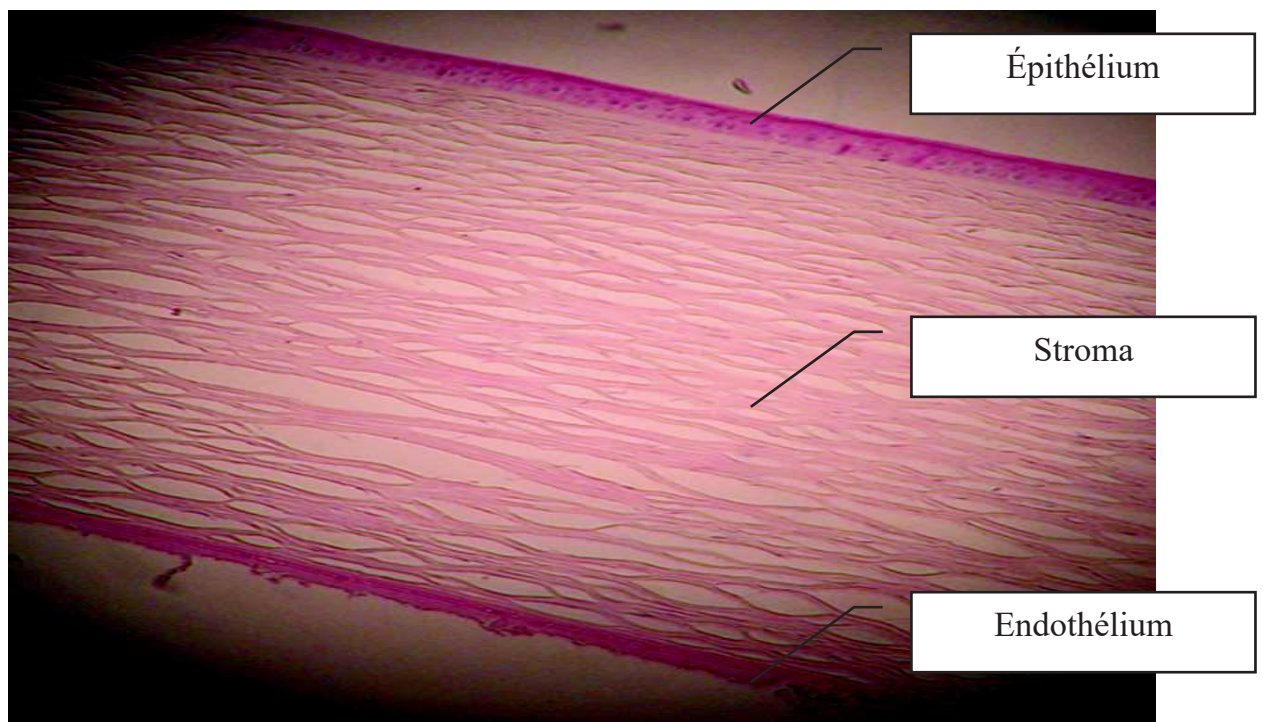


Figure 5 Trois principales couches histologiques de la cornée (5)

4. Anatomie réfractive

L'œil est un système optique composé de 2 principaux dioptries : la cornée et le cristallin. La cornée représente 2/3 du pouvoir convergent de l'œil. Sa puissance réfractive, ou kératométrie moyenne, est de 43 dioptries. Les interfaces « air/film lacrymal » et « film lacrymal/cornée » sont confondues dans les calculs réfractifs en tant que « cornée antérieure ». La « cornée postérieure », représentée par l'interface endothélium/humeur aqueuse, possède un effet réfractif faible du fait d'indices de réfraction des milieux très proches. [Figure 6]

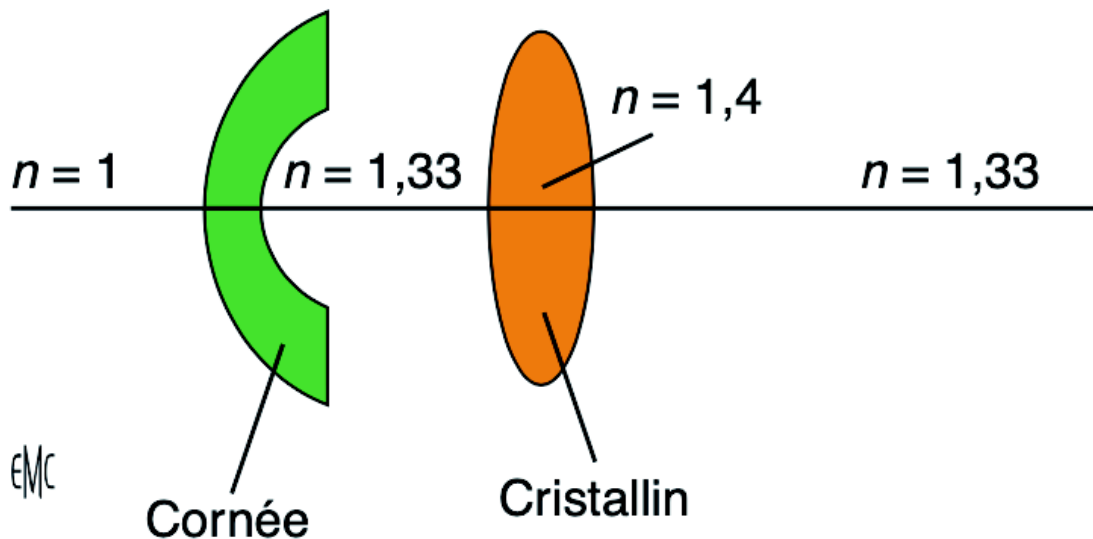


Figure 6 Indice de réfraction des différents milieux (5)

B. La myopie

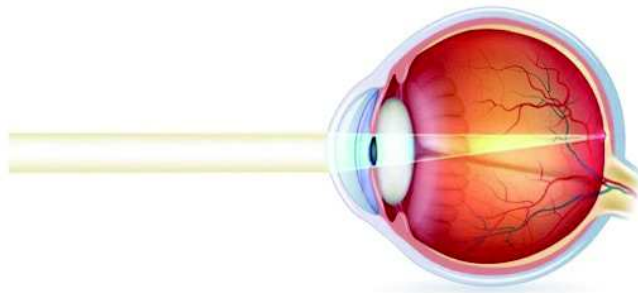
1. Définition

La myopie est une amétropie sphérique caractérisée par une focalisation du foyer image en avant de la rétine. L'image d'un objet situé à l'infini est donc floue. [Figure 7]



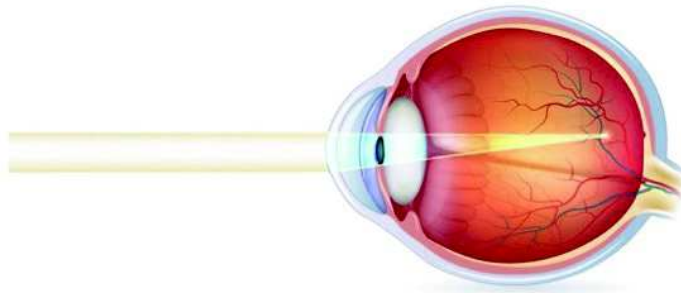
Figure 7 Vision d'un myope (6)

Sa prise en charge consiste en une modification artificielle du trajet des rayons lumineux afin que ceux-ci focalisent directement sur la rétine, et que l'image devienne nette. [Figure 8] Elle peut être corrigée par différents moyens optiques (lunettes, lentilles de contact) ou par la chirurgie réfractive.



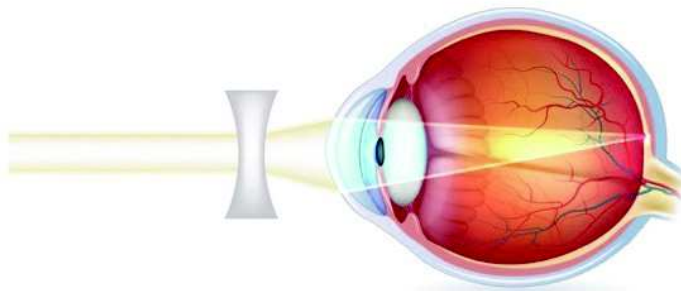
Œil emmétrópe

Objet lointain vu net car focalisation de l'image sur la rétine



Œil myope

Objet lointain vu flou car focalisation de l'image en avant de la rétine



Œil myope corrigé

A l'aide d'un verre concave divergent

Figure 8 Principe de correction du sujet myope (7)

2. Épidémiologie

La myopie est le trouble réfractif le plus fréquent dans le monde. La prévalence de la myopie est évaluée à 2,5 milliards de personnes en 2020 avec une disparité entre les régions et les ethnies. [Figure 9] L'Asie est le continent le plus touché suivi par l'Europe et l'Afrique. Cette prévalence devrait continuer d'augmenter au cours des prochaines décennies dans toutes les régions du monde (8).

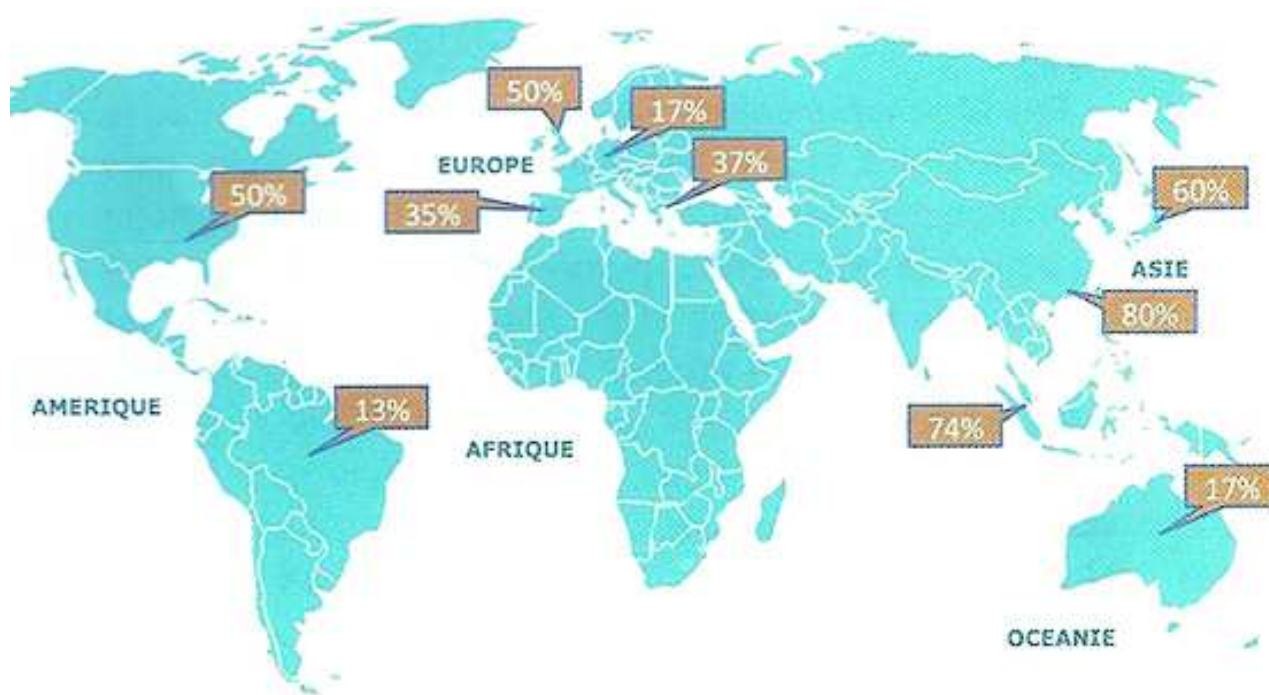


Figure 9 Prévalence de la myopie dans le monde (9)

Étymologiquement, le terme myopie provient du grec « μωπ » correspondant à la contraction de μω (muo) « je ferme » et de ωψ (ops) « œil ». Dès le IV^e siècle avant Jésus Christ, Aristote avait remarqué que le myope avait tendance à fermer partiellement les yeux pour améliorer sa vision de loin. Le mécanisme réfractif est un effet sténopéisant permettant de diminuer les rayons incidents obliques et donc de diminuer l'étendue de la tâche de diffusion.

3. Différentes formes de myopie

Il existe plusieurs façons de classer les myopies : soit par l'origine réfractive de la myopie (myopie axiale ou myopie d'indice), soit par l'importance de l'atteinte myopique (myopie faible, modérée ou forte).

a) Myopie axiale

La myopie axiale est la forme de myopie la plus fréquente. Elle est caractérisée par une longueur axiale trop importante par rapport au pouvoir convergent de l'ensemble optique cornée-cristallin.

b) Myopie d'indice

Cette forme est liée à l'augmentation de l'indice de réfraction d'une des lentilles de l'œil : la cornée ou le cristallin. Par exemple, une cataracte corticonucléaire ou bien un kératocône. [Figure 10]



Figure 10 Cornée pathologique avec un kératocône (bombement cornéen inférieur) (10)

c) Myopie forte

La myopie forte possède une définition encore sujette à des débats. La définition la plus souvent retenue est une longueur axiale supérieure à 26 mm ou une myopie supérieure à 6 dioptries.

4. Théories de développement de la myopie

Deux théories s'opposent au développement de la myopie : génétique et environnementale.

Des études d'association ont permis d'identifier plus de 30 gènes potentiellement impliqués dans la cascade métabolique responsable du développement d'une myopie (11). Ces gènes codent pour des protéines intervenant dans le remodelage de la matrice extracellulaire sclérale (COL1A1, COL2A1, LUM, MYOC), le développement oculaire ou cérébral (TGIF1, SOX2OT, PAX6, ZIC2, PRSS56 et SIX6), le métabolisme de l'acide rétinoïque (RDH5) (12) etc...

Des facteurs environnementaux comme un « mode de vie à l'occidental », le travail intensif, le défaut d'activités extérieures ont été mis en avant comme responsables du développement et de l'aggravation d'une myopie.

Il existe vraisemblablement une association de ces 2 théories dans le développement des myopies.

C. La chirurgie réfractive cornéenne

L'objectif de la chirurgie réfractive cornéenne dans le cadre de la myopie est d'aplatir le centre de la cornée (la zone optique) par rapport à la périphérie. C'est-à-dire qu'il faut diminuer le pouvoir convergent du dioptre cornéen antérieur afin que le foyer image recule et se focalise sur la rétine. Pour cela, il existe quatre modes d'action décrits dans la prise en charge cornéenne soustractive de la myopie : la chirurgie incisionnelle, la chirurgie lamellaire mécanique, la chirurgie photo ablativ et l'extraction lenticulaire.

1. Bref rappel historique

La chirurgie réfractive cornéenne débute dans les années 1950 avec Sato, un chirurgien japonais qui réalisait des kératotomies radiales antérieures pour corriger la myopie. Il s'agit d'incisions cornéennes périphériques relaxantes ayant pour but de diminuer le pouvoir convergent de la cornée. Les premières kératotomies radiales pratiquées en France ont été faites par Jean-Louis Arné en 1983. Cette technique a disparu progressivement au début des années 1990 avec l'apparition du laser Excimer plus précis.

Dès 1960, José Barraquer pose les bases théoriques de la chirurgie réfractive lamellaire cornéenne soustractive et participe au développement du micro-kératome. Initialement, une découpe d'une lentille cornéenne antérieure était réalisée grâce à un micro-kératome. Le traitement réfractif était ensuite réalisé directement sur la face postérieure de ce lenticule après congélation, avant qu'il ne soit repositionné sur la surface cornéenne (Kératomileusis gel). [Figure 11] En 1986, Luis Antonio Ruiz réalise la photo ablation directement sur le lit stromal postérieur (kératomileusis in situ). C'est en 1988 qu'est réalisée la première photo kératectomie réfractive au laser Excimer par McDonald aux États-Unis sur un œil voyant.

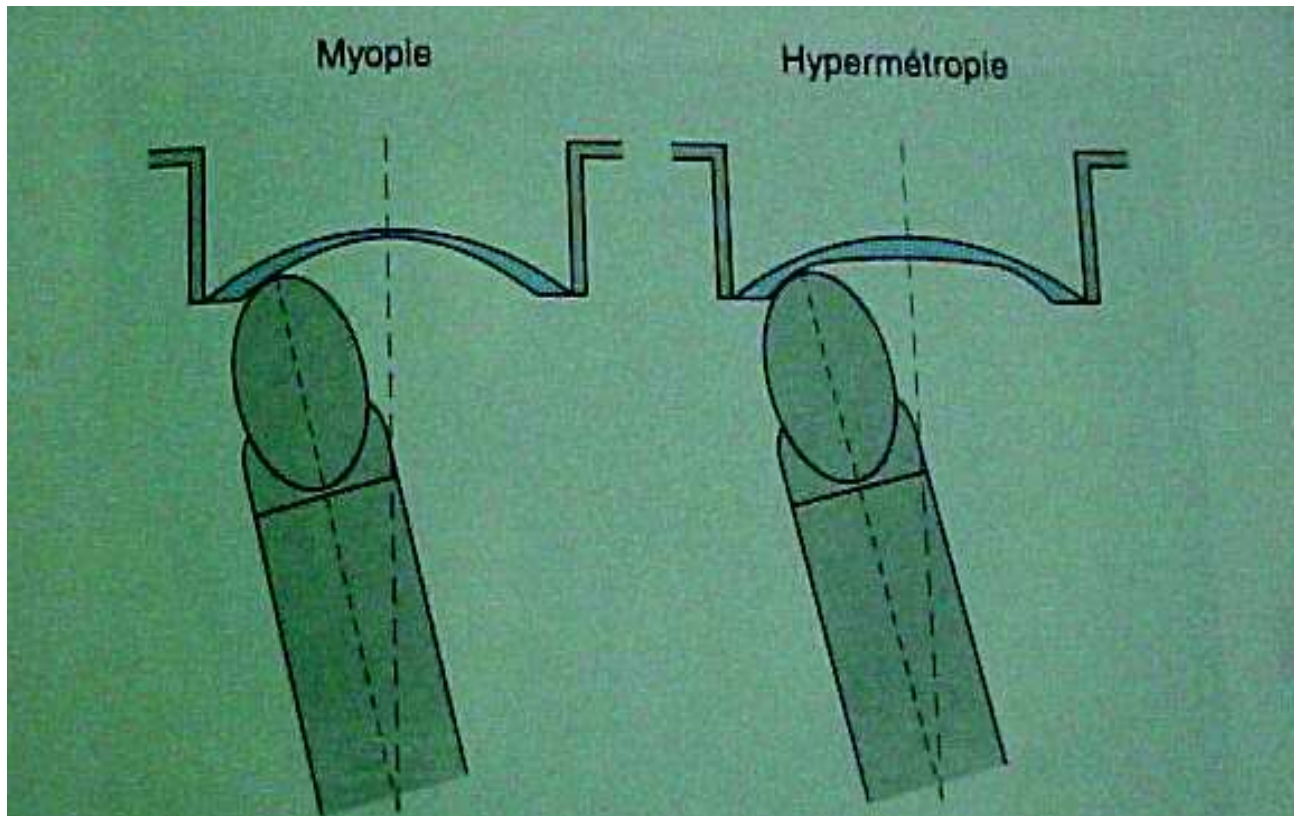
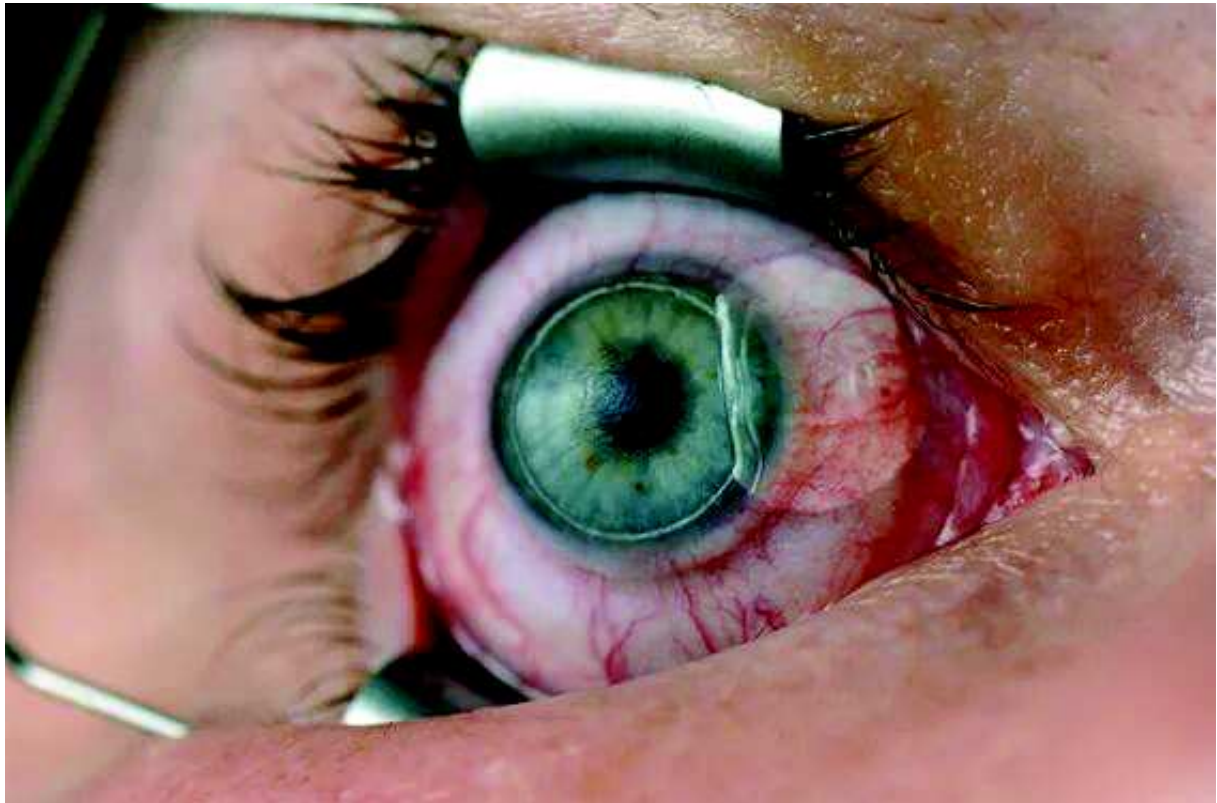


Figure 11 Schéma de la découpe du capot sur son versant stromal dans la chirurgie réfractive de type kératomileusis gel (13)

Dès le début des années 1990 s'est développé le LASIK avec Pallikaris et Buratto à l'aide du laser femto seconde. [Figure 12]



*Figure 12 Découpe d'un capot cornée dans le cadre d'une chirurgie réfractive de type LASIK
(14)*

La dernière technique apparue est le SMILE (Small Incision Lenticule Extraction) dont l'objectif consiste en l'extraction d'un lenticule cornéen réfractif intrastromal préalablement découpé au laser femto-seconde. Les premiers résultats ont été publiés par Sekundo (15) en 2008.

2. La kératotomie radiaire

La kératotomie radiaire consiste en la réalisation d'incisions cornéennes périphériques en rayons de roue afin d'obtenir indirectement un aplatissement central. [Figure 13] Cette technique est obsolète aujourd'hui en raison d'une moins bonne prédictibilité et stabilité en comparaison aux autres techniques.

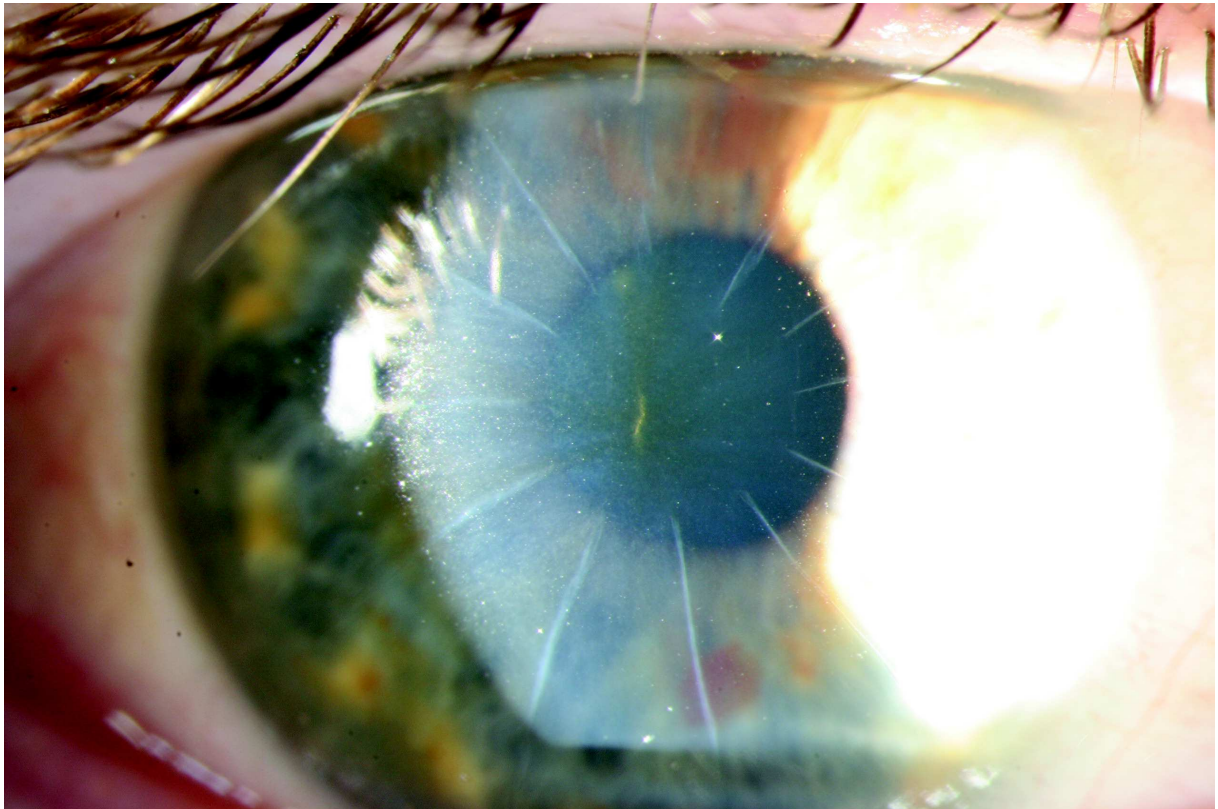


Figure 13 Kératotomie radiaire (CHU de Rouen)

3. PKR : Photo kératectomie réfractive

a) Principe

La photo kératectomie réfractive, ou PKR, consiste en l'ablation de tissu stromal antérieur à l'aide d'un laser Excimer (photo ablation) après désépithélialisation. [Figure 14] Cette désépithélialisation peut se réaliser de plusieurs manières : mécanique, à l'aide d'un couteau de Desmarres par exemple, ou plus récemment directement avec le laser Excimer sous la forme d'une photo ablation épithéliale, ce qu'on appelle la photo kératectomie réfractive trans-épithéliale (ou trans-PKR).

b) Indications/Avantages

Ce traitement réfractif est préféré pour les petites à moyennes amétropies sphériques et/ou cylindriques. Il semble également plus approprié à certaines activités sportives ou professionnelles.

c) Inconvénients

Les principaux inconvénients sont les douleurs post opératoires les jours suivant l'opération ; ainsi qu'une récupération visuelle progressive pouvant aller jusqu'à 1 mois.

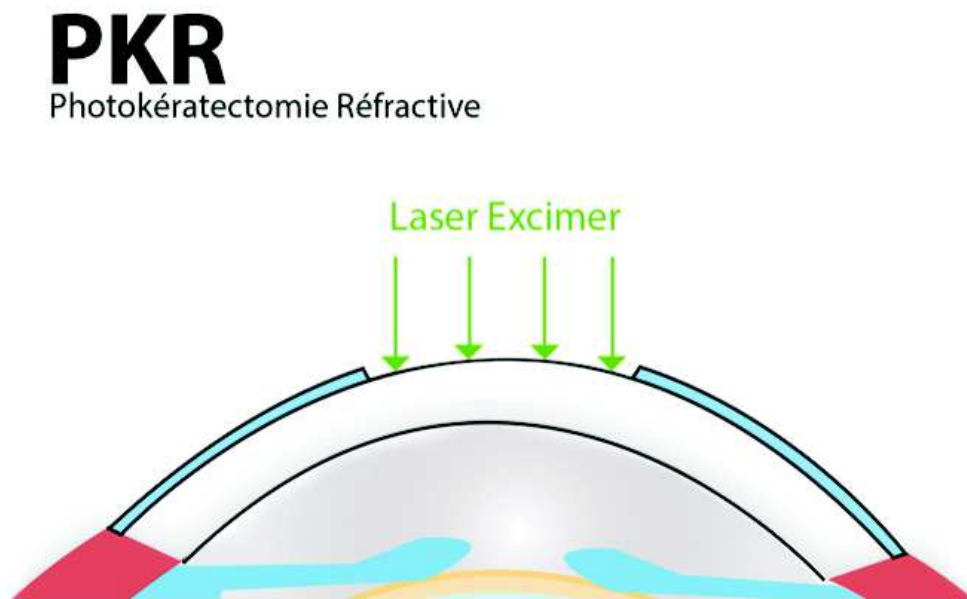


Figure 14 Schéma explicatif de la technique de la PRK (16)

4. LASIK : LaSer Assisted In situ Keratomileusis

a) Principe

Le LASIK ou « laser assisted in situ keratomileusis », consiste en la réalisation d'un traitement réfractif au laser Excimer sous un volet cornéen préalablement découpé au micro-kératome ou au laser femto seconde. [Figure 15] L'ablation stromale se fait sur une zone plus profonde qu'en PKR.

b) Indications/ avantages

Ce traitement peut être proposé à tous les types d'amétropie remplissant les critères de sécurité d'un traitement réfractif cornéen. La récupération visuelle est rapide et il existe peu de douleurs post opératoires.

c) Inconvénients

Les principales complications sont liées au volet cornéen qui peut se décentrer précocement en post opératoire ou après un traumatisme oculaire. Il existe également un risque majoré d'ectasie cornéenne par rapport à la PKR.

Bohac et al. (17) observe un risque d'ectasie post LASIK de 0,033% sur 30 167 yeux. Quant à la PKR, les ectasies sont décrites de façon rare et sporadique dans la littérature.

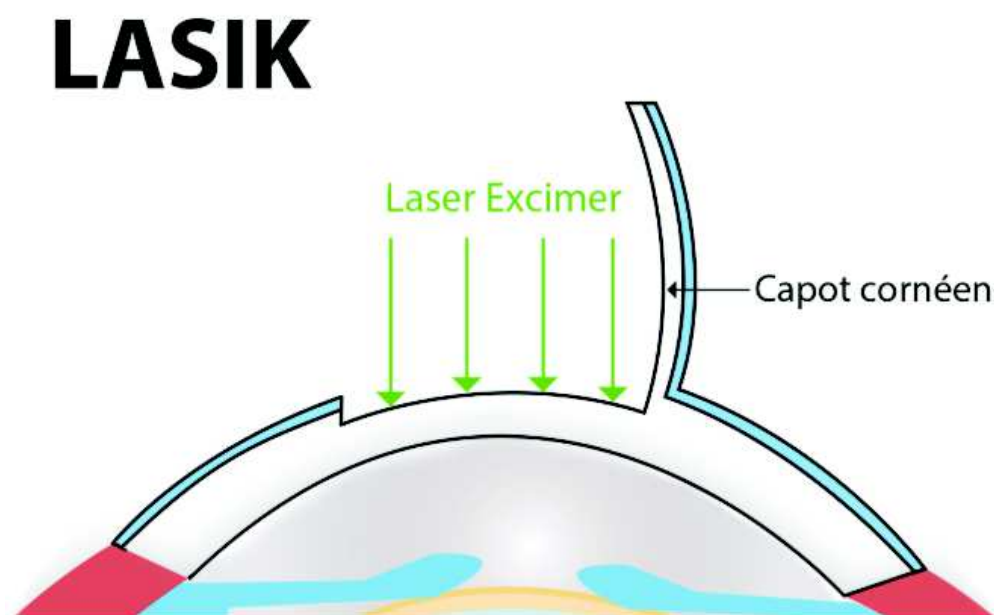


Figure 15 Schéma explicatif de la technique du LASIK (16)

5. SMILE : Small Incision Lenticule Extraction

a) Principe

Le SMILE ou « small incision lenticule extraction », consiste en l'extraction d'un lenticule réfractif intrastromal découpé au laser femto seconde. [Figure 16]

b) Indications / avantages

Cette technique n'est actuellement validée que dans la myopie et l'astigmatisme myopique et en cours d'étude pour l'hypermétropie (18).

c) Inconvénients

La récupération fonctionnelle est plus lente qu'après un LASIK mais plus rapide qu'après une PKR. Cette technique n'est pas proposée sur toutes les plateformes de laser femto seconde. Il existe également un risque d'ectasie post opératoire (19).

SMILE

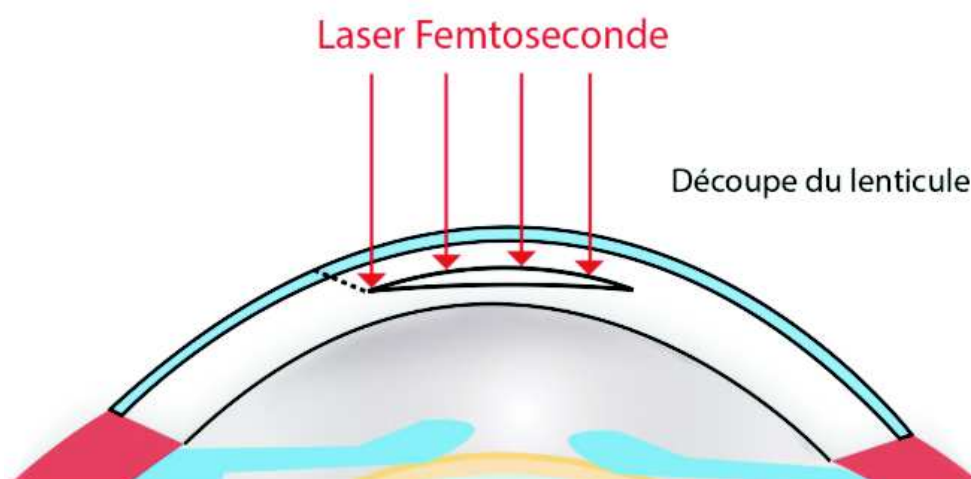


Figure 16 Schéma explicatif de la technique du SMILE (16)

D. La photo kératectomie réfractive trans-épithéliale

1. Le laser Excimer

a) Bref rappel historique

Le physicien américain Théodore Maiman créa le 16 mai 1960 le premier laser. Ce fut dans les années 1970 que le laser Excimer apparut. Il faudra attendre les années 1980 pour y découvrir ses premières applications médicales. C'est en 1983 que Trokel (20) réalise les premières ablations cornéennes sur des cornées de vache au laser Excimer et observe que ce laser permet une ablation précise sans abimer ni désorganiser les lamelles stromales adjacentes.

b) Définition d'un laser

Le mot laser est l'acronyme de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (LASER). Il s'agit d'un appareil de stimulation lumineuse capable de produire un rayonnement photonique monochromatique, directionnel, spatialement et temporellement cohérent (c'est-à-dire que les ondes lumineuses ont toutes la même fréquence et la même phase).

Le système de délivrance de l'onde laser est composé d'une cavité amplificatrice, d'un système optique et d'une source d'énergie. La cavité amplificatrice possède un matériau optiquement actif (gaz, cristal solide ou liquide) capable, après une stimulation, de produire une émission photonique stimulée de même fréquence, de même phase et de même direction. Cette stimulation est ensuite amplifiée à l'aide de miroirs puis est émise à la sortie du système optique. [Figure 17]

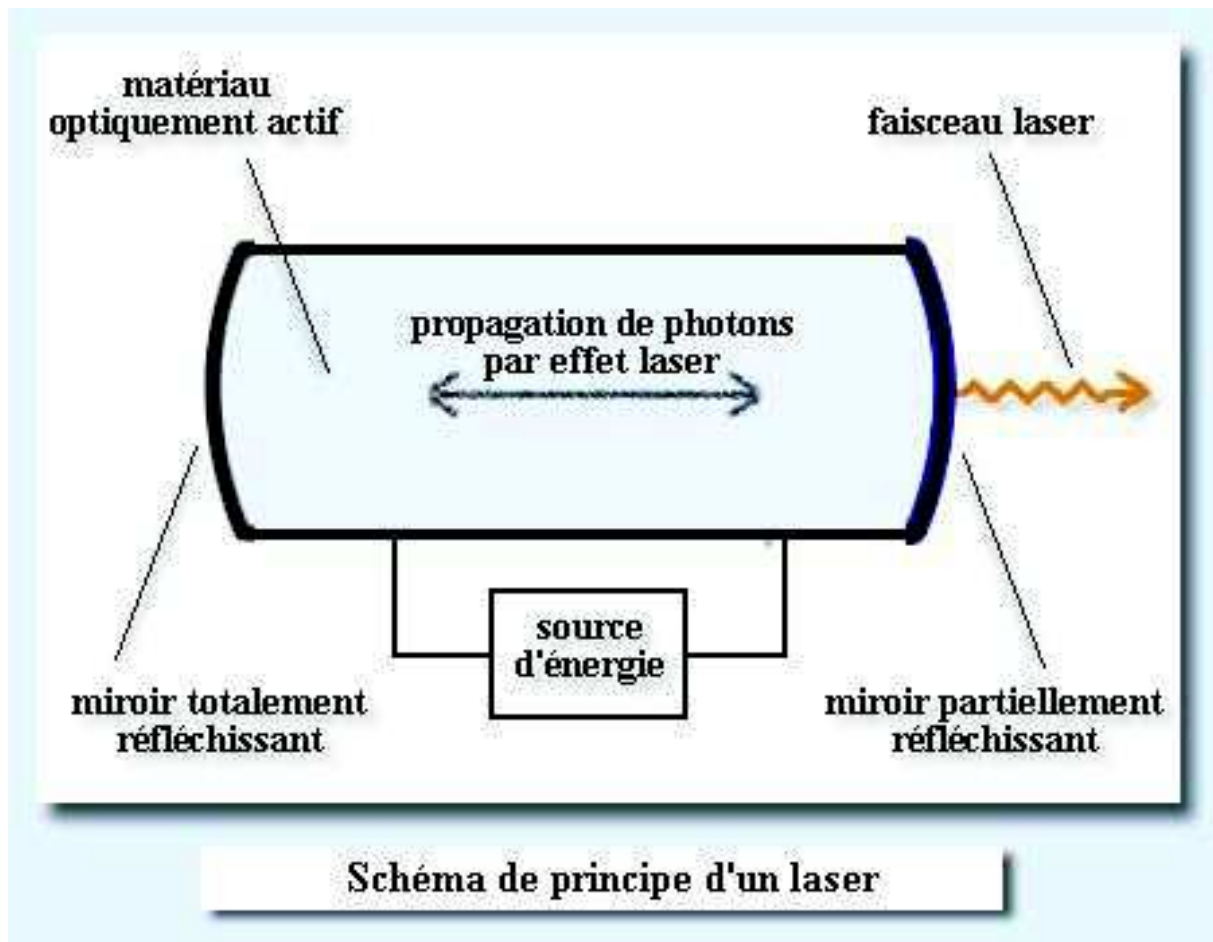


Figure 17 Schéma explicatif d'un dispositif laser (21)

c) Système de délivrance de l'onde laser Excimer

Dans le cadre spécifique du laser Excimer, la cavité amplificatrice est composée de 3 gaz : l'argon, le fluor et l'hélium. Le mélange argon-fluor a la particularité d'être dans un état stable à l'état excité (et non fondamental). Cette particularité est à l'origine de l'acronyme « Excimer » qui est le condensé des 2 mots anglais « Excited » (« excité » français) et « Dimer » (« dimère » en français). L'hélium est présent en tant que gaz tampon.

Le mélange argon-fluor passe de l'état excité à fondamental après stimulation par une impulsion électrique brève de l'ordre de la nanoseconde produite par la source de pompage. Ce changement d'état conduit à l'émission d'un laser ultraviolet de longueur d'onde de 193 nm.

Les caractéristiques du laser Excimer en pratique ophtalmologique sont une fluence de l'ordre de 100 à 500 mJ/cm², une durée d'impulsion de l'ordre de 5 à 30 ns et une fréquence de tirs comprise entre 10 et 1050 Hz.

Initialement le faisceau émis était de 8 mm de diamètre modulé par un système de fente et diaphragme afin d'obtenir le profil d'ablation souhaité. Aujourd'hui, il s'agit de « spots volants » de 0,5 à 2 mm de diamètre réalisant un chevauchement des tirs afin de réaliser des profils photo ablatifs plus complexes.

d) Caractéristiques de l'interaction laser - cornée

Après interaction entre le photon de l'onde laser et la cornée, il se produit une photo disruption, c'est-à-dire une rupture des liaisons covalentes du collagène. Cette rupture est responsable d'un encombrement des molécules et finalement d'une explosion à l'air libre. Il est donc important d'utiliser une aspiration au-dessus des tirs de laser afin d'absorber les particules émises après l'explosion et de ne pas gêner les impacts cornéens successifs.

Une partie des photons est absorbée sous forme de chaleur par la cornée. Cependant l'explosion à l'air libre et le temps d'interaction de l'ordre de la nanoseconde ne permettent pas la diffusion de la chaleur autour du lieu d'impact.

Il existe également un effet acoustique généré que l'on peut entendre durant l'intervention. [Figure 18]

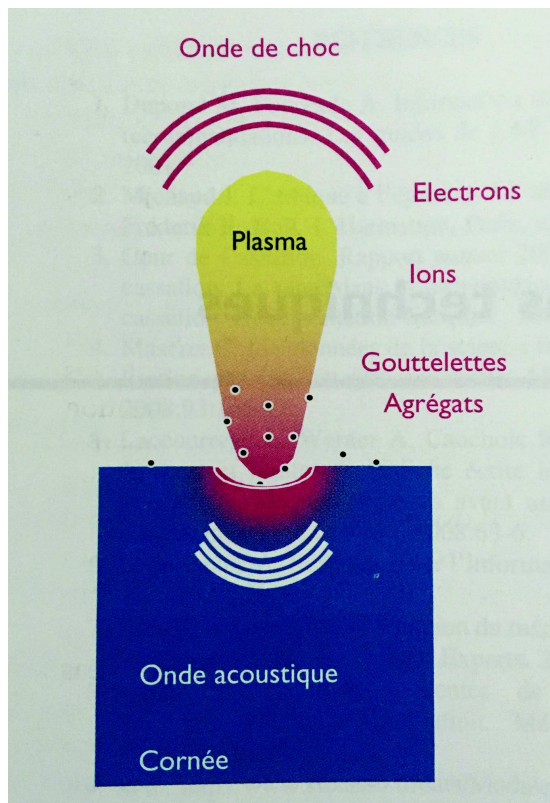


Figure 18 Mécanisme photo ablatif de l'interaction laser Excimer/cornée(9)

e) Physiopathologie de la cicatrisation du stroma antérieur

Les kératocytes, cellules du stroma cornéen, participent au maintien de la transparence et de la structure cornéenne en produisant le collagène ainsi que les protéoglycanes. La plus forte densité de kératocytes se situe dans les 10% les plus antérieurs du stroma (22).

Ces cellules sont plutôt quiescentes à l'état basal mais en cas de traumatisme du stroma cornéen, comme c'est le cas en chirurgie réfractive cornéenne, les kératocytes sont activés par des médiateurs inflammatoires (Interleukines, TNF, FGF, PGF, EGF, TGF beta). Ces médiateurs, issus des cellules épithéliales, des larmes et des glandes lacrymales, agissent sur les kératocytes à cause de la perte de la barrière anatomique et fonctionnelle représentée par l'épithélium et sa membrane basale.

Ces kératocytes peuvent réagir de 3 façons différentes sous l'action des médiateurs inflammatoires : soit se transformer en kératocytes activés ; soit se transformer en myofibroblastes ; soit entrer en apoptose.

Les kératocytes activés et les myofibroblastes participent au remodelage tissulaire en synthétisant de nouveaux composants de la matrice extracellulaire et du collagène. L'apoptose permettrait de réguler à la baisse le processus inflammatoire de cicatrisation (23).

Dès que la membrane basale de l'épithélium cornéen est restaurée, les myofibroblastes disparaissent. En revanche, si ces fibroblastes ne disparaissent pas à la fin du processus de cicatrisation, ils se transforment en kératocytes cicatriciels de manière irréversible, responsables d'une cicatrice cornéenne.

Toute anomalie dans ce processus de cicatrisation est responsable d'une perte de la transparence cornéenne. En chirurgie réfractive, cela se manifeste cliniquement par un « haze » cornéen. [Figure 19]



Figure 19 Haze cornéen chez un patient traité par photo kératectomie réfractive (CHU de Rouen)

2. Les indications opératoires

a) Le bilan pré opératoire en chirurgie réfractive

(1) Interrogatoire

Le bilan pré opératoire doit être exhaustif et précis afin de déterminer avec la plus grande précision possible l'opérabilité du patient.

Les caractéristiques du patient (âge, stabilité de la myopie, port de lentilles de contact et sa tolérance), ses antécédents personnels médicaux et chirurgicaux (généraux et ophtalmologiques) sont relevés. Son métier ainsi que ses activités loisirs et sportives sont également pris en compte.

(2) Examen ophtalmologique

Un examen ophtalmologique est réalisé avec mesure de l'acuité visuelle monoculaire et binoculaire sans et avec correction. Un examen par cycloplégique est nécessaire pour éliminer une composante accommodative.

L'examen bio microscopique recherche principalement des anomalies cornéennes (dystrophie, opacités, néo vaisseaux cornéens etc.), une sécheresse oculaire et une opacification du cristallin.

L'examen du fond d'œil vérifie l'absence de pathologie au niveau du nerf optique, de la macula et de la périphérie rétinienne.

Il est également important de mesurer la PIO afin de dépister un glaucome.

b) Les examens paracliniques

(1) Topographie cornéenne

Il s'agit d'un examen indispensable ayant pour but d'étudier essentiellement les courbures cornéennes antérieures et postérieures afin d'éliminer toute anomalie cornéenne et notamment rechercher des facteurs de risque d'ectasie ou bien même la présence d'un kératocône infra clinique ou fruste.

Il existe 2 types de topographies cornéennes : spéculaire et Scheimpflug.

La topographie cornéenne spéculaire se base sur la réflexion de mires sur la surface cornéenne. [Figure 20] Ses principaux inconvénients sont une dégradation de la qualité de l'acquisition en cas d'anomalie du film lacrymal et l'absence d'analyse de la face postérieure.

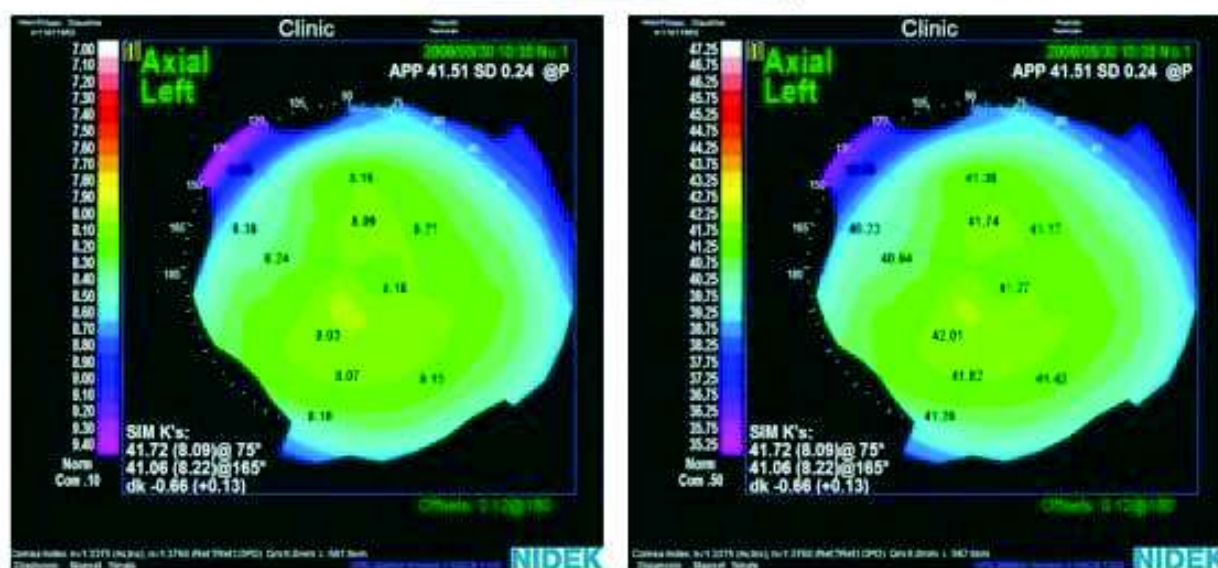


Figure 20 Topographie cornéenne par réflexion (24)

La topographie cornéenne Scheimpflug se base sur le balayage par une fente lumineuse permettant une analyse complète de la face antérieure et postérieure de la cornée. [Figure 21]

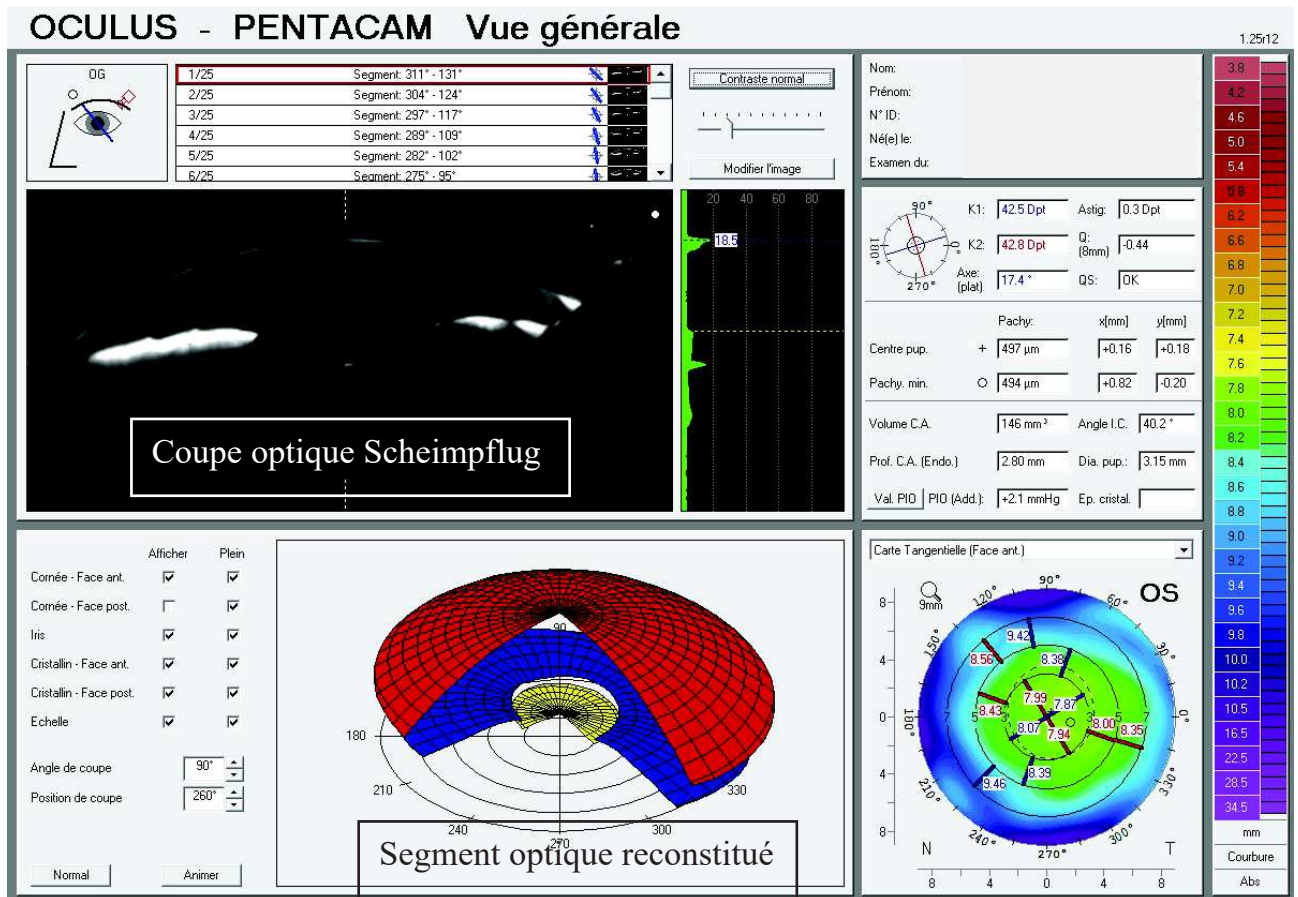


Figure 21 Topographie cornéenne Scheimpflug (CHU Rouen)

Les porteurs de lentilles de contact doivent retirer leurs lentilles : 4 à 7 jours avant l'examen pour les lentilles souples et 2 à 4 semaines pour les lentilles rigides afin d'éviter des artefacts (Corneal Warpage) (9).

Le principal intérêt de la topographie cornéenne en chirurgie réfractive est d'éliminer un kératocône fruste ou avéré qui serait une contre-indication à un traitement photo ablatif cornéen. [Figure 22]

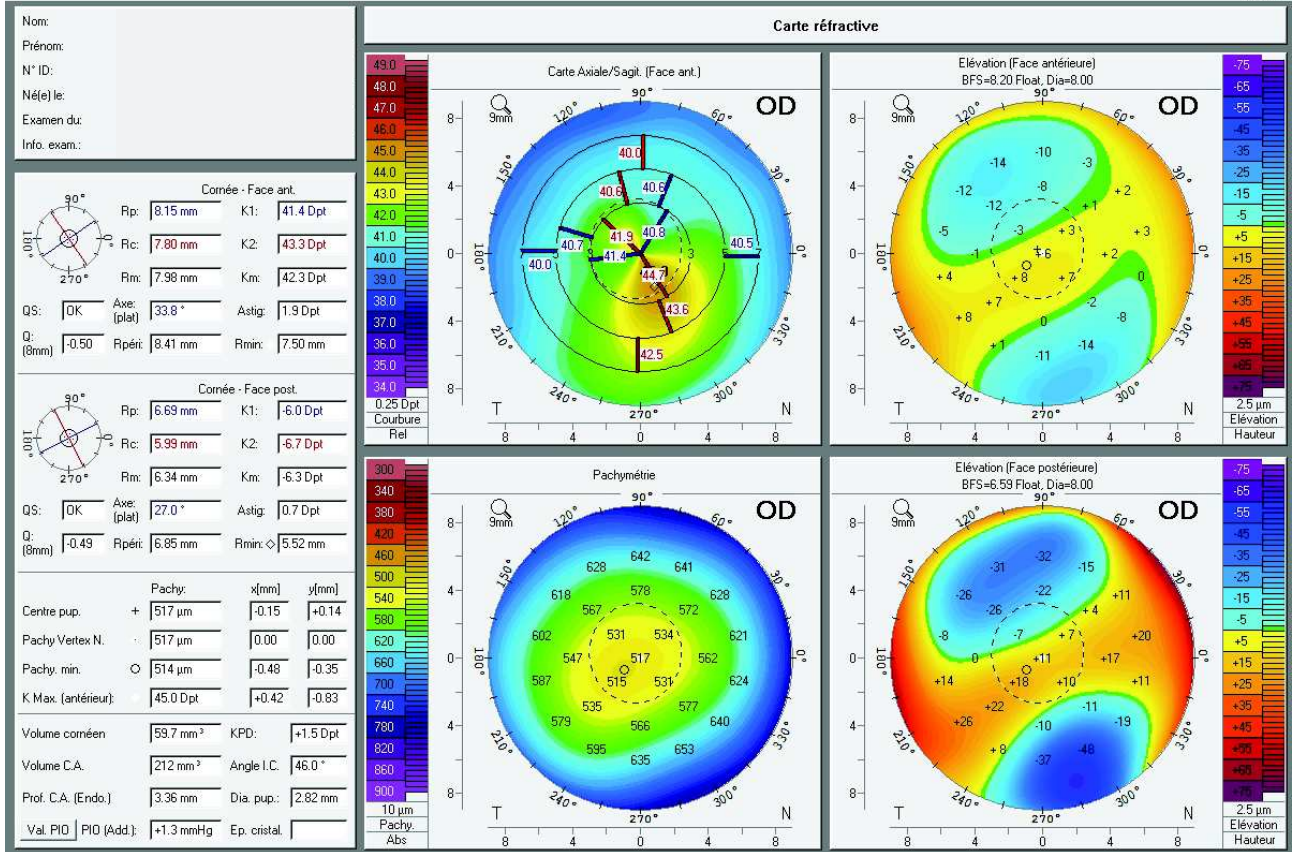


Figure 22 Topographie cornéenne d'un kératocône frustré (CHU Rouen)

(2) La pachymétrie

Il est important de connaître la pachymétrie initiale pré opératoire afin de s'assurer que le mur cornéen postérieur résiduel après chirurgie réfractive soit suffisant. L'épaisseur d'ablation peut être estimée grâce à la formule de Munnerlyn : $1/3 * D * Z_0^2$ (D = nombre de dioptries traitées ; Z_0 = diamètre de la zone optique). En effet, une pachymétrie résiduelle trop faible (inférieure à 250 – 300 µm) expose à un sur risque d'ectasie cornéenne.

(3) La pupillométrie

Le pupillomètre mesure le diamètre pupillaire en mode scotopique et photopique. [Figure 23] Un diamètre pupillaire important (supérieur à 7 mm) augmente les risques d'éblouissement et de halos en post opératoire liés aux aberrations optiques générées par la zone de transition.

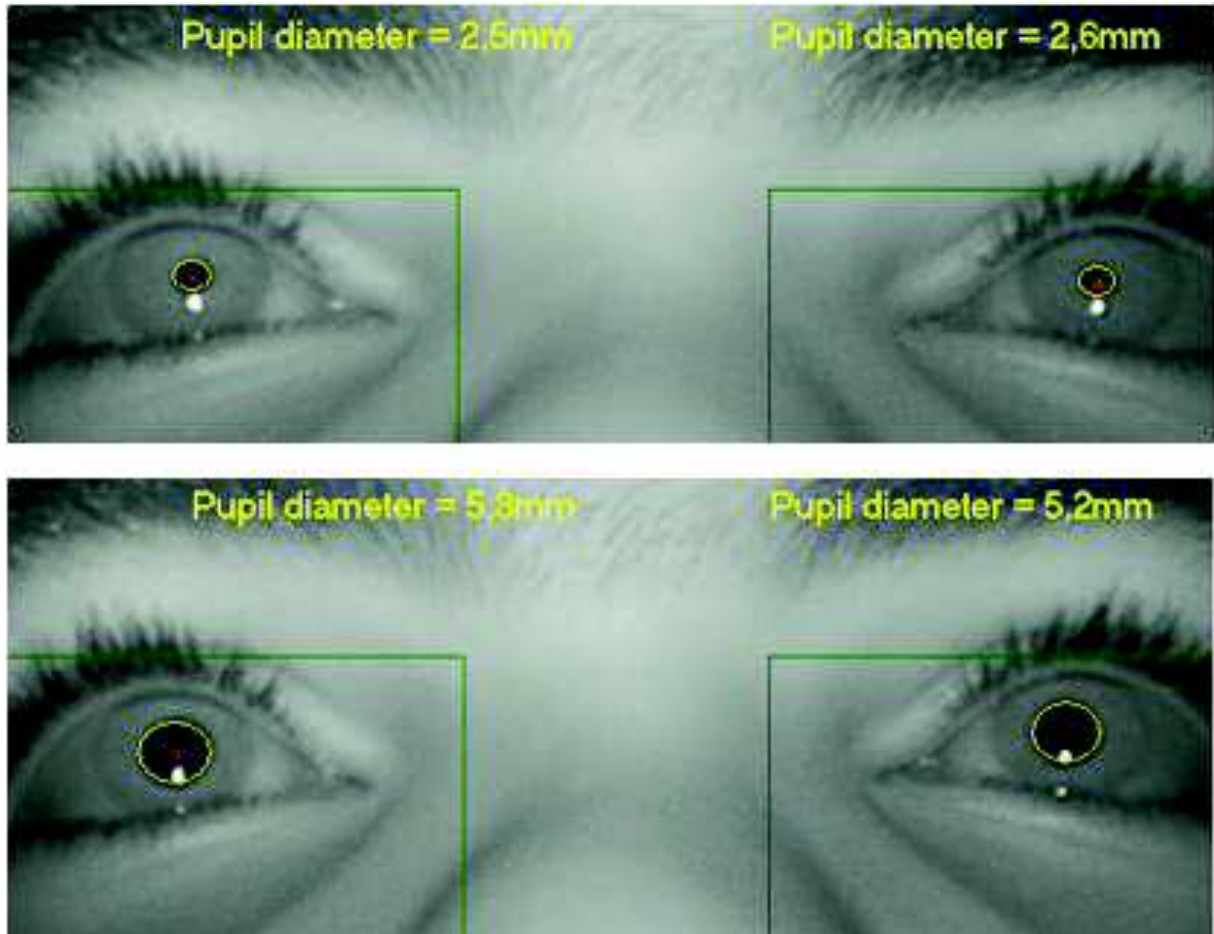


Figure 23 Pupillométrie photopique (supérieure) et mésopique (inférieure) (25)

3. Le déroulement de l'intervention

Avant l'intervention, le patient est réexaminé afin de vérifier sa réfraction. Une topographie cornéenne, une pupillométrie ainsi qu'une reconnaissance irienne sont réalisées. Le patient peut également bénéficier d'une prémédication par un anxiolytique léger si celui-ci en ressent le besoin.

Le patient est ensuite installé en décubitus dorsal sous la plateforme laser.

Le laser Excimer est dans un premier temps calibré puis les caractéristiques réfractives et topographiques du patient sont entrées dans l'interface du laser afin de calculer un nomogramme réfractif personnalisé.

L'intervention se déroule sous anesthésie topique. En France, les principaux collyres utilisés sont le chlorhydrate d'oxybuprocaine et le chlorhydrate de tétracaïne.

L'œil ainsi que les paupières sont nettoyés à l'aide de 2 badigeons de povidone iodée. Puis le patient est recouvert par des champs stériles et les paupières sont maintenues ouvertes à l'aide d'un blépharostat. Une reconnaissance irienne est effectuée avant le traitement laser afin de tenir compte de la cyclo torsion. Le traitement réfractif est effectué en un temps avec 2 phases : la photo ablation épithéliale standardisée puis la photo ablation stromale à visée réfractive. A la fin de l'intervention, la surface oculaire est rincée avec une solution salée isotonique puis une lentille thérapeutique est appliquée pour une durée de 5 jours à visée antalgique. [Figure 24]

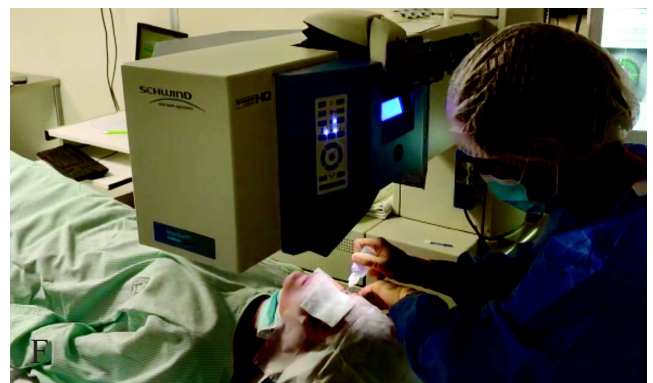
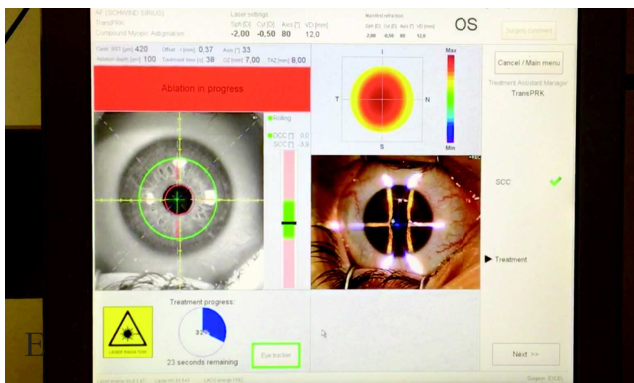
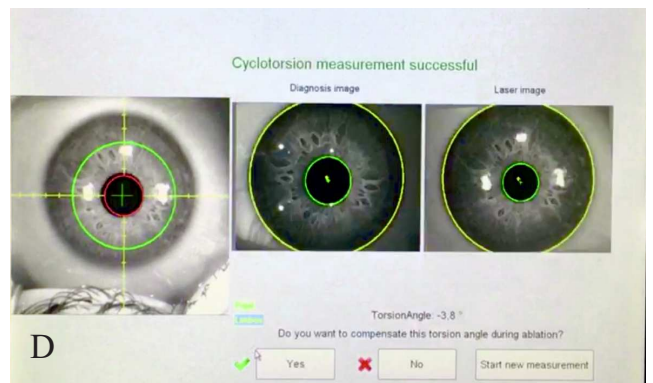
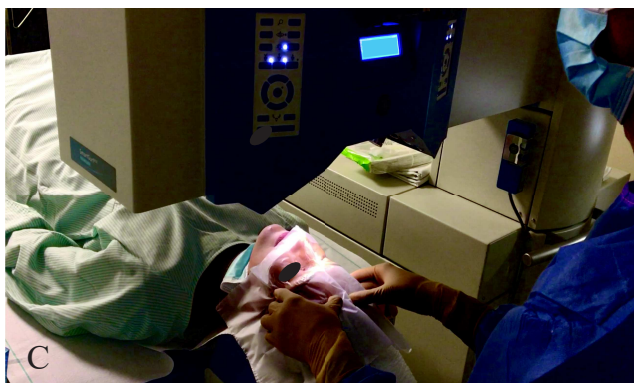
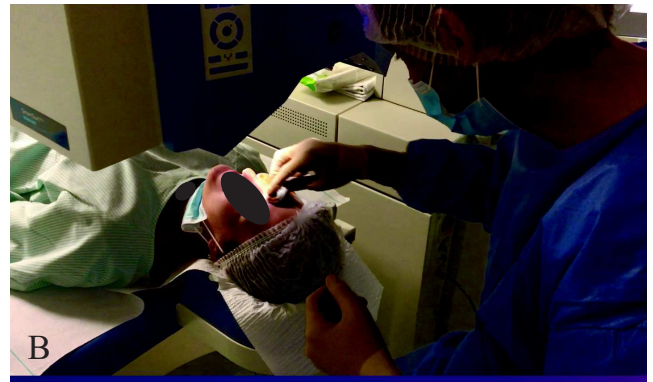


Figure 24 Différentes étapes de la trans-PKR (CHU Rouen)

A - Mise en place de la table opératoire ; B - double désinfection à la povidone iodée ; C - mise en place du champs stérile et du blépharostat ; D - Analyse de la cyclo torsion ; E - traitement réfractif au laser excimer ; F - rinçage au sérum salé isotonique et pose d'une lentille thérapeutique

4. Les différentes techniques de désépithérialisation

La photo kératectomie réfractive nécessite le retrait de l'épithélium avant le traitement réfractif sur la couche de Bowman et le stroma antérieur. [Figure 25]



Figure 25 Schéma explicatif des différentes étapes de la PKR (26)

Différentes méthodes sont utilisées : mécaniques, à l'aide d'un couteau de Desmarres [Figure 27] ou d'une brosse mécanisée par exemple, c'est la photo kératectomie réfractive classique [Figure 26-A] ou bien directement au laser Excimer, c'est la photo kératectomie réfractive trans-épithéliale [Figure 26-B].

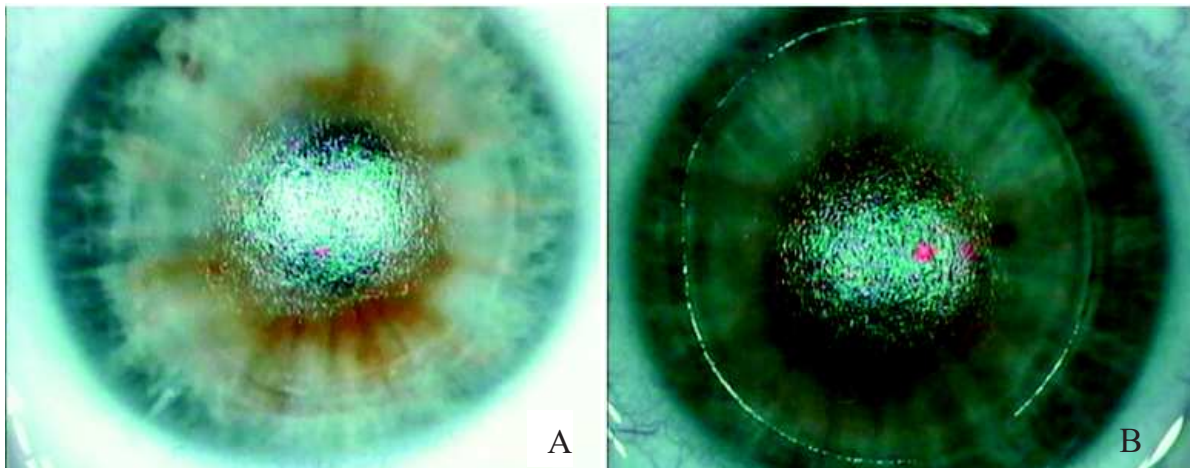


Figure 26 Photographies de cornée après désépithérialisation à la brosse de manière mécanique (A) ; directement au laser Excimer (B) d'après l'article de Gaeckle et al. (27)



Figure 27 Couteau de Desmarres (28)

5. La trans-PKR

Cette technique est proposée sur une plateforme de laser Excimer depuis 2007 (laser Amaris, SCHWIND, Allemagne). [Figure 28] La désépithélialisation est directement réalisée par le laser Excimer avant le traitement réfractif. La fluence du laser est adaptée à l'absorption de l'épithélium pour cette phase. Elle est donc différente de la fluence utilisée pour le traitement réfractif sur le stroma cornéen. Cette technique favoriserait une cicatrisation plus rapide et moins de douleurs post opératoires du fait d'une zone de désépithélialisation plus petite (27).



Figure 28 Plateforme laser Amaris SCHWIND (29)

L'épaisseur épithéliale ablatée est calibrée pour une ablation centrale de 55 μm au centre et 65 μm en périphérie. L'épaisseur épithéliale traitée augmente vers la périphérie afin de tenir compte de la variation épithéliale physiologique. Il est important de prendre en compte ce paramètre afin de ne pas induire un effet réfractif hypermétropisant par défaut d'ablation épithélial en périphérie. Il est vrai que l'épaisseur épithéliale est généralement standardisée et non personnalisée. Il existe donc un risque théorique d'imprécision réfractive non retrouvé dans les études comparant la trans-PKR à la PKR classique (30). À noter qu'il est également possible de personnaliser cette épaisseur épithéliale traitée directement sur l'interface du laser.

III. Étude clinique

La photo kératectomie réfractive trans-épithéliale ou trans-PKR est apparue en 2007 sur la plateforme laser SCHWIND Amaris. La trans-PKR a l'avantage de ne pas avoir besoin de réaliser un débridement mécanique, ce qui est plus confortable pour le patient et le chirurgien. Cependant, le débridement épithéliale étant réalisé par le laser Excimer et de manière standardisée, il semble important d'analyser son utilité et sa précision.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la précision réfractive, les résultats visuels, ainsi que la qualité de vision chez les patients opérés de trans-PKR.

A. Matériel et méthode

1. Population

Nous avons inclus de manière rétrospective l'ensemble des patients opérés de trans-PKR de novembre 2016 à mars 2020 au centre hospitalier universitaire de Rouen. Les patients ayant un antécédent de pathologie ophtalmologique ont été exclus.

2. Examens pré opératoires

Tous les patients ont bénéficié d'un examen ophtalmologique pré opératoire complet comportant une acuité visuelle corrigée, une réfraction subjective réalisée par le chirurgien ou un orthoptiste entraîné, une réfraction sous cycloplégique (Cyclopentolate chlorhydrate – Skiacol®), une mesure de la correction optique portée à l'aide d'un frontofocomètre (LM-1800-PD, Nidek, Japon), un examen à la lampe à fente avec examen de l'épithélium cornéen après instillation de fluorescéine et mesure du break-up time, un examen du fond d'œil dilaté, une topographie cornéenne de type Shchleimflug (Pentacam HR, Oculus, Germany), et une mesure de la pression intraoculaire.

3. Technique chirurgicale

Les trans-PKR ont été réalisées par 3 opérateurs différents. La plateforme utilisée est la SCHWIND Amaris 750 (version 5.2.23.1904). L'épaisseur épithéliale était standardisée avec une ablation épithéliale de 55 μm au centre et 65 μm en périphérie. La zone optique est choisie en fonction du diamètre pupillaire scotopique de manière à ce que celui-ci soit couvert par la zone optique totale d'ablation. À la fin de l'intervention, la cornée est irriguée à l'aide d'une solution de sérum salé isotonique puis une lentille souple thérapeutique est appliquée pour une durée de 3 – 4 jours à visée antalgique. En post opératoire, les patients ont bénéficié d'un traitement par Tobramycine collyre (Tobrex[®]) 4 fois par jour pendant 5 jours et Dexaméthasone collyre (DEXAFREE[®]) 4 fois par jour pendant 5 jours puis 3 fois par jour pendant 3 semaines. Une protection solaire est également recommandée.

4. Examens post opératoires

Les patients étaient examinés 3 jours après l'opération afin de retirer la lentille souple thérapeutique et vérifier l'absence de complication immédiate. À 1 mois et entre 3 et 6 mois post opératoires, les patients étaient revus en consultation pour une mesure de la réfraction, une acuité visuelle non corrigée ainsi qu'une kératométrie et un examen à la lampe à fente afin de relever d'éventuelles complications.

5. Questionnaire de satisfaction post opératoire

Afin d'évaluer la satisfaction du patient, un questionnaire leur a été adressé par mail après explications et recueil du consentement par téléphone. Notre questionnaire comportait les 42 questions à choix multiples du National Eye Institute Refractive Error Quality of Life Instrument (NEI-RQL-42TM) (31) traduites en Français (32) auxquelles nous avons ajouté des questions portant sur l'intensité des douleurs post opératoires, la durée de récupération visuelle ainsi que la satisfaction globale du patient sur le résultat de la chirurgie. Le temps nécessaire pour remplir le questionnaire par le patient était évalué à environ 10 minutes. Le questionnaire est disponible en annexe.

Concernant le questionnaire NEI-RQL-42TM, cet instrument ne donne pas un score global mais l'évaluation de 13 catégories évaluées sur une échelle de 0 (mauvais) à 100 (excellent). Les 13 catégories (issues de la traduction française du questionnaire anglais (32)) sont : la netteté de la vision (4 questions), les attentes du patient (2 questions), la vision de près (4 questions), la vision de loin (5 questions), les fluctuations diurnes (2 questions), les limitations des activités (4 questions), les phénomènes visuels lumineux (2 questions), les symptômes visuels (7 questions), la dépendance à une correction (4 questions), la préoccupation visuelle (2 questions), la correction sous-optimale (2 questions), l'apparence physique (3 questions), la satisfaction de la correction (1 question). Le patient était incité à répondre à toutes les questions. Cependant, s'il ne répondait pas à une question, le calcul du score de la catégorie était calculé sans l'item manquant comme prévu dans ce score (31). [Tableau 1]

Il existe également des traductions validées dans plusieurs autres langues comme le turc (33) ; l'iranien (34); le grecque (35) ; le chinois simplifié et l'indien.

Catégorie	Nombre d'items	Questions composant la catégorie
Netteté de la vision	4	23, 37, 39, 40
Attentes du patient	2	1, 28
Vision de près	4	2, 7, 8, 11
Vision de loin	5	4, 5, 6, 9, 10
Fluctuations diurnes	2	3, 20
Limitation des activités	4	12, 33, 34, 35
Phénomènes visuels lumineux	2	17, 38
Symptômes visuels	7	18, 19, 24, 25, 36, 41, 42
Dépendance à une correction	4	13, 14, 15, 16
Préoccupations visuelles	2	21, 22
Correction sous optimale	2	31, 32
Apparence physique	3	27, 29, 30
Satisfaction de la correction	1	26

Tableau 1 Association des questions avec leur catégorie pour calculer les scores de l'échelle NEI-RQL-42TM (31)

B. Résultats

1. Caractéristiques démographiques des participants

Soixante-sept patients ont bénéficié d'une chirurgie de type trans-PKR entre novembre 2016 et mars 2020. Cinq patients ont été exclus : un patient avait un antécédent de chirurgie réfractive par LASIK, trois patients avaient été opérés d'une greffe de cornée et un patient avait été récusé le jour de l'opération pour nausées.

Parmi les 62 patients inclus, 120 yeux ont été analysés. Il s'agit de 25 hommes et de 37 femmes, avec un âge moyen de $30,5 \pm 7,24$ ans. [Tableau 2 ; Figure 29]

Paramètre	Moyenne \pm DS	Tranche d'âge
Âge (années)	$30,54 \pm 7,24$	20 - 55
Genre	Homme (n)	$30,43 \pm 7,30$ (25)
	Femme (n)	$30,61 \pm 7,30$ (37)

Tableau 2 Caractéristiques démographiques

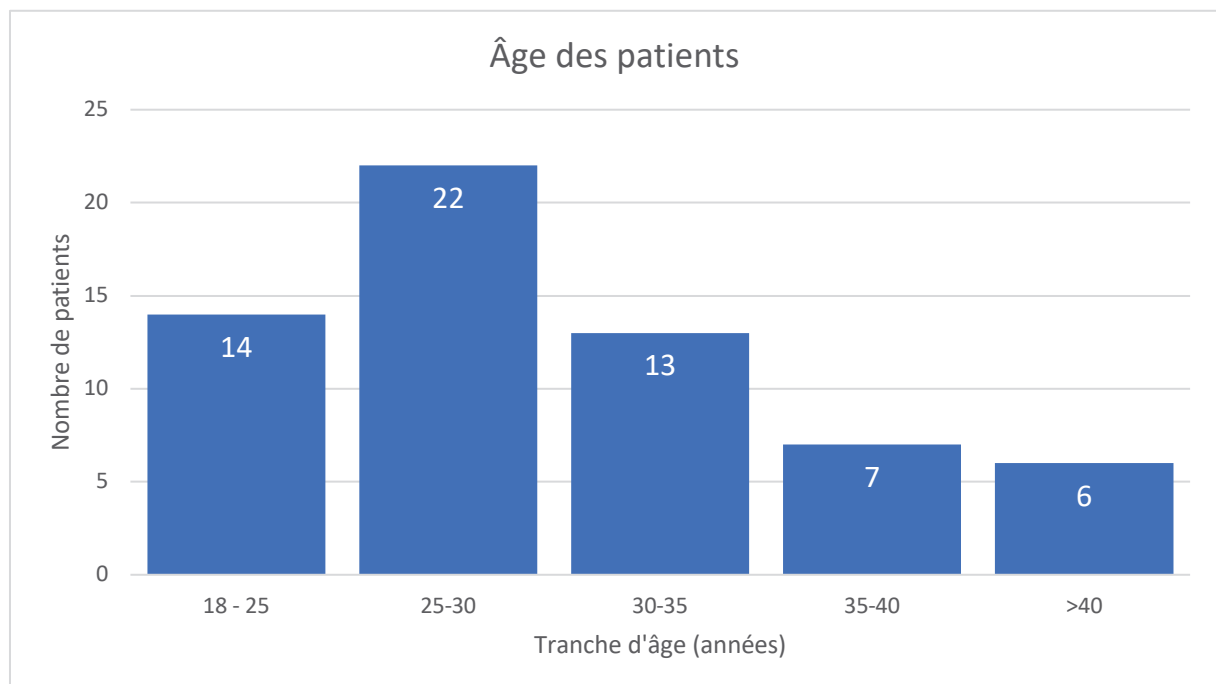


Figure 29 Répartition de l'âge des patients inclus

Concernant le questionnaire de qualité de vie NEI-RQL-42™, 8 patients n'ont pas reçu le questionnaire par l'absence de coordonnées valides dans le dossier administratif. Parmi les 54 patients ayant reçu le questionnaire, 44 ont répondu à celui-ci. [Figure 30] Le taux de réponse est donc de 81%.

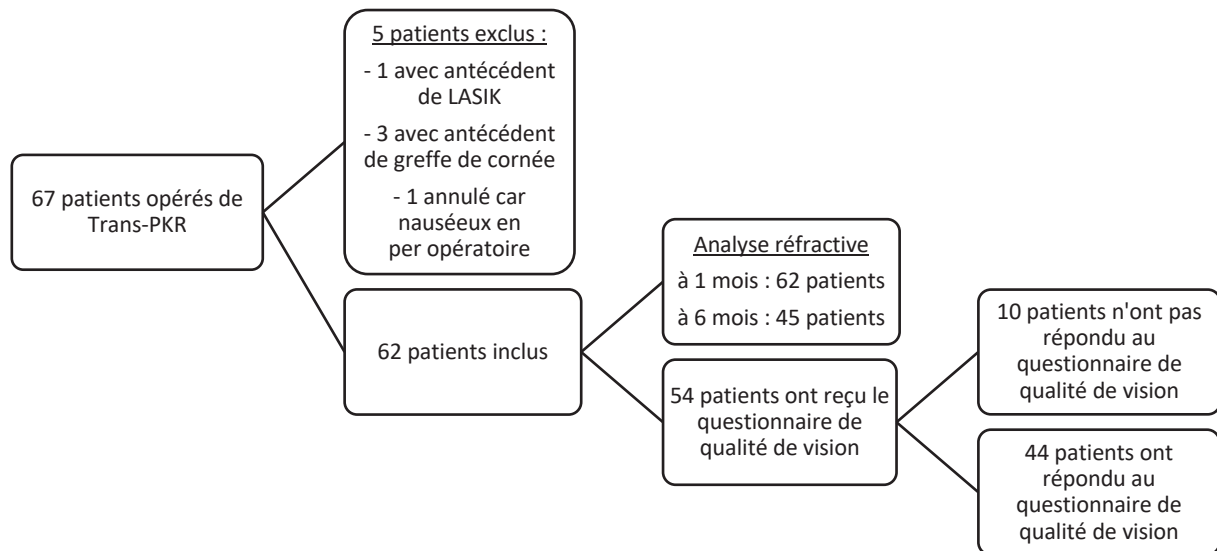


Figure 30 Diagramme de Flux

2. Caractéristiques réfractives pré opératoires

Lors de l'examen pré opératoire, l'équivalent sphérique moyen est mesuré à $-2,64 \pm 1,20$ D sans cycloplégique, à $-2,64 \pm 1,25$ D avec cycloplégique. La correction optique moyenne portée est de $-2,79 \pm 1,22$ D.

La kératométrie antérieure moyenne est de $43,70 \pm 1,47$ D. [Tableau 3]

Parmi les yeux traités, 72% présentent des myopies légères ($-3 \text{ D} < \text{sphère} < 0 \text{ D}$) et 27% présentent des myopies modérées ($-6 \text{ D} < \text{sphère} \leq -3 \text{ D}$). Un œil est hypermétrope de $+0,25$ D mais son équivalent sphérique est myopique de $-0,875$ D du fait d'un astigmatisme de $-1,25$ D. [Tableau 4]

Caractéristiques	Nombre de patients	62	
	Nombre yeux	120	
	Âge	30,54	± 7,24
	Sexe	25 hommes et 37 femmes	
Réfraction sans cycloplégique (D)	Sphère	-2,28	± 1,17
	Cylindre	-0,71	± 0,69
	Équivalent sphérique	-2,64	± 1,20
Réfraction avec cycloplégique (D)	Sphère	-2,24	± 1,23
	Cylindre	-0,81	± 0,63
	Équivalent sphérique	-2,64	± 1,25
Réfraction portée (D)	Sphère	-2,48	± 1,19
	Cylindre	-0,62	± 0,66
	Équivalent sphérique	-2,79	± 1,22
Kératométrie antérieure	mm	7,73	± 0,24
	D	43,72	± 1,39

Tableau 3 Caractéristiques réfractives pré opératoires

Amétropies (D)	Sans cycloplégique		Avec cycloplégique		Correction portée	
Myopie légère (-3 D < sphère < 0 D)	86 yeux	(72%)	86 yeux	(72%)	79 yeux	(66%)
Myopie modérée (-6 D < sphère ≤ -3 D)	33 yeux	(28%)	32 yeux	(27%)	40 yeux	(33%)
Myopie forte (sphère ≤ -6 D)	0 œil	(0%)	0 œil	(0%)	1 œil	(1%)
Hypermétrope (sphère > 0 D)	0 œil	(0%)	1 œil	(1%)	0 œil	(0%)

Tableau 4 Répartition des amétropies

3. Caractéristiques réfractives per opératoires

L'équivalent sphérique moyen traité pour l'ensemble des yeux est de $-2,79 \pm 1,25$ D. La durée réelle moyenne de traitement réalisée est de 45 ± 16 secondes pour un temps de traitement théorique prévu de 41 ± 10 secondes. La zone optique moyenne de traitement est de $7,02 \pm 1,14$ mm pour une zone totale d'ablation moyenne de $8,14 \pm 1,09$ mm. L'épaisseur moyenne ablatée (épithélium inclus) est de $109,14 \pm 26,60$ μ m. [Tableau 5]

Quatre yeux de 2 patients ont bénéficié de mitomycine per opératoire pour des amétropies sphériques myopiques supérieures à 4,5 dioptries.

		Moyenne		DS	Min	Max
Traitement réfractif (D)	Sphère	-2,41	±	1,23	-6,00	-0,25
	Cylindre	-0,75	±	0,68	-3,50	1,25
	Equivalent sphérique	-2,79	±	1,25	-6,75	-0,75
Technique (nb yeux)	Trans-PKR	116		97%		
	Trans-PKR + mitomycine	4		3%		
Zone de traitement (mm)	Optique	7,02	±	0,96	6,50	7,70
	Transition	1,12	±	0,28	0,71	1,89
	Totale	8,14	±	1,09	7,29	8,82
Épaisseur d'ablation (μ m)	Maximale	109,89	±	24,72	75,00	177,00
	Centrale	109,14	±	24,86	73,98	176,73
	Minimale	64,54	±	8,37	62,37	68,03
	Volume (nL)	4530,86	±	914,96	3117	6995
Durée de traitement (s)	Prévue	41,10	±	9,48	26	66
	Réalisée	45,46	±	15,52	27	124

Tableau 5 Caractéristiques per opératoires

4. Résultats réfractifs post opératoires

En post opératoire, l'équivalent sphérique mesuré est de $-0,18 \pm 0,45$ D à 1 mois et de $-0,12 \pm 0,28$ D à 6 mois. [Figure 31 ; Figure 32]

La kératométrie post opératoire moyenne est de $41,31 \pm 6,85$ D. [Tableau 6]

Il existe une variation significative de la puissance du cylindre entre 1 et 6 mois post opératoire ($p < 0,0001$).

	Pré opératoire	6 mois	
Sphère (D)	Moyenne \pm DS	$-2,28 \pm 1,17$	$0,07 \pm 0,28$
	Min - Max	(-5,5 à 0)	(-0,75 à 1)
	Médiane	[-2,25]	[0]
Cylindre (D)	Moyenne \pm DS	$-0,71 \pm 0,69$	$-0,37 \pm 0,28$
	Min - Max	(-3,5 à 0)	(-1,25 à 0)
	Médiane	[-0,5]	[-0,25]
Équivalent sphérique (D)	Moyenne \pm DS	$-2,64 \pm 1,2$	$-0,12 \pm 0,26$
	Min - Max	(-6,13 à -0,63)	(-0,88 à 0,75)
	Médiane	[-2,44]	[-0,13]

Tableau 6 Résultats réfractifs comparatifs

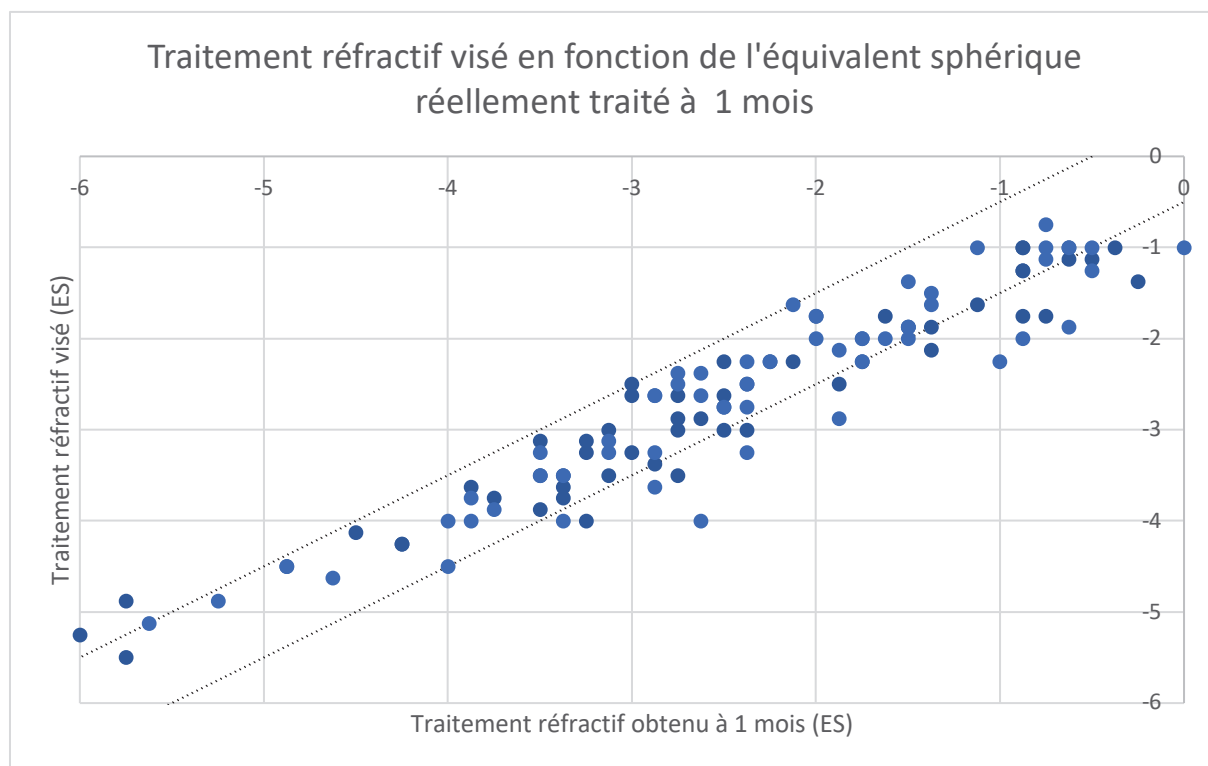


Figure 31 Nuage de points de la précision réfractive à 1 mois

ES = équivalent sphérique en dioptrie

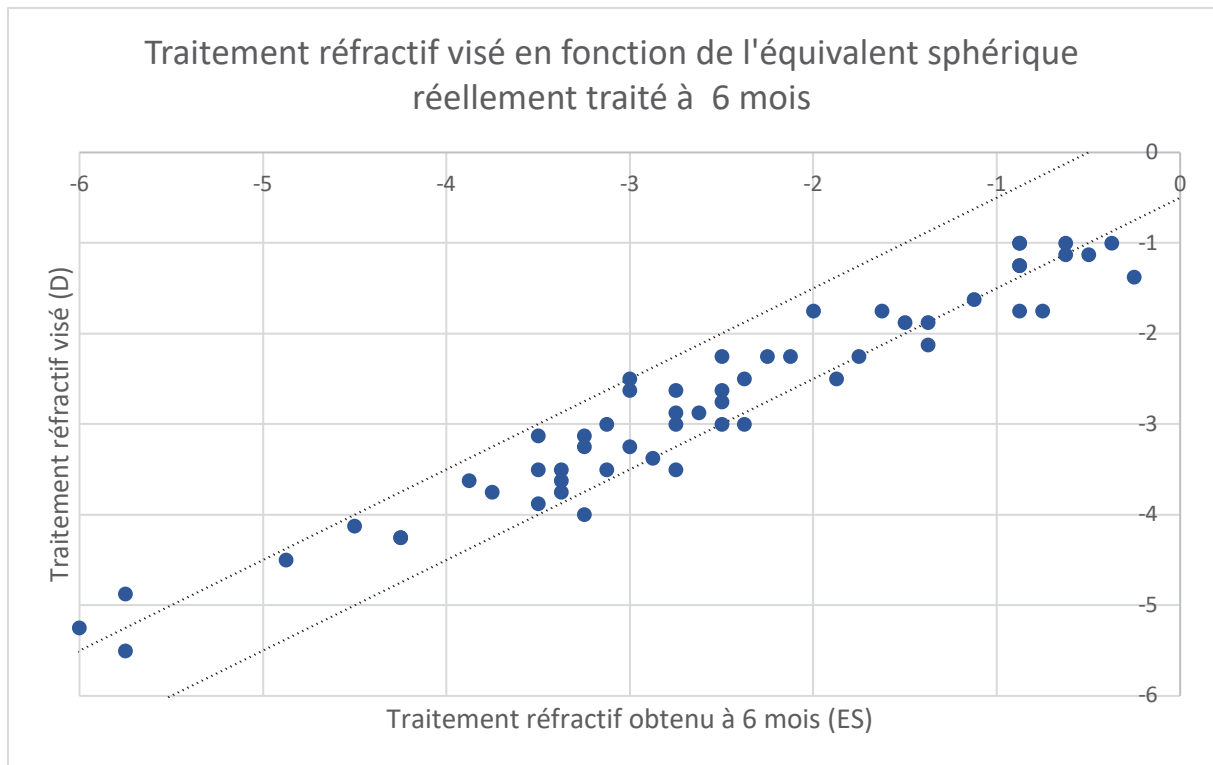


Figure 32 Nuage de points de la précision réfractive à 6 mois
 ES = équivalent sphérique en dioptrie

5. Précision réfractive

Un équivalent sphérique entre -0,25 D et + 0,25 D est atteint pour 40% des yeux à 1 mois et 47% des yeux à 6 mois.

À 1 mois, 83% des yeux sont à $\pm 0,50$ D d'équivalent sphérique de la cible réfractive. À 6 mois, 88% des yeux sont à $\pm 0,50$ D d'équivalent sphérique de la cible réfractive. [Tableau 7 ; Figure 33]

Réfraction résiduelle à 6 mois	Nombre d'yeux	Pourcentage
Sphère		
$0 \text{ D} \leq \text{Sphère} \leq 0,5 \text{ D}$	68	93,2%
$0,5 \text{ D} < \text{Sphère} \leq 1,0 \text{ D}$	5	6,8%
$ \text{Sphère} > 1,0 \text{ D}$	0	0,0%
Cylindre		
$0 \text{ D} \leq \text{Cylindre} \leq 0,5 \text{ D}$	64	90,1%
$0,5 \text{ D} < \text{Cylindre} \leq 1,0 \text{ D}$	7	9,9%
$\text{Cylindre} > 1,0 \text{ D}$	0	0,0%
Équivalent sphérique		
$0 \text{ D} \leq \text{ES} \leq 0,5 \text{ D}$	64	88%
$0,5 \text{ D} < \text{ES} \leq 1,0 \text{ D}$	9	12%
$ \text{ES} > 1,0 \text{ D}$	0	0%

Tableau 7 Réfraction résiduelle à 6 mois

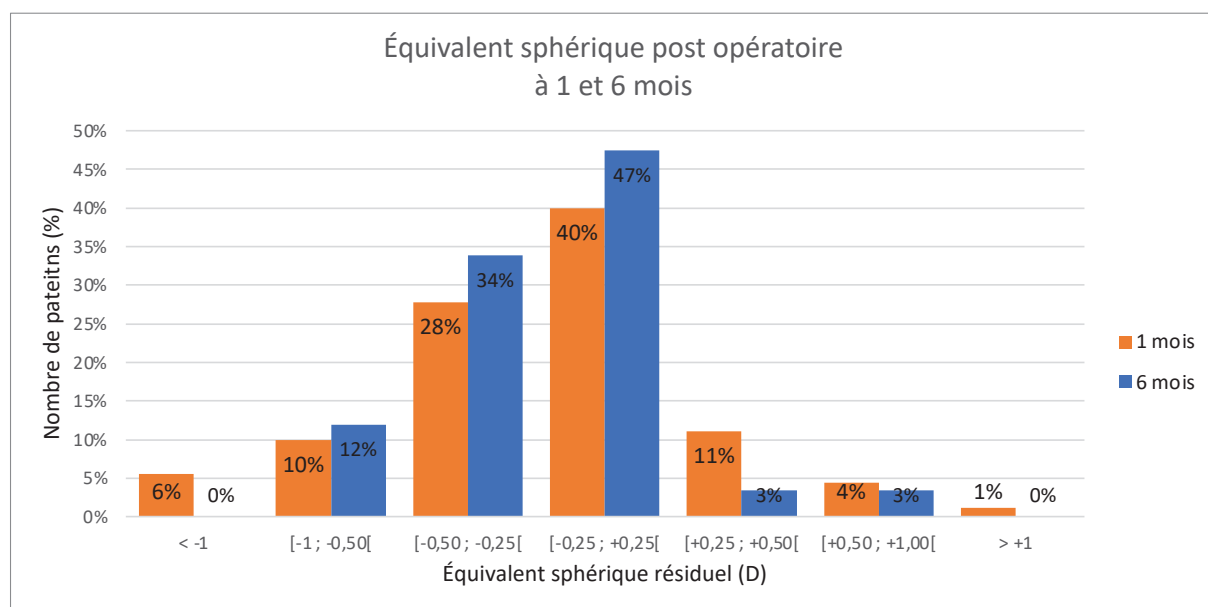


Figure 33 Précision réfractive à 1 et 6 mois post opératoire

6. Acuité visuelle

Un mois après la trans-PKR, 95% des yeux ont une acuité visuelle non corrigée supérieure à 8/10^e et 86% ont une acuité visuelle non corrigée au moins à 10/10^e. Six mois après la Trans-PKR, 97% des yeux ont une acuité visuelle non corrigée supérieure à 8/10^e et 91% des yeux ont une acuité visuelle non corrigée supérieure à 10/10^e. [Figure 34]

Tous les yeux ont une acuité visuelle non corrigée supérieure ou égale à 5/10^e à 1 mois et 7/10^e à 6 mois.

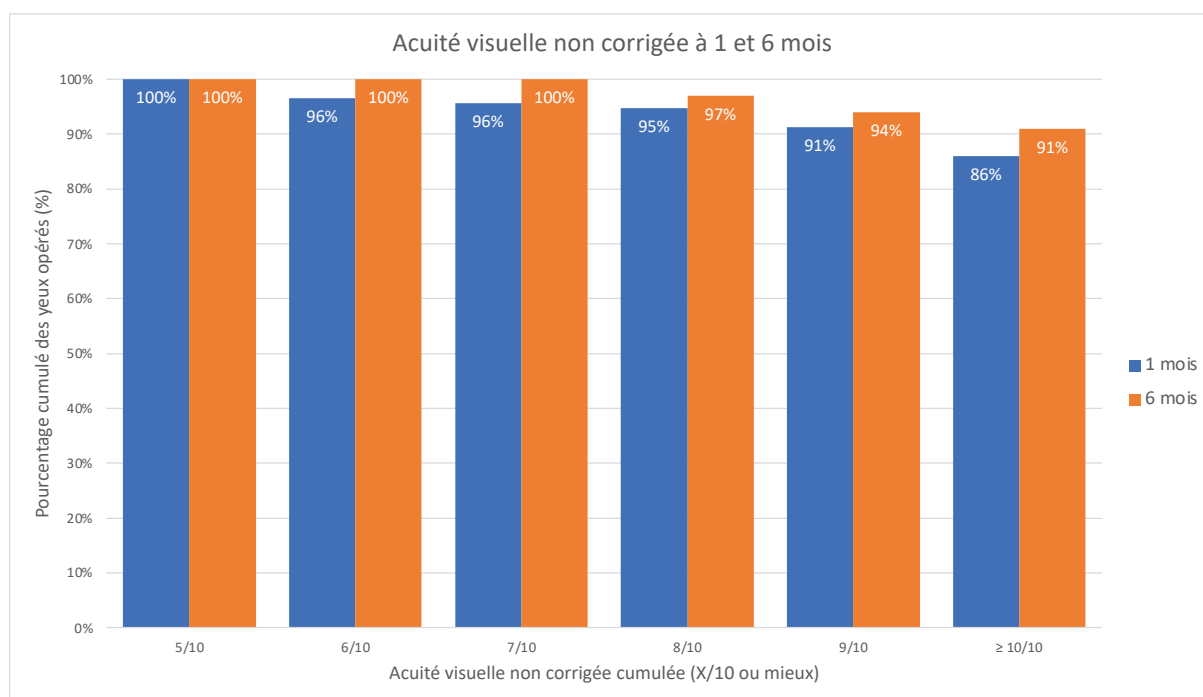


Figure 34 Acuité visuelle non corrigée post trans-PKR à 1 et 6 mois

7. Qualité de vision

La qualité de la vision du patient a été évaluée à l'aide de l'échelle NEI-RQL-42TM. Les catégories « vision de près », « vision de loin », « satisfaction de la correction », « dépendance à la correction », « correction suboptimale », « limitation des activités » ainsi que « apparence » bénéficient d'un score moyen supérieur à 90/100.

Les « phénomènes visuels lumineux », « les attentes » et « les préoccupations » ont des scores inférieurs à 80% avec des écarts types importants mettant en évidence une grande variabilité des réponses. [Tableau 8]

Score	Moyenne	Écart type
Satisfaction de la correction	94,5	10,9
Netteté de la vision	84,7	14,7
Vision de près	95,9	8,4
Vision de loin	93,3	9,1
Fluctuations diurnes	85,3	20,1
Dépendance de la correction	97,7	9,2
Correction suboptimale	100,0	0,0
Limitation des activités	99,3	3,4
Phénomènes visuels lumineux	69,0	28,3
Symptômes	82,3	16,1
Apparence	97,1	9,8
Attentes	65,5	38,6
Préoccupations	77,8	23,5

Tableau 8 Résultats du Score NEI-RQL-42TM

8. Inconfort post opératoire

Les principales plaintes post opératoires tardives rapportées par les patients de notre étude sont une sensibilité douloureuse (45%), des halos lumineux (43%), une fatigue oculaire (39%) et un éblouissement (34%). Les patients rapportent finalement peu de larmoiement (9%) et de vision déformée (5%). [Tableau 9]

Inconfort	Proportion
Sensibilité douloureuse	45%
Halos lumineux	43%
Fatigue des yeux	39%
Eblouissement	34%
Brouillard visuel	16%
Larmoiement	9%
Vision déformée	5%

Tableau 9 Inconfort post opératoire

Certains patients se disent très gênés par l'éblouissement, les halos lumineux et la fatigue des yeux. Les autres inconforts sont, tout au plus, assez gênants. [Tableau 10]

Inconfort	Pas du tout	Peu	Assez	Très	Total
Sensibilité douloureuse	2%	36%	7%	0%	45%
Halos lumineux	8%	22%	11%	3%	43%
Fatigue des yeux	2%	23%	9%	5%	39%
Eblouissement	0%	20%	9%	5%	34%
Brouillard visuel	0%	14%	2%	0%	16%
Larmoiement	0%	9%	0%	0%	9%
Vision déformée	0%	0%	5%	0%	5%

Tableau 10 Intensité de l'inconfort post opératoire

Concernant les douleurs post opératoires précoces survenant dans les 48 premières heures, elles sont rapportées comme sévères à très sévères dans plus de deux tiers des cas (68%). Seuls 3 patients ont rapporté des douleurs faibles, et un seul n'a eu aucune douleur. [Figure 35]

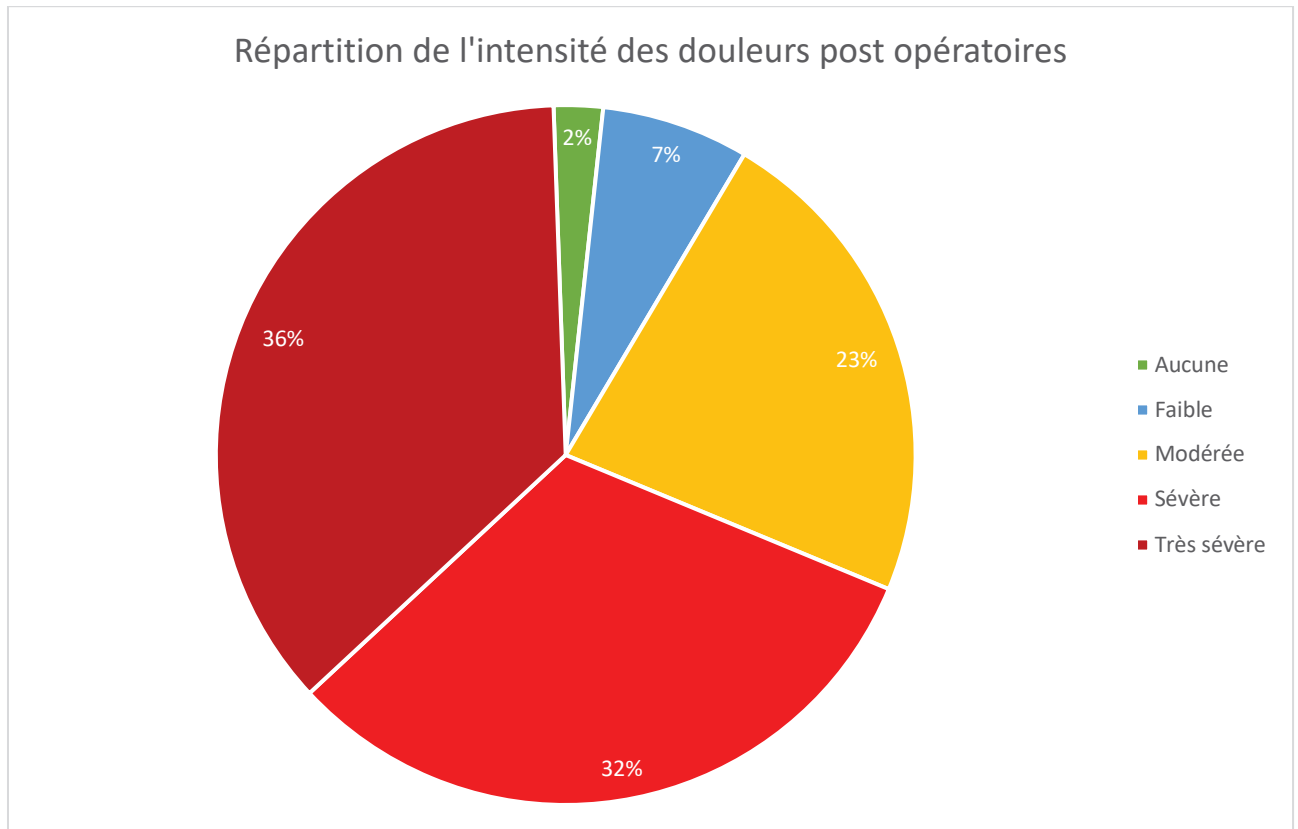


Figure 35 Répartition de l'intensité des douleurs post opératoires

Soixante-cinq pour cent des patients ont eu recours à des antalgiques. Parmi eux, 32% ont nécessité l'utilisation d'antalgiques de palier II. [Tableau 11]

Nombre de réponses	44	71%
Intensité de douleurs		
	Aucune	1 2%
	Faible	3 7%
	Modérée	10 23%
	Sévère	14 32%
	Très sévère	16 36%
Prise d'antalgique dans les 48h (%)	28	64%
	palier I	24 86%
	palier II	9 32%
	palier I + II	7 25%
Temps avant reprise (J)		
	des activités personnelles confortablement	7 [4 - 10]
	des activités professionnelles confortablement	10 [6,5 - 15]

Tableau 11 Récapitulatif des douleurs post opératoires

Le délai moyen de récupération visuelle complète rapporté par les patients est de 7 jours [4 – 10] pour les activités personnelles et de 10 jours [7 - 15] pour les activités professionnelles (p=0,055). [Figure 36]

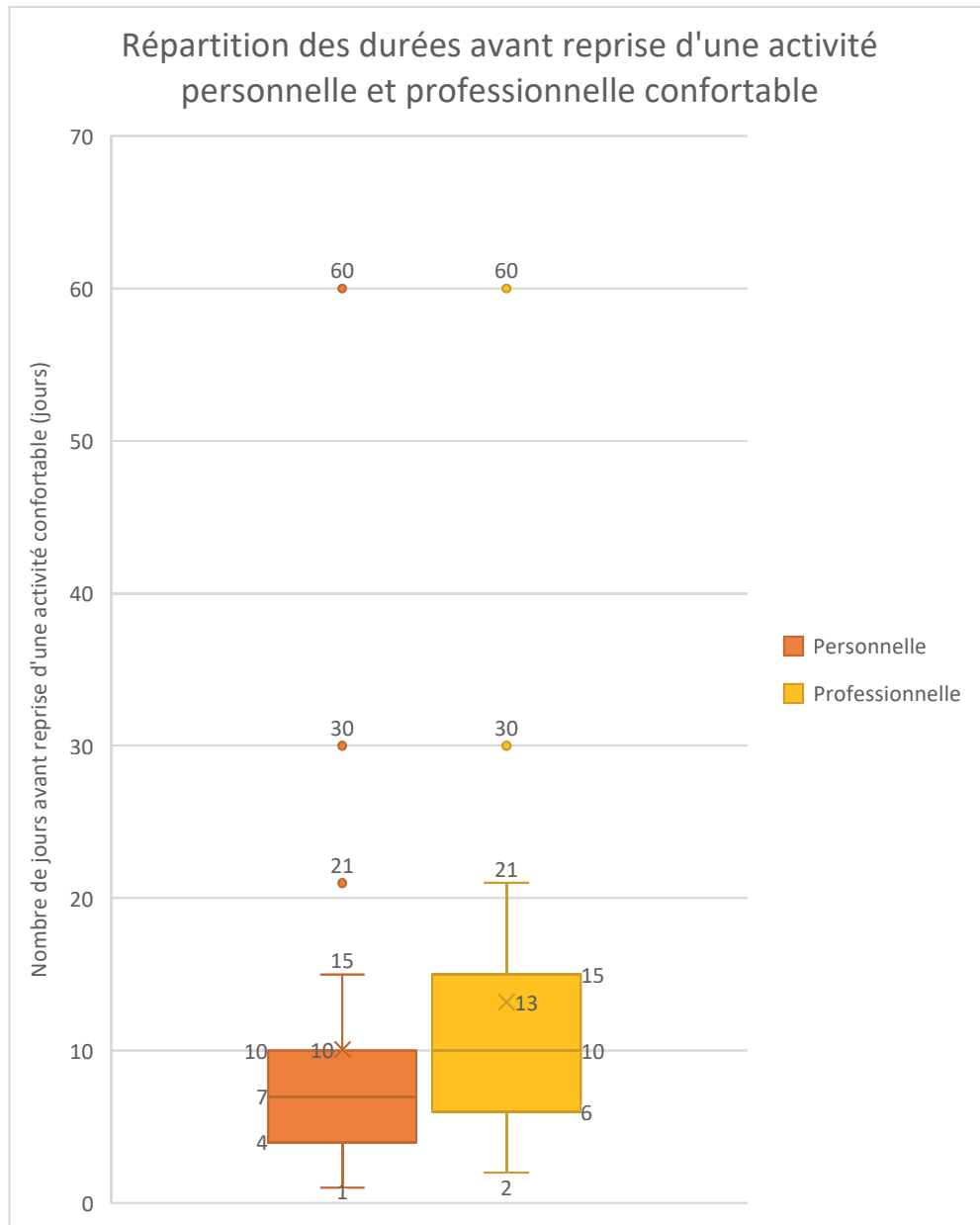


Figure 36 Diagramme en boîte du nombre de jours avant reprise d'une activité personnelle ou professionnelle confortable

Concernant la satisfaction, 98% des patients sont très satisfaits et conseilleraient l'intervention à leurs amis.

C. Discussion

Dans notre étude portant sur 120 yeux de 62 patients, la précision réfractive pour les trans-PKR de myopies faibles à modérées semble excellente avec un équivalent sphérique final moyen de $-0,11 \pm 0,28$ D à 6 mois. La qualité de vision obtenue est rapportée comme très satisfaisante par 98% des patients de l'étude.

1. Caractéristiques pré opératoires

Les trans-PKR réalisées dans notre service sont principalement faites sur des patients ayant une myopie faible à modérée. Le choix de la technique entre un LASIK et une PKR est discuté avec chaque patient après lui avoir présenté les avantages et inconvénients de chaque méthode. Nous recommandons plus facilement au patient la technique du LASIK pour les myopies fortes. En effet, le LASIK a une meilleure efficacité et sécurité par rapport aux PKR et trans-PKR pour le traitement de corrections importantes qu'elles soient myopiques (36), hypermétropiques ou cylindriques (37).

Il n'existe pas de différence significative entre la réfraction mesurée sans cycloplégique, avec cycloplégique ($p=0,97$) et la correction portée ($p=0,32$).

2. Caractéristiques per opératoires

a) Zone optique de traitement (7 mm en moyenne)

Nous avons utilisé les zones optiques les plus larges possible par rapport au diamètre pupillaire scotopique de manière à améliorer la qualité de vision en limitant les aberrations optiques. En effet, l'utilisation d'une large zone optique possède certains avantages dont la réduction initiale de la sur correction, une meilleure précision réfractive, une réduction des aberrations optiques, une diminution de la gêne liée à la vision nocturne et une régression moins importante de la myopie.

O'Brart et al. (38) a comparé en 1996 l'impact du diamètre de la zone optique (5 mm versus 6 mm) chez 60 yeux traités pour une correction de -6,0 dioptries. Ceux avec la zone optique la plus large (6 mm) avait une sur correction moins importante, une meilleure stabilité de la correction, une diminution du risque de haze. Concernant la qualité de vision, les « halos nocturnes » étaient significativement

moins importants. Il y avait également des troubles de la vision nocturne uniquement dans le groupe de zone optique de 5 mm.

Endl et al. (39) retrouve moins d'aberrations optiques avec une zone optique de 7 mm par rapport à une zone optique de 5 mm. Il remarque également que plus la pupille scotopique est large (autour de 7 mm), plus les aberrations sont importantes pour le patient.

b) Mitomycine per opératoire

La mitomycine a été utilisée pour 4 yeux (2 patients) à la fin du traitement réfractif afin de limiter le développement d'un haze en post opératoire du fait d'amétropie sphérique supérieure à 4,5 D.

Chang et al. (40) dans une méta analyse de 2020 portant sur 17 études confirme que la mitomycine permet de réduire le haze et également d'améliorer la précision réfractive post opératoire.

c) Ablation épithéliale

L'épaisseur épithéliale ablatée a été la même chez tous nos patients. En effet, les variations interindividuelles de l'épaisseur épithéliale sont très faibles.

Hashmani et al. (41), sur une série de 98 yeux, n'a pas trouvé de modification de l'épaisseur épithéliale selon la réfraction du patient. L'amplitude des réfractions évaluées allait de +5 dioptries à -6 dioptries.

Jun et al. (42) a montré que les résultats réfractifs sont excellents dans les trans-PKR sans adapter le profil ablatif à l'épaisseur épithéliale réelle. En effet, sur sa série de 91 yeux, 48 avaient une épaisseur épithéliale centrale inférieure à 50 μm et 43 avaient une épaisseur épithéliale centrale supérieure à 60 μm . En post opératoire, la différence entre ces 2 groupes était de 0,10 D seulement.

3. Caractéristiques post opératoires

a) Équivalent sphérique moyen obtenu

L'équivalent sphérique à 6 mois de $-0,12 \pm 0,28$ D semble être un résultat satisfaisant.

Jun et al. (43) obtient un résultat similaire à 6 mois parmi 43 yeux avec un équivalent sphérique moyen final de $0,04 \pm 0,15$ D parmi les myopies légères opérées de trans-PKR.

Adib-Moghaddam et al. (44) obtient comme résultat réfractif 18 mois après une trans-PKR (Amaris 500 laser), une réfraction à $\pm 0,50$ dioptrie de la cible réfractive chez 98% des 146 yeux inclus.

Les réfractions données dans notre étude à 1 et 6 mois sont celles ayant été mesurées par l'autoréfracteur automatique. Il s'agit donc d'une réfraction objective et non subjective. De fait, il est fort probable qu'il existe une myopisation due à l'accommodation chez ces sujets jeunes.

Sun et al. (45) observe chez des étudiants de $20,2 \pm 1,5$ ans une myopisation accommodative de l'équivalent sphérique en l'absence de cycloplégique de $-0,83 \pm 0,81$ D. Notre moyenne d'âge étant plus élevée de 10 ans, cette myopisation d'accommodation est probablement moins importante mais toujours présente.

b) Cylindre moyen résiduel

L'astigmatisme moyen résiduel est de $-0,47 \pm 0,32$ D à 1 mois et de $-0,37 \pm 0,28$ D à 6 mois. Cette mesure de l'astigmatisme, bien que faite sans cycloplégie, est fiable. En effet, il s'agit le plus souvent d'un astigmatisme cornéen, sans lien avec l'accommodation.

Gadioux-Madern et al. (46) n'observe pas de variation de l'astigmatisme après l'instillation de cyclopentolate (Skiacol[®]) selon différents protocoles.

Xi et al. (47) a évalué la précision en trans-PKR (SCHWIND Amaris 500) pour le traitement des astigmatismes myopiques légers à modérés. L'amplitude moyenne de l'erreur était de $-0,04$ D. L'erreur moyenne d'angle était de $0,44^\circ \pm 7,42^\circ$. Quatre-vingts pour cent des yeux avaient un décalage d'axe de $\pm 10^\circ$. Plus l'astigmatisme traité était important, plus l'erreur réfractive de l'astigmatisme est importante. ($r = 0,48$, $P < 0,01$).

Jun et al. (42) remarque qu'il existe une sous correction de l'astigmatisme lors des trans-PKR réalisées chez les patients possédant un épithélium épais

(supérieur à 60 μm) si le profil ablatif de l'épithélium était standardisé et non personnalisé de l'ordre de -0.05 ± 0.18 D.

4. Qualité de vision

La satisfaction et la qualité de vision ont été évaluées selon une échelle auto-administrée afin que le patient puisse lire et remplir seul le questionnaire. Ce questionnaire (NEI-RQL-42TM) était composé de questions à choix unique permettant une réponse non interprétée ou orientée par l'interrogateur. Ces questions sont regroupées en 13 sous-groupes évaluant la satisfaction du patient dans différents domaines sur une échelle de 0 (mauvaise qualité de vie) à 100 (excellente qualité de vie) (31).

Cette échelle a principalement étudié la qualité de vision des patients opérés de LASIK (48) mais certaines études l'ont également utilisée afin de comparer le LASIK à un port de lentilles de contact ou de verres correcteurs (49,50). Ce questionnaire initialement écrit en anglais par la RAND corporation et financé par le National Eye a été réalisé afin d'évaluer la qualité de vision des patients ayant des troubles réfractifs (51–53). En 2011, une traduction en langue française a été réalisée et validée par *Djadi-Prat et al.* (32) sur une population opérée de LASIK.

Quatre-vingts pour cent des patients contactés et ayant reçu le questionnaire ont répondu. Ce pourcentage semble satisfaisant et suffisant pour analyser le ressenti du patient vis-à-vis de la trans-PKR.

La catégorie « phénomènes visuels lumineux » est finalement celle ayant le moins bon score. Elle traduit la principale source d'inconfort des patients après trans-PKR.

Queirós et al. (49) compare la qualité de vision, à l'aide de l'échelle NEI-RQL-42TM, de sujets myopes selon différentes méthodes de correction : lentille de contact rigide, lentille de contact souple, orthokératologie et LASIK. [Tableau 12] La catégorie « phénomènes visuels lumineux » (« Glare » en anglais) est comparable

chez les patients traités par LASIK ($68,9 \pm 25,9$) à celle de notre série de trans-PKR $69 \pm 28,3$.

Djadi-Prat et al. (32), lors de la traduction française du NEI-RQL-42TM chez des patients opérés par LASIK, observe également un score autour de 65,5 pour la catégorie « phénomènes visuels lumineux ».

La catégorie « attente » possède le score de satisfaction le plus faible ($65,5 \pm 38,6$). Cette catégorie est difficile d'interprétation, en effet, *Djadi-prat et al.* (32) relevait déjà dans la validation de la traduction française que l'interprétation était difficile. Cette complexité d'interprétation se retrouvait déjà lors de la validation de la version américaine (52).

Queirós et al. (49) obtient une « attente » semblable chez les patients opérés par LASIK ($67,1 \pm 40,9$). À noter que la catégorie « attente » est bien moins bonne chez les porteurs de lunettes, de lentilles de contact et d'orthokératologie. Seuls les emmétropes sont satisfaits dans cette catégorie.

TABLE 2. Summary of NEI-RQL-42 Subscale Average Scores (\pm SD, Minimum and Maximum) by Type of Correction, Comparisons Pair by Pair and Significance Statistical Between All Groups. Symbols > and < Are Group-Reported Higher or Lower Values in the Pair Comparisons, Respectively

	Mean \pm SD, floor–ceiling					Comparisons pair by pair	p ^a
	LASIK (1)	Spectacles (2)	Contact lenses (3)	Orthokeratology (4)	Emmetropes (5)		
Clarity of vision	74.1 \pm 28.7; 0%–34%	85.1 \pm 19.0; 0%–29%	79.1 \pm 19.2; 0%–25%	75.3 \pm 24.7; 0%–22%	88.0 \pm 21.0; 0%–50%	1<5 ^b ; 3<5 ^b ; 4<5 ^b	0.040
Expectations	67.1 \pm 40.9; 20%–54%	44.4 \pm 36.1; 31%–20%	38.1 \pm 32.1; 34%–9%	42.6 \pm 34.5; 22%–11%	94.1 \pm 20.5; 3%–91%	1>2 ^b ; 1>3 ^c ; 1>4 ^b ; 1<5 ^c ; 2<5 ^c ; 3<5 ^c ; 4<5 ^c	<0.001
Near vision	91.6 \pm 15.5; 0%–54%	84.9 \pm 17.3; 0%–31%	88.7 \pm 11.3; 0%–34%	84.7 \pm 17.7; 0%–24%	94.2 \pm 10.2; 0%–65%	1>2 ^b ; 1>3 ^b ; 1>4 ^b ; 2<5 ^b ; 3<5 ^b ; 4<5 ^b	0.004
Far vision	83.1 \pm 19.0; 0%–24%	77.7 \pm 14.6; 0%–11%	77.7 \pm 14.8; 0%–5%	80.8 \pm 18.5; 0%–16%	89.0 \pm 11.9; 0%–41%	1>2 ^b ; 1>3 ^b ; 2<5 ^b ; 3<5 ^b	0.002
Diurnal fluctuations	81.0 \pm 19.3; 0%–34%	81.8 \pm 20.2; 0%–44%	73.2 \pm 19.5; 0%–16%	72.4 \pm 22.7; 0%–11%	90.1 \pm 19.6; 0%–62%	1<5 ^b ; 2>3 ^b ; 2<5 ^b ; 3<5 ^c ; 4<5 ^c	<0.000
Activity limitations	94.7 \pm 16.4; 0%–80%	91.0 \pm 13.0; 0%–40%	89.4 \pm 16.9; 0%–48%	93.1 \pm 14.5; 0%–46%	98.0 \pm 11.8; 0%–97%	1>2 ^b ; 1>3 ^b ; 1<5 ^b ; 2<5 ^c ; 3<5 ^c ; 4<5 ^c	<0.001
Glare	68.9 \pm 25.9; 0%–22%	78.1 \pm 21.0; 0%–36%	73.9 \pm 22.2; 0%–23%	57.4 \pm 26.5; 3%–5%	84.6 \pm 21.8; 0%–50%	1<5 ^b ; 2>4 ^b ; 3>4 ^b ; 3<5 ^b ; 4<5 ^c	<0.001
Symptoms	76.0 \pm 17.3; 0%–10%	77.4 \pm 17.0; 0%–9%	71.4 \pm 16.1; 0%–5%	72.5 \pm 18.5; 0%–11%	85.5 \pm 14.7; 0%–26%	1<5 ^b ; 2<5 ^b ; 3<5 ^c ; 4<5 ^b	0.003
Dependence on correction	87.4 \pm 26.9; 5%–76%	52.4 \pm 27.6; 0%–9%	50.6 \pm 24.1; 0%–5%	86.6 \pm 24.2; 0%–49%	97.3 \pm 6.0; 0%–79%	1>2 ^c ; 1>3 ^c ; 2<4 ^c ; 2<5 ^c ; 3<4 ^c ; 3<5 ^c	<0.001
Worry	58.2 \pm 28.2; 10%–10%	38.6 \pm 19.9; 4%–0%	25.9 \pm 24.5; 30%–2%	44.4 \pm 29.7; 14%–3%	53.3 \pm 31.9; 12%–12%	1>2 ^c ; 1>3 ^c ; 2>3 ^b ; 2<5 ^b ; 3<4 ^b ; 3<5 ^c	<0.001
Suboptimal correction	97.6 \pm 9.8; 0%–93%	89.2 \pm 19.9; 0%–76%	88.6 \pm 20.7; 2%–66%	89.8 \pm 24.0; 3%–59%	99.3 \pm 3.0; 0%–94%	1>2 ^b ; 1>3 ^b ; 2<5 ^b ; 3<5 ^b	0.005
Appearance	87.0 \pm 20.1; 0%–54%	58.1 \pm 33.0; 0%–18%	81.5 \pm 25.7; 0%–39%	88.9 \pm 21.7; 0%–43%	84.3 \pm 18.0; 0%–44%	1>2 ^c ; 2<3 ^b ; 2<4 ^c ; 2<5 ^c	<0.001
Satisfaction with correction	81.0 \pm 19.5; 0%–39%	75.6 \pm 19.0; 0%–29%	77.3 \pm 18.1; 0%–30%	83.0 \pm 19.0; 0%–35%	82.4 \pm 27.7; 3%–65%	2<5 ^b	0.135
Global	80.6 \pm 14.8; 0%–0%	71.9 \pm 11.7; 0%–0%	70.4 \pm 10.6; 0%–0%	74.7 \pm 14.6; 0%–0%	87.7 \pm 9.3; 0%–3%	1>2 ^d ; 1>3 ^e ; 1<5 ^b ; 2<5 ^d ; 3<5 ^c ; 4<5 ^c	<0.001

Percentage floor is a score of 0 and percentage ceiling is a score of 100.

^aKruskal–Wallis test. All scales are scored so that a higher score represents better health.

^bMann–Whitney *U* test ($P<0.05$).

^cMann–Whitney *U* test ($P<0.001$).

^dIndependent samples test ($P<0.05$).

^eIndependent samples test ($P<0.001$).

NEI RQL, National Eye Institute Refractive Error Quality of Life.

Tableau 12 Qualité de vision selon l'échelle NEI-RQL-42TM pour des myopes traités par LASIK, lunettes, lentilles de contact, orthokératologie. Tableau issu de l'étude de Queirós et al. (49)

5. Effets indésirables post opératoires

a) Douleurs

Concernant les effets indésirables précoces de la trans-PKR, la douleur post opératoire est la plus fréquente. Malgré la lentille souple thérapeutique posée en fin d'intervention, l'utilisation d'antalgiques durant les deux premiers jours est nécessaire pour 65% des patients de notre étude.

Wen et al. (54), en 2018, ne retrouve pas de différence dans une méta analyse portant sur 18 études sur les douleurs post opératoires entre la PKR et la trans-PKR.

Zarei-Ghanavati et al. (30) observe sur une série de 80 yeux plus de douleurs chez les patients opérés par trans-PKR comparativement aux PKR avec un débridement mécanique.

Gaeckle et al. (27) observe sur une série de 200 yeux une intensité douloureuse en moyenne moins importante en post opératoire chez les patients opérés par trans-PKR que lors des PKR avec débridement mécanique. Sa principale hypothèse est que le diamètre de la zone d'ablation épithéliale est plus petit, ce qui suggérerait une cicatrisation plus rapide et une douleur plus courte.

b) Délai de récupération visuelle

La récupération visuelle après trans-PKR est progressive. Le confort visuel sans correction optique est ressenti au bout de 7 jours [4 - 10] pour les activités quotidiennes et au bout de 10 jours [6 - 15] pour les activités professionnelles. Cette différence de 3 jours, proche de la significativité ($p=0,055$), pourrait être en lien avec la nécessité d'une fonction visuelle plus fine et plus précise dans le cadre des activités professionnelles.

Gaeckle et al. (27) observe une récupération visuelle plus rapide les 7 premiers jours après trans-PKR par rapport à une technique de PKR avec débridement mécanique. Au 4^e jour, l'acuité visuelle est de 5,3/10^e dans le groupe PKR et 7,1/10^e dans le groupe trans-PKR. Au 7^e jour, l'acuité visuelle est de 6,3/10^e dans le groupe PKR et 8,6/10^e dans le groupe trans-PKR. À noter que l'acuité visuelle est comparable 6 semaines après la chirurgie dans les 2 groupes avec une acuité visuelle à 11/10^e.

Le patient avec une acuité visuelle de 5/10^e à un mois avait une myopie résiduelle sans haze de -1 dioptrie. Cet équivalent sphérique est probablement surévalué car l'acuité visuelle d'un patient avec une réfraction de -1 dioptrie est, selon la règle de Swaine, plutôt autour de 2,5/10^e. Son acuité visuelle s'est améliorée spontanément et progressivement pour obtenir une acuité visuelle non corrigée de 10/10^e à 6 mois.

c) Haze

Le haze correspond à une cicatrisation cornéenne aberrante à la suite de la libération massive de médiateurs cellulaires (cytokines, facteurs de croissance, métallo protéases).

Dans notre série, 10 yeux de 5 patients ont présenté un haze en post opératoire. Sept yeux avaient un haze de faible intensité sans retentissement sur l'acuité visuelle ;

3 yeux avaient une acuité visuelle inférieure à 6/10^e à 1 mois. Ces 3 yeux ont bénéficié d'un traitement par corticothérapie locale, avec une amélioration de l'acuité visuelle supérieure ou égale à 9/10^e à 6 mois.

Gadde et al. (55) observe un haze cornéen plus fréquent dans son groupe trans-PKR (SCHWIND Amaris 750) par rapport à son groupe PKR avec désépithélialisation manuelle ($p=0,03$) chez des patients avec une myopie traitée faible à modérée. Au bout de 6 mois, tous les patients, sauf un, ont récupéré une acuité visuelle à 10/10^e.

Kaluzny et al. (56) observe également au bout de 3 mois une incidence plus élevée de haze après trans-PKR (SCHWIND Amaris 750) par rapport à une PKR avec désépithélialisation assistée par l'alcool (LASEK).

Kaiserman et al. (57) rapporte sur une série rétrospective de 7535 yeux traités par PKR avec mitomycine une incidence de 1,1% chez les patients avec une myopie faible à modérée.

Kaluzny et al. (56) observe un temps d'ablation moyen plus long de 163% pour le groupe trans-PKR par rapport au groupe PKR. Cet allongement de temps correspond à l'ablation de l'épithélium avec le laser excimer. Bien que la majorité de l'énergie laser ait été délivrée sur l'épithélium, il peut exister une augmentation de la température stromale qui est une des causes de haze. Cette étude a relevé une augmentation non significative du haze après trans-PKR 13,79% contre 8,89% pour la PKR ($p=0,09$). Notre étude observe un peu moins de haze avec 8,3% des yeux atteints.

d) Sécheresse oculaire

Dans notre étude, les patients rapportent peu de larmoiement (9%), mais une sensibilité douloureuse assez fréquente (45%). Dans le cadre des photo kératectomies réfractives, le risque de sécheresse post opératoire est moins important qu'après un LASIK.

Sambhi et al. (58) rapporte dans une méta analyse de 2020 portant sur 323 études qu'il n'y a pas de réduction significative du Break up Time après PKR.

e) Halos

Quarante-trois pour cent des patients rapportent une gêne en lien avec les halos lumineux. Il ne semble pas exister dans notre étude de lien entre le diamètre optique traité et la présence de halos ($p=0,34$).

Quarante-quatre pour cent des patients ayant des halos en post opératoire estiment en avoir plus qu'avant l'intervention. Étonnamment, 19% estiment en avoir moins qu'avant l'intervention. Deux des trois patients qui estiment en avoir moins avaient un astigmatisme pré opératoire élevé, autour de -1,5 D. [Tableau 13]

	J'en ai moins	J'en ai tout autant	J'en ai plus
Halos lumineux	19%	38%	44%

Tableau 13 Intensité des halos lumineux post opératoire

6. Limites

La réfraction post opératoire disponible dans les dossiers est une réfraction objective issue de l'autoréfracteur. En effet, l'acuité visuelle était évaluée non corrigée et non de manière subjective ou après cycloplégie. De ce fait, l'interprétation de la précision réfractive en est limitée chez des sujets jeunes possédant encore une part accommodative. Cependant, l'objectif de la chirurgie réfractive est d'obtenir une acuité visuelle satisfaisante sans correction optique et c'est ce qui est retrouvé dans notre étude.

Le questionnaire a été rempli par les patients de manière rétrospective selon des délais différents après l'opération, de 3 mois à 4 ans. Ceci peut être responsable d'un biais de mémorisation principalement sur l'inconfort post opératoire. Cependant ces résultats reflètent le ressenti et le souvenir du patient autour de cette intervention.

D. Conclusion

En conclusion, la photo kératectomie réfractive trans-épithéliale, ou trans-PKR, est une technique pouvant être considérée comme sûre avec de très bons résultats réfractifs à 6 mois. La qualité de vision obtenue est considérée comme très satisfaisante par la majorité de nos patients. Il serait intéressant de réaliser ce même type d'étude chez des patients myopes forts ou de comparer ce questionnaire de qualité de vision avec des PKR classiques.

IV. Annexe

Questionnaire standardisé d'évaluation de la qualité de vie du patient (NEI-RQL-42TM) et questions portant sur le ressenti post opératoire.

Évaluation des suites opératoires en chirurgie réfractive

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de mon mémoire je souhaite évaluer de manière rétrospective la qualité de vision des patients opérés d'une chirurgie réfractive dans le service d'ophtalmologie du CHU de Rouen.

Si vous l'acceptez, merci de prendre quelques instants pour répondre à ce questionnaire. Celui-ci prend environ 10 minutes (mais vous pouvez prendre le temps que vous voulez)

Certaines questions peuvent sembler répétitives ou surprenantes. Il est primordial de répondre à toutes les questions (sauf s'il est explicite qu'elles ne vous concernent pas) le plus précisément possible. Il est conseillé de lire l'ensemble des propositions pour chaque question avant de répondre. En cas de difficulté pour répondre à une question, choisissez la réponse qui vous semble la plus adaptée (ou la moins inadaptée). D'avance merci pour le temps que vous y consacrerez.

Thibault Sannier (interne d'ophtalmologie)

Caractéristiques

Pouvez vous renseigner les 3 premières lettres de votre nom et de votre prénom

Nom (3 premières lettres)

Prénom (3 premières lettres)

- . De quelle technique de chirurgie réfractive avez-vous bénéficié?

Une seule réponse possible.

- PKR
- TransPKR
- LASIK
- Autre
- Je ne sais pas

Questionnaire au sujet de vos activités

- . 1. Si votre vue aujourd'hui était parfaite sans aucune correction (lunettes, lentilles, autres...), quelle différence cela ferait-il par rapport à votre situation actuelle?

Une seule réponse possible.

- Aucune différence
- Une petite amélioration
- Une grande amélioration
- J'ai déjà une vue parfaite sans correction

- . 2. Lorsque vous effectuez un TRAVAIL ou UN PASSE TEMPS nécessitant une bonne VISION DE PRES, tel que : faire la cuisine, bricoler, coudre, utiliser des outils manuels, ou travailler sur ordinateur, vous ressentez :

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés
- Je ne fais pas ces activités à cause de ma vision
- Je ne fais pas ces activités pour d'autres raisons

3. En cas de VARIATIONS dans la NETTETE de votre vision au cours de la journée, vous éprouvez :

Une seule réponse possible.

- Absence de variations dans la netteté de ma vision
- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés

4. Vous APPRECIER les DISTANCES dans certaines circonstances comme descendre les escaliers ou garer une voiture :

Une seule réponse possible.

- Sans aucune difficulté
- Avec de légères difficultés
- Avec des difficultés modérées
- Avec beaucoup de difficultés

5. Pour VOIR SUR LES COTES, comme lorsqu'une voiture sort d'une pente de garage ou d'une rue latérale, ou lorsque quelqu'un sort d'un bâtiment, vous ressentez :

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- Légères difficultés
- Difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés

6. Lorsque vous passez d'une zone éclairée à une zone sombre, comme en entrant dans une salle de cinéma obscure, vous vous ADAPTEZ à l'OBSCURITE :

Une seule réponse possible.

- Sans aucune difficulté
- Avec de légères difficultés
- Avec des difficultés modérées
- Avec beaucoup de difficultés

7. Lorsque vous LISEZ les caractères courants dans les JOURNAUX, vous ressentez :

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés
- Je n'essaie jamais à cause de ma vision

8. Lorsque vous LISEZ de PETITS CARACTERES dans un annuaire téléphonique, sur une boîte de médicaments, ou sur un contrat/document juridique, vous ressentez:

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés
- Je n'essaie jamais à cause de ma vision

9. Vous CONDUISEZ la NUIT :

Une seule réponse possible.

- Sans aucune difficulté
- Avec de légères difficultés
- Avec des difficultés modérées
- Avec beaucoup de difficultés
- Je ne conduis jamais la nuit à cause de ma vision
- Je ne conduis jamais la nuit pour d'autres raisons

10. Vous CONDUISEZ dans des CONDITIONS DIFFICILES, telles que mauvais temps, heures de pointe, sur autoroute, ou en ville :

Une seule réponse possible.

- Sans aucune difficulté
- Avec de légères difficultés
- Avec des difficultés modérées
- Avec beaucoup de difficultés
- Je ne conduis jamais dans ces conditions à cause de ma vision
- Je ne conduis jamais dans ces conditions pour d'autres raisons

11. Dans votre VIE QUOTIDIENNE, votre vision vous pose :

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés

12. Lorsque vous pratiquez des ACTIVITES SPORTIVES ou d'autres activités de plein air que vous appréciez (comme la promenade, la nage, l'aérobic, les sports d'équipe, ou le jogging), votre vision vous pose :

Une seule réponse possible.

- Aucune difficulté
- De légères difficultés
- Des difficultés modérées
- Beaucoup de difficultés
- Je ne fais pas ces activités à cause de ma vision
- Je ne fais pas ces activités pour d'autres raisons

Questions au sujet
de votre vision

Avez vous besoin d'ajouter une correction supplémentaire (lunettes, lentilles bifocales, loupe...) lors des activités suivantes

13. Avez-vous besoin d'une CORRECTION SUPPLEMENTAIRE (lunettes, lentilles bifocales, loupe...) quand vous devez LIRE de façon PONCTUELLE, par exemple une indication de direction, un menu ou un reçu ?

Une seule réponse possible.

- Oui tout le temps
- Oui parfois
- Non

14. Avez-vous besoin d'une CORRECTION SUPPLEMENTAIRE (lunettes, lentilles bifocales, loupe...) quand vous devez LIRE de façon PROLONGEE, par exemple un livre, un article de magazine, ou un journal ?

Une seule réponse possible.

- Oui tout le temps
- Oui parfois
- Non

15. Quand vous CONDUISEZ la NUIT, avez-vous besoin de LUNETTES ou de LENTILLES de contact ?

Une seule réponse possible.

- Oui tout le temps
- Oui parfois
- Non
- Je ne conduis pas la nuit à cause de ma vision
- Je ne conduis pas la nuit pour d'autres raisons

16. À la nuit tombante, quand il commence tout juste à faire SOMBRE, avez-vous besoin de LUNETTES ou de LENTILLES de contact pour conduire ?

Une seule réponse possible.

- Oui tout le temps
- Oui parfois
- Non
- Je ne conduis pas la nuit tombante à cause de ma vision
- Je ne conduis pas la nuit tombante pour d'autres raisons

Les questions suivantes concernent votre vision actuelle après la chirurgie, au besoin améliorée par votre correction optique habituelle (lunettes, lentilles, loupe, autres...).

17. La nuit, face à de fortes lumières, percevez-vous des dispersions lumineuses ou des HALOS qui vous gênent ou altèrent votre vision ?

Une seule réponse possible.

- Tout le temps
- La plupart du temps
- Parfois
- Rarement
- Jamais

18. Ressentez-vous dans la vie quotidienne des DOULEURS ou un INCONFORT au niveau des yeux (par exemple brûlures, démangeaisons, ou sensibilité douloureuse) ?

Une seule réponse possible.

- Tous le temps
- La plupart du temps
- Parfois
- Rarement
- Jamais

19. Êtes-vous gêné(e) par une SECHERESSE des yeux dans votre vie quotidienne?

Une seule réponse possible.

- Je n'ai pas de sécheresse
- Pas du tout
- Très peu
- Modérément
- Assez
- Beaucoup

20. Êtes-vous gêné(e) par des VARIATIONS dans la NETTETE de votre vision au cours de la journée ?

Une seule réponse possible.

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tout le temps

21. Vous arrive-t-il de vous FAIRE DU SOUCI pour votre vue ou votre VISION?

Une seule réponse possible.

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tout le temps

22. Vous arrive-t-il de PENSER ou de vous PREOCCUPER de votre vue ou votre VISION?

Une seule réponse possible.

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tout le temps

QUESTIONS AU SUJET DE LA CORRECTION DE VOTRE VISION Les questions suivantes concernent votre VISION ACTUELLE après la chirurgie, au besoin améliorée par votre correction optique habituelle (lunettes, lentilles, loupe, autres.).

23. En ce moment, comment évaluez-vous la NETTETE de votre VISION opérée, au besoin améliorée par une correction optique supplémentaire (lunettes, lentilles...)

Une seule réponse possible.

- Parfaitement nette
- Assez nette
- En partie nette
- Pas nette du tout

24. Quelle INTENSITE de DOULEUR ou d'INCONFORT ressentez-vous au niveau des yeux (par exemple, brûlures, démangeaisons, ou sensibilité douloureuse) ?

Une seule réponse possible.

- Aucune
- Faible
- Modérée
- Sévère
- Très sévère

25. Avez-vous des MAUX de TETE qui vous semblent en relation avec votre vision ou votre correction visuelle ?

Une seule réponse possible.

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Régulièrement
- Tout le temps

26. Êtes-vous SATISFAIT(e) de votre correction chirurgicale, au besoin améliorée par votre correction optique habituelle (lunettes, lentilles...) ?

Une seule réponse possible.

- Totalement satisfait(e)
- Très satisfait(e)
- Assez satisfait(e)
- Peu satisfait(e)
- Très peu satisfait(e)
- Pas du tout satisfait(e)

27. D'un point de vue ESTHETIQUE, êtes-vous SATISFAIT(E) de votre correction chirurgicale, au besoin améliorée par votre correction optique habituelle (lunettes, lentilles...) ?

Une seule réponse possible.

- Totalement satisfait(e)
- Très satisfait(e)
- Assez satisfait(e)
- Peu satisfait(e)
- Très peu satisfait(e)
- Pas du tout satisfait(e)

28. Si votre vue vous semblait parfaite sans aucune correction (lunettes, lentilles ou autres), dans quelle mesure pensez-vous que cela changerait votre vie ?

Une seule réponse possible.

- Aucun changement
- Un petit progrès
- Un grand progrès
- J'ai déjà une bonne vue sans correction

29. D'un point de vue ESTHETIQUE, la situation actuelle est-elle la meilleure que vous ayez jamais eue?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

30. D'un point de vue ESTHETIQUE, y a-t-il un moyen de correction de votre vision qui vous semblerait meilleur que celui que vous avez ?

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non

31. Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous utilisé POUR RAISON ESTHETIQUE, un moyen de CORRECTION (lunettes, lentilles etc...) que vous avez trouvé INCONFORTABLE?

Une seule réponse possible.

- En permanence
 La plupart du temps
 Parfois
 Rarement
 Jamais

32. Au cours des quatre dernières semaines, avez-vous utilisé pour des raisons ESTHETIQUE un moyen de correction que vous avez trouvé INADAPTE à votre VISION?

Une seule réponse possible.

- En permanence
 La plupart du temps
 Parfois
 Rarement
 Jamais

33. À cause de votre vision, vous sentez-vous obligé(e) de LIMITER VOS ACTIVITES sportives ou autres activités de PLEIN AIR (promenade, aérobic, sports collectifs, jogging...) ?

Une seule réponse possible.

- Oui
 Non

34. Y a-t-il des ACTIVITES SPORTIVES ou de LOISIR que vous aimeriez pratiquer mais auxquelles vous renoncez à cause de votre vision ou de votre moyen de correction ?

Une seule réponse possible.

- Oui, beaucoup
 Oui, un peu
 Non

35. Y a-t-il des ACTIVITES de la vie quotidienne que vous aimeriez faire mais auxquelles vous RENONCEZ à cause de VOTRE VISION ou de votre moyen de correction ?

Une seule réponse possible.

- Oui, beaucoup
 Oui, un peu
 Non

Avez-vous été confronté(e) aux problèmes suivants au cours des quatre dernières semaines ? Si oui, à quel degré cela vous a-t-il gêné ?

Merci de répondre même si le problème ne concerne qu'un seul des deux yeux.

Larmolement?

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 40*
 Non *Passer à la question 41*

Larmoiement (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Vision déformée

37 Vision déformée ?

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 42*
- Non *Passer à la question 43*

Vision déformée (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Éblouissement

38 Éblouissement ?

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 44*
- Non *Passer à la question 45*

Eblouissement (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Brouillard visuel

39 Brouillard visuel ?

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 46*
- Non *Passer à la question 47*

Brouillard visuel (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Halos lumineux

Halos lumineux

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 48*
- Non *Passer à la question 50*

Halos lumineux (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

En comparant avec la vision que vous aviez avant votre intervention, vous diriez que :

Une seule réponse possible.

- J'en ai plus
- J'en ai tout autant
- J'en ai moins

Avez-vous été confronté(e) aux problèmes suivants au cours des quatre dernières semaines?
Si oui, à quel degré cela vous a-t-il gêné? Merci de répondre même si le problème ne concerne qu'un seul des deux yeux.

Gène visuelle

Une seule réponse possible.

- Oui *Passer à la question 51*
- Non *Passer à la question 52*

Gène visuelle (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Sensibilité douloureuse au niveau des yeux

Sensibilité douloureuse au niveaux des yeux

Une seule réponse possible.

Oui *Passer à la question 53*

Non *Passer à la question 54*

Sensibilité douloureuse au niveau des yeux (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

Très

Assez

Peu

Pas du tout

Fatigue de vos yeux

Fatigue de vos yeux

Une seule réponse possible.

Oui *Passer à la question 55*

Non *Passer à la question 56*

Fatigue de vos yeux (2)

à quel degré avez-vous été gêné ?

Une seule réponse possible.

- Très
- Assez
- Peu
- Pas du tout

Suites opératoires

Quelle intensité de douleur ou d'inconfort avez-vous ressentie dans les 48 heures suivant l'opération?

Une seule réponse possible.

- Aucune
- Faible
- Modérée
- Sévère
- Très sévère

Avez vous du utiliser des antalgiques pour calmer les douleurs?

Une seule réponse possible.

- oui
- non

Si oui, lesquels avez-vous utilisé?

COMBIEN de TEMPS avez-vous mis avant de reprendre de façon confortable vos ACTIVITES PERSONNELLES de la vie quotidienne (Faire la cuisine, regarder la télévision, lire un livre etc...) (en jours)

COMBIEN de TEMPS avez-vous mis avant de reprendre sans problème votre TRAVAIL? (en jours)

Dans l'ensemble, êtes vous satisfait de votre intervention?

Une seule réponse possible.

- Oui, beaucoup
- Oui, un peu
- Non

RECOMMENDERIEZ-VOUS ce type d'intervention à votre famille, vos proches, vos amis?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

Fin du questionnaire

Merci de votre participation

V. Bibliographie

1. Gilles Furelaud. Schéma récapitulatif de la succession des inductions permettant la formation de l'œil [Internet]. Disponible sur: <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-nerveux-et-systeme-hormonal/l-oeil-structure-origine-et-proprietes>
2. Centre de la Cornée et du Kératocône. Structures de la cornée [Internet]. Disponible sur: <https://www.centre-cornee-keratocone.com/content/la-cornée>
3. Société française d'ophtalmologie, Pisella P-J, Baudouin C, Hoang-Xuan T, Renard G. Surface oculaire. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2015. (Rapport SFO).
4. Dua HS, Faraj LA, Said DG, Gray T, Lowe J. Human Corneal Anatomy Redefined. *Ophthalmology*. sept 2013;120(9):1778-85.
5. Allouch-Nahmias C, Goldschmit P, Borderie V, Touzeau O, Gaujoux T, Laroche L, et al. Anatomie de la cornée. *EMC - Ophtalmol*. janv 2011;8(3):1-16.
6. National Eye Institute. NEI-medialibrary-6465569.png [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://medialibrary.nei.nih.gov/search?keywords=myopia#/media/1814>
7. Pro Visu Foundation. Vision normale et myopie [Internet]. Disponible sur: https://www.provisu.ch/images/French/VisionNormale_Myopie.jpg
8. 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.
9. Albou-Ganem C, Cochener-Lamard B. Chirurgie réfractive. Paris: Lavoisier-médecine sciences; 2016.
10. LETSCH J. Le kératocône [Internet]. Disponible sur: <https://www.realites-ophtalmologiques.com/wp-content/uploads/sites/4/2013/11/vignette12.jpg>
11. Metlapally R, Wildsoet CF. Scleral Mechanisms Underlying Ocular Growth and Myopia. In: *Progress in Molecular Biology and Translational Science*.

Elsevier; 2015. p. 241-8.

12. Gaucher D. Les myopies. Elsevier Masson. Issy-les-Moulineaux; 2019. (Rapport SFO).

13. Trigui A, Ben Salah S, Ghorbel I, Feki J. La chirurgie réfractive. journal de l'information medicale de SFAX. juin 2005;1-4.

14. Performances Médicales. LASIK [Internet]. Disponible sur: <https://www.realites-ophtalmologiques.com/wp-content/uploads/sites/4/2013/11/vignette23-566x336.jpg>

15. Sekundo W, Kunert K, Russmann C, Gille A, Bissmann W, Stobrawa G, et al. First efficacy and safety study of femtosecond lenticule extraction for the correction of myopia: Six-month results. J Cataract Refract Surg. sept 2008;34(9):1513-20.

16. Trinh L. techniques de chirurgie réfractive [Internet]. Disponible sur: <https://www.liemtrinh.com/>

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. 17 nov 2018;33(7-8):869-77.

18. Pradhan KR, Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, Dhungana P. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Hyperopia: 12-Month Refractive and Visual Outcomes. J Refract Surg. juill 2019;35(7):442-50.

19. Moshirfar M, Albarracin J, Desautels J, Birdsong O, Linn SH, Hoopes, Sr P. Ectasia following small-incision lenticule extraction (SMILE): a review of the literature. Clin Ophthalmol. sept 2017;Volume 11:1683-8.

20. Trokel SL, Srinivasan R, Braren B. Excimer Laser Surgery of the Cornea. Am J Ophthalmol. déc 1983;96(6):710-5.

21. Kastler Brosel. Schéma de principe d'un laser [Internet]. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/physique-laser-1989/>

22. Patel S, McLaren J, Hodge D, Bourne W. Normal human keratocyte density and corneal thickness measurement by using confocal microscopy in vivo. Invest Ophthalmol Vis Sci. févr 2001;42(2):333-9.

23. Wilson SE, Chaurasia SS, Medeiros FW. Apoptosis in the initiation,

modulation and termination of the corneal wound healing response. *Exp Eye Res.* sept 2007;85(3):305-11.

24. Gatinel D. Calcul des cartes de topographie cornéenne de courbure à partir de la capture du reflet d'un disque de Placido. [Internet]. 2016. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/chirurgie-refractive/bilan-preoperatoire/l'etude-de-la-cornee-topographie-corneenne-mesure-de-l'epaisseur-et-de-la-resistance-biomecanique-corneenne/>

25. Métrovision. Pupillométrie statique [Internet]. Disponible sur: <https://metrovision.fr/mv-pu-notice-fr.html>

26. Les différentes étapes de l'intervention PKR [Internet]. 2014. Disponible sur: <https://www.ophtalmo-benard-toulouse.fr/chirurgie-refractive-au-laser/>

27. Gaeckle HC. Early clinical outcomes and comparison between trans-PRK and PRK, regarding refractive outcome, wound healing, pain intensity and visual recovery time in a real-world setup. *BMC Ophthalmol.* déc 2021;21(1):181.

28. Moria Surgical. Couteau ophtalmique 3201 [Internet]. Disponible sur: <https://www.medicaexpo.fr/prod/moria-surgical/product-70780-709665.html>

29. Schwind. Schwind Amaris® 750S [Internet]. Disponible sur: <https://www.eye-tech-solutions.com/schwind-amaris750>

30. Zarei-Ghanavati S, Shandiz JH, Abrishami M, Karimpour M. Comparison of mechanical debridement and trans-epithelial myopic photorefractive keratectomy: A contralateral eye study. *J Curr Ophthalmol.* juin 2019;31(2):135-41.

31. Hays RD, Spritzer KL. National Eye Institute Refractive Error Quality of Life Instrument (NEI-RQL-42TM), Version 1.0: 2002;4.

32. Djadi-Prat J, Saragoussi J-J, Lebuissou D-A, Arson B, Saragoussi D. Qualité de vie après Lasik : partie I. Validation de la traduction française de l'échelle NEI-RQL-42. *J Fr Ophtalmol.* mars 2011;34(3):143-56.

33. Toker E, Onal S, Eraslan M, Eyriparmak M. The Turkish version of the National Eye Institute Refractive Error Quality of Life Instrument: translation, validity and reliability. *Qual Life Res.* déc 2008;17(10):1269-76.

34. Pakpour A, Saffari M, Zeidi I, Fridlund B, Labiris G. Psychometric properties of the national eye institute refractive error correction quality-of-life

questionnaire among Iranian patients. *Oman J Ophthalmol.* 2013;6(1):37.

35. Labiris G, Gkika MG, Giarmoukakis A, Sideroudi H, Kyratzoglou K, Kozobolis VP. Psychometric properties of the Greek NEI-RQL-42. *Eur J Ophthalmol.* mai 2012;22(3):466-76.

36. Rosman M, Alió JL, Ortiz D, Perez-Santonja JJ. Comparison of LASIK and Photorefractive Keratectomy for Myopia From -10.00 to -18.00 Diopters 10 Years After Surgery. *J Refract Surg.* 1 mars 2010;26(3):168-76.

37. Mirafteb M, Hashemi H, Asgari S. Two-year results of femtosecond assisted LASIK versus PRK for different severity of astigmatism. *J Curr Ophthalmol.* mars 2018;30(1):48-53.

38. O'Brart DP, Corbett MC, Verma S, Heacock G, Oliver KM, Lohmann CP, et al. Effects of ablation diameter, depth, and edge contour on the outcome of photorefractive keratectomy. *J Refract Surg Thorofare NJ* 1995. févr 1996;12(1):50-60.

39. Endl MJ. Effect of Larger Ablation Zone and Transition Zone on Corneal Optical Aberrations After Photorefractive Keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 1 août 2001;119(8):1159.

40. Chang Y, Liang C, Weng T, Chien K, Lee C. Mitomycin C for the prevention of corneal haze in photorefractive keratectomy: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 16 déc 2020;aos.14704.

41. Hashmani N, Hashmani M, Hashmani S, Fatima K, Farid N, Zakaria F, et al. The Influence of Tomographic Corneal Characteristics on Epithelial Thickness Profile. *Cureus.* 27 nov 2020;

42. Jun I, Kang DSY, Arba-Mosquera S, Kim EK, Seo KY, Kim T. Clinical Outcomes of Transepithelial Photorefractive Keratectomy According to Epithelial Thickness. *J Refract Surg.* 1 août 2018;34(8):533-40.

43. Jun I, Kang DSY, Arba-Mosquera S, Jean SK, Kim EK, Seo KY, et al. Clinical outcomes of mechanical and transepithelial photorefractive keratectomy in low myopia with a large ablation zone: *J Cataract Refract Surg.* juill 2019;45(7):977-84.

44. Adib-Moghaddam S, Soleyman-Jahi S, Salmanian B, Omidvari A-H, Adili-Aghdam F, Noorizadeh F, et al. Single-step transepithelial photorefractive keratectomy in myopia and astigmatism: 18-month follow-up: *J Cataract Refract Surg.*

nov 2016;42(11):1570-8.

45. Sun Y-Y, Wei S-F, Li S-M, Hu J-P, Yang X-H, Cao K, et al. Cycloplegic refraction by 1% cyclopentolate in young adults: is it the gold standard? The Anyang University Students Eye Study (AUSES). *Br J Ophthalmol*. mai 2019;103(5):654-8.

46. Gadioux-Madern F, Lelez M-L, Sellami L, Santallier M, Fourquet F, Pisella P-J, et al. Influence de l'instillation de 2 ou 3 gouttes de cyclopentolate à 0,5 % sur la réfraction de l'enfant caucasien non strabique. *J Fr Ophtalmol*. janv 2008;31(1):51-5.

47. Xi L, Zhang C, He Y. Clinical outcomes of Transepithelial photorefractive keratectomy to treat low to moderate myopic astigmatism. *BMC Ophthalmol*. déc 2018;18(1).

48. Nichols JJ, Twa MD, Mitchell LG. Sensitivity of the National Eye Institute Refractive Error Quality of Life instrument to refractive surgery outcomes: J Cataract Refract Surg. déc 2005;31(12):2313-8.

49. Queirós A, Villa-Collar C, Gutiérrez AR, Jorge J, González-Méijome JM. Quality of Life of Myopic Subjects With Different Methods of Visual Correction Using the NEI RQL-42 Questionnaire: Eye Contact Lens Sci Clin Pract. mars 2012;38(2):116-21.

50. Shams N, Mobaraki H, Kamali M, Jafarzadehpour E. Comparison of quality of life between myopic patients with spectacles and contact lenses, and patients who have undergone refractive surgery. *J Curr Ophthalmol*. mars 2015;27(1-2):32-6.

51. Berry S, Mangione CM, Lindblad AS, McDonnell PJ. Development of the National Eye Institute refractive error correction quality of life questionnaire. *Ophthalmology*. déc 2003;110(12):2285-91.

52. Hays RD, Mangione CM, Ellwein L, Lindblad AS, Spritzer KL, McDonnell PJ. Psychometric properties of the National Eye Institute-Refractive Error Quality of Life instrument. *Ophthalmology*. déc 2003;110(12):2292-301.

53. McDonnell PJ, Mangione C, Lee P, Lindblad AS, Spritzer KL, Berry S, et al. Responsiveness of the National Eye Institute Refractive Error Quality of Life instrument to surgical correction of refractive error. *Ophthalmology*. déc 2003;110(12):2302-9.

54. Wen D, McAlinden C, Flitcroft I, Tu R, Wang Q, Alió J, et al. Postoperative Efficacy, Predictability, Safety, and Visual Quality of Laser Corneal Refractive Surgery: A Network Meta-analysis. *Am J Ophthalmol.* juin 2017;178:65-78.
55. Gadde A, Srirampur A, Katta K, Mansoori T, Armah S. Comparison of single-step transepithelial photorefractive keratectomy and conventional photorefractive keratectomy in low to high myopic eyes. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(5):755.
56. Kaluzny BJ, Cieslinska I, Mosquera SA, Verma S. Single-Step Transepithelial PRK vs Alcohol-Assisted PRK in Myopia and Compound Myopic Astigmatism Correction: *Medicine (Baltimore).* févr 2016;95(6):e1993.
57. 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.
58. Sambhi R-DS, Sambhi GDS, Mather R, Malvankar-Mehta MS. Dry eye after refractive surgery: a meta-analysis. *Can J Ophthalmol.* avr 2020;55(2):99-106.

Évaluation de la précision réfractive, de l'acuité visuelle et de la qualité de vision après photo kératectomie réfractive trans-épithéliale

Introduction : La photo kératectomie réfractive trans-épithéliale (ou trans-PKR) est une technique de chirurgie réfractive caractérisée par une désépithélialisation et un traitement réfractif par un laser Excimer dans le même temps opératoire.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la précision réfractive, les résultats visuels, ainsi que la qualité de vision chez les patients opérés par trans-PKR.

Matériel et méthodes : Étude rétrospective, mono centrique, réalisée au centre hospitalier universitaire de Rouen évaluant la précision réfractive, l'acuité visuelle et la qualité de vision à l'aide d'un questionnaire de satisfaction (NEI-RQL-42TM) chez des patients myopes traités par trans-PKR avec la plateforme SCHWIND Amaris 750. Les données ont été recueillies à 1 et 6 mois post opératoire.

Résultats : Soixante-deux patients opérés par trans-PKR ont été inclus. Cent vingt yeux ont été analysés sur le plan réfractif et visuel, quarante-trois patients ont répondu au questionnaire de qualité de vision. La myopie moyenne traitée était de $-2,64 \pm 1,20$ D. À 6 mois, l'acuité visuelle non corrigée est de 10/10^e pour 91% des yeux et 8/10^e pour 97% des yeux. La précision réfractive à 6 mois est de $\pm 0,50$ D pour 88% des yeux traités. La qualité de vision est satisfaisante, avec un score moyen supérieur à 90/100, pour les catégories « vision de près », « vision de loin », « satisfaction de la correction », « dépendance à la correction », « correction suboptimale », « limitation des activités » ainsi que « apparence ». Les principales plaintes sont les halos lumineux, une sensibilité douloureuse, une fatigue oculaire et un éblouissement. Le délai moyen de récupération visuelle rapporté par les patients est de 7 jours pour les activités personnelles et de 10 jours pour les activités professionnelles. Concernant la satisfaction globale, 98% des patients sont très satisfaits et conseilleraient l'intervention à leurs amis.

Conclusion : La photo kératectomie réfractive trans-épithéliale, ou trans-PKR, est une technique pouvant être considérée comme sûre et efficace avec de très bons résultats réfractifs et visuels à 6 mois. La qualité de vision obtenue est considérée comme très satisfaisante par la majorité de nos patients.

Mots clés : chirurgie réfractive ; trans-PKR ; qualité de vision ; NEI-RQL-42TM