



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



INFLUENCE DE L'INDENTATION SCLERALE SUR LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE APRES CHIRURGIE DU DECOLLEMENT DE RETINE

MÉMOIRE PRÉSENTÉ PAR :
Docteur LACHKHAM Naoufal
Né le 11/12/1988 à TIFLET

POUR L'OBTENSION DU DIPLÔME DE SPECIALITE EN MEDECINE
OPTION : OPHTALMOLOGIE

Sous la direction de :
Professeur BENATIYA ANDALOUSSI Idriss

SESSION JUILLET 2020

Cachet et signature du rapporteur & chef de service :

Pr. BENATIYA A. Idriss
Chef de service Ophtalmologie
CHU Hassan II - FES

A nos maîtres,

*Pour ce don inestimable, nous vous restons à jamais
reconnaisants, sincèrement respectueux et toujours disciples
dévoués*



SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| LISTE DES ABREVIATIONS | 6 |
| INTRODUCTION | 7 |
| RAPPELS..... | 8 |
| I. ANATOMIE DE LA CORNEE..... | 9 |
| II. ANATOMIE DE LA SCLERE..... | 16 |
| III. CHIRURGIE DU DR PAR VOIE EXTERNE..... | 23 |
| IV. GEOMETRIE ET TOPOGRAPHIE CORNEENNES..... | 30 |
| | |
| MATERIEL ET METHODES..... | 36 |
| I. ETUDE..... | 37 |
| II. SELECTION DES PATIENTS..... | 37 |
| III. METHODES DE TRAVAIL..... | 38 |
| IV. ANALYSE STATISTIQUE..... | 40 |
| | |
| RESULTATS..... | 43 |
| I. DONNEES GENERALES PREOPERATOIRES..... | 44 |
| 1 – Caractéristiques épidémiologiques des patients..... | 44 |
| 2 – Caractéristiques cliniques des patients..... | 45 |
| II. DEROULEMENT DE LA CHIRURGIE..... | 50 |
| III. DONNEES TOPOGRAPHIQUES PRE ET POSTOPERATOIRES..... | 52 |
| 1 – Kératométrie..... | 53 |
| 2 – Astigmatisme cornéen..... | 55 |
| 3 – Cartes d'élévation..... | 60 |
| 4 – Pachymétrie..... | 64 |
| 5 – Paramètres de la chambre antérieure..... | 66 |

| | |
|--|---------------|
| DISCUSSION..... | 69 |
| I. INFLUENCE DE L'IDENTATION SUR LA KERATOMETRIE..... | 71 |
| 1- Kératométrie moyenne..... | 71 |
| 2- Kératométrie maximale..... | 73 |
| 3- Rayons de courbure K1 et K2..... | 73 |
| II. INFLUENCE DE L'IDENTATION SUR L'ASTIGMATISME..... | 75 |
| 1- Astigmatisme cornéen total induit..... | 75 |
| 2- Rotation des axes des méridiens..... | 77 |
| 3- Influence du type d'indentation sur l'astigmatisme induit..... | 77 |
| III. INFLUENCE DE L'INDENTATION SUR LES CARTES D'ELEVATION..... | 79 |
| IV. INFLUENCE DE L'INDENTATION SUR LA PACHYMETRIE..... | 81 |
| V. INFLUENCE DE L'INDENTATION SUR LA PROFONDEUR DE LA CHAMBRE ANTERIEURE..... | 84 |
| CONCLUSION..... | 88 |
| RESUME..... | 90 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 92 |

LISTE DES ABREVIATIONS

AIC : Angle irido-cornéen

AV : Acuité visuelle

CLD : Décompte des doigts

D : Dioptrie

DR : Décollement de rétine

FO : Fond d'œil

J : Jour

K : Kératométrie

Km : Moyenne

Kmax : Maximale

K1 : La plus plate

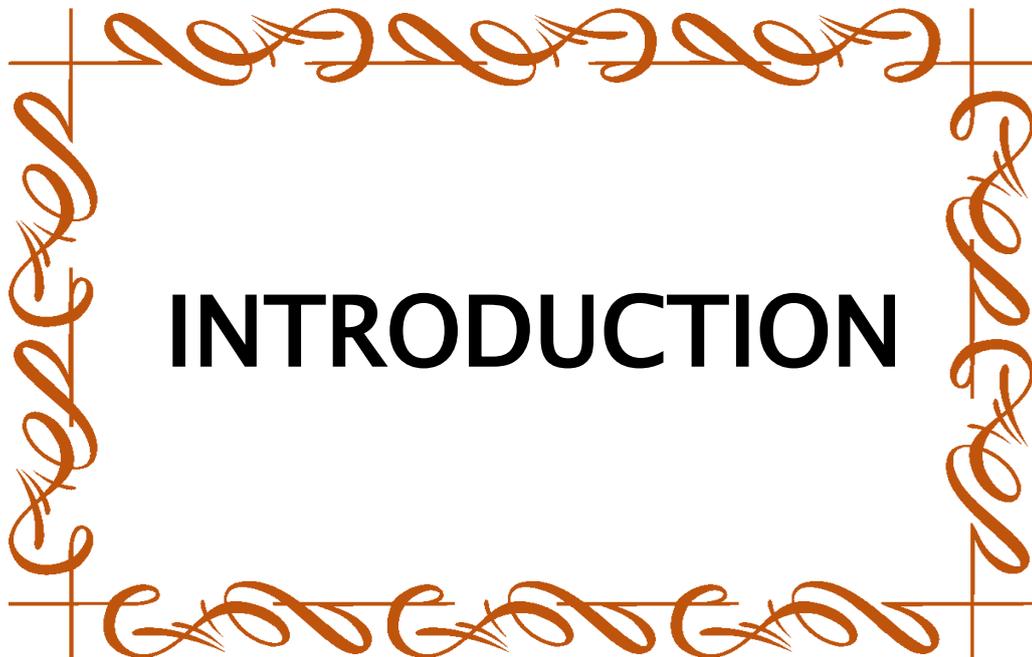
K2 : La plus cambrée

MDD : Mouvements des doigts

mm : Millimètre

PTFE : Polytétrafluoéthylène

R : Rayon de courbure



INTRODUCTION

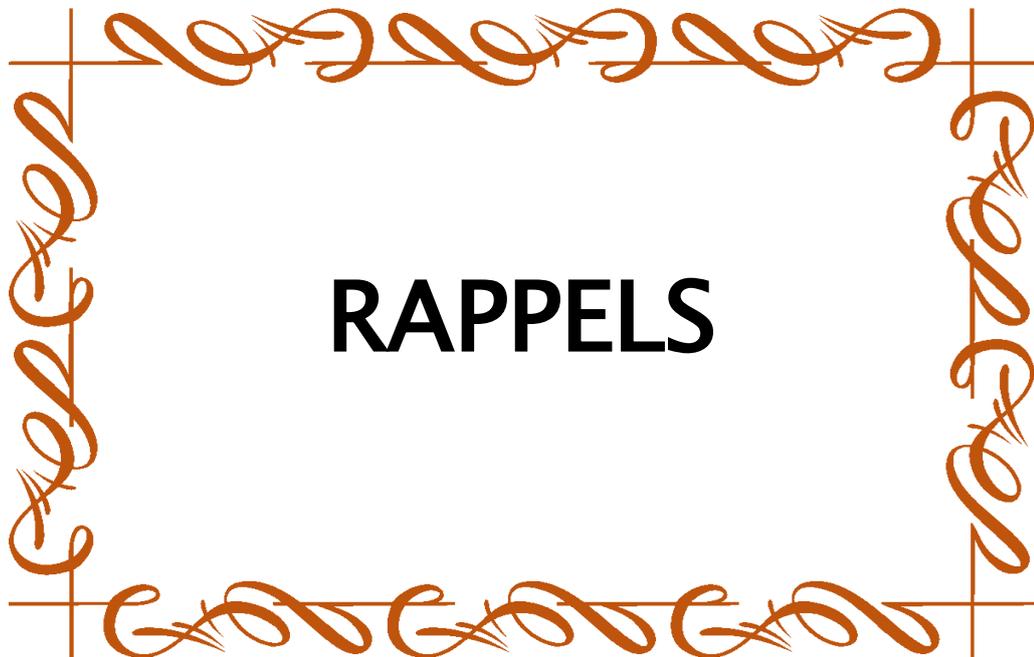
Le décollement de rétine se définit par un clivage entre le neuroépithélium et l'épithélium pigmentaire. C'est une pathologie rare mais considérée comme l'affection rétinienne la plus fréquente nécessitant une intervention en urgence [1].

Le traitement du décollement de rétine reste chirurgical et a été révolutionné par Jules Gonin qui a démontré son hypothèse selon laquelle les déchirures rétiniennes sont la cause de décollement de la rétine [2].

De nombreuses techniques chirurgicales sont utilisées pour traiter le décollement de rétine avec comme objectif l'obturation des déchirures rétiniennes. Cela est réalisé par une approche externe (chirurgie par voie externe) ou interne (chirurgie par voie endo-oculaire).

Les techniques chirurgicales conventionnelles du traitement du décollement de rétine rhégmato-gène par voie externe sont basées sur l'application d'indentation sclérale. Ce temps essentiel permet de rétablir le contact entre les 2 feuillets rétiniens et de contrebalancer les tractions statiques exercées par le vitré. L'indentation peut être circulaire, segmentaire ou radiaire. Les matériaux utilisés sont souvent en silicone. Toutefois ce procédé chirurgical efficace induit des déformations de la géométrie du globe oculaire essentiellement sur la topographie cornéenne par un astigmatisme postopératoire induit et sur la longueur axiale par allongement de celle-ci, entraînant une myopie iatrogène postopératoire [3].

Le but de ce travail est d'analyser les modifications topographiques de la cornée engendrées par l'indentation sclérale chez les patients opérés de décollement de rétine rhégmato-gène par voie externe.



RAPPELS

I. ANATOMIE DE LA CORNEE :

1 – Anatomie macroscopique : [4]

La cornée est une structure transparente, avasculaire, enchâssée comme un verre de montre dans la partie antérieure de la sclère. Elle couvre environ un cinquième de sa circonférence (Figure 1).

La cornée est convexe et irrégulièrement asphérique. Elle apparaît ovoïde, à grand axe horizontal et mesure 11 mm à 12 mm horizontalement et 9 mm à 10 mm verticalement. Son diamètre est variable selon les individus, le sexe et l'âge.

Le rayon de courbure, varie : 7,8 mm horizontalement, 7,7 mm verticalement à la face antérieure de la cornée, alors qu'au niveau interne, elle est de 6,6 mm en vertical et de 6,2 en horizontal. Sa forme est prolata : le rayon de courbure de la surface cornéenne antérieure n'est pas constant, il est inférieur au centre par rapport à la périphérie (plus bombé au centre qu'à la périphérie). La variation du rayon de courbure de la surface cornéenne antérieure est différente selon les différents héli-méridiens. La topographie cornéenne permet d'étudier ces spécificités (toricité cornéenne).

L'épaisseur de la cornée varie entre 550 μm environ en son centre pour augmenter en périphérie jusqu'au maximum de 700 μm . Elle est mesurée par la pachymétrie (optique ou ultrasonique).

La cornée répond :

- Par sa face antérieure : au film lacrymal précornéen puis aux conjonctives palpébrales et aux paupières lors de l'occlusion ou du clignement.
- Par sa face postérieure : elle constitue la limite externe de la chambre antérieure et le toit de l'angle iridocornéen. Elle est directement en rapport avec l'humeur aqueuse.
- Par sa circonférence : Elle est en rapport avec la conjonctive, l'épiscière, la sclère et les voies de drainage de l'humeur aqueuse au niveau de la zone de transition limbique.

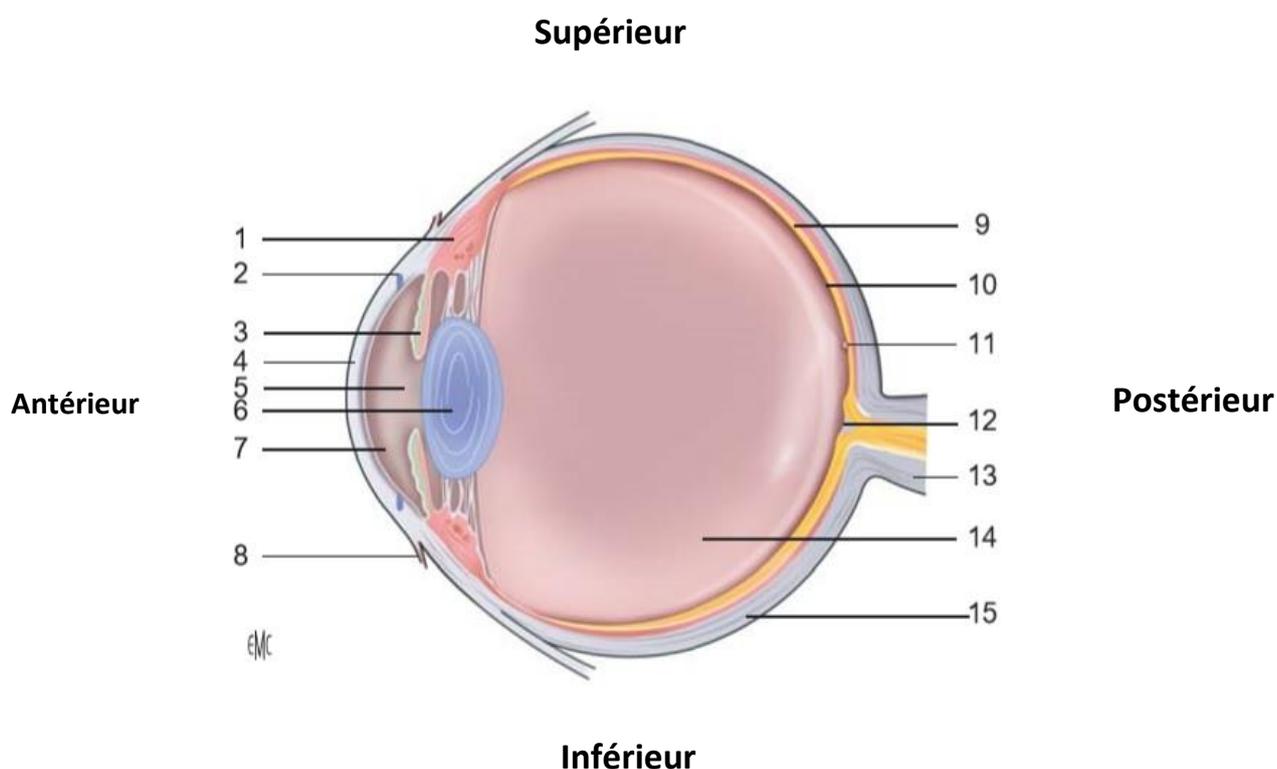


Figure 1 [4]: Localisation de la cornée dans l'œil. 1. Corps ciliaire ; 2. canal de Schlemm ; 3. Iris ; 4. cornée ; 5. papille ; 6. cristallin ; 7. chambre antérieure ; 8. conjonctive bulbaire ; 9. choroïde ; 10. rétine ; 11. fovéa ; 12. pupille ; 13. nerf optique ; 14. vitré ; 15. sclérotique.

2- Anatomie microscopique : [4]

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

2-1 Le film lacrymal pré-cornéen :

La surface cornéenne est recouverte par un film lacrymal qui protège la cornée de la déshydratation et maintient la régularité de la surface épithéliale. Le film lacrymal participe au pouvoir réfractif de l'œil en formant une première interface traversée par les rayons lumineux. Il a une épaisseur de 7 μm . Il est composé de trois couches :

- Une couche lipidique, superficielle
- Une couche intermédiaire aqueuse
- Une couche profonde mucineuse, (Figure 2).

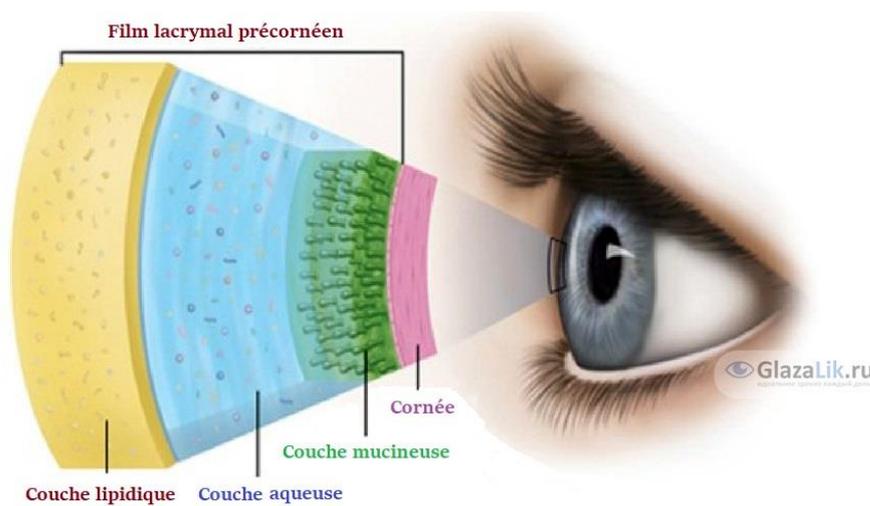


Figure 2 [5] : Différentes couches du film lacrymal pré-cornéen

2-2 L'épithélium cornéen :

L'épithélium cornéen est une structure tissulaire en continuité avec l'épithélium conjonctival. Il est indissociable du film lacrymal, il partage avec celui-ci son rôle optique et métabolique. Son épaisseur est de 30 μm à 50 μm . C'est un épithélium est pavimenteux stratifié, non kératinisé. Il comprend cinq à sept assises de cellules dans sa partie centrale et huit à dix dans sa partie périphérique. Il existe trois types de cellules épithéliales :

- Les cellules superficielles : les plus différenciées. Elles se répartissent en deux ou trois couches.
- Les cellules intermédiaires : sont des cellules de transition entre les cellules superficielles et basales.
- Les cellules basales : forment une unique couche, elles reposent directement sur la membrane basale. C'est la couche germinative de l'épithélium (Figure 3).

2-3 La couche de BOWMAN :

C'est une couche composée de fibres de collagènes réparties dans la substance fondamentale. Elle mesure de 8 μm à 10 μm d'épaisseur et est située entre la membrane basale de l'épithélium et le stroma. Elle est acellulaire, excepté quelques expansions des cellules de Schwann entourant des terminaisons nerveuses qui rejoignent l'épithélium (Figure 3).

2-4 Le stroma cornéen :

Le stroma mesure environ 500 μm d'épaisseur et constitue à lui seul environ 90 % de l'épaisseur cornéenne. Il est composé de lamelles de collagène entre lesquelles s'intercalent des fibrocytes cornéens ou kératocytes, et de la substance fondamentale. La majorité des caractéristiques de la cornée comme sa solidité, la stabilité de sa forme et sa transparence sont largement attribuables aux propriétés anatomiques, biochimiques et biomécaniques du stroma cornéen (Figure 3).

2-5 La membrane de DESCMET :

C'est une membrane très résistante, amorphe, élastique, elle sépare le stroma de l'endothélium cornéen. Elle mesure environ 10 μm , c'est une membrane collagénique acellulaire entre le stroma postérieur et la monocouche endothéliale (Figure 3).

2-6 L'endothélium cornéen :

Il s'agit de la couche la plus postérieure de la cornée ; elle est en contact avec l'humeur aqueuse en arrière et la membrane de Descemet en avant.

L'endothélium est formé d'une monocouche de cellules uniformes hexagonales plates, régulières. Cette régularité en « nid-d'abeilles » est caractéristique. La densité cellulaire normale chez un jeune est de 3 500 cellules/ mm^2 . Elle est facile à déterminer grâce à la microscopie spéculaire. Une diminution du nombre de cellules est irréversible (Figure 3).

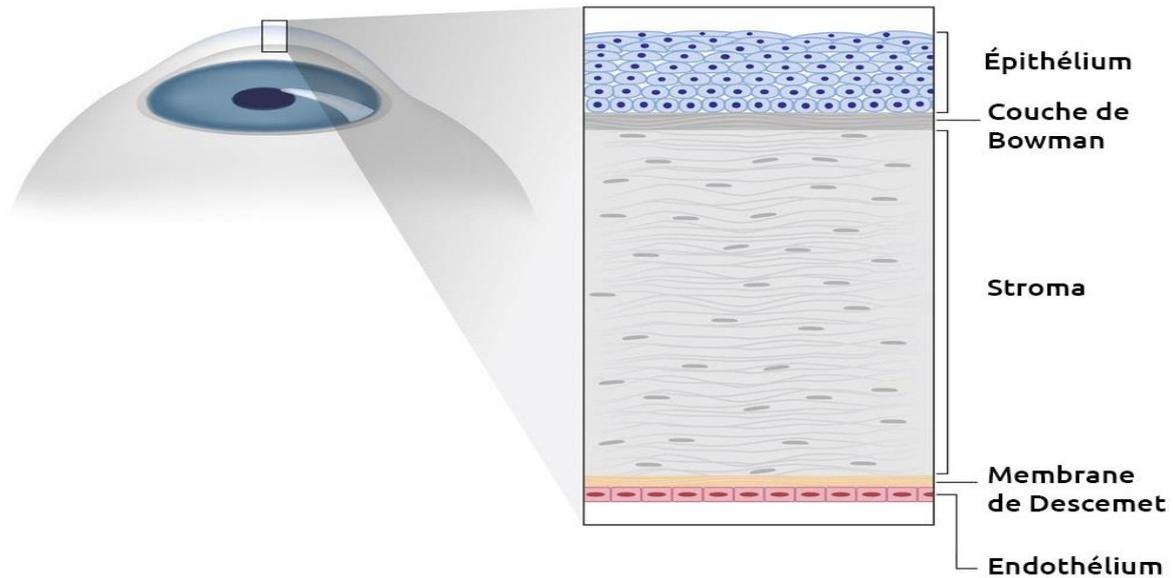


Figure 3 [5] : structure microscopique de la cornée

3-Innervation :

- Sensitive :

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

- Sympathique et adrénargique :

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

II. ANATOMIE DE LA SCLERE: [6]

La sclère est la plus externe des tuniques du globe. Elle entoure les quatre cinquièmes postérieurs du globe oculaire dont elle assure la protection. C'est en effet la plus solide et la plus résistante des membranes oculaires. Elle se continue en avant par la cornée et donne insertion aux muscles oculomoteurs. Son anatomie est particulièrement importante à connaître en raison de la fréquence de son abord chirurgical.

1-Configuration :

1-1 **Forme** :

La sclérotique représente les quatre cinquièmes d'une sphère creuse, traversée en arrière par le nerf optique (orifice postérieur). En avant vient s'encasturer la cornée (orifice antérieur). Elle est de couleur blanc nacré chez l'adulte, bleuâtre à la naissance.

1-2 **Dimensions** :

- Axes antéropostérieurs : 24 mm (coque cornéo-sclérale)
- Axe transversal : 24 mm
- Axe vertical : 24 mm
- Circonférence sagittale :
 - o Coque cornéo-sclérale : 76 mm
 - o Coque sclérale : 65 à 66 mm
- Circonférence horizontale :
 - o Coque cornéo-sclérale : 77 mm
 - o Coque sclérale : 65 mm

1-3 Epaisseur :

L'épaisseur sclérale est, fait capital en chirurgie, très variable selon les régions : 6 à 8 dixièmes de millimètre au limbe ; 5 dixièmes de millimètre à l'équateur ; 3 dixièmes de millimètre seulement en arrière des insertions des tendons des muscles droits qui sont le siège fréquent des déchirures traumatiques; 1 millimètre au voisinage du nerf optique. Mais cette épaisseur est bien moindre en cas de myopie forte ou de buphthalmie.

2-Rapports :

La sclérotique comprend : une face externe convexe ; une face interne concave ; un bord antérieur en relation avec la cornée ; un bord postérieur moulé autour de l'émergence du nerf optique et des orifices pour le passage des éléments vasculonerveux du globe oculaire.

2-1 Face externe :

Reçoit les insertions des muscles oculomoteurs ainsi que leurs aponévroses. Cette face externe représente la voie d'abord de la sclère. De la surface à la profondeur, trois tissus transparents, vascularisés, sont rencontrés successivement, appliqués sur sa courbure : la conjonctive bulbaire ; la capsule de Tenon et l'épisclère. Ces trois tissus sont séparés par des espaces qui constituent chacun un plan de clivage.

Les quatre muscles droits et les deux muscles obliques s'insèrent sur la sclérotique par l'intermédiaire de tendons, formés de faisceaux fibreux parallèles, qui s'écartent en éventail, et la pénètrent profondément.

2-1.1 Insertions des muscles droits :

Les tendons des quatre muscles droits s'insèrent sur une ligne spiroïde, virtuelle appelée spirale de Tillaux (Figure 4) [6]. Leur distance par rapport au limbe croît du droit interne au droit supérieur, en passant par le droit inférieur et le droit externe : à 6 mm du limbe pour le droit interne ; à 7 mm du limbe pour le droit inférieur ; à 7,5 mm pour le droit externe et à 8 mm pour le droit supérieur. Chaque muscle droit est accompagné par des branches des artères ciliaires antérieures.

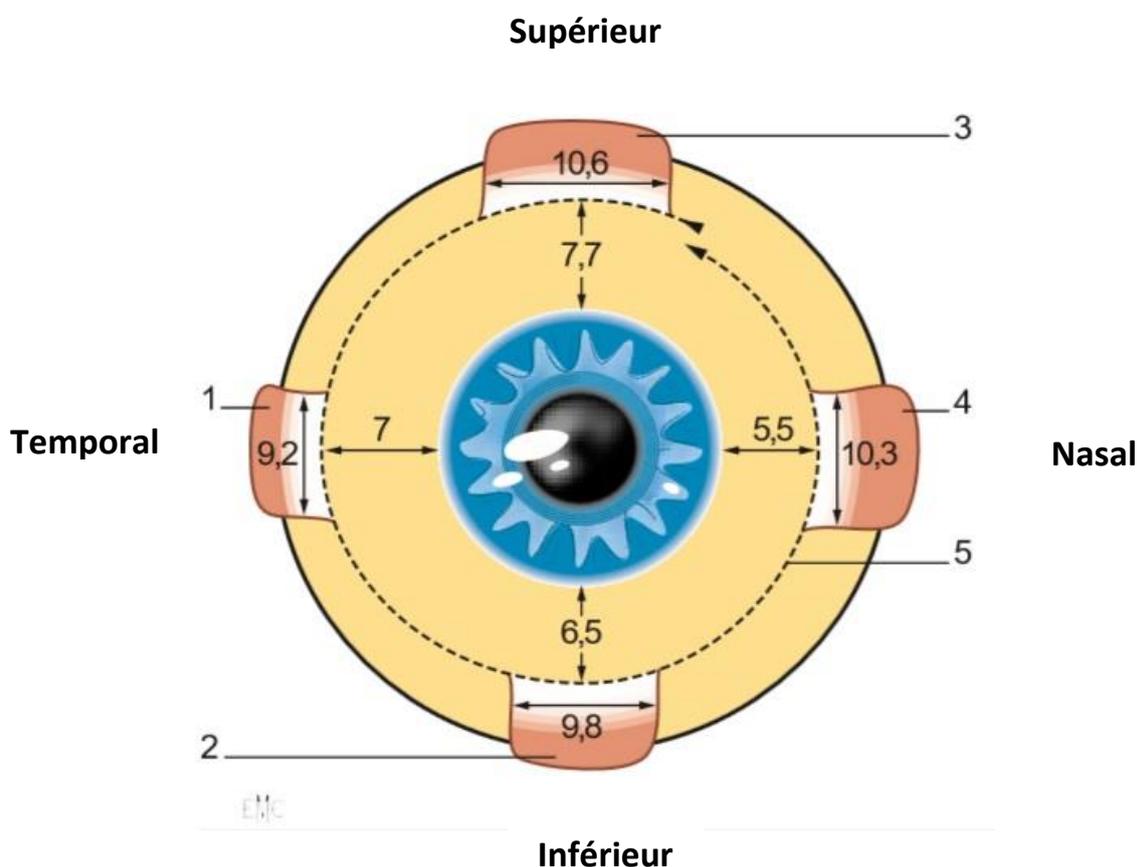


Figure 4 [6] : Spirale de Tillaux. Vue antérieure des insertions musculaires sur le globe avec leur distance au limbe. 1. Droit externe ; 2. Droit inférieur ; 3. Droit supérieur ; 4. Droit interne ; 5. Spirale de Tillaux.

2-1.2 Insertions des muscles obliques :

Les insertions des muscles obliques se font sur la moitié postéro-externe de la sclère. Ces insertions sont postérieures à l'équateur, schématiquement à 17 mm pour le petit oblique et à 14 mm pour le grand oblique. Le petit oblique, d'abord séparé de la sclère par la terminaison du droit inférieur, s'insère dans son quadrant postéro-inféro-externe. Le grand oblique, après être passé sous le muscle droit supérieur s'insère dans le quadrant postéro-supéro-externe du globe (Figure 5) [6]

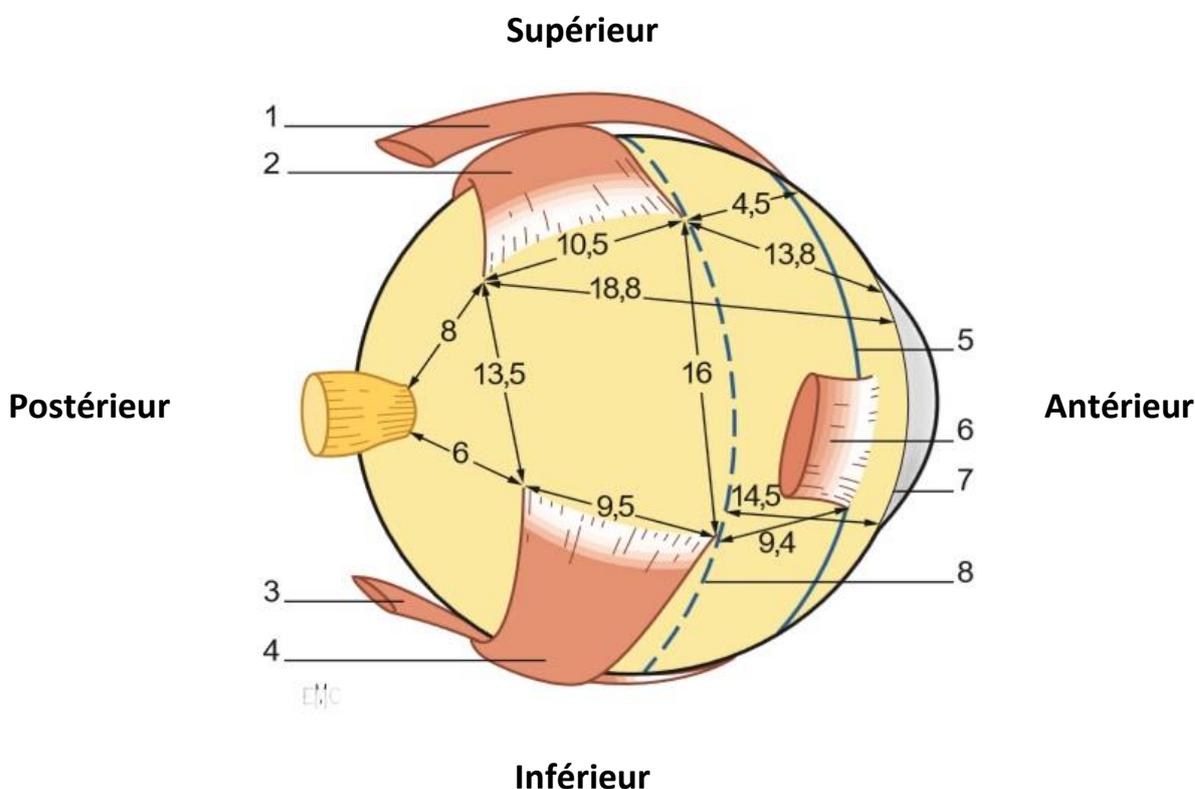


Figure 5 [6] : insertion des muscles obliques sur la sclère. 1. Droit supérieur ; 2. Grand oblique ; 3. Droit inférieur ; 4. Petit oblique ; 5. Ora serrata ; 6. Droit externe ; 7. Limbe ; 8. Equateur

2-1.3 Conjonctive bulbaire :

La portion scléroticale de la conjonctive bulbaire représente la quasi-totalité de la conjonctive bulbaire, qui s'étend du limbe aux fornix, sur 8 mm. Les 3 millimètres les plus antérieurs forment la portion péri-cornéenne de la conjonctive bulbaire, véritable anneau où la conjonctive, la capsule de Tenon et l'épisclère sont soudées et fixées solidement au pourtour de la cornée. Dans la conjonctive cheminent les vaisseaux conjonctivaux, branches des artères palpébrales, qui se dirigent de la périphérie vers le centre. La conjonctive est séparée des plans profonds par l'espace sousconjonctival. Le plan conjonctival peut être facilement clivé du plan ténonien (Figure 6) [6]

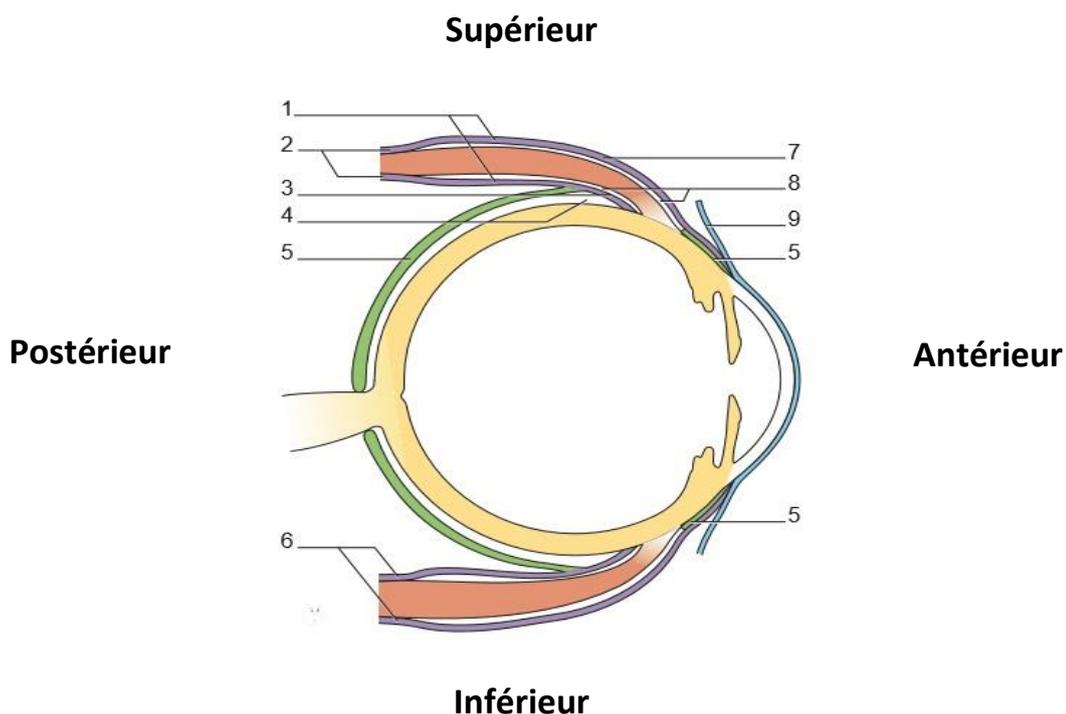


Figure 6 [6] : appareil fibroaponévrotique de l'orbite (vue en coupe) : gaines musculaires et capsule de Tenon. 1. Gaine musculaire décollable ; 2. Gaine musculaire fine; 3. Feuillet ténonien profond ; 4. espace sous-ténonien ; 5. capsule de Tenon ; 6. gaine musculaire épaisse et adhérente ; 7. feuillet ténonien superficiel ; 8. espace décollable ; 9. conjonctive

2-1.4 Capsule de Tenon

La sclère est recouverte, depuis le limbe scléro-cornéen jusqu'à la pénétration du nerf optique, par une membrane fibroélastique, la capsule de Tenon, véritable cavité cotyloïde, dont la synoviale est représentée par l'espace de Tenon ou espace sous-ténonien.

2-1.1 Épisclère

L'épisclère est un tissu conjonctif lâche qui recouvre directement la sclère sans y adhérer. Elle est épaisse, surtout en avant des muscles droits, parcourue par un riche réseau capillaire issu des artères ciliaires antérieures. Elle est mince en arrière de ces insertions, parcourue par des branches des artères ciliaires postérieures.

2-2 Face interne :

Concave et lisse, de coloration brune, elle recouvre l'ensemble du tractus uvéal, qui est la véritable membrane vasculaire de l'œil et qui comprend : la choroïde ; le corps ciliaire et la base de l'iris (Figure 7) [6]

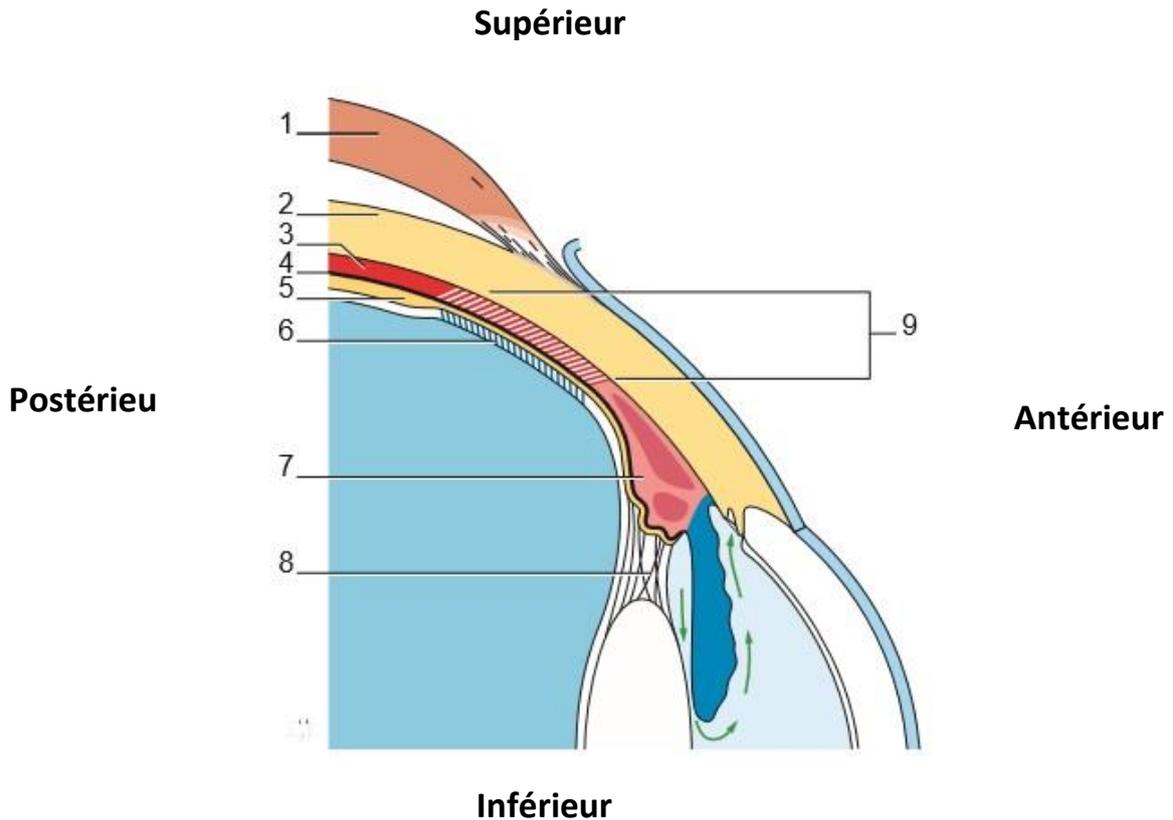


Figure 7 [6] : Rapports de la face interne de la sclère. Coupe schématique passant par le corps ciliaire. 1. Muscle droit supérieur ; 2. sclère ; 3. choroïde ; 4. Membrane de Bruch ; 5. rétine ; 6. Adhérence vitréo-rétinienne ; 7. Corps ciliaire ; 8. Zonule de Zinn ; 9. Pars plana.

2-3 Bord antérieur :

La sclère rejoint la cornée au niveau du foramen antérieur scléral. Cette partie sclérale est appelée sulcus scléral interne. La marge postérieure de la cornée, convexe, s'encastre dans la concavité de la sclère. Le foramen antérieur est séparé en : foramen antérieur externe, ovale, de diamètre 10,6 à 11,6 mm et le foramen antérieur interne, circulaire, de diamètre 11,6 mm.

2-4 Orifice postérieur ou foramen postérieur :

Le bord postérieur de la sclérotique limite l'orifice de sortie du nerf optique. Le nerf optique traverse les parois du globe dans un canal divisé en deux parties : le canal sclérochoroïdien, dont les parois sont représentées par les membranes du globe oculaire, et qui représente le quart de l'épaisseur de la paroi oculaire ; le canal scléro-sous-arachnoïdien qui en représente les trois quarts.

3-Vascularisation : [6]

La sclère est une membrane très faiblement vascularisée. Elle est nourrie par imbibition à partir des couches voisines. Sa vascularisation est assurée cependant par un réseau artérioveineux formé par des artères et veines ciliaires courtes postérieures et des artères et veines ciliaires antérieures. Mais son rôle nourricier apparaît accessoire par rapport à celui joué par la conjonctive et la choroïde.

4-Innervation : [6]

L'innervation est assurée par les nerfs ciliaires courts pendant leur trajet dans l'espace suprachoroïdien. Ces nerfs donnent des rameaux scléaux parmi lesquels on distingue des nerfs vasomoteurs, des nerfs trophiques et des nerfs sensitifs.

III. CHIRURGIE DU DECOLLEMENT DE RETINE PAR VOIE EXTERNE

Le principe de la chirurgie du décollement de rétine consiste à rétablir le contact et créer une cicatrice adhérente entre les déchiscences rétiniennes et l'épithélium pigmentaire. Cela peut être réalisé par une indentation qui va rapprocher la sclère de la rétine. Différentes techniques et matériaux d'indentation ont été développés, mais le principe général reste le même. [7]

1-Choix du matériel d'indentation :

1-1 Matériel semi-rigide :

1-1.1 Bandes en silicone ou en gomme de silicone (SILASTIC) :

Ce sont des explants composés d'un polymère de siloxane, le polydiméthylsiloxane, ou SILASTIC. Les éléments en SILASTIC ont l'avantage d'être hydrophobes, physiquement stables, non carcinogènes et biochimiquement inertes. Ces bandes en silicone sont largement employées (Figures 8, 9) [7]. Elles existent sous de multiples formes : sangles, rails, etc. Leur surface est parfaitement lisse. Les bandes sont utilisées pour des indentation étendu en circonférence, plus particulièrement les cerclages. Ce matériel, plutôt rigide, est non compressible. Lors de la chirurgie, la saillie sclérale produite par l'indentation sera liée au serrage des sutures ou à la mise en tension du cerclage.

L'indentation produite par une bande rigide dépendant étroitement du degré de serrage des sutures, l'ajustement de la tension de serrage constitue une des difficultés de cette technique : un serrage trop lâche va entraîner une inefficacité de l'indentation au niveau de la déchiscence, alors qu'un serrage important fait encourir le risque de « string syndrome » avec hypertonie oculaire et ischémie du segment antérieur.

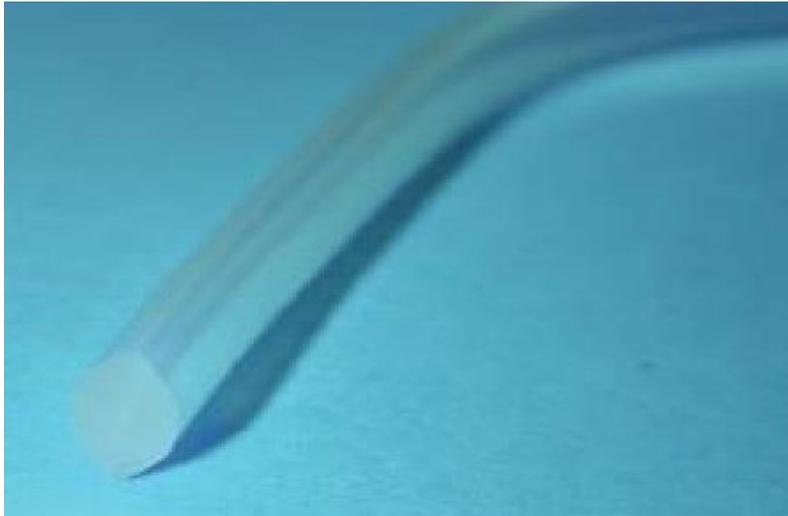


Figure 8 [7] : bande en gomme de silicone de forme ovale

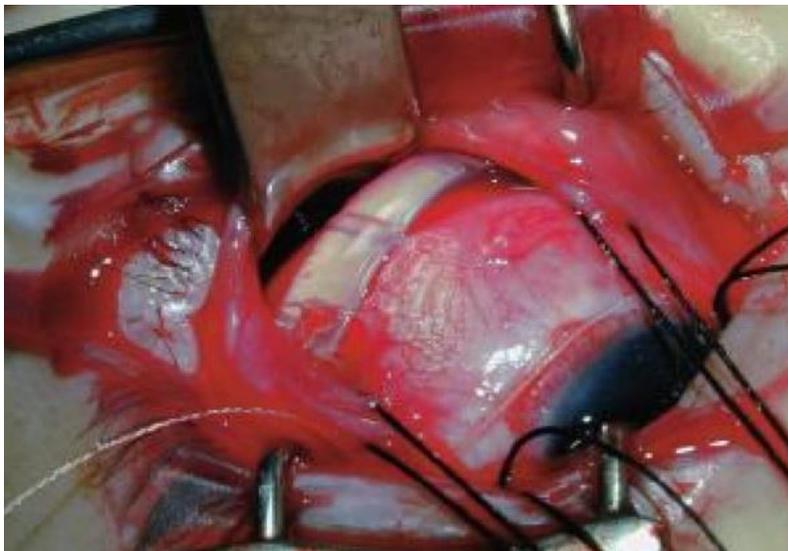


Figure 9 [7] : Indentation sclérale parallèle au limbe avec une gomme de silicone

1-1.2 Bandes en PTFE (GORE-TEX) :

Le GORE-TEX est un matériel assez rigide qui a été utilisé comme matériel d'indentation dans les années quatre-vingt-dix. Le PTFE (polytétrafluoroéthylène) subit un phénomène d'encapsulation et induit peu de modification sur la paroi sclérale ; mais il a l'inconvénient d'être biologiquement colonisable. Son coût reste élevé.

1-2 Matériel souple :

1-2.1 Eponges en silicone expansé :

Ce sont des matériaux composés de polymère de silicone mais avec une structure alvéolée, ce qui fournit une plus grande élasticité à ce type de matériel par rapport à la gomme de silicone pleine (Figure 10) [7].

Le caractère élastique et compressible des éponges permet d'obtenir des indentations de qualité avec des explants de petite taille. Les éponges sont donc très souvent utilisées comme indentation segmentaire. Grâce à ses propriétés élastiques, l'éponge est compressée au moment de la suture à la sclère ; puis, en postopératoire, se produit une expansion secondaire du volume du matériau, qui va retrouver sa forme initiale aux dépens de la sclère, ce qui renforce la hauteur de l'indentation. Cela peut permettre, en cas d'indentation segmentaire, de parfois se passer d'une ponction du liquide sous-rétinien – ponction qui expose toujours au risque de saignement, en particulier sous-rétinien.



Figure 10 [7] : éponge en silicone expansé

1-2.2 Eponges en silicone expansé siliconées :

Les éponges siliconées biseautées ont été développées pour améliorer la tolérance de surface des éponges en silicone. Il s'agit d'une évolution de l'éponge en silicone alvéolé. Ces éponges sont recouvertes d'une fine pellicule de silicone de 0,2mm d'épaisseur, lisse et étanche, ce qui a pour but d'éliminer la création d'espaces morts et empêche les micro-organismes de pénétrer dans les alvéoles de l'éponge.



Figure 11 [7] : Eponge en silicone expansé siliconée de forme ovale et biseautée

1-3 Ballon de Lincoff : [8]

Développé à la fin des années 80, son principe est simple : réalisation d'une boutonnière conjonctivale après rétinopexie de la déchirure et insertion d'un ballon dégonflé porté par une tige rigide qui lui sert de guide. Une fois en place, le ballon est gonflé au sérum physiologique jusqu'à obtention d'une indentation du volume nécessaire. Le cathéter guide est laissé en place, collé sur le front du patient. Le ballon est dégonflé après huit jours, quand la rétinopexie commence à être solide et retiré. Des problèmes techniques avec dégonflage inopiné ou éclatement du ballon, l'irritation conjonctivale fréquente et la difficulté de laisser sortir le patient avec le ballon en place ont limité l'utilisation de ce procédé pourtant séduisant.

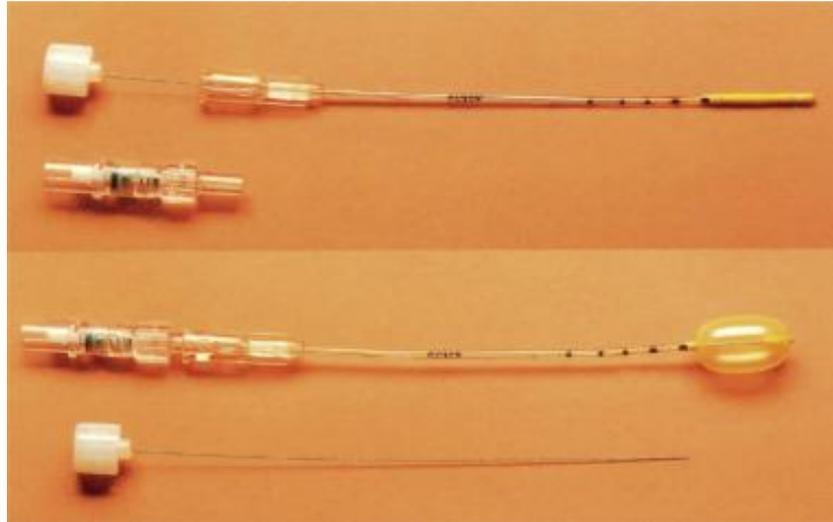


Figure 12 [9] : Ballon d'indentation sclérale de Lincoff

1-4 Indentations résorbables : [8]

Concept ancien, utilisant initialement de la gélatine puis des biomatériaux plus complexes, constitués d'un mélange de Vycril© et de polydioxanone (PDS) permettant une résorption en plusieurs semaines, ces indentations n'ont jamais été beaucoup utilisées. Le tissu les composant se présente sous forme de rouleau utilisé comme une indentation cylindrique de silicone alvéolé. La manipulation difficile (le matériau se délitait en cas de contact avec l'eau) et des réactions inflammatoires provoquées par la destruction du matériau ont limité la diffusion de ces techniques.

2- Réalisation de l'indentation :

2-1 Repérage des déchiscences :

L'indentation doit être placée en regard de la ou des déchiscences. Pour cela, après un examen préopératoire soigneux accompagné de la réalisation d'un schéma du décollement de rétine et des déchiscences, l'examen per-opératoire permet de retrouver les ouvertures rétinienne. Une marque sur la sclère avec un cautère ou un marqueur sera réalisée pour guider la mise en place des passants-coulants.

2-2 Mise en place des passants-coulants :

Le matériel d'indentation est fixé avec des sutures non résorbables. Il s'agit habituellement d'un fil tressé (Mersuture ou Dacron) 5.0 ou 6.0. Les passants-coulants peuvent être placés :

- Soit parallèles au limbe : il faut alors utiliser une aiguille spatulée pour réaliser un long passage intrascléral avec une pénétration aisée (Figures 13-1 et 13-2)
- Soit bien perpendiculaires au limbe : des aiguilles rondes sont alors préférées (Figures 14-1 et 14-2)

Avant le serrage des sutures, la rétinopexie - habituellement une cryoapplication - est réalisée sous contrôle ophtalmoscopique. Le matériel est ensuite mis en place, puis tenu par les sutures qui sont serrées. En cas d'indentation segmentaire, les extrémités sont biseautées, de façon à limiter le risque d'érosion conjonctivale en postopératoire. Certains auteurs suturent les extrémités.

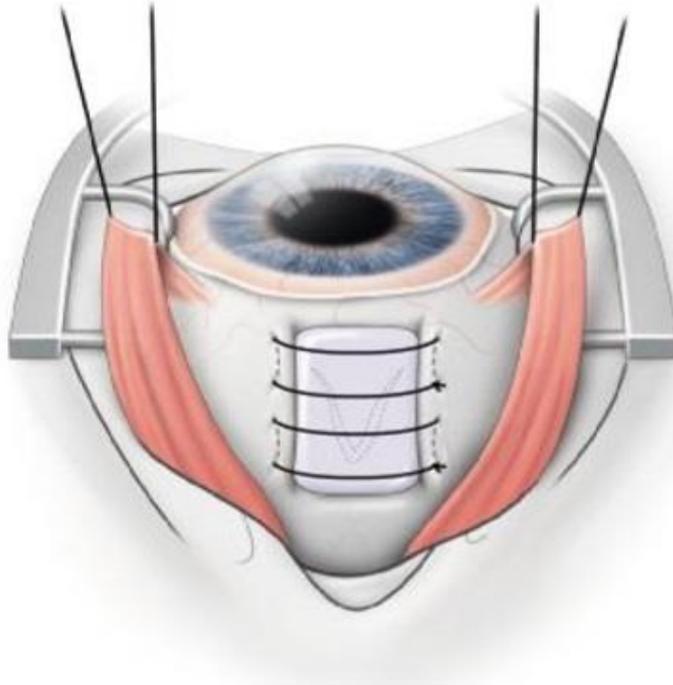


Figure 13-1 [7] : Passants-coulants parallèles au limbe pour une indentation radiaire

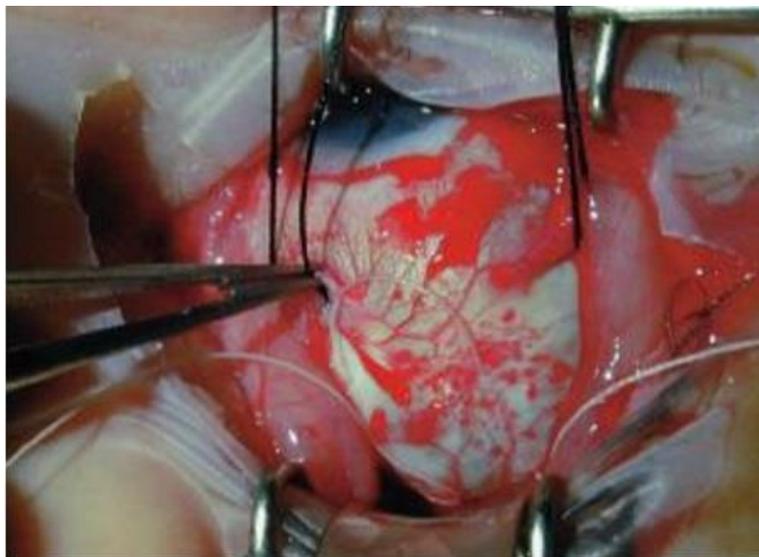


Figure 13-2 [7] : Passants-coulants radiaires avec Mersuture 5.0

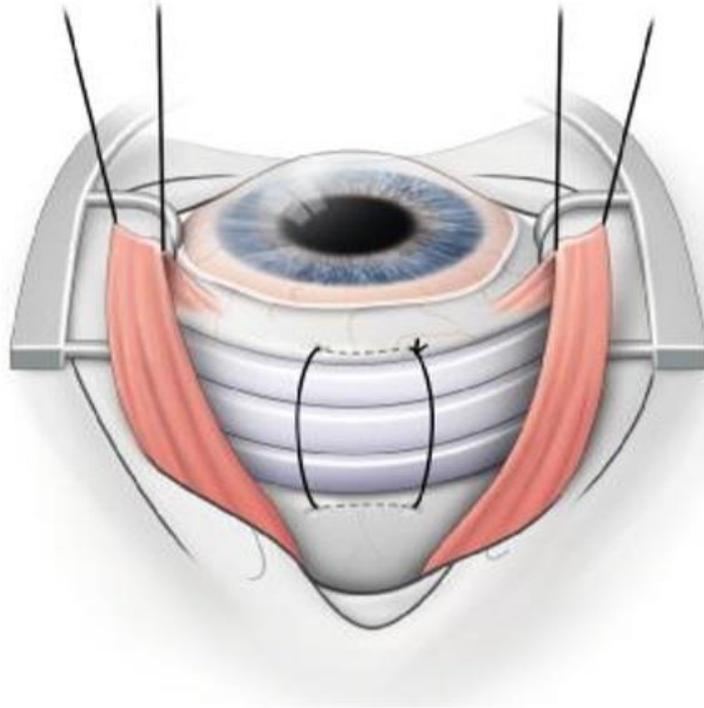


Figure 14-1 [7] : Passants-coulants perpendiculaires au limbe pour une indentation longitudinale



Figure 14-2 [7] : Cerclage avec une bande de silicone fixée par des passants-coulants perpendiculaires au limbe

2-3 Ponction du liquide sous rétinien :

Ponctionner le liquide sous rétinien permet de diminuer le volume intraoculaire et, donc, de réaliser une indentation saillante lors du serrage des sutures sans induire une hypertonie marquée. La ponction permet aussi de rapprocher la rétine de la paroi en évacuant tout ou partie du liquide sous rétinien. Elle est habituellement réalisée avec l'aiguille du fil utilisé pour reposer la conjonctive, par exemple un Vicryl 8.0. La ponction est toujours réalisée là où le décollement est le plus saillant mais, si possible, le point de ponction est placé sous les muscles ou au milieu du cadran de façon à limiter le risque de saignement sous rétinien au point de ponction. Elle sera réalisée sur un œil qu'on essaiera de garder normotone en ajustant la tension sur les muscles, afin d'éviter un saignement par hypotonie ou une incarceration par hypertonie.

IV. GEOMETRIE ET TOPOGRAPHIE CORNEENNES :

1 – Rappels sur la géométrie cornéenne [10], [11] :

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

Le méridien cornéen est une ligne courbe formée à l'intersection de la surface de la cornée par un plan antéro-postérieur passant par son apex et perpendiculaire à son équateur (Figure 15).

La courbure d'un méridien cornéen en un point, est inversement proportionnelle au rayon du cercle « tangent » à ce méridien au point considéré (Figure 16).

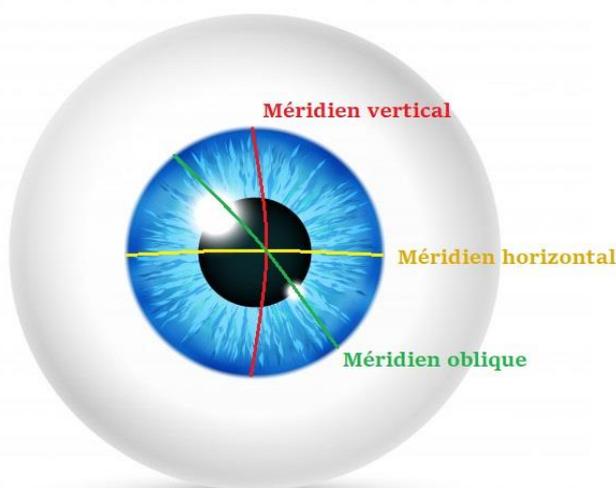


Figure 15 : Représentation schématique des méridiens cornéens (Schéma inspiré

de www.gatinel.com

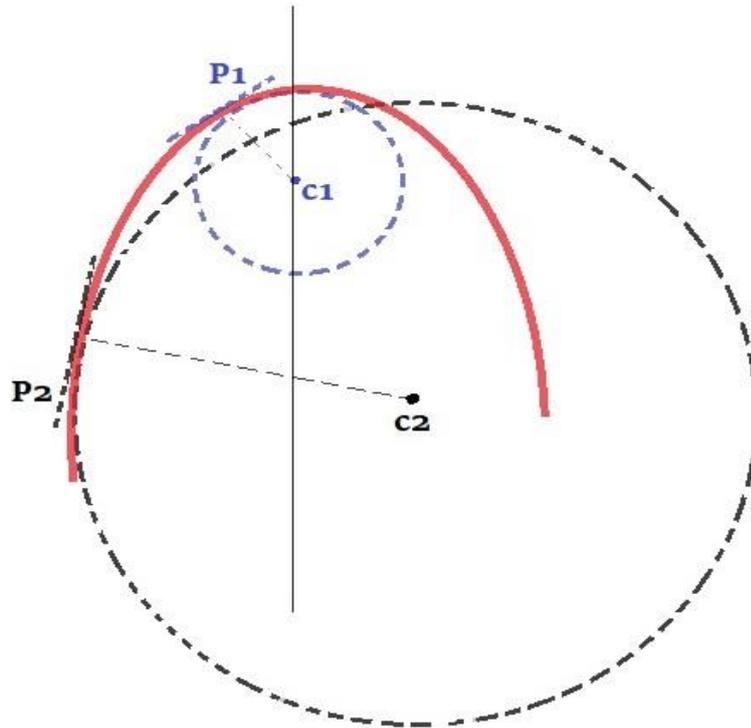


Figure 16 : La courbure en P1 et en P2 est égale à l'inverse du rayon des cercles tangents à ces deux points (respectivement centrés en C1 et en C2). (Schéma inspiré de www.gatinel.com)

Globalement, trois éléments définissent la surface cornéenne :

– **L'asphéricité :**

La cornée est une surface asphérique : sa courbure varie en chaque point d'un méridien considéré (du sommet vers la périphérie). Il existe 2 types de cornée :

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

- Une cornée oblate : où la courbure est plus plate au centre (R) qu'en périphérie (r). C'est le cas des cornées ayant subi des chirurgies ablatives (Figure 17).

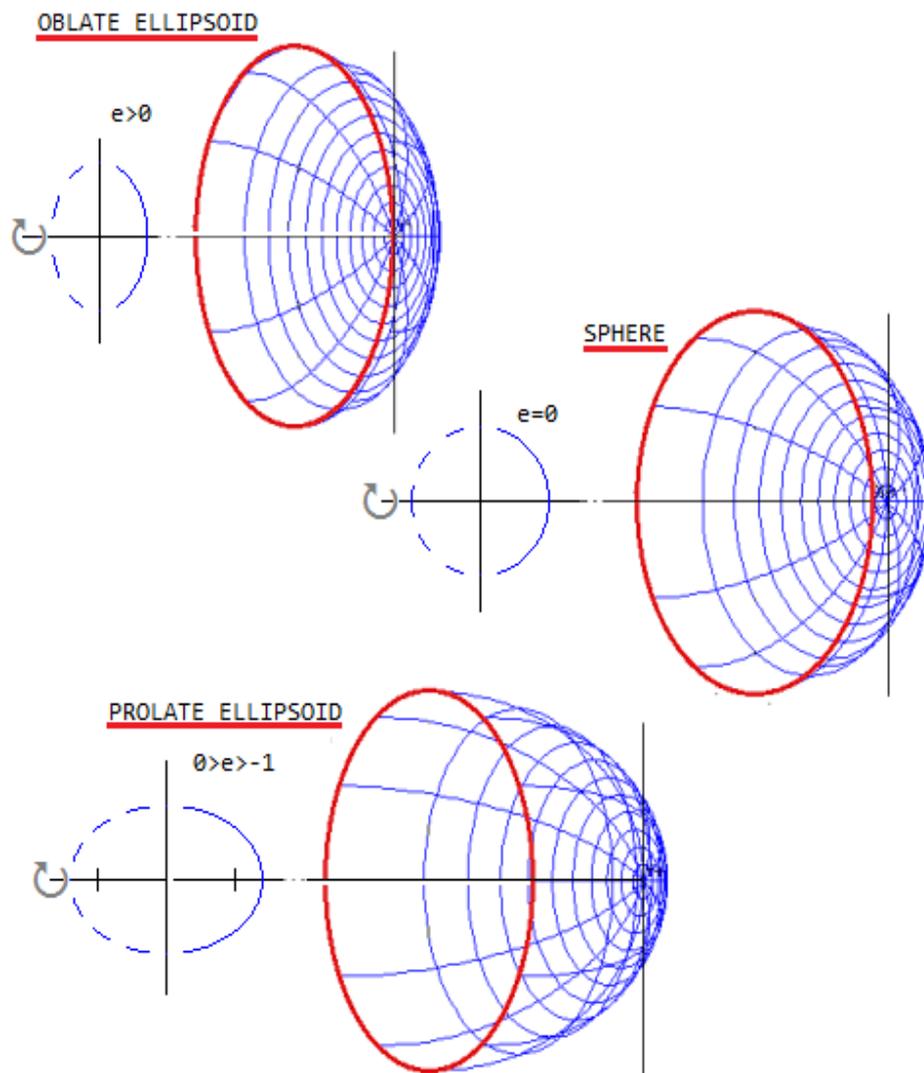


Figure 17 [12] : Schémas montrant une ellipse oblate (dont la courbure est plus plate au centre qu'en périphérie, $e > 0$) et une ellipse prolata (dont la courbure est plus plate en périphérie qu'au centre, $0 > e > -1$) comparées à une sphère qui garde la même courbure en allant du centre vers la périphérie ($e = 0$).

– **La toricité apicale :**

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

– **L'asymétrie :**

En plus d'être plus ou moins torique et asphérique, la cornée est légèrement asymétrique. Cette asymétrie est caractérisée par un axe particulier qui délimite les hémiméridiens opposés dont la différence de courbure est la plus importante. La présence d'une asymétrie marquée doit faire suspecter une pathologie dégénérative de type kératocône ou dégénérescence marginale pellucide (Figure 15).

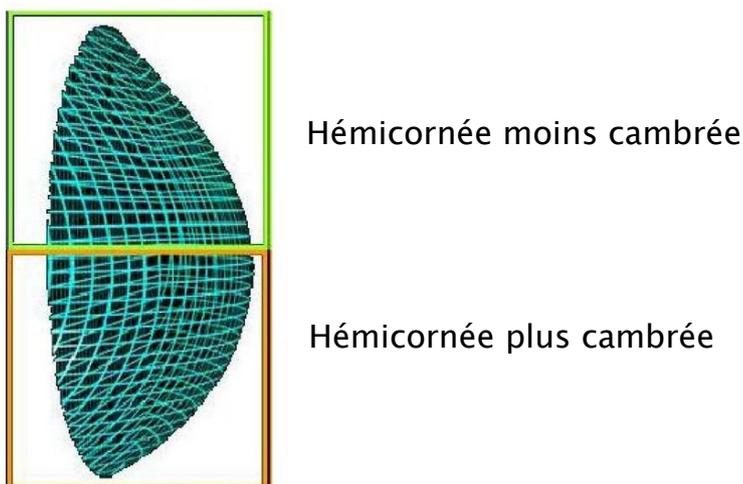


Figure 18 [13]: Asymétrie cornéenne

2-La topographie cornéenne [13][14]-[16]:

2-1 Principes :

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

Il existe actuellement de nombreuses méthodes d'évaluation pour la topographie cornéenne, qui peuvent essentiellement être considérées comme autant de développements autour du même thème fondamental : fournir au clinicien une image en deux dimensions pertinente et représentant avec fidélité une propriété de la surface tridimensionnelle de la cornée.

Les instruments qui mesurent et décrivent avec le plus de précision les propriétés topographiques de la surface cornéenne peuvent être classés en trois grands types : Topographie cornéenne par réflexion spéculaire, par balayage par fentes lumineuses et par camera rotative Scheimpflug, dont le Pentacam® fait partie.

2-2 Topographie par réflexion spéculaire : [13]

Le fonctionnement des topographes cornéens dits spéculaires repose sur certains principes qui ont en commun la projection d'une image de référence sur la cornée et l'analyse de son reflet. L'analyse de la réflexion d'une mire faite de cercles concentriques sur la cornée est certainement la méthode la plus ancienne et documentée. Cette mire, constituée d'anneaux concentriques noirs et blancs, fut inventée par l'ophtalmologiste portugais Antonio Placido en 1880. Elle est aujourd'hui située sur une coupole hémisphérique située à l'avant de l'instrument. Lors de la mesure, cette mire est éclairée et son image est projetée sur la cornée, alors que le patient en fixe un point situé au centre.

Une photographie numérique de l'image du reflet cornéen des mires est ensuite effectuée et l'appareil calcul la courbure en chaque point de l'appareil selon la déformation des mires (cette déformation est induite par la géométrie de la cornée explorée). L'utilisation du topographe « OPD scan III » de Nidek® (Figure 19) permet par exemple une analyse fine des variations de courbure de la face antérieure de la cornée (ce topographe permet également le recueil de données aberrométriques). Il est équipé d'un logiciel bâti autour d'un réseau neuronal capable de réaliser un diagnostic automatisé (logiciel corneal navigator, indices de Klyce & Maeda). Le dépistage du kératocône, de la dégénérescence marginale pellucide sont possibles grâce à cette technologie.

Le calcul des cartes de courbure est accompli à partir de l'image numérisée du reflet cornéen du disque de Placido (Figure 20).

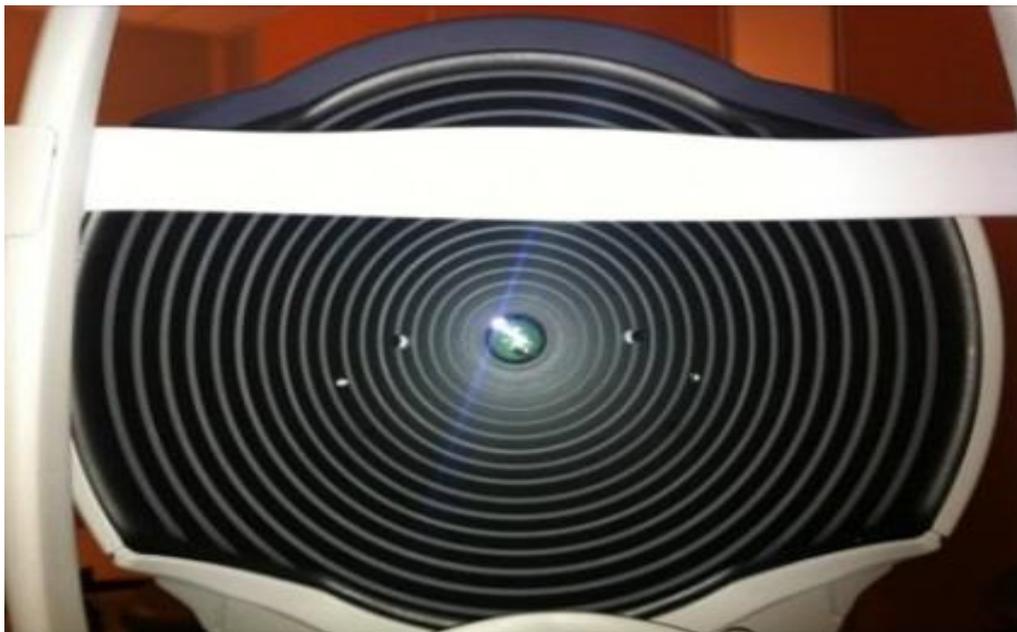


Figure 19 [13] : Coupole du topographe OPD SCAN III équipée d'un disque de Placido rétro éclairé

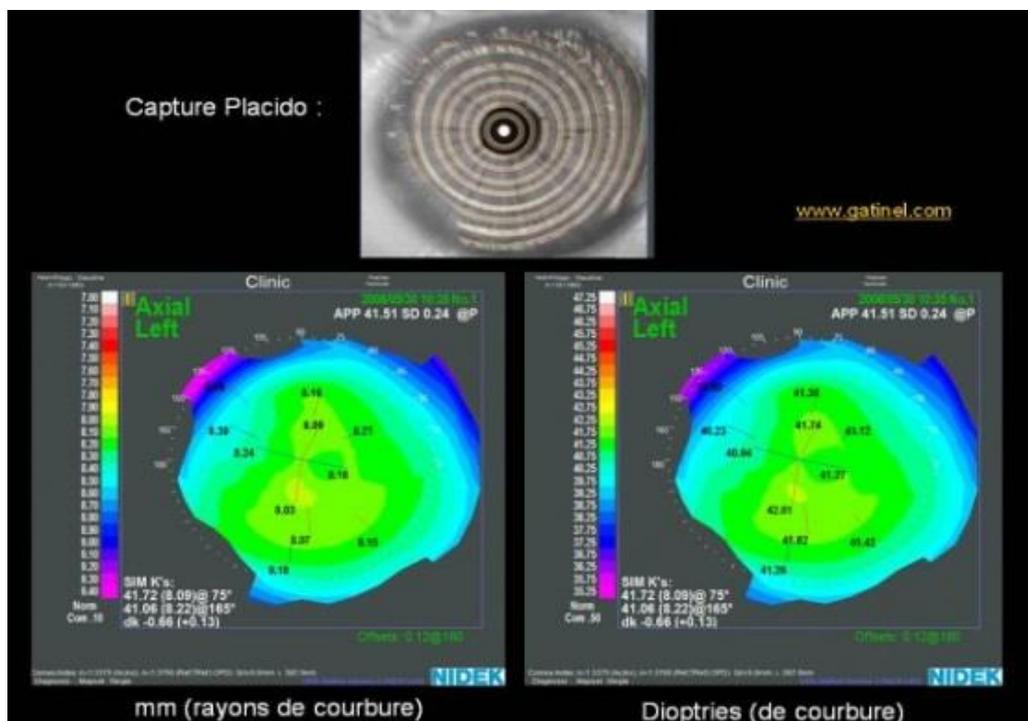


Figure 20 [13] : Calcul des cartes de topographie cornéenne de courbure à partir de la capture du reflet d'un disque de Placido.

2-3 Topographie par camera rotative Scheimpflug :

Le Pentacam d'Oculus est principalement composé d'une caméra rotative Scheimpflug (Figure 21 et 22). Le processus d'acquisition par rotation génère des images Scheimpflug tridimensionnelles et un tableau matriciel possédant un maillage fin au centre, en raison de l'acquisition par rotation. Il suffit de deux secondes au maximum pour générer une acquisition complète du segment antérieur de l'œil. Tout mouvement de l'œil en cours d'acquisition est détecté et corrigé grâce à une seconde caméra.

Le Pentacam calcule un modèle tridimensionnel du segment antérieur composé de 25.000 points d'élévation réelle. La topographie et la pachymétrie des surfaces antérieure et postérieure de la cornée, du limbe au limbe, sont déduites de ces données.

L'analyse du segment antérieur est caractérisée par le calcul de l'angle irido-cornéen, le volume de la chambre antérieure et la profondeur de cette chambre. Enfin, une fonction de densitométrie permet une évaluation quantitative du cristallin.

Les images Scheimpflug générées au cours d'une acquisition sont compilées par l'appareil de façon à être transmises sous format numérique et compressé au computer. Lorsque le computer reçoit les informations de l'appareil, le programme calcule le modèle 3D de la chambre antérieure et l'ensemble des informations caractéristiques qui en découlent. Les mesures sont alors affichées à l'écran sous forme de cartes colorées, de diagrammes ou de représentations 3D.

Les figures 23 et 24 permettent de comprendre le principe de Scheimpflug. La Figure 23 illustre l'image dans la caméra normale; remarquez que les trois plans

(Le plan de l'image, le plan de l'objectif et le plan du film) sont parallèles. La Figure 24 illustre la caméra Scheimpflug. La loi de Scheimpflug dit que pour obtenir une plus grande profondeur du focus, déplacez les trois plans, à condition que le plan de l'image, le plan de l'objectif et le plan du film se coupent sur une ligne ou un point d'intersection. Les avantages de la caméra Scheimpflug sont une plus grande profondeur de champ et une image nette, mais déformée.



Figure 21 : [18] Le système Pentacam.
Fente centrale avec caméra
Scheimpflug rotative concentrique
latérale

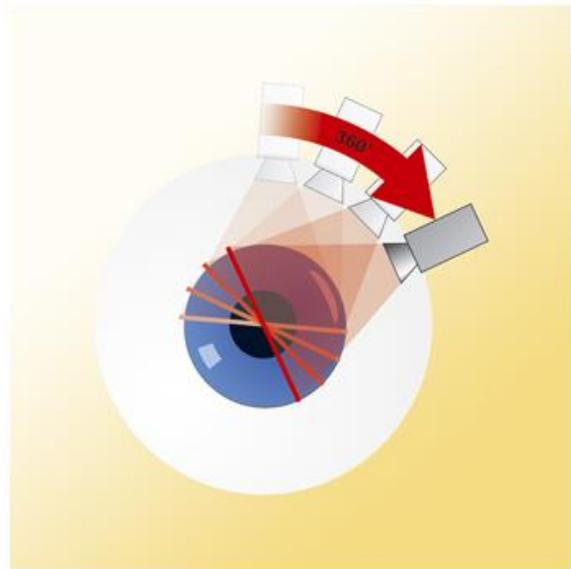


Figure 22 : [17] Image capturée
par la caméra rotative du

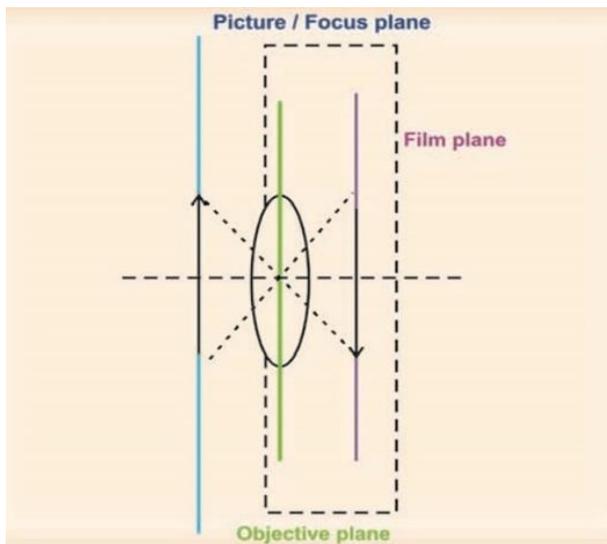


Figure 23 : [17] L'image dans l'appareil photo ordinaire. Le principal inconvénient est la profondeur de champ limitée, car le plan de l'image, le plan de l'objectif et le plan du film sont parallèles.

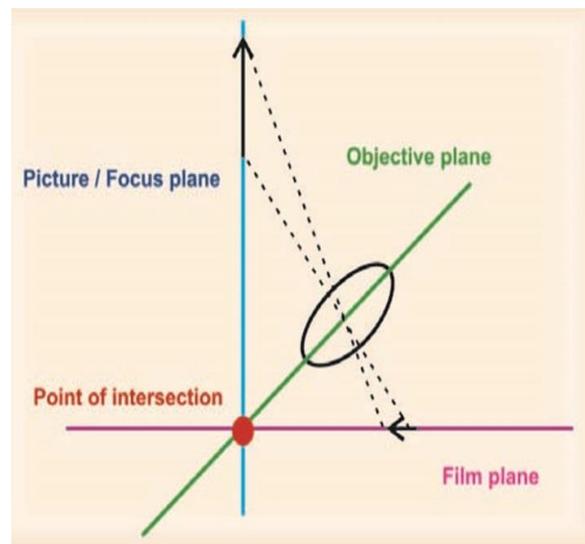


Figure 24 : [17] Profondeur de mise au point plus élevée, image nette mais déformée. Le plan de l'image, le plan de l'objectif et le plan du film se coupent en une ligne ou un point d'intersection.

2-4 Lecture et interprétation de la topographie cornéenne : [17]

2-4.1 Affichage des quatre cartes réfractives :

Cette option consiste en 4 cartes principales: la carte sagittale antérieure, les cartes d'élévation antérieure et postérieure et la carte d'épaisseur cornéenne. Ces cartes nous donnent un aperçu général, mais nous devrions alors afficher chaque carte séparément.

2-4.2 Exécution de l'analyse de la page principale :

- Spécification de qualité (QS): Cette icône spécifie la qualité de la capture topographique et devrait être affiché "D'ACCORD". Sinon, il y a des informations manquantes a été pratiquement produite par l'ordinateur et la capture devrait de préférence être répété.
- K-lectures : Nous devons considérer le plus plat K (habituellement K1) et le plus raide (habituellement K2), ainsi que la kératométrie moyenne.
- Astigmatisme cornéen : Nous devons calculer la somme algébrique de l'astigmatisme des faces antérieure et postérieure de la cornée.
- Q-value: Cette valeur décrit la pente de la cornée. Il est une valeur moyenne, nous devons nous référer à la carte topométrique pour estimer cette valeur avec ses nombreuses interprétations et applications cliniques.
- Le point le plus fin : cette catégorie nous donne une idée sur l'épaisseur de la cornée, mais nous devons nous référer à la carte de l'épaisseur pour avoir une image complète du cas. C'est très important d'étudier la relation entre le point le plus fin et la pachymétrie de l'apex, en fonction de l'épaisseur et en fonction de l'emplacement.
- Localisation du centre pupillaire
- Volume de la cornée : Certaines études sont réalisées pour établir la relation entre le volume de la cornée et changements ectasique, afin de conclure un nouvel indicateur de kératocône.
- Volume de la chambre antérieure : Volume inférieur à 100 mm³ devrait nous alerter pour rechercher un glaucome à angle fermé.

- Profondeur de la chambre antérieure : Profondeur de la chambre antérieure centrale, mesurée de la face interne de l'endothélium cornéen à l'iris. Son étude a un grand intérêt en matière des IOL phaqes. Ça ne devrait pas être inférieur à 2,8 mm pour maintenir l'endothélium cornéen intact.
- Pression intra-oculaire IOP: Cliquer sur l'icône et entrer le IOP pour avoir le calculer la pression intra-oculaire corrigée en fonction de l'épaisseur de la cornée. Dans le même but, la case à proximité affiche la valeur qui devrait être ajouté algébriquement à la pression à corriger.
- KPD: La valeur moyenne de l'écart de puissance kératométrique des points cornéens situés dans un cercle de diamètre entre 0,8 mm et 1,6 mm et centré sur l'apex de la cornée. La valeur normale est inférieure à +0,75. Lorsque la valeur est supérieur à +1,5, elle est anormale évoquant une cornée anormale, tels que: post-lasik, post-PRK, kératocône ou après une greffe de cornée.
- Angle irido-cornéen: Un angle inférieur à 25 ° devrait nous avertir pour vérifier la présence ou non d'un glaucome à angle fermé.
- Diamètre de la pupille: Il est important de mesurer le diamètre pupillaire en éclairage moyen (pupille mésopique), en dehors de toute forte illumination (pupille photopique) ou une obscurité (pupille scotopique).
- Épaisseur du cristallin : Si la pupille n'est pas assez dilatée, la lumière de la fente de la caméra ne peut pas atteindre la surface postérieure du cristallin, de sorte que l'ordinateur ne peut pas mesurer son épaisseur.

2-4.3 Étude des cartes :

- La carte de la courbure sagittale antérieure :

En considérant la topographie d'une cornée normale, il est important de se rappeler qu'il y a un large spectre de normalité. Aucune cornée humaine ne démontre les types de régularité trouvés dans l'étalonnage sphères du topographe : l'œil n'est pas fait de verre moulé.

- Les cartes d'élévation :

Nous regardons les valeurs dans le cercle central de 4 mm en utilisant la sphère de référence (Best Fit Sphere : BFS) : les valeurs d'élévation sur la carte de surface antérieure ne doivent pas dépasser +12 μ et les valeurs d'altitude sur la carte de surface postérieure ne doivent pas dépasser +17 μ . La différence entre les surfaces postérieure et antérieure (arrière-avant) ne doit pas dépasser +5 μ au même point.

- Carte d'épaisseur cornéenne :

La forme de la carte d'épaisseur donne une idée sur la forme de la cornée. La relation entre le sommet de la cornée et le centre de pupillaire : il est important dans le cas de "décentration" ou "pupille décalée".



**MATERIEL
ET
METHODES**

I. ETUDE :

Il s'agit d'une étude prospective et mono-centrique réalisée au service d'ophtalmologie du CHU Hassan II de Fès, portant sur tous les patients opérés de décollement de rétine rhégmotogène par voie externe, sur une période de 13 mois entre octobre 2018 et novembre 2019 avec un suivi moyen de 4 mois.

II. SELECTION DES PATIENTS :

1-Critères d'inclusion :

- Age \geq 18ans
- Patients phaques présentant un décollement de rétine rhégmotogène quel que soit la déhiscence et sa localisation et le degré de prolifération vitréo-rétinienne.
- Opéré par voie externe : cryorétinopexie + indentation sclérale \pm ponction du liquide sous rétinien.

2-Critères d'exclusion :

- Age $<$ 18ans
- Patients ayant des antécédents de : dystrophie de cornée, kératopathie herpétique, kératocône, pseudoexfoliation, chirurgie de cataracte, traumatisme, glaucome...
- Autres types de décollement de rétine
- Patients ayant bénéficié lors de la chirurgie de : desépithélialisation cornéenne, ponction de chambre antérieure ou tamponnement par air ou gaz.
- Les chirurgies converties (en vitrectomie)
- Patients perdus de vue lors des contrôles

III. METHODES DE TRAVAIL :

Après un consentement éclairé, tous les patients ont bénéficié de :

1- En préopératoire :

- Examen ophtalmologique complet afin de chercher des pathologies ou dystrophies cornéennes et d'établir une cartographie du décollement de rétine.
- Topographie cornéenne à J-1 de la chirurgie. Le topographe utilisé était le PENTACAM HR® de chez OCULUS® (Figure 20). L'œil à opérer a été sélectionné pour la mesure avec l'appareil photo Scheimpflug (Pentacam, logiciel version 1.12) avec le mode 50 images. Les images ont été obtenues en utilisant le mode automatique lorsque l'alignement correct avec l'apex cornéen et la focalisation était parfait. Pour éviter les erreurs de calcul dues à une mauvaise qualité d'image, seules les mesures avec des énoncés de qualité "OK" ont été sélectionnées pour l'étude.

2- Déroulement de la chirurgie :

- Sous anesthésie générale
- Les lésions ont été identifiées par ophtalmoscopie indirecte sous indentation puis scellées par cryo-application.
- L'indentation (circulaire ou radiaire) a été effectué en utilisant des bandes de silicones de 5,5 ou 6mm, fixées à 12-14mm en postérieur du limbe en évitant les veines vortiqueuses. Les bandes ont été fixées par un ou plusieurs passant coulant et des points aux extrémités par un fil tressé (Mersuture® 5.0)
- Ponction du liquide sous rétinien
- Chez les patients inclus on n'a pas réalisé de desépithélialisation cornéenne, une ponction de la chambre antérieure ou un tamponnement intravitréen.

3- En post-opératoire :

- La topographie cornéenne a été refaite par le même examinateur à J7, 1 mois et 3 mois.
- Les données de la face antérieure et postérieure de la cornée ont été évaluées: la valeur Q, la kératométrie (la plus plate K1, la plus cambrée K2, moyenne Km et maximale Kmax) et l'astigmatisme cornéen total et ses axes. Les données de la pachymétrie apicale ont été analysées.
- Les données de l'étude de la chambre antérieure fournies automatiquement par le logiciel ont été enregistrées : volume et profondeur de la chambre antérieure, et le degré de l'angle irido-cornéen.
- L'analyse de la carte kératométrique sagittale et des cartes d'élévation de la face antérieure et postérieure de la cornée a été réalisée (Figure 26).



Figure 25 : Topographe PENTACAM HR du service utilisé dans l'étude

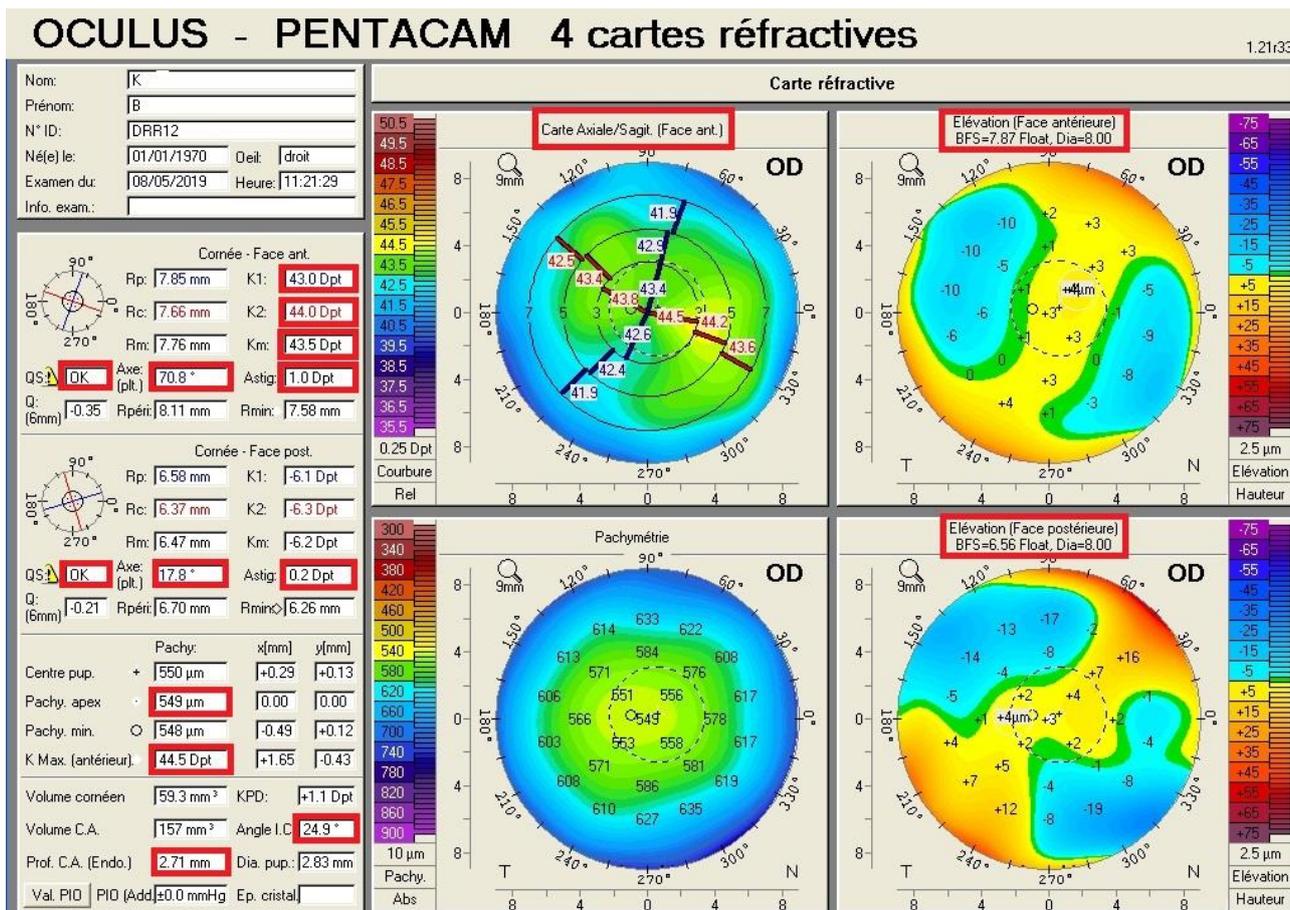


Figure 26 : En cadre rouge : les paramètres topographiques étudiés en pré et postopératoire

IV. ANALYSE STATISTIQUE :

Une fiche de collecte de données a été utilisée pour recueillir les informations ciblées par l'étude (Figures 27 et 28).

Les données ont été saisies et gérées à l'aide de Microsoft Office Excel 2010 et du logiciel SPSS (version 20). Les analyses ont été effectuées avec le test de corrélation. Une valeur P inférieure à 0,05 a été considérée comme statistiquement significative.

Modification des paramètres du segment antérieur après indentation sclérale dans la chirurgie du décollement de rétine

Fiche d'exploitation

| | | | | | |
|------------|--|-------------------|--|--------------|--|
| N° | | N° Dossier | | IP | |
| TEL | | | | VILLE | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------|--------|-----------------|--|-------------|---|---|--|--|--|
| Nom et prénom | | | | | | | | | | |
| Age | | | | | Sexe | H | F | | | |
| Œil | Droit | Gauche | Opéré le | | | | | | | |

| | | | |
|-----------------------------|----------|---------------|------------|
| Type d'indentation | Radiaire | Longitudinale | Circulaire |
| Nombre d'indentation | | 1 | 2 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------|-----------------|--|--|------------|--|--|--|--|
| Largeur de la bande | | | | | | | | | |
| Epaisseur | | | | | | | | | |
| Longueur | | | | | | | | | |
| Fixation | Bande 1 | Passant coulant | | | Extrémités | | | | |
| | Bande 2 | Passant coulant | | | Extrémités | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Site(s) d'indentation | | | | | | | | | | | |
| 12h | 01h | 02h | 03h | 04h | 05h | 06h | 07h | 08h | 09h | 10h | 11h |
| | | | | | | | | | | | |

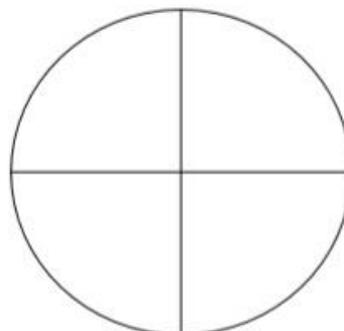


Figure 27 : Fiche d'exploitation (données générales)

| N° | | J-1 | J7 | 1 mois | 3 mois |
|-----------------------------------|----------------------------|-----|----|--------|--------|
| Face antérieure | Q 8mm | | | | |
| | Rp/K1 | | | | |
| | Rc/K2 | | | | |
| | Rm/Km | | | | |
| | Astigmatisme | | | | |
| | Axe | | | | |
| | Rmin | | | | |
| | Rpéri | | | | |
| | Kmax (x/y) | | | | |
| Face postérieure | Q 8mm | | | | |
| | Rp/K1 | | | | |
| | Rc/K2 | | | | |
| | Rm/Km | | | | |
| | Astigmatisme | | | | |
| | Axe | | | | |
| | Rmin | | | | |
| | Rpéri | | | | |
| Pachymétrie | Centre pupillaire (x/y) | | | | |
| | Apex | | | | |
| | Minimale (x/y) | | | | |
| Volume cornéen | | | | | |
| Volume CA | | | | | |
| Profondeur CA | | | | | |
| KPD | | | | | |
| Angle irido-cornéen | | | | | |
| Diamètre pupillaire | | | | | |
| Analyse de Zernike | Totale | | | | |
| | LOA | | | | |
| | HOA | | | | |

Figure 28 : Fiche d'exploitation (données topographiques)



RESULTATS

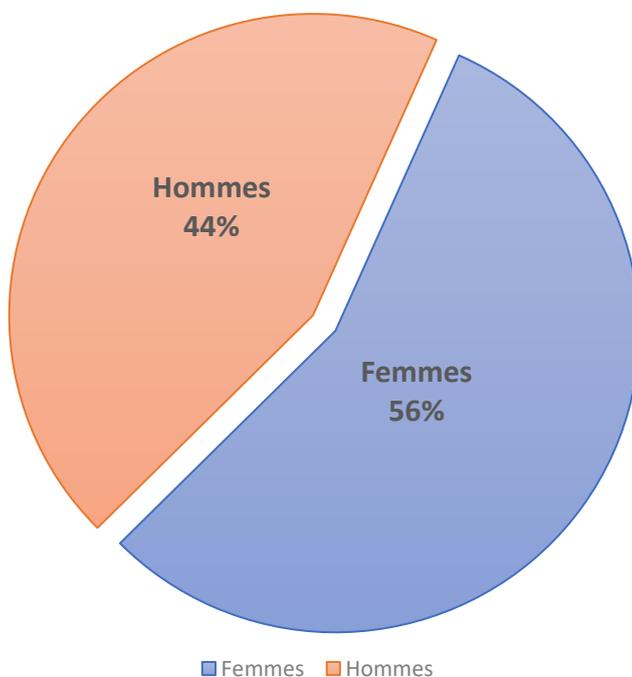
I. DONNEES GENERALES PREOPERATOIRES :

1 – Caractéristiques épidémiologiques des patients :

Notre étude se porte sur un panel de 34 yeux (34 patients) ayant présenté un décollement de rétine rhégmato-gène, pris en charge dans le service d'ophtalmologie du CHU Hassan II FES pendant une période de 13 mois (Octobre 2018 et Novembre 2019).

1-1. Sexe :

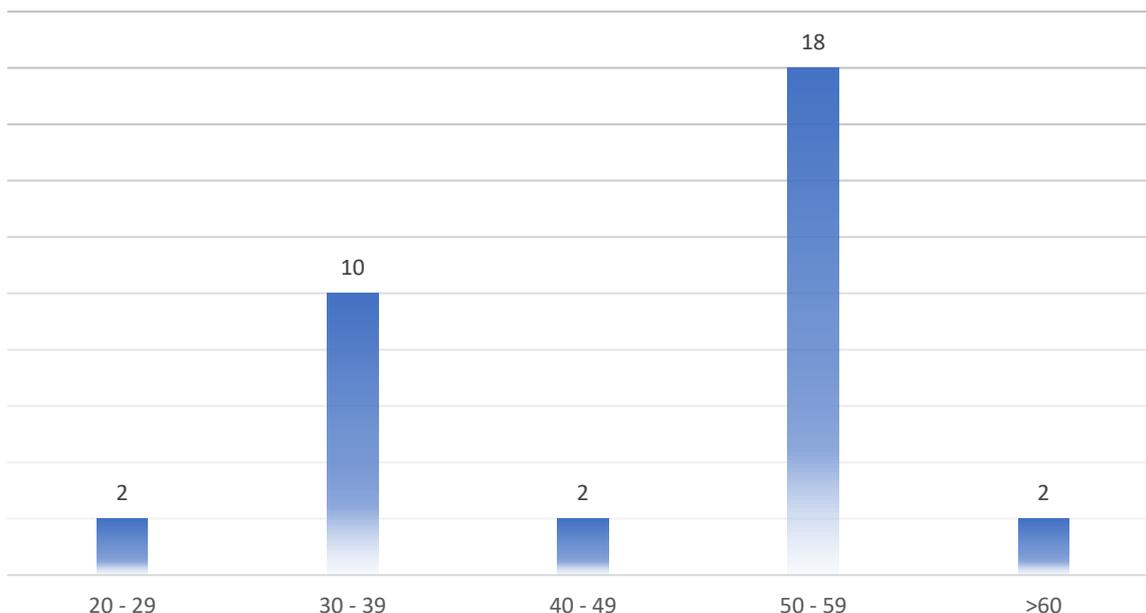
La répartition selon le sexe retrouve une discrète prédominance féminine : nous avons dénombré 19 femmes (56%) et 15 hommes (44%), soit un sexe ratio H/F de 0,79 (Graphique 1).



Graphique 1 : Répartition des patients selon de sexe

1-2. Age :

L'âge moyen des patients est de 45,35 ans +/-11 avec des extrêmes allant de 22 à 60 ans. L'étude de la distribution des âges montre la prédominance de la tranche des patients âgés de 50 à 59 ans, qui représente 52 des cas (Graphique 2).



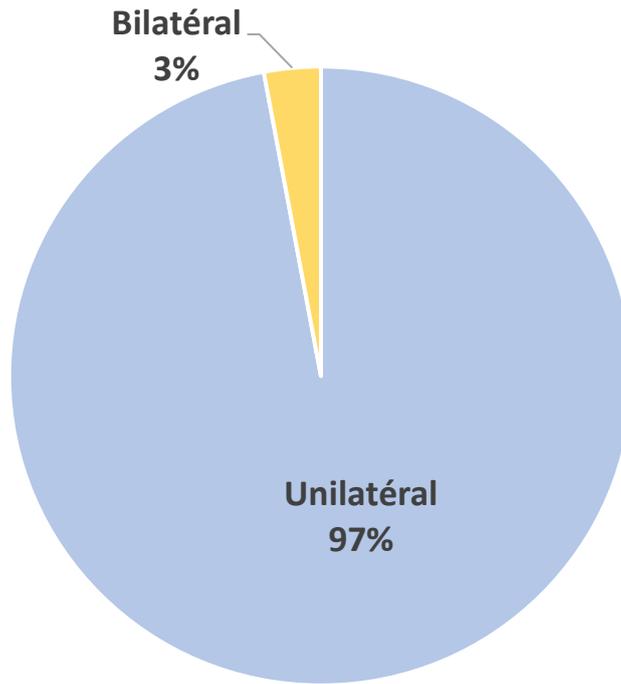
Graphique 2 : répartition des patients en fonction des tranches d'âge

2-Caractéristiques cliniques :

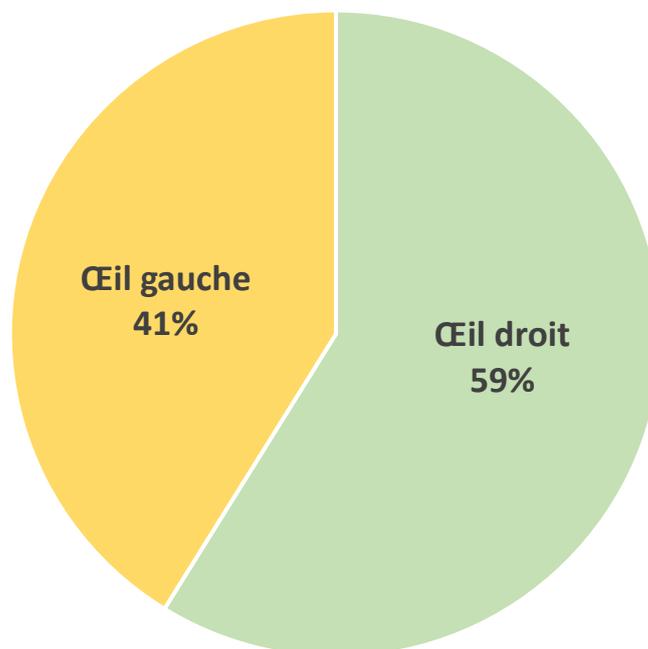
2-1. Latéralité du décollement :

33 des patients présentaient un décollement de rétine unilatéral soit un pourcentage de 97,3% et 1 seul patient présentait un décollement de rétine bilatéral opéré d'un seul œil pendant la durée du suivi (Graphique 3)

Nous avons noté une atteinte préférentielle du côté droit qui représente 20 yeux (58,8%) par rapport au côté gauche 14 yeux (Graphique 4)



Graphique 3 : Répartition du décollement de rétine en fonction de la latéralité



Graphique 4 : Répartition des patients en fonction de l'œil atteint

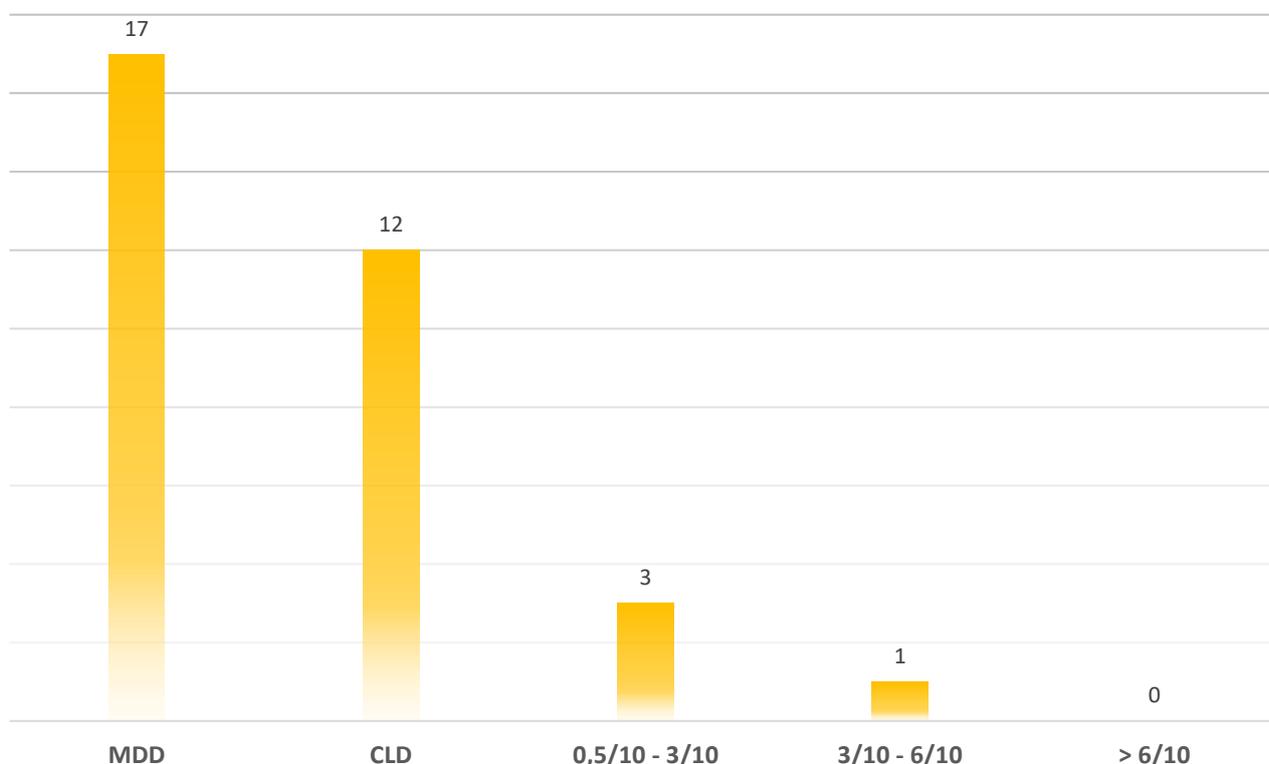
2-2. Le délai de consultation par rapport aux symptômes :

Le délai moyen de consultation est de 60,35 jours soit de 2 mois variant entre deux jours à deux ans.

2-3. Examen ophtalmologique per-opérateur :

- Acuité visuelle : (Graphique 5)

La majorité de nos patients avaient une acuité visuelle (AV) préopératoire corrigée comprise entre la perception des mouvements des doigts (MDD) et le décompte des doigts (CLD).

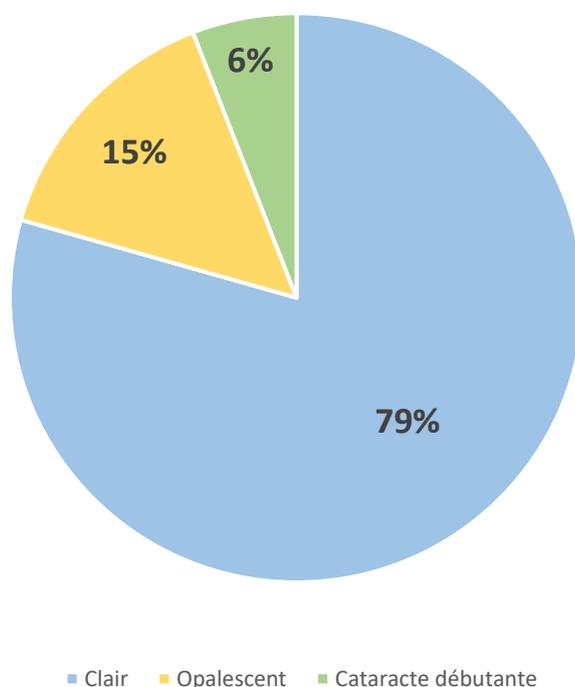


Graphique 5 : Répartition des patients en fonction de l'AV initiale corrigée.

- Segment antérieur :

Tous les patients avaient une cornée claire, une bonne chambre antérieure, un bon réflexe photomoteur et après dilatation tous les yeux étaient opaques avec :

- Un cristallin clair chez 27 patients (Graphique 6)
- Un cristallin opalescent chez 5 patients (14,7%)
- Une cataracte nucléaire débutante ne gênant pas la visibilité chez le reste



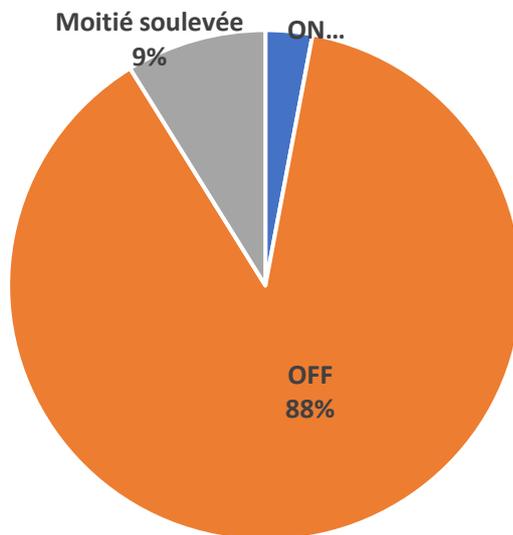
Graphique 6 : statut cristallinien des patients opérés

- Tonus oculaire :

L'hypotonie oculaire était notée chez 2 malades (5,8 %) et 32 présentaient une pression intra-oculaire normale (94,2 %). Aucun cas d'hypertonie oculaire n'a été noté.

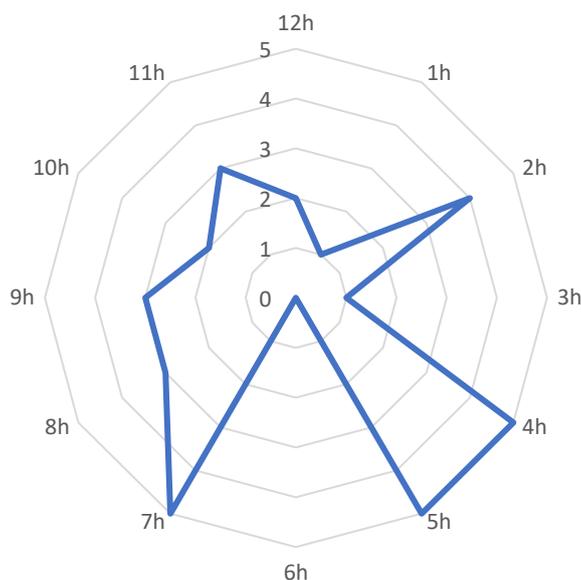
- Examen du fond d'œil :

Un patient présentait un DR macula ON, 3 patients un DR avec une macula moitié soulevée et la macula était OFF chez le reste des patients (Graphique 7).



Graphique 7 : statut de la macula de l'œil malade de nos patients

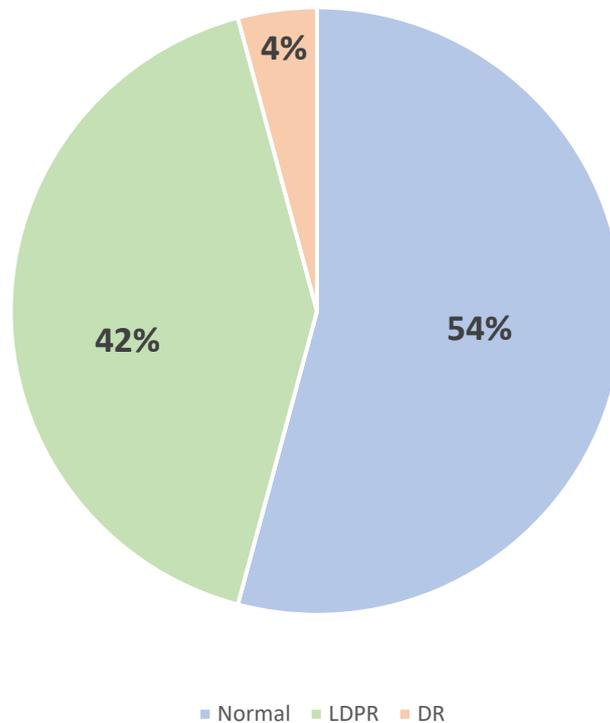
Le décollement de rétine était rhégmato-gène avec lésion(s) objectivée(s) à l'examen au verre à trois miroirs chez tous les patients (Graphique 8).



Graphique 8 : répartition des lésions rhégmato-gènes responsables du DR

L'examen de l'œil adelphe a objectivé : (Graphique 9)

- La présence de lésions dégénératives de la périphérie rétinienne chez 10 patients (29,5%)
- Un DR rhégmato-gène chez 1 seul patient (3%)
- Un fond d'œil normal pour le reste (67,5%)



Graphique 9 : résultats de l'examen ophtalmologique de l'œil adelphe

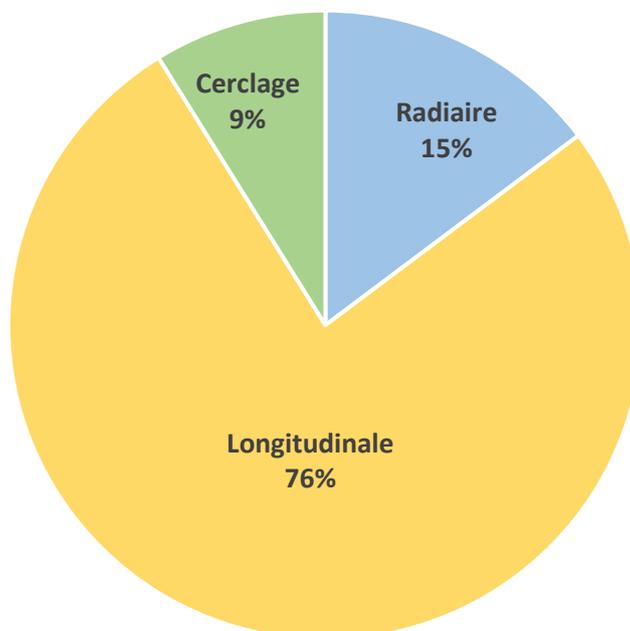
II. DEROULEMENT DE LA CHIRURGIE :

Tous les opérés ont eu une cryothérapie externe en regard de ou des déchirures et une ponction du liquide sous rétinien. Une indentation sclérale était pratiquée chez tous les patients : radiaire dans 5 cas, longitudinale <math><180^\circ</math> chez 26 cas et un cerclage chez 3 cas. (Graphique 10, Figures 29–34)

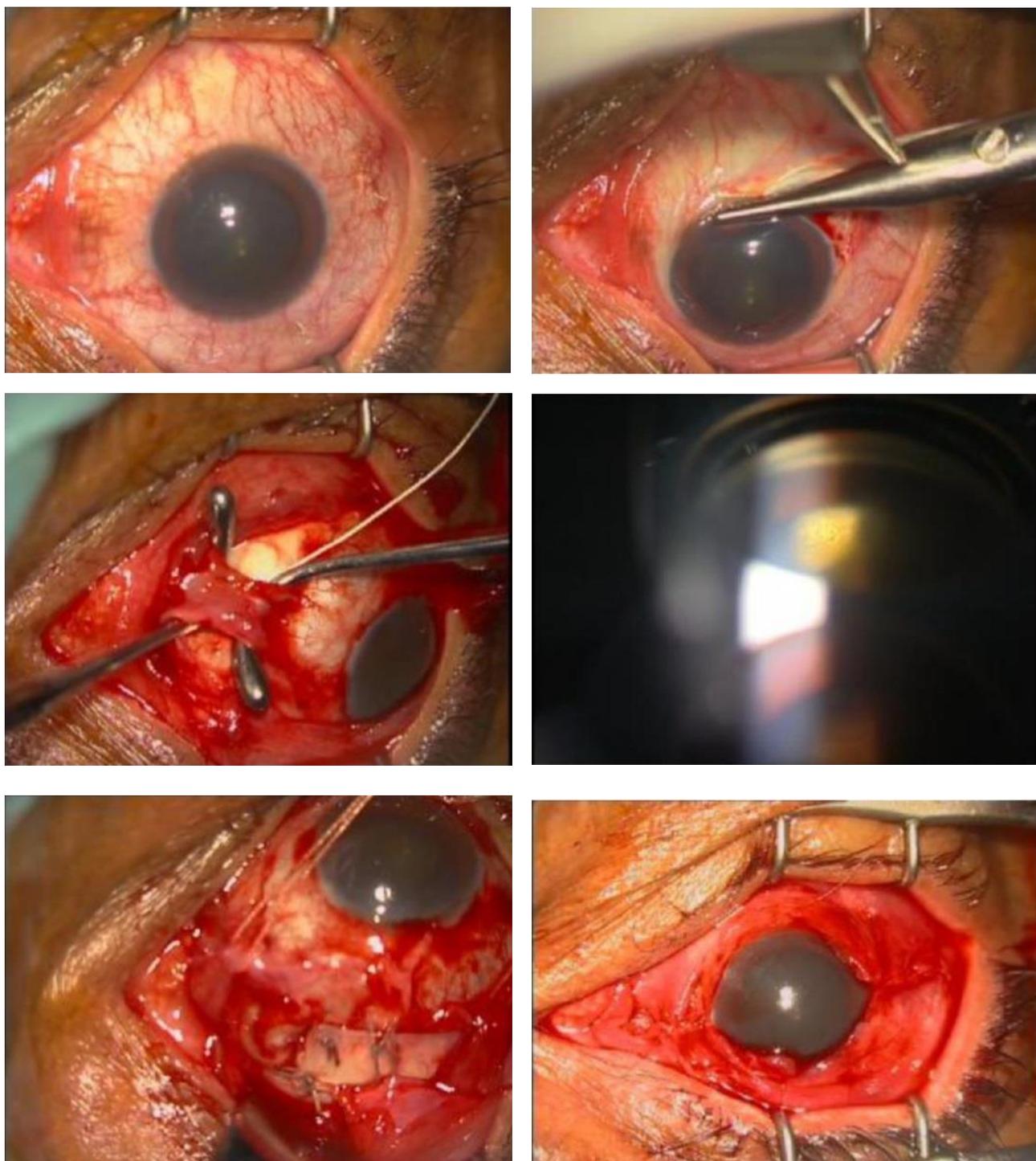
Toutes les bandes utilisées étaient en silicone avec une largeur de 5,5 et 6mm et une épaisseur de 1mm.

Les bandes radiaires ont été fixées par des passants–coulants parallèles au limbe et suturées aux deux extrémités chez 3 patients et seulement à l'extrémité antérieure chez 2 patients.

Les bandes longitudinales (y compris en cerclage) ont été fixées par des passants–coulants perpendiculaires au limbe et fixées aux deux extrémités.



Graphique 10 : type d'indentation réalisée au cours de la chirurgie



Figures 29 – 34 : Images du service montrant les principaux temps opératoires de la chirurgie du DR : 1- Exposition du champ opératoire, 2- Désinsertion conjonctivale au limbe, 3- Charge des muscles droits, 4- Examen peropératoire au V3M, 5- Mise en place d'une indentation longitudinale parallèle au limbe fixée par 2 passant coulants et 2 points à chaque extrémité, 6- Fermeture conjonctivale à la fin d'intervention

| | |
|----|----|
| 29 | 30 |
| 31 | 32 |
| 33 | 34 |

III. DONNEES TOPOGRAPHIQUES PRE ET POST-OPERATOIRES :

1- La kératométrie :

Dans cette étude, la kératométrie moyenne, maximale ainsi que la puissance des deux méridiens le plus plat et le plus cambré ont été pris en considération pour évaluer les changements de la kératométrie après chirurgie (Graphique 9). Les données ont été directement recueillies de la page principale lors des « k-reading » (Figure 29).

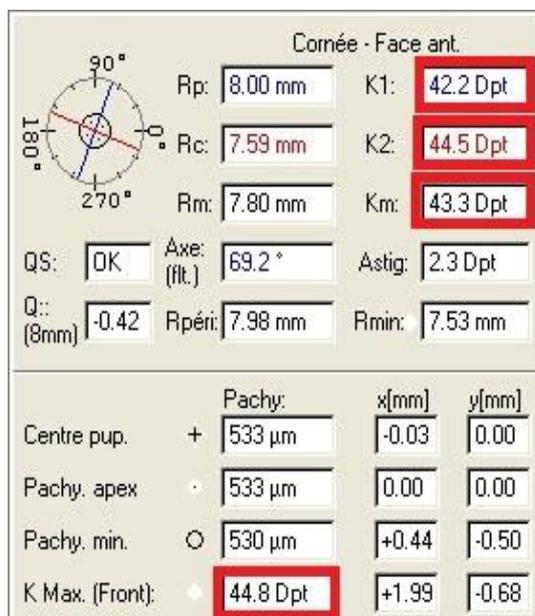


Figure 35 : Données de la kératométrie recueillies pour l'étude

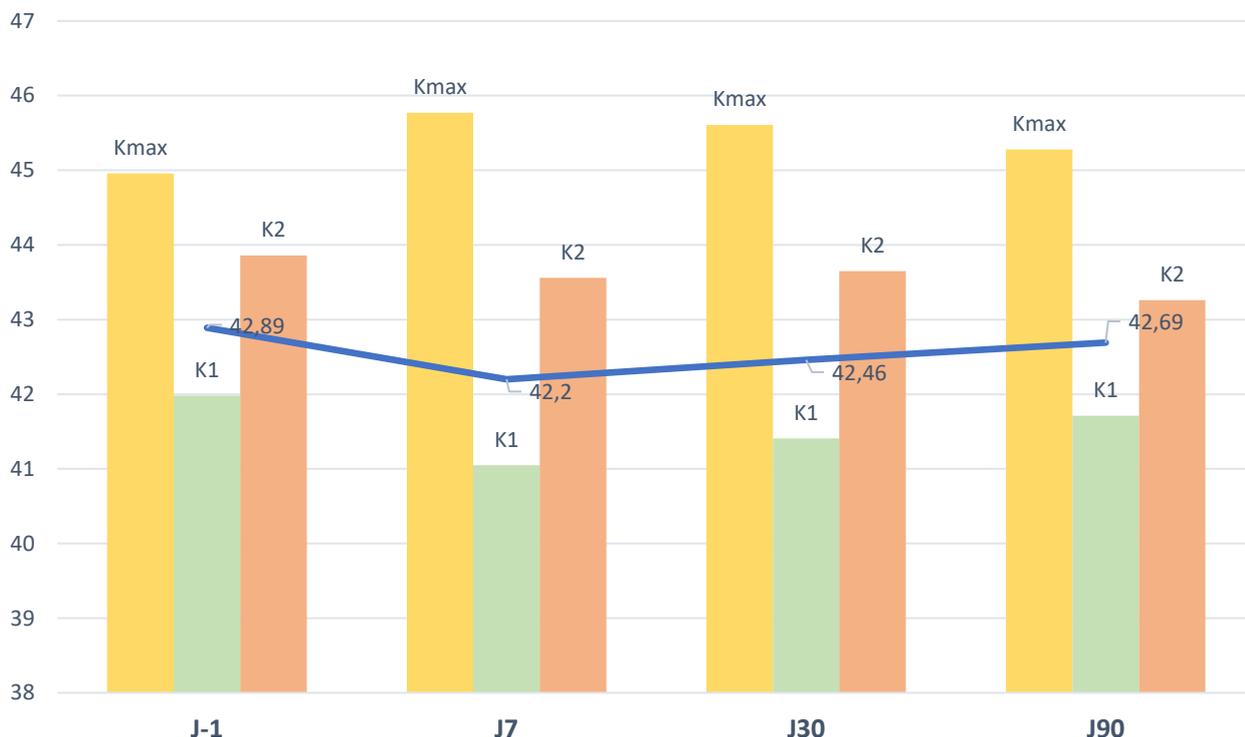
La kératométrie moyenne (Kmoy) préopératoire était de $42,89 \pm 1,42$ D. Elle était de $42,20 \pm 2,14$ D à J7, estimée à $42,46 \pm 1,56$ D à J30 et de $42,69 \pm 1,66$ D à 3 mois. Pas de différence statistiquement significative n'a été notée concernant ces valeurs.

La moyenne de la kératométrie maximale (Kmax) préopératoire était de 44,96 ± 1,76 D. Elle a atteint 45,77 ± 2,60 D, 45,61 ± 2,45 D et 45,28 ± 2,22 D à J7, J30 et J90 respectivement. Pas de différence statistiquement significative n'a été notée.

Concernant la kératométrie la plus plate (K1) et celle la plus cambrée (K2), les résultats sont illustrés dans le tableau 1 et le graphique 11.

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|----------|---------------|-------|-------|-------|
| Kmoy (D) | 42,89 | 42,20 | 42,46 | 42,69 |
| ± ET (D) | 1,42 | 2,14 | 1,56 | 1,66 |
| p | | 0,122 | 0,234 | 0,585 |
| Kmax (D) | 44,96 | 45,77 | 45,61 | 45,28 |
| ± ET (D) | 1,76 | 2,60 | 2,45 | 2,22 |
| p | | 0,136 | 0,212 | 0,508 |
| K1 (D) | 41,98 | 41,05 | 41,41 | 41,71 |
| ± ET (D) | 1,84 | 3,11 | 2,08 | 1,67 |
| p | | 0,138 | 0,232 | 0,529 |
| K2 (D) | 43,86 | 43,56 | 43,65 | 43,26 |
| ± (D) ET | 1.37 | 1,29 | 1,13 | 1,20 |
| p | | 0,357 | 0,491 | 0,06 |

Tableau 1 : données de la kératométrie pré et postopératoire



Graphique 11 : Evolution postopératoire de la kératométrie

2- L'astigmatisme cornéen :

Les valeurs de l'astigmatisme et des axes ont été notés à partir de la page principale. Le type d'astigmatisme (régulier, irrégulier) a été analysé sur les cartes kératométriques axiales (Figure 36)

La moyenne de l'astigmatisme cornéen total avant indentation sclérale était 1,87D ($\pm 1,6$) avec des extrêmes allant de 0,3D à 5,9D.

L'astigmatisme postopératoire a atteint son maximum lors de la 1^{ère} semaine avec une moyenne de 2,82D ($\pm 2,57$). Cette différence était statistiquement significative (**p=0,001**).

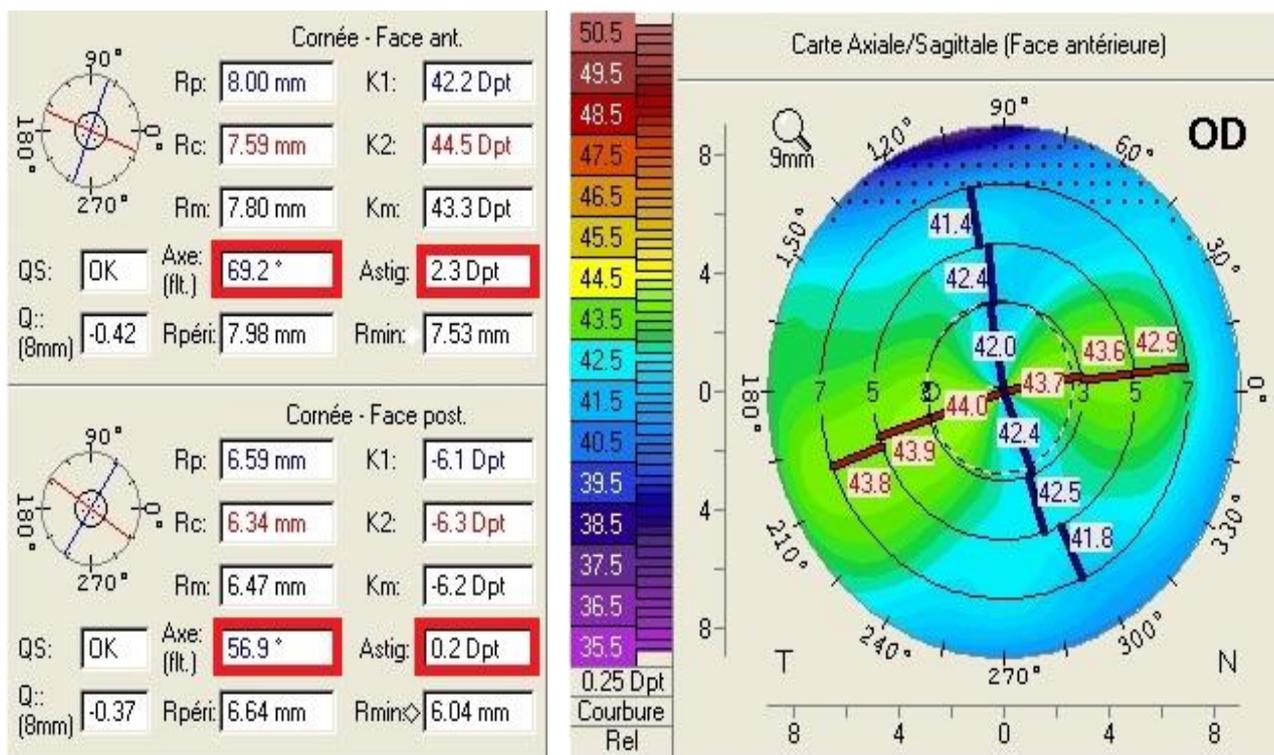
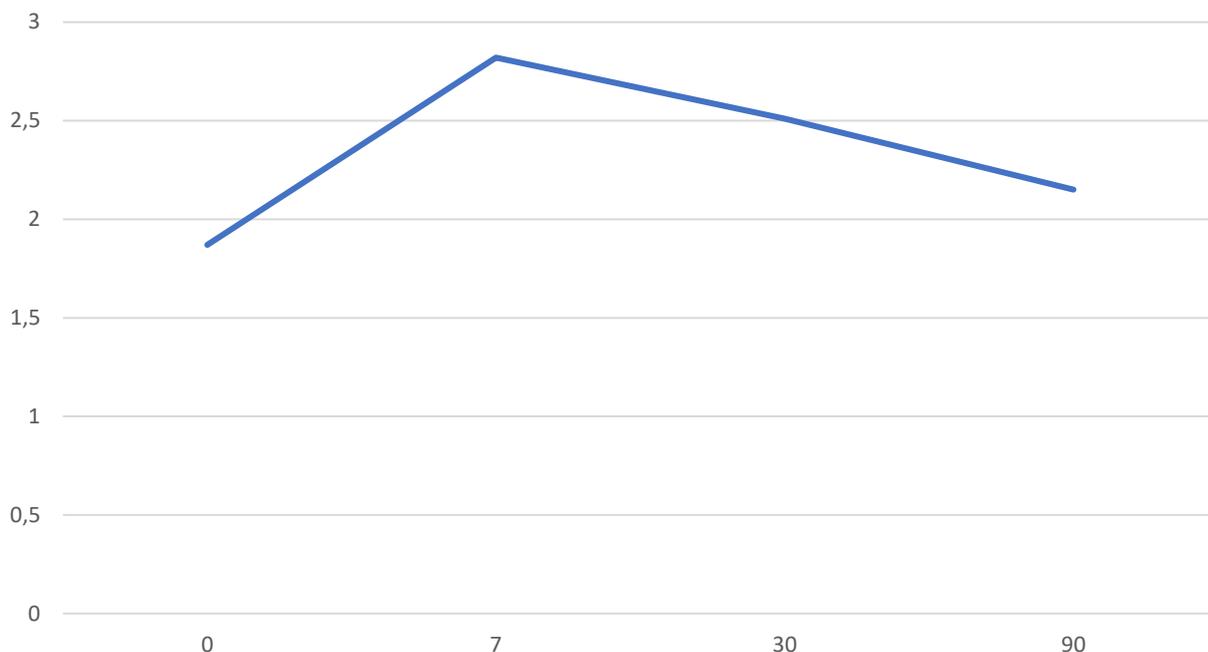


Figure 36 : astigmatisme et carte axiale affichés sur la page principale du logiciel

L'astigmatisme induit a diminué progressivement entre le 1^{er} mois (moyenne : 2,51D ± 2,17) et le 3^{ème} mois (moyenne : 2,15D ± 1,55). Ces deux différences étaient aussi statistiquement significatives avec **p=0,10** et **p=0,004** respectivement. (Tableau 2 & graphique 12)

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Astigmatisme cornéen total | | | | |
| Moyenne (D) | 1,87 | 2,82 | 2,51 | 2,15 |
| ± ET (D) | 1,6 | 2,57 | 2,17 | 1,55 |
| p | | 0,001 | 0,010 | 0,004 |

Tableau 2 : Modifications de l'astigmatisme cornéen total avant et après chirurgie.



Graphique 12 : courbe d'évolution de l'astigmatisme postopératoire

Une déviation moyenne de 58° de l'axe des méridiens cornéens a été notée avec des extrêmes allant de 30° à 86° pendant la 1^{ère} semaine. Elle était de 47,24° et 45,47° au 1^{er} et 3^{ème} mois respectivement. Toutes les différences étaient statistiquement significatives. (Tableau 3)

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|--------------------------------------|---------------|-------|-------|-------|
| Rotation des axes | | | | |
| Moyenne (°) | 94,05 | 58,40 | 47,24 | 45,47 |
| | ±67,56 | | | |
| Intervalle de confiance à 95% | | | | |
| Inférieur | | 30,48 | 22,63 | 21,66 |
| Supérieur | | 86,32 | 71,85 | 69,29 |
| p | | 0,000 | 0,001 | 0,001 |

Tableau 3 : rotation de l'axe des méridiens cornéens après indentation sclérale

On n'a pas noté de différence statistiquement significative concernant l'impact du type d'indentation choisie (radiaire, longitudinale ou cerclage) sur l'astigmatisme induit lors de l'analyse multivariée ($p=0,48$).

Exemple d'astigmatisme postopératoire induit et son évolution

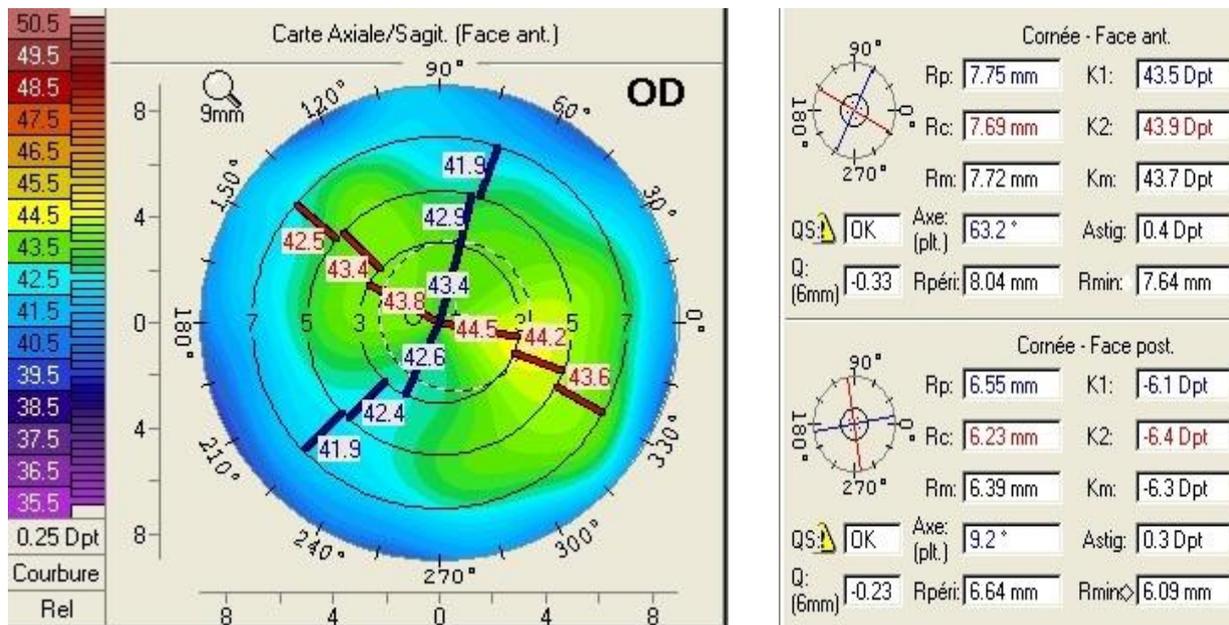


Figure 37-1 : Astigmatisme préopératoire d'un patient prévu pour chirurgie du décollement de rétine de l'œil droit. L'astigmatisme total est de 0,7D.

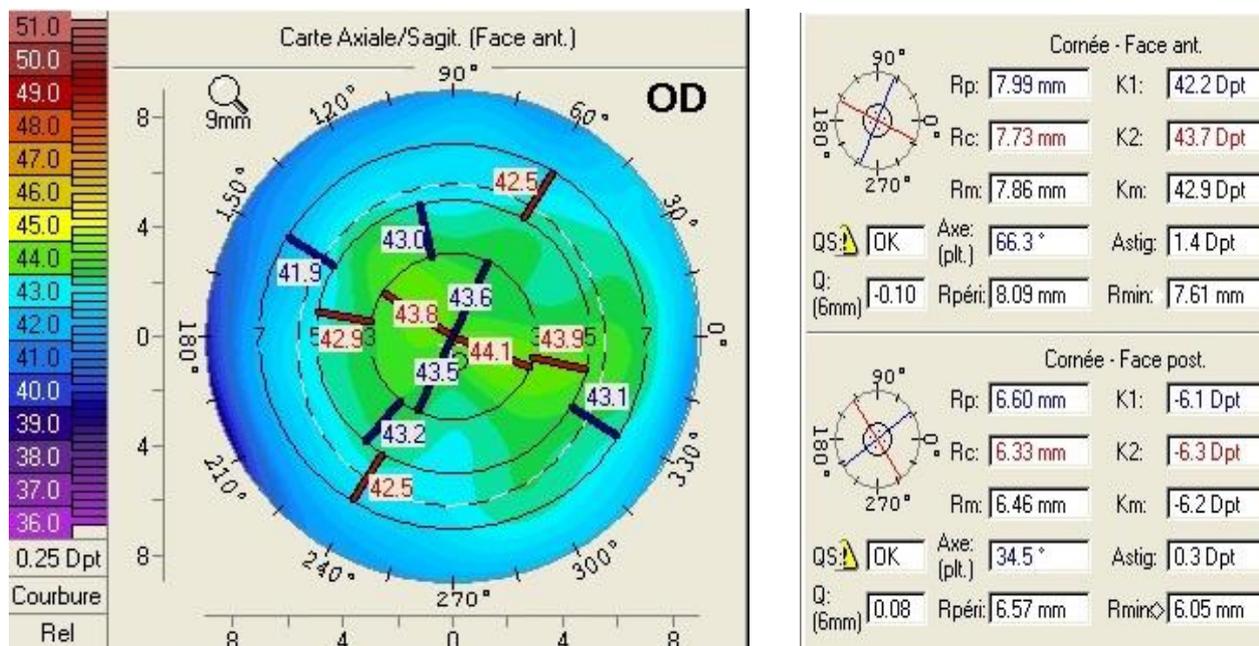


Figure 37-2 : Topographie du J7 : Astigmatisme postopératoire induit de 1D avec modification des axes et de l'aspect de la carte kératométrique axiale.

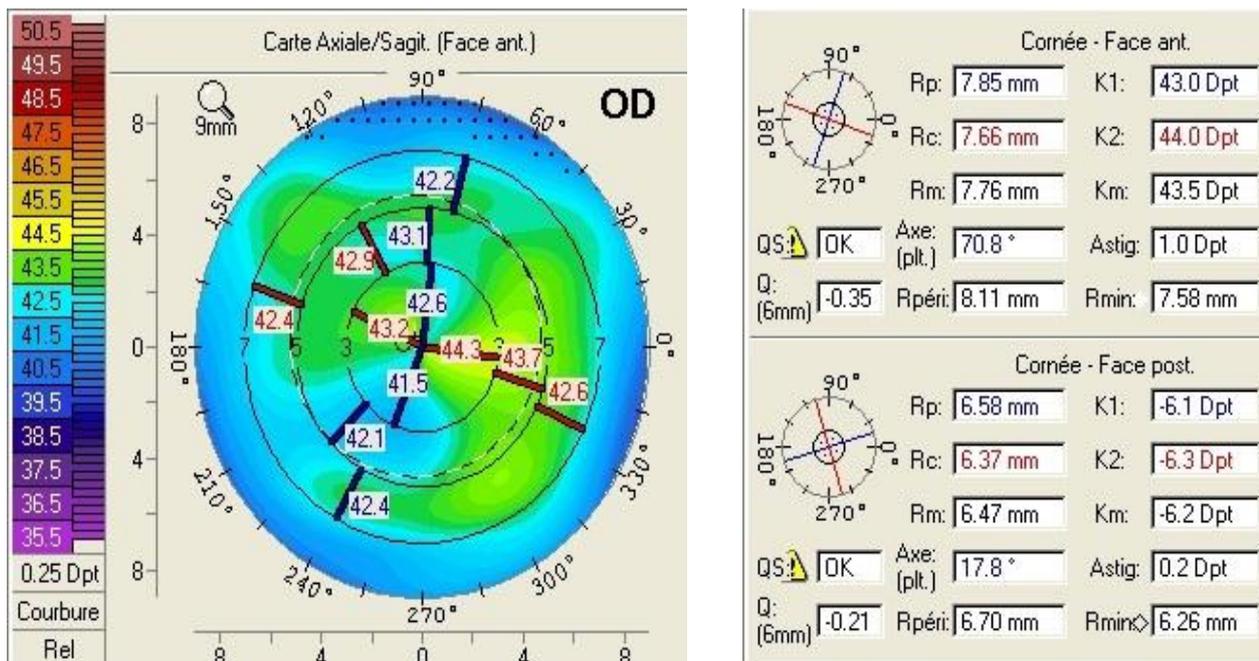


Figure 37-3 : Topographie du J30 : l'évolution est marquée par la diminution de la valeur de l'astigmatisme induit par 0,5D.

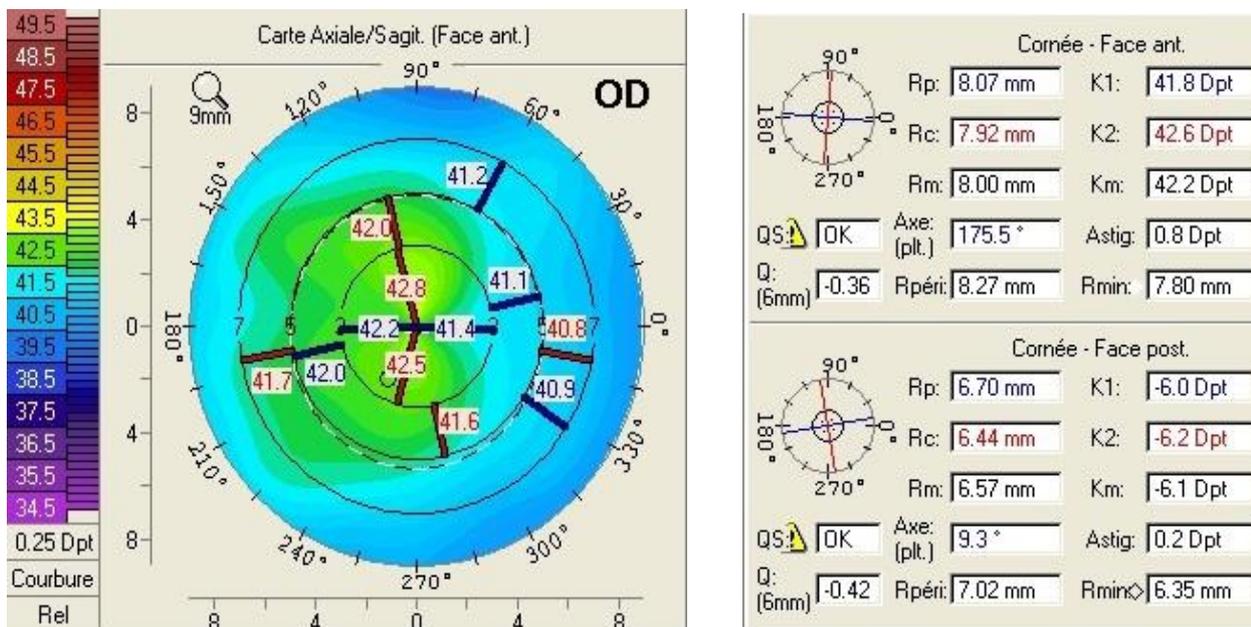


Figure 37-4 : Topographie du J90 : la valeur de l'astigmatisme induit à J90 se rapproche de celle préopératoire.

3- Les cartes d'élévation antérieure et postérieure :

Elles étaient représentées par rapport à une sphère de référence. La moyenne de l'élévation antérieure ou postérieure a été recueillie à partir des cartes correspondantes (Figures 38-1 et 38-2).

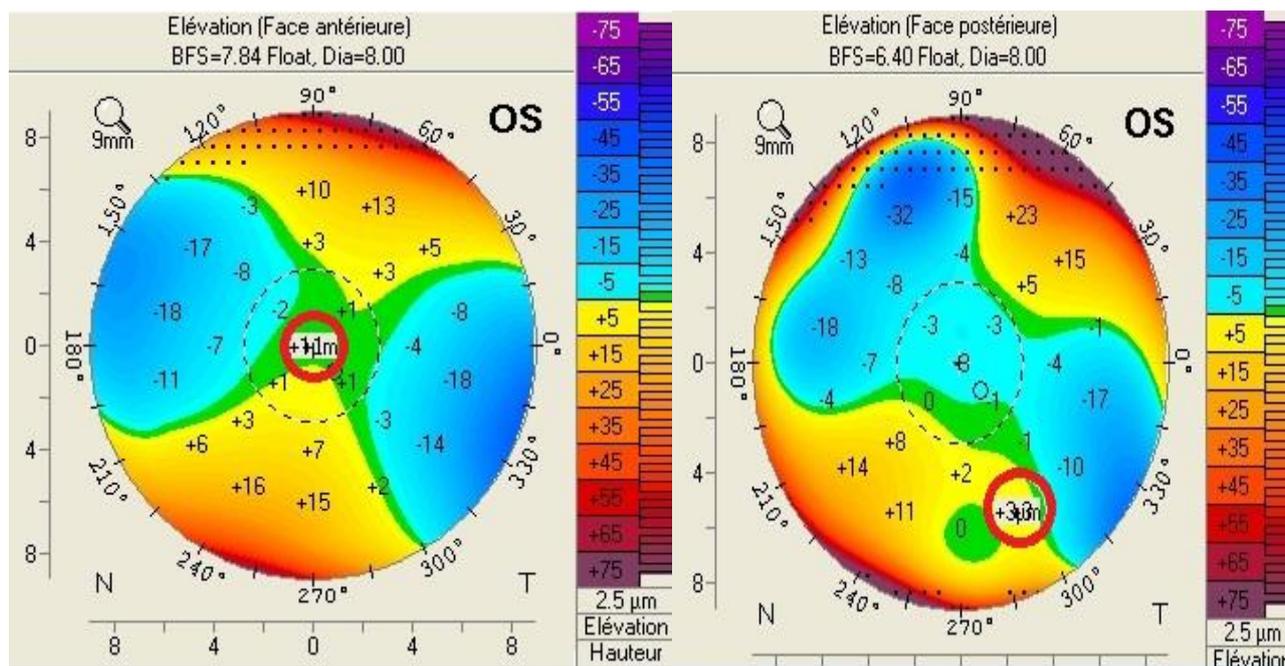


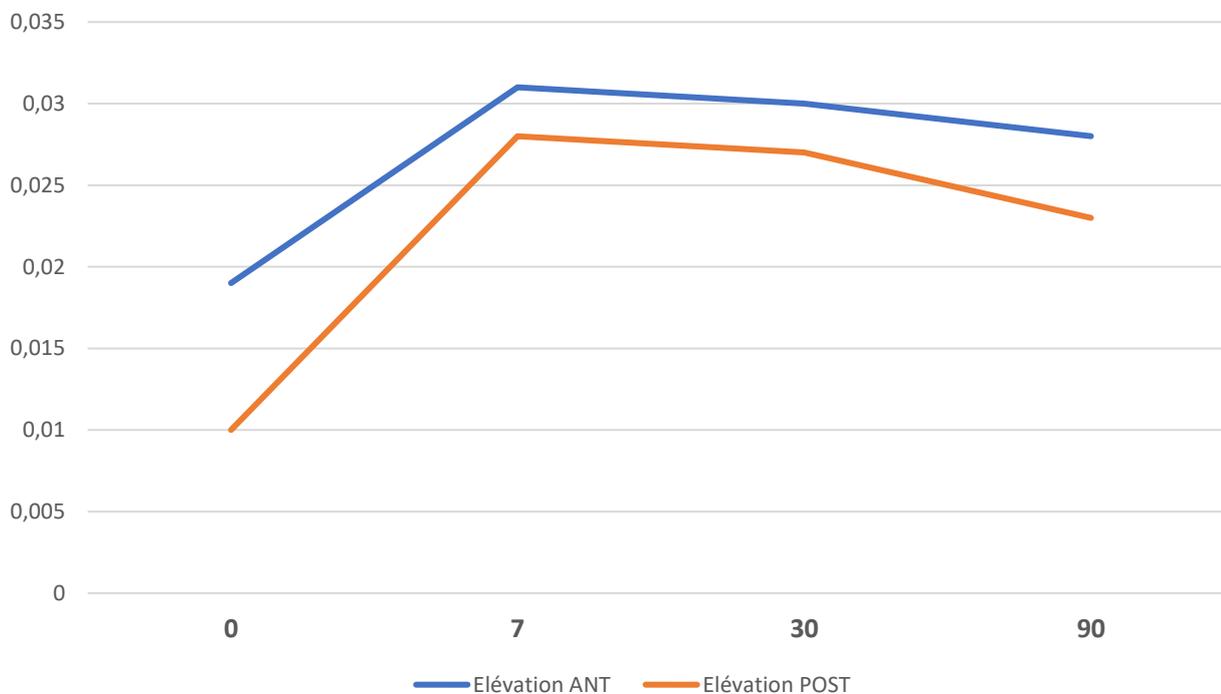
Figure 38-1 et 38-2 : Analyse des cartes d'élévation antérieure et postérieure

La moyenne préopératoire de l'élévation antérieure de la cornée enregistrée par le Pentacam® était de $0,019 \pm 0,010$ mm qui a augmenté jusqu'à $0,031 \pm 0,011$ mm en J7. Cette valeur a légèrement diminué dans le suivi postopératoire du J30 ($0,030 \pm 0,014$ mm) et du J90 ($0,028 \pm 0,010$ mm) tout en restant statistiquement significatives (Tableau 4 et graphique 13)

La moyenne de l'élévation postérieure a augmenté d'une valeur préopératoire de $0,010 \pm 0,006$ mm à des valeurs de $0,028$ mm à J7, de $0,027$ mm à J30 et de $0,023$ mm à J90. Toutes ces valeurs étaient significatives.

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|------------------------------|---------------|--------|-------|-------|
| Élévation antérieure | | | | |
| Moyenne (mm) | 0,019 | 0,031 | 0,030 | 0,028 |
| ± ET (mm) | 0,010 | 0,011 | 0,014 | 0,010 |
| p | | ≈0,000 | 0,014 | 0,025 |
| Élévation postérieure | | | | |
| Moyenne (mm) | 0,010 | 0,028 | 0,027 | 0,023 |
| ± ET (mm) | 0,006 | 0,009 | 0,009 | 0,003 |
| p | | 0,021 | 0,032 | 0,036 |

Tableau 4 : la moyenne de l'élévation antérieure et postérieure de la cornée en pré et postopératoire



Graphique 13 : évolution des élévations antérieure et postérieure de la cornée après indentation sclérale

Exemple de modification postopératoire des cartes d'élévation antérieures et postérieures et leur évolution :

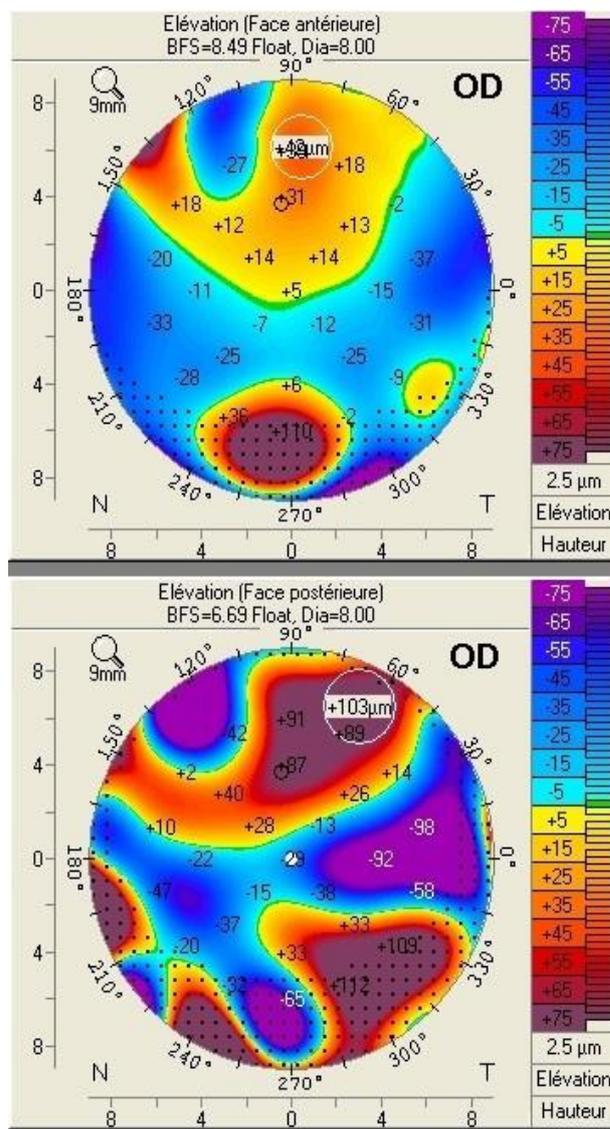
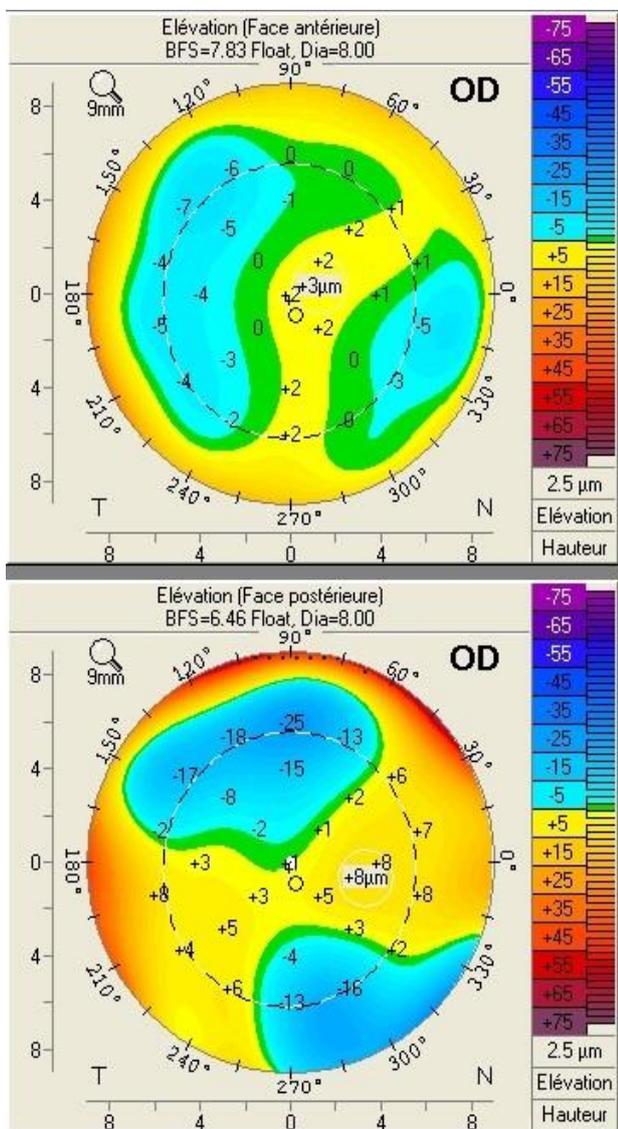


Figure 39-1 : Topographie préopératoire

Figure 39-2 : Topographie du J7

On remarque l'augmentation de la moyenne d'élévation des faces antérieure et postérieure de la cornée en 1 semaine du postopératoire.

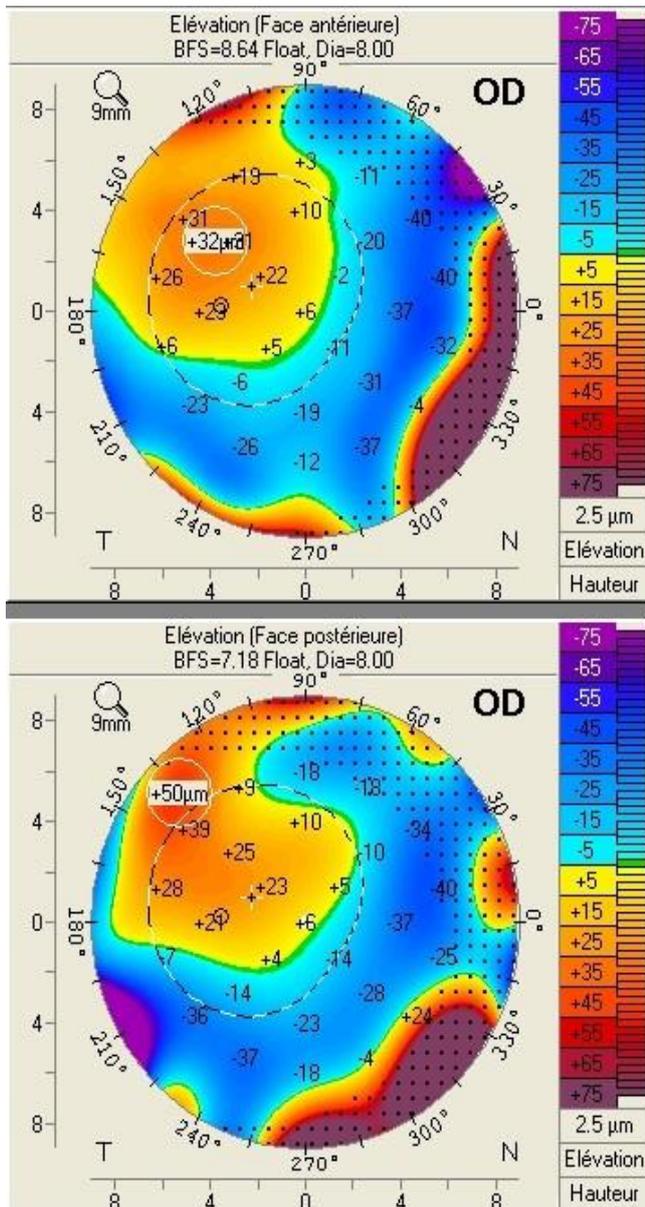


Figure 39-3 : Topographie du J30

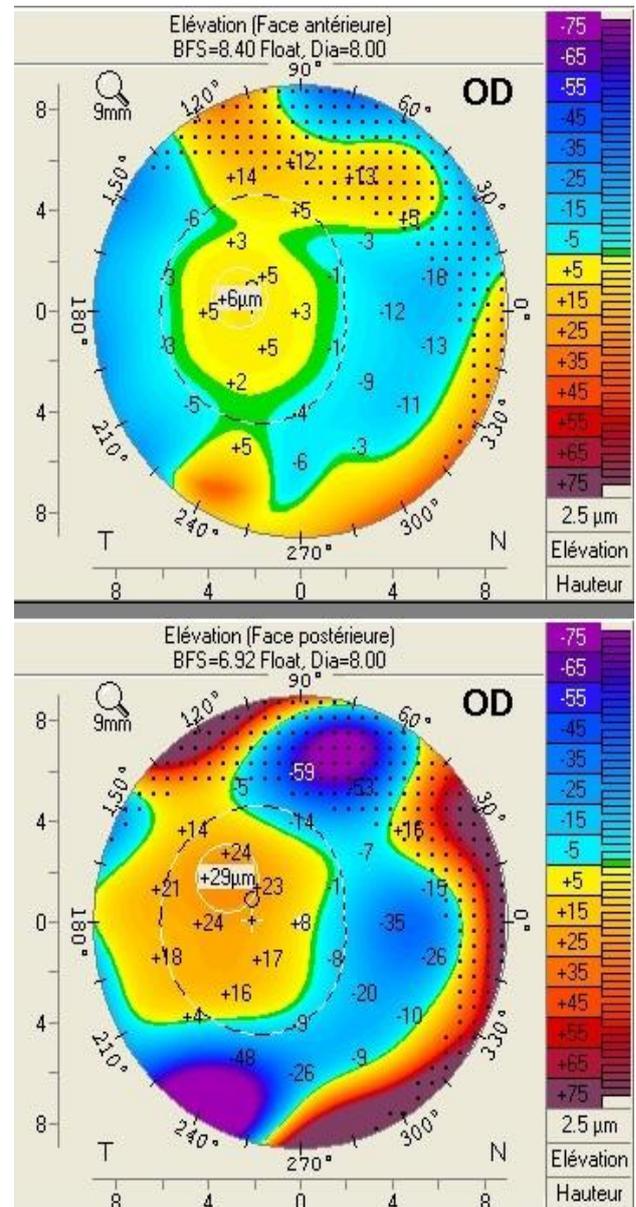


Figure 39-4 : Topographie du J90

La moyenne d'élévation a connu une diminution progressive en J30 et J90

4-La pachymétrie :

Dans cette étude on a pris en considération la pachymétrie centrale dont la valeur était fournie par le Pentacam® sur la page principale (Figure 40)

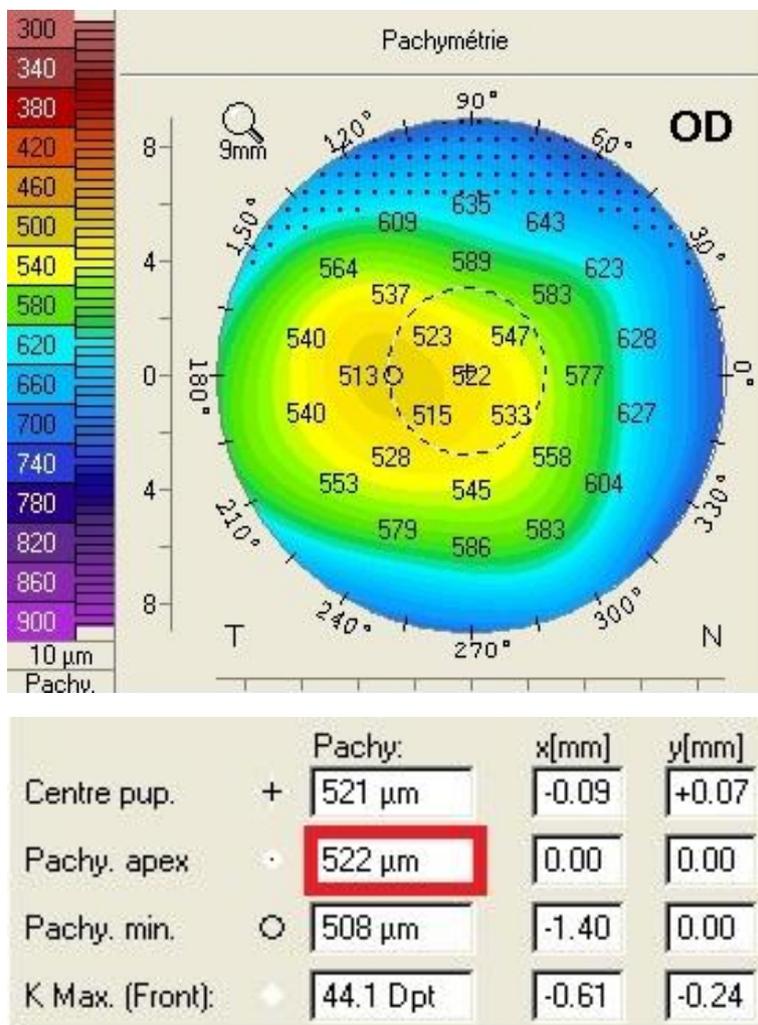
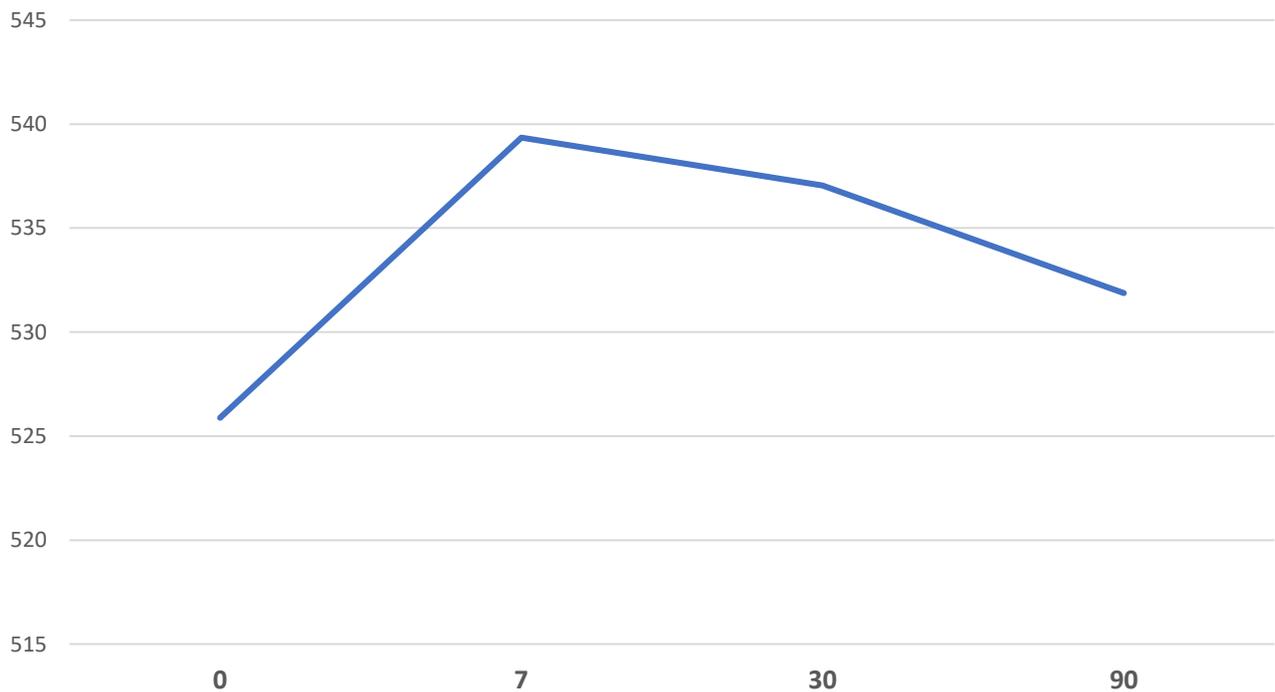


Figure 40 : carte pachymétrique et valeur de la pachymétrie apicale

La moyenne de la pachymétrie centrale préopératoire était de $525,88 \pm 42.59$ µm. Après chirurgie, l'épaisseur cornéenne centrale a augmenté de 2,5% au cours de la 1^{ère} semaine (moyenne : $539,35 \pm 42,14$ µm), puis a diminué progressivement pour se retrouver aux alentours de ses valeurs préopératoire à la fin du 3^{ème} mois ($537,05\mu\text{m}$ puis $531,88$ µm à J30 et J90 respectivement). Aucune différence statistiquement significative n'a été notée (Tableau 5).

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|--|---------------|--------|--------|--------|
| Pachymétrie centrale (μm) | 525,88 | 539,35 | 537,05 | 531,88 |
| \pm ET (μm) | 42,59 | 42,14 | 46,74 | 53,75 |
| p | | 0,194 | 0,306 | 0,611 |

Tableau 5 : Modification de la pachymétrie en postopératoire



Graphique 14 : évolution de l'épaisseur cornéenne en postopératoire

5- Les paramètres de la chambre antérieure :

La distance entre la face postérieure de la cornée et l'iris, exprimée en millimètres, correspond à la profondeur de la chambre antérieure calculée automatiquement par le logiciel et dont la valeur est affichée sur la page principale. Il est possible de connaître la valeur en un point particulier (Figure 41). La représentation du contour de la pupille et de son centre est systématiquement activée afin de faciliter la lecture de cette carte.

Le degré d'ouverture de l'angle irido-cornéen est estimé par le Pentacam à partir du modèle 3D. Sa valeur est exprimée sur la page principale (Figure 42)

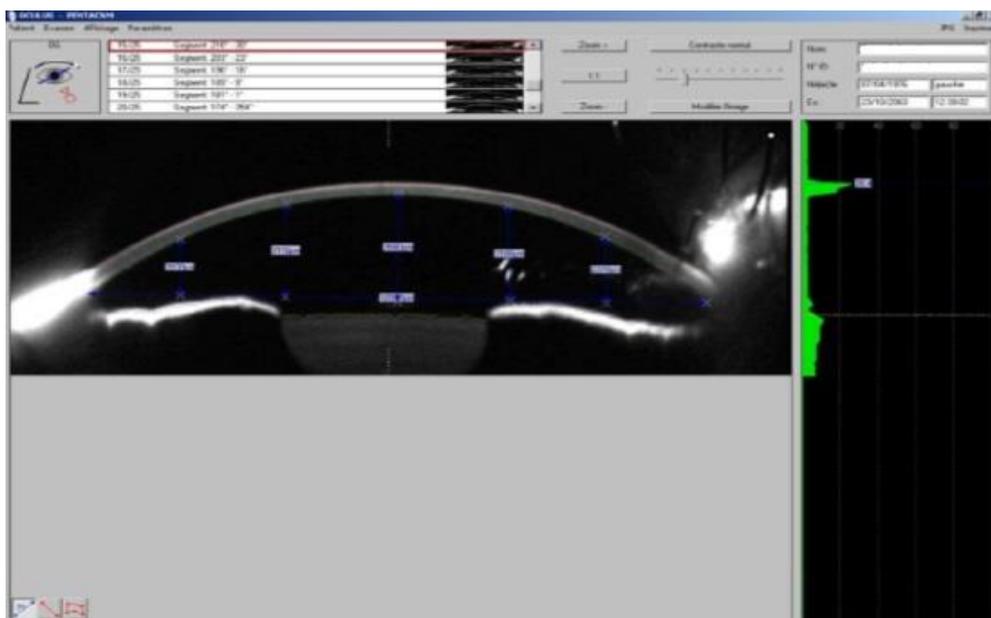


Figure 41 : Mesure de la profondeur de la chambre antérieure à différents points

| | | | |
|-------------------|----------------------|------------|----------|
| Volume cornéen | 55.7 mm ³ | KPD: | +1.2 Dpt |
| Volume C.A. | 170 mm ³ | Angle I.C. | 35.7 ° |
| Prof. C.A. (Epi.) | 3.79 mm | Dia. pup.: | 2.84 mm |

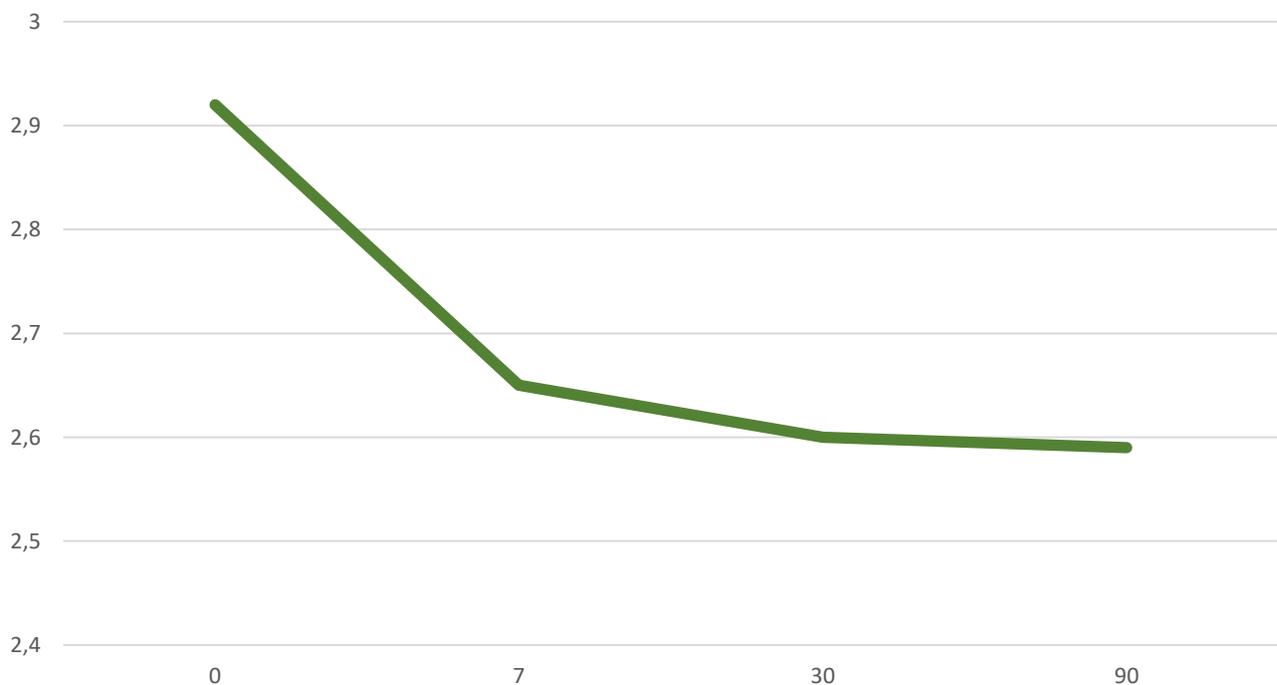
Figure 42 : Valeur de la profondeur de la chambre antérieure notée

5.1 – La profondeur de la chambre antérieure :

La moyenne de la profondeur de la chambre antérieure en préopératoire était de $2,92 \pm 0,47$ mm. On n'a noté une diminution significative de cette profondeur au cours des topographies de control à J7 (2,65mm), à J30 (2,60mm) et à J90 (2,59mm). Les résultats sont résumés sur le tableau & graphique suivants :

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|---|---------------|--------------|--------------|--------------|
| Profondeur de la chambre antérieure (mm) | 2,92 | 2,65 | 2,60 | 2,59 |
| ± ET (mm) | 0,47 | 0,62 | 0,60 | 0,58 |
| P | | 0,048 | 0,018 | 0,012 |

Tableau 6 : Diminution postopératoire de la profondeur de la chambre antérieure



Graphique 15 : Evolution de la profondeur de la chambre antérieure en postopératoire

Exemple de modification postopératoire de la profondeur de la chambre antérieure objectivée par topographie

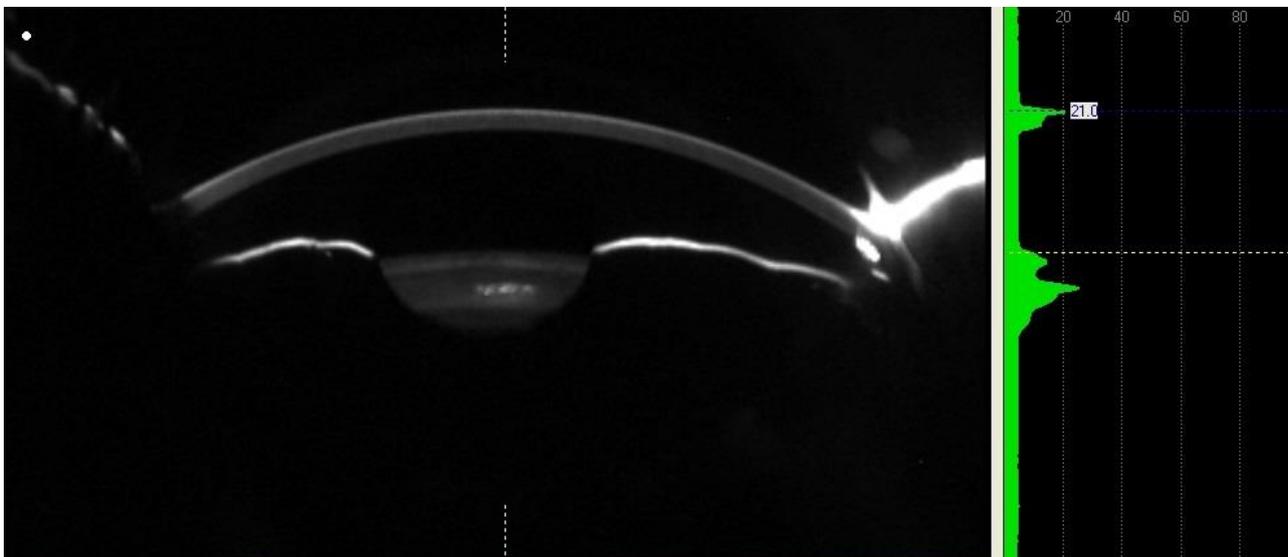


Figure 41-1 : Topographie J-1 montrant une profondeur de chambre antérieur estimée à 21,0mm

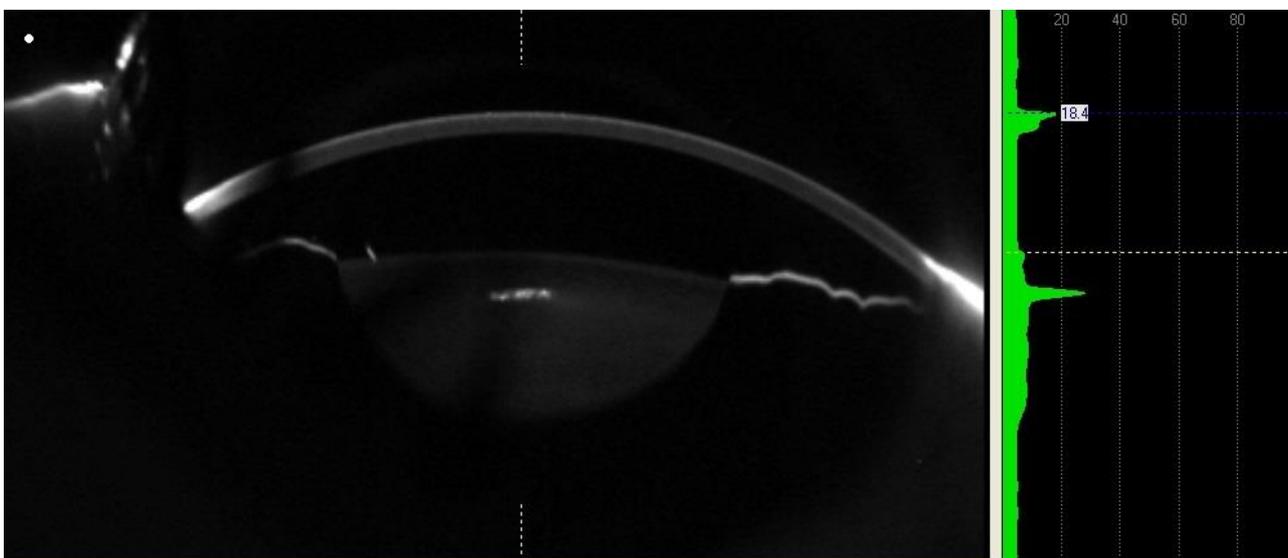


Figure 41-2 : Topographie du J7 montrant une diminution de la profondeur de la chambre antérieur de 1,6mm

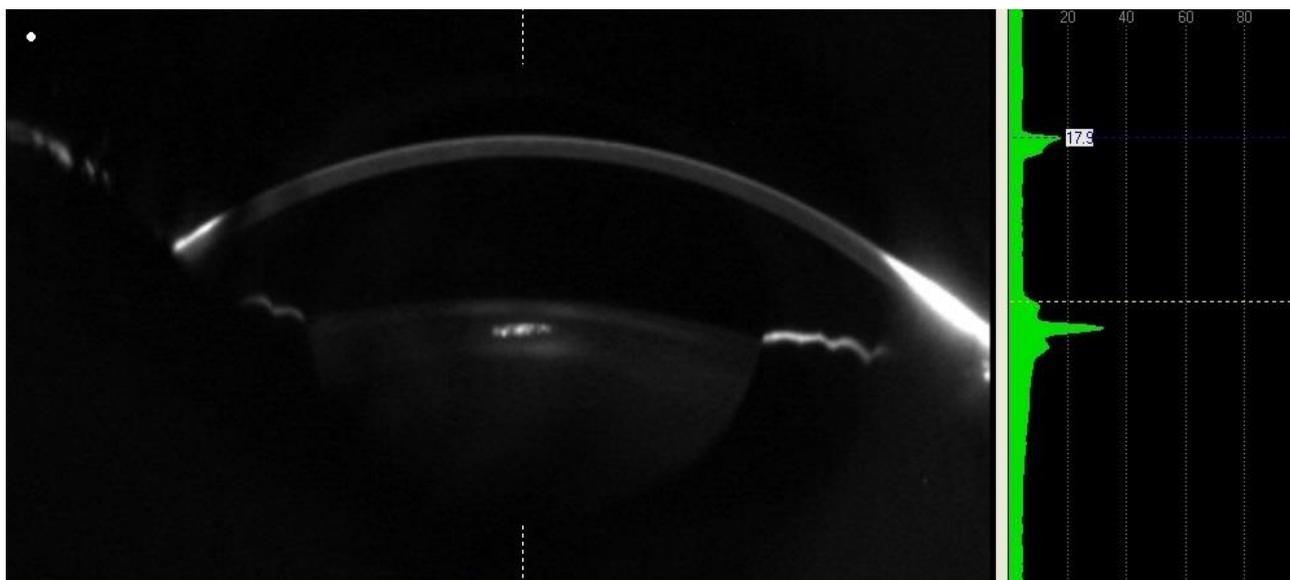


Figure 41-3 : A J30 la profondeur de la chambre antérieure est estimée à 17,9mm

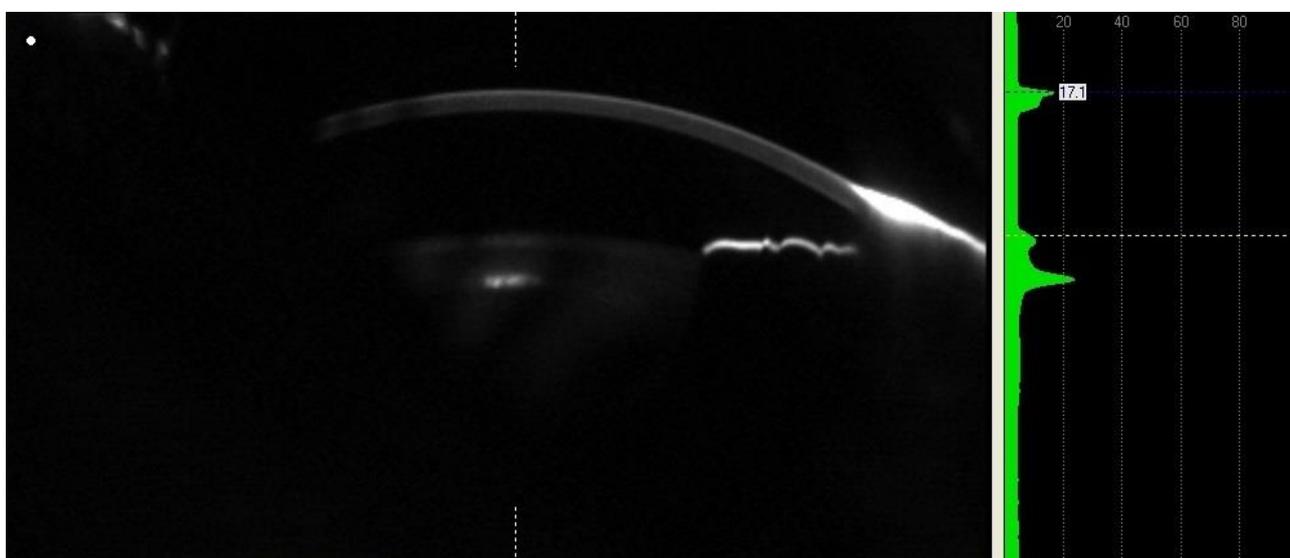


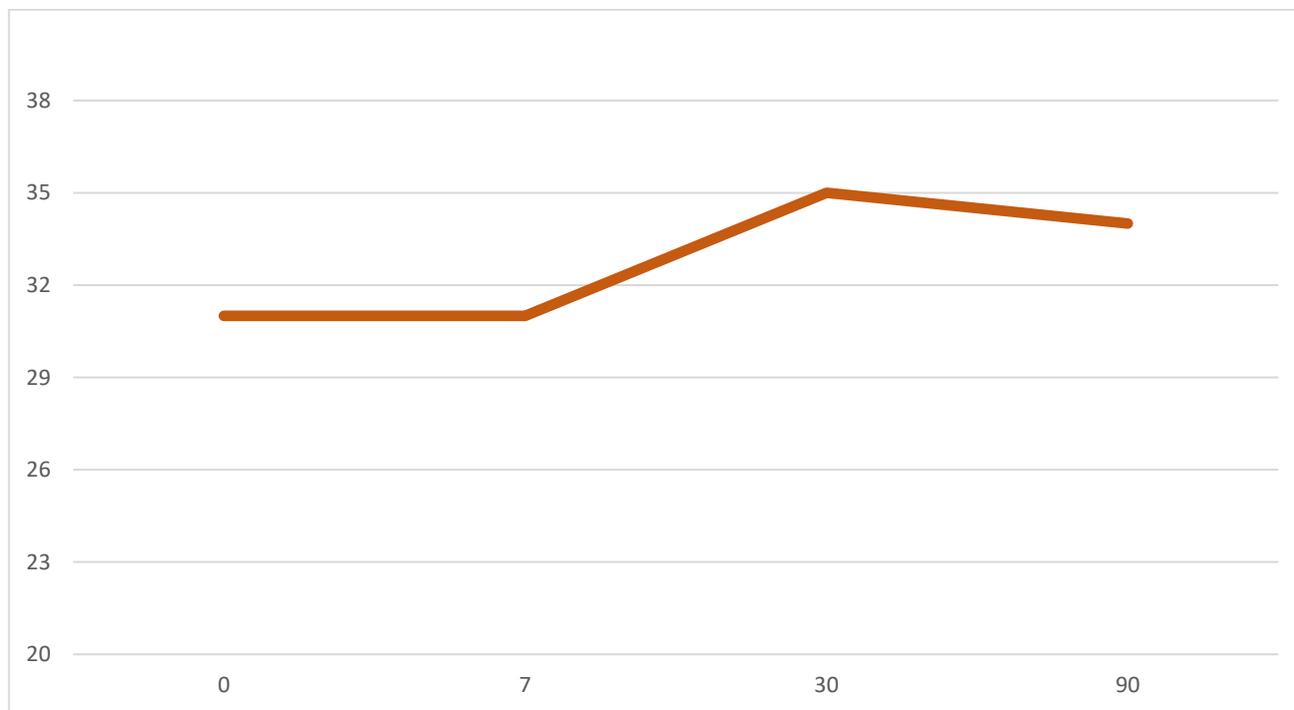
Figure 41-4 : La diminution de la profondeur de la chambre antérieure persiste à J90. Elle est estimée à 17,1mm

5.2– Le degré d’ouverture de l’angle irido–cornéen (AIC) :

Le degré moyen d’ouverture de l’angle irido–cornéen obtenu par le modèle 3D était de 31° en préopératoire, 31° à J7, 35° à J30 et 34° à J90. Aucune valeur significative n’a été observée (Tableau 7 & graphique 16)

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|--|---------------|-------|-------|-------|
| Degré d’ouverture de l’angle irido–cornéen (°) | 31 | 31 | 35 | 34 |
| ± ET (°) | | | | |
| P | | 0,893 | 0,440 | 0,480 |

Tableau 7 : Modification de l’ouverture de l’AIC



Graphique 16 : Evolution de l’ouverture de l’angle irido–cornéen



DISCUSSION

La chirurgie conventionnelle ou classique permet une guérison du décollement de rétine dans 90% des cas, néanmoins cette technique présente des effets sur l'état réfractionnel de l'œil par un changement de la géométrie de la surface oculaire et par un allongement de la longueur axiale du globe. [18]

L'acuité visuelle postopératoire va dépendre non seulement de la dégénération possible des photorécepteurs secondaire à la chronicité du décollement, mais aussi aux modifications réfractives de la cornée suite à l'indentation sclérale.

Les modifications postopératoires de la géométrie cornéenne sont représentées par :

- Modification de la kératométrie
- Modification et/ou induction d'un astigmatisme
- Modification de l'élévation antérieure et postérieure de la cornée
- Modification de la pachymétrie
- Modification des paramètres de la chambre antérieure

I. INFLUENCE DE L'INDENTATION SUR LA KERATOMETRIE :

Plusieurs études ont rapporté les modifications des rayons de courbure coréennes et l'induction ou la modification d'un astigmatisme pré-existant suivant l'indentation sclérale [19].

1-Kératométrie moyenne (Kmoy)

Une étude a été menée par Karimian et al. concernant les modifications de la kératométrie moyenne après chirurgie classique du décollement de rétine. La kératométrie moyenne préopératoire était de $43,79 \pm 1,78$ D. Elle devient $44,2 \pm 2,02$ D à J30 puis $43,92 \pm 2,16$ D à J90. Pas de différence statistiquement significative n'a été observée [20].

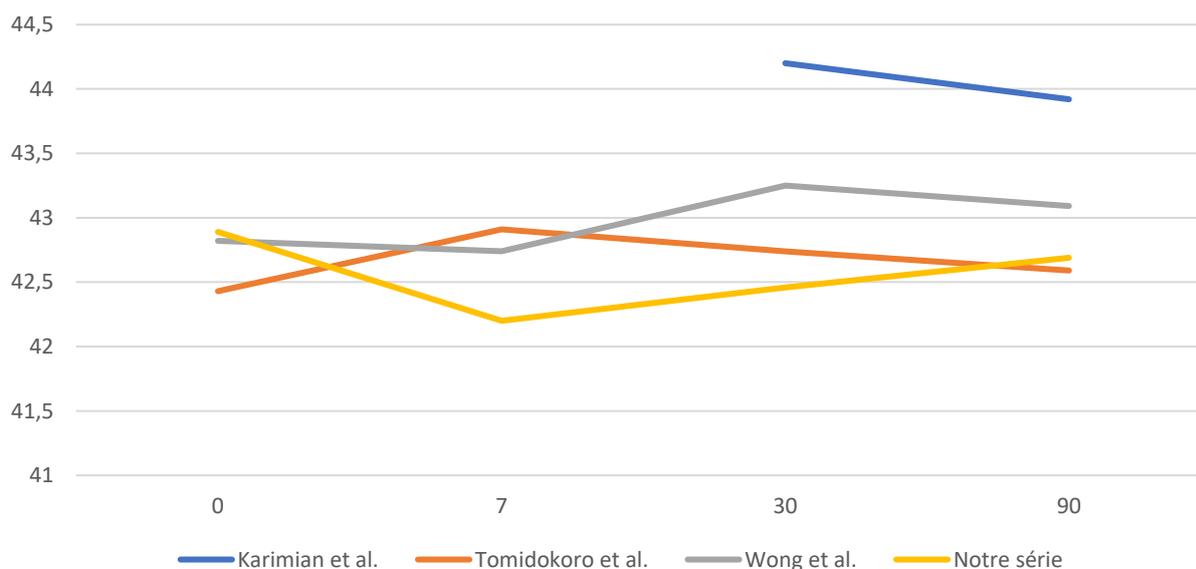
Dans la série de Tomidokoro et al. la kératométrie moyenne a connu une augmentation significative durant la 1^{ère} semaine après indentation sclérale. Elle a baissé ensuite à des valeurs non significatives à la fin du 3^{ème} mois. [21]

Wong et al ont conclu aux mêmes résultats cités ci-dessus [22].

Dans notre étude, on a remarqué des modifications postopératoires de l'aspect des cartes sagittales alors que la kératométrie moyenne n'a pas subi de variations significatives lors des différents contrôles (J7, J30 et J90). Cette « stabilité » kératométrie peut être expliquée par le rôle probable de barrière que joue le limbe sur les courbures cornéennes : l'indentation sclérale est responsable d'une augmentation des rayons de courbure cornéennes dans certains méridiens ; cette cambrure va être compensée, par l'effet de couplage cornéen, par un aplatissement dans d'autres méridiens. Cela résulte en une kératométrie moyenne stable (Tableau 8 et graphique 17).

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|-------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Karimian et al. [20] | 43,97 ± 1,78 | | 44,20 ± 0,02 p>0,05 | 43,92 ± 2,16 p>0,05 |
| Tomidokoro et al. [21] | 42,43 ± 0,36 | 42,91 ± 0,40 p<0,01 | 42,74 ± 0,40 p<0,05 | 42,59 ± 0,40 p>0,05 |
| Wong et al. [22] | 42,82 ± 1,20 | 42,74 ± 1,25 p>0,05 | 43,25 ± 1,73 p>0,05 | 43,09 ± 1,14 p>0,05 |
| Notre série | 42,89 ± 1,42 | 42,20 ± 2,14 p>0,05 | 42,46 ± 1,56 p>0,05 | 42,69 ± 1,66 p>0,05 |

Tableau 8 : Données de la kératométrie moyenne pré et postopératoire des différentes séries.



Graphique 17 : évolution de la kératométrie moyenne postopératoire dans les différentes séries.

2-La kératométrie maximale :

Aucune étude qui s'intéresse aux modifications de la kératométrie maximale après chirurgie d'indentation sclérale n'a été retrouvée dans la littérature.

Dans notre étude, la moyenne de la kératométrie maximale préopératoire était de 44,96 D, cette valeur avait tendance à augmenter dès la 1^{ère} semaine, puis elle paraît retrouver ses valeurs préopératoires dès la fin du 3^{ème} mois. Or, aucune différence significative n'a été notée.

3-Rayons de courbure K1 et K2 :

Örnek et al. ont objectivé une augmentation de la cambrure de la partie centrale de la cornée qui était significative dans la 1^{ère} semaine suivant l'indentation sclérale. Cette cambrure était responsable du changement du statut réfractif des yeux opérés vers une myopie. L'aplatissement de K1 en postopératoire n'était pas significatif [23].

La vidéokératographie utilisée en postopératoire par Hayachi et al. a objectivé une augmentation du rayon de courbure central et un aplatissement cornéen en périphérie [19]

Weinberger et al. ont montré les mêmes résultats que la série précédente [24].

Dans notre étude, on n'a objectivé un aplatissement transitoire entre la 1^{ère} semaine et le 1^{er} mois sans différence statistiquement significative (Tableau 9)

| | | Préopératoire | J7 | J30 | J90 | 6 mois |
|-------------------|----|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Örnek et al. [23] | K1 | 41,91 | 40,43 | 41,42 | | 41,97 |
| | | ± 2,51 | ± 8,84 | ± 2,72 | | ± 2,38 |
| | | | p>0,05 | | | p>0,05 |
| | K2 | 43,92 | 45,76 | 44,42 | | 44,07 |
| | | ± 3,35 | ± 3,67 | ± 3,63 | | ± 2,38 |
| | | | p<0,05 | | | p>0,05 |
| Notre série | K1 | 41,98 | 41,05 | 41,41 | 41,71 | |
| | | ± 1,84 | ± 3,11 | ± 2,08 | ± 1,67 | |
| | | | p>0,05 | p>0,05 | p>0,05 | |
| | K2 | 43,86 | 43,56 | 43,65 | 43,26 | |
| | | ± 1,37 | ± 1,29 | ± 1,13 | ± 1,20 | |
| | | | p>0,05 | p>0,05 | p>0,05 | |

Tableau 9 : Comparaison des données des K1 et K2 en pré et postopératoire

II. INFLUENCE DE L'INDENTATION SCLERALE SUR L'ASTIGMATISME CORNEEN TOTAL :

1-L'astigmatisme coréen total induit :

La topographie cornéenne numérisée rend plus facile l'illustration du changement que subit la cornée au cours du temps sous l'effet de la chirurgie.

Les cartes différentielles sont une option qui permet de chiffrer la différence dioptrique point par point d'une carte par rapport à une autre, antérieure (préopératoire). [18]

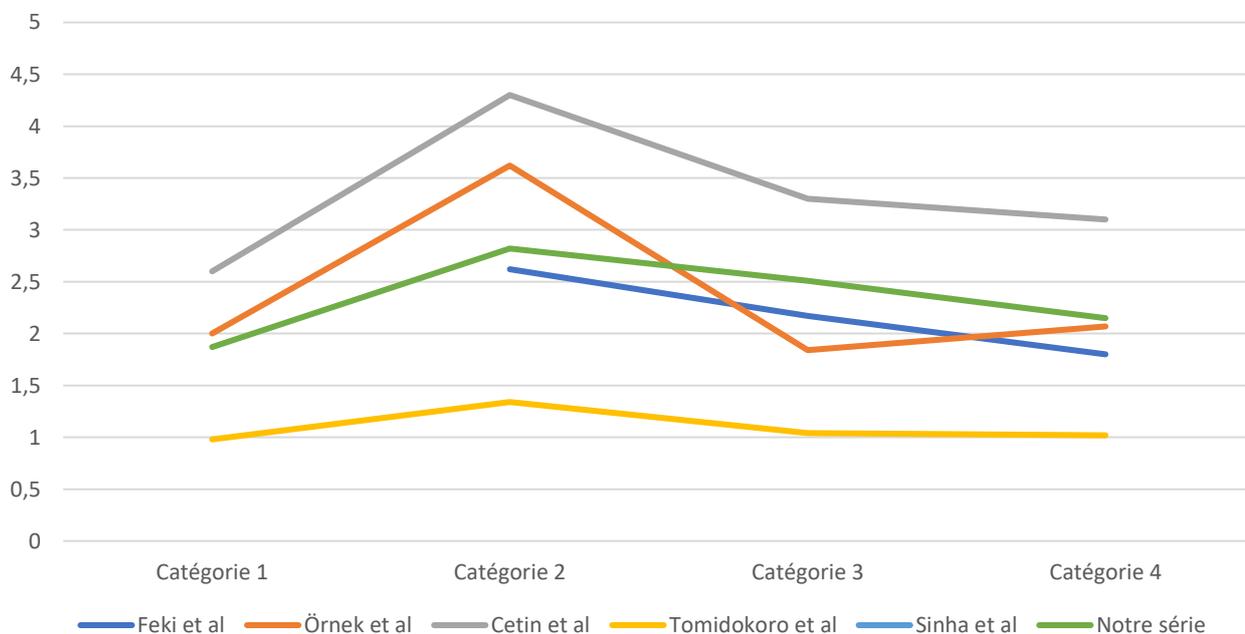
Chez tous les patients étudiés, la topographie cornéenne a été modifiée sous l'influence de l'indentation, nous avons noté un astigmatisme induit plus important au cours de la 1^{ère} semaine suivant la chirurgie (astigmatisme induit moyen = 2,82D). A un mois, ce même astigmatisme baisse relativement à 2,51D et à J90, il est de 2,15D.

L'étude Turque de Cetin et al. a conclu que l'astigmatisme postopératoire induit était significatif à J7 du postopératoire [25]

Nos résultats concordent partiellement avec ceux retrouvés dans la littérature (Tableau 10 & graphique 18).

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Feki et al. [18] | | 2,62 | 2,17 | 1,80 |
| Örnek et al. [23] | 2,00 | 3,62 | 1,84 | 2,07 |
| | | p<0,001 | p<0,05 | p>0,05 |
| Cetin et al. [25] | 2,6 | 4,3 | 3,3 | 3,1 |
| | | p<0,05 | p<0,05 | p>0,05 |
| Tomidokoro et al. [26] | 0,98 | 1,34 | 1,04 | 1,02 |
| | | p<0,01 | p>0,05 | p>0,05 |
| Sinha et al. [27] | 0,89 | | | 2,50 |
| | | | | P=0,004 |
| Notre série | 1,87 | 2,82 | 2,51 | 2,15 |
| | | p<0,001 | p<0,010 | p<0,004 |

Tableau 10 : moyennes des astigmatismes pré et postopératoires



Graphique 18: Evolution de l'astigmatisme postopératoires dans les différentes séries. Notre courbe est pratiquement superposable à celle de Tomidokoro et al. L'évolution de l'astigmatisme induit est identique chez Cetin et al. & Örnek et al.

2–La rotation des axes des méridiens :

Dans notre série, l'axe des méridiens cornéens a noté une différence statistiquement significative en postopératoire à J7, J30 et J90 ($p \approx 0,000$ – $p = 0,001$ et $p < 0,001$ respectivement).

Dans la série de Féki et al. [18], l'axe d'un astigmatisme préexistant chez 19 malades opérés (19 yeux) a été modifié par l'indentation, la déviation moyenne de l'axe au cours de la 1^{ère} semaine était de 21°, à J60, était de 18,6°. Dans 70% des cas, la déviation de l'axe va dans le sens du nœud des 2 extrémités de l'éponge circulaire.

Pour Kinoshita et al., il n'y avait eu aucune tendance directionnelle sur les 52 cas de DR opérés avec une éponge segmentaire. [28]

3–Influence du type d'indentation sur l'astigmatisme induit :

Dans plusieurs études, contrairement à la nôtre, l'astigmatisme cornéen induit dépend du type de cerclage utilisé.

Dans la série de Féki et al. [18] l'astigmatisme induit par indentations circonférentielles, est maximum allant jusqu'à 4D avec une moyenne de 3,20D, il est de degré moindre quand il s'agit d'une indentation segmentaire ne dépassant pas 180° (astigmatisme moyen = 2,8D), minimum ou nul pour les cas opérés avec une éponge radiaire uniquement (astigmatisme moyen = 0,9D) à un mois après l'intervention chirurgicale.

L'analyse statistique de ces données montre clairement que, entre une indentation circulaire ou segmentaire et celle utilisant une radiaire, la différence de l'effet sur la géométrie oculaire est hautement significative (Σ est supérieur à 1,96) alors qu'en comparant le cerclage complet (360°) au partiel (180°) la différence est non significative.

Hayashi et al. n'ont pas trouvé de différence significative entre ces différentes techniques d'indentation dans la chirurgie du décollement de rétine dans leur étude menée portant sur 89 patients [19].

Dans la série de Muller et al. [29], un cerclage scléral a provoqué un astigmatisme de l'ordre de 1,92D à une semaine postopératoire, de 1,26D à 1 mois et de 1,31D à 3 mois tandis qu'une radiaire induit un astigmatisme de l'ordre de 0,98D à une semaine postopératoire, de 0,74D à 1 mois et de 0.89D à 3 mois.

Pour Smiddy et al., l'astigmatisme en rapport avec une éponge radiaire est pratiquement inexistant. [30]

Pour Kinoshita et al., une indentation segmentaire de plus de 2 cadrants produirait un astigmatisme de $1,65 \pm 0,97D$, celle de moins d'un quadrant un astigmatisme faible de $0,88 \pm 0,75D$ [28]

Pour Baloght et al., en associant une double indentation circulaire et radiaire, l'astigmatisme induit était de l'ordre de 2D. [31]

III. INFLUENCE DE L'INDENTATION SCLERALE SUR LES CARTES D'ELEVATION CORNEENNE :

Dans notre étude, on a remarqué une augmentation significative dans l'élévation antérieure et postérieure de la cornée après chirurgie. Cette augmentation est probablement due à l'indentation qui augmente la cambrure cornéenne.

Une seule étude retrouvée dans la littérature qui parle de ces modifications en postopératoire.

Shinha et al. ont étudié les modifications de l'élévation antérieure et postérieure de la cornée (en utilisant l'Orbscan II topography system), après chirurgie de décollement de rétine chez 3 groupes : un groupe opéré par indentation sclérale, un autre opéré par vitrectomie postérieure et le 3^{ème} groupe opéré en combinant les 2 techniques. Les résultats ont été similaires aux nôtres ; une augmentation postopératoire statistiquement significative des élévations antérieure et postérieure chez les 3 groupes. Une analyse comparative entre les groupes n'a pas montré de différence significative concernant l'élévation antérieure, mais, l'élévation postérieure était significativement plus marquée chez le 1^{er} groupe (indentation sclérale). En conséquence, on suppose que la bande d'indentation a un effet plus important sur l'élévation de la face postérieure de la cornée [27] (Tableau 11).

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Elévation antérieure | | | | |
| Shinha et al. | 0,006 ± 0,007 | | 0,024 ± 0,013 | |
| | | | p<0,01 | |
| Notre étude | 0,019 ± 0,010 | 0,031 ± 0,011 | 0,030 ± 0,014 | 0,028 ± 0,010 |
| | | p≈0,00 | p<0,05 | p<0,05 |
| Elévation postérieure | | | | |
| Shinha et al. | 0,016 ± 0,010 | | 0,043 ± 0,007 | |
| | | | p≈0,00 | |
| Notre étude | 0,010 ± 0,006 | 0,028 ± 0,009 | 0,027 ± 0,009 | 0,023 ± 0,003 |
| | | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 |

Tableau 11 : Comparaison des élévations postopératoires antérieure et postérieure de la cornée

IV. INFLUENCE DE L'INDENTATION SCLERALE SUR LA PACHYMETRIE :

L'analyse de la pachymétrie postopératoire a été sujette de plusieurs études dès 1970. La plupart de ces études, y compris la nôtre, a montré une augmentation transitoire de l'épaisseur cornéenne en postopératoire sans signification statistique.

Fiore et al. s'intéressaient par la mesure de l'épaisseur cornéenne postopératoire à l'aide d'un pachymètre à ultrasons monté sur une lampe à fente. Ils ont conclu que l'augmentation de la pachymétrie n'était pas significative et que cette augmentation est de l'ordre de quelques μm . A noter que le pachymètre utilisé par cette équipe peut sous-estimer les mesures par « effet indentation » sur la cornée [32].

Dans la série de Huang et al., la surveillance de la pachymétrie était faite à 6mois et 12mois suivant la chirurgie à l'aide d'un SA-OCT. La moyenne de la pachymétrie centrale préopératoire était de $560\mu\text{m}$, $555\mu\text{m}$ à 6mois et $548\mu\text{m}$ à la fin du 12^{ème} mois. Ces différences étaient non significatives [33].

Mukhtar et al. ont étudié les modifications de la pachymétrie centrale après chirurgie de décollement de rétine par indentation sclérale et vitrectomie. Ils ont observé des changements minimes de la pachymétrie centrale qui n'étaient pas significatifs dans les deux groupes [34].

Cetin et al. observaient aussi des changements statistiquement significatifs de l'épaisseur cornéenne en post-opératoire. Cette épaisseur augmentait de façon significative en J1 et J7 du post opératoire, puis diminuait progressivement jusqu'à la fin du 1^{er} mois. La moyenne de la pachymétrie à J30 était plus fine qu'à celle observée en préopératoire [25].

Une autre étude plus récente a été menée par Ruiz-De-Gopegui et al., comparant les modifications de la biomécanique cornéenne après vitrectomie et indentation sclérale. Aucune différence significative n'a été notée concernant les paramètres morphologiques de la cornée, y compris la pachymétrie, chez les 2 groupes [35].

On suggère que l'augmentation transitoire de l'épaisseur cornéenne après indentation sclérale est due à l'œdème postopératoire. Avec la disparition de ce dernier, la pachymétrie retrouve ses valeurs préopératoires.

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 | J180 | J365 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|
| Mukhtar et al. [34] | 530,73 ± 12,59 | | | | 532,76 ± 7,74 | |
| | | | | | p>0,05 | |
| Huang et al. [33] | 560 ± 43 | | | | 555 ± 36 | 548 ± 15 |
| | | | | | p>0,05 | p>0,05 |
| Fiore et al. [32] | 527 | 567 | 524 | | | |
| | | p>0,05 | p>0,05 | | | |
| Notre série | 525,88 ± 42,59 | 539,35 ± 42,14 | 537,05 ± 46,74 | 531,88 ± 53,75 | | |
| | | p>0,05 | p>0,05 | p>0,05 | | |

Tableau 12 : Comparaison de l'évolution postopératoire de la pachymétrie

V. INFLUENCE DE L'INDENTATION SCLERALE SUR LA PROFONDEUR DE LA CHAMBRE ANTERIEURE (CA) :

De nombreuses études retrouvées dans la littérature ont montré la diminution de la profondeur de la chambre antérieure après chirurgie d'indentation sclérale. Parmi ces études :

- La série de Mukhtar et al., a objectivé une diminution significative de la profondeur de la chambre antérieure jusqu'à 6 mois du postopératoire. La moyenne préopératoire était de 3,34mm devenant 3,24mm à 6mois avec un $p < 0,01$ [34].
- La série de Cetin et al. a conclu à des modifications postopératoires significatives de la profondeur de la CA à J7, J30 et J90 [25].
- La série de Huang et al. a conclu aux même résultats. La différence était plus significative chez le groupe opéré par indentation sclérale que chez le groupe opéré par vitrectomie postérieure [33].
- L'étude de Goezinne et al a montré que la diminution de la profondeur de la CA est transitoire et minime avec retour aux valeurs préopératoires après 1an du postopératoire [36].
- Les mêmes résultats étaient observés dans la série de Wong et al. La différence était significative à J7, J30, J90, J180 jusqu'à 1an [22].

– Concernant notre étude, on suppose que l'indentation sclérale est responsable d'une diminution de la profondeur de la chambre antérieure jusqu'à la fin du 3^{ème} mois au minimum. Un suivi plus long pourra révéler si cette profondeur restera diminuée ou non (Tableau 13)

La diminution de la profondeur de la chambre antérieure après chirurgie du décollement de rétine ab externo peut être due à :

- La bande d'indentation exerce une pression sur le globe qui peut déplacer le plan cristallinien en avant ou augmenter la pression intra-oculaire qui entraîne une augmentation de courbure de la face antérieure du cristallin [37] (Figure 44).
- L'indentation sclérale peut gêner le retour veineux et l'homéostasie de la chambre antérieure en postopératoire [33].
- Le traumatisme chirurgical peut entraîner un spasme du muscle ciliaire qui va entraîner une augmentation de la flèche cristallinienne.
- L'hypotonie oculaire observé dans les décollements de rétine rhégmato-gènes peut être due à une surestimation de mesure de la chambre antérieure.

| | Préopératoire | J7 | J30 | J90 | J180 | J365 |
|----------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Mukhtar et al. [34] | 3,343 ± 0,14 | | | | 3,24 ± 0,10 | |
| | | | | | p<0,01 | |
| Cetin et al. [25] | 2,94 ± 0,6 | 2,57 ± 0,7 | 2,83 ± 0,7 | 2,73 ± 0,6 | | |
| | | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 | | |
| Huang et al. [33] | 3,20 ± 0,46 | | | | 3,01 ± 0,34 | 3,03 ± 0,25 |
| | | | | | p<0,05 | p<0,05 |
| Wong et al. [22] | 3,84 ± 0,47 | 3,46 ± 0,69 | 3,39 ± 0,50 | 3,25 ± 0,57 | 3,50 ± 0,70 | 3,32 ± 0,57 |
| | | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 |
| Notre série | 2,92 ± 0,47 | 2,65 ± 0,62 | 2,60 ± 0,60 | 2,59 ± 0,58 | | |
| | | p<0,05 | p<0,05 | p<0,05 | | |

Tableau 13 : Comparaison entre les différentes séries concernant les modifications postopératoires de la profondeur de la CA



CONCLUSION

Bien que la chirurgie du décollement de rétine n'aborde pas la cornée directement, elle peut induire plusieurs modifications postopératoires concernant la géométrie cornéenne et les paramètres de la chambre antérieure. Parmi les modifications observées : un astigmatisme, une augmentation des élévations antérieure et postérieure de la cornée et une augmentation de la profondeur de la chambre antérieure. Ces effets indésirables pourraient être prévenus par une application soigneuse de la bande d'indentation sur la surface sclérale en évitant les serrages trop forts. D'ailleurs certains auteurs recommandent une technique de rétinopexie pneumatique prévenant les effets réfractifs secondaires induits par la chirurgie avec indentation sclérale.



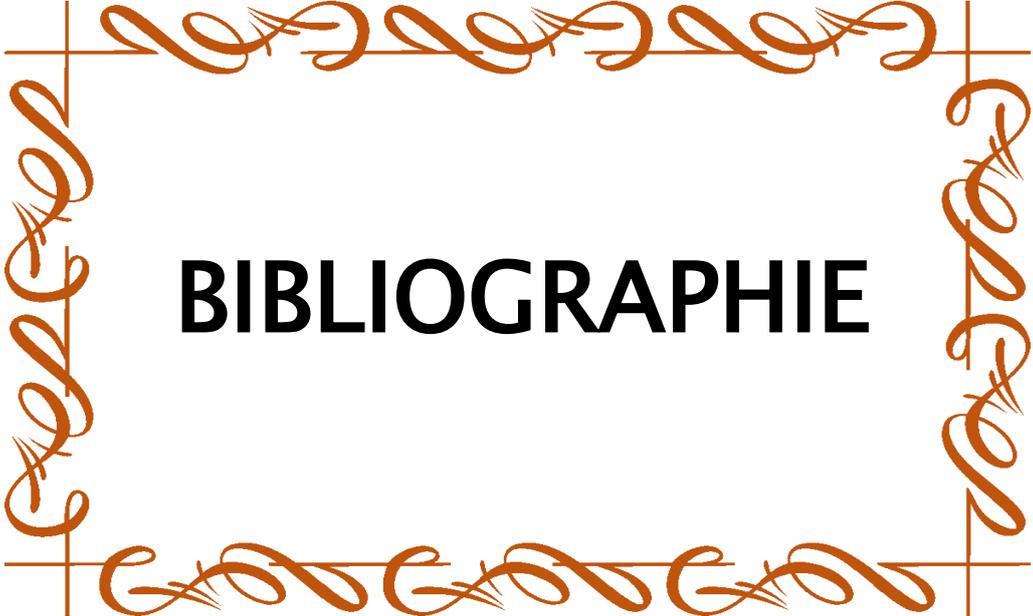
RESUME

L'indentation sclérale est un temps essentiel dans la chirurgie du décollement de rétine rhégmato-gène. Elle permet de rétablir le contact entre les deux feuillets rétiniens et de contrebalancer les tractions statiques exercées par le vitré. Elle peut être longitudinale ou radiaire. Les matériaux utilisés sont souvent en silicone.

A travers une étude prospective portant sur 34 yeux opérés de décollement de rétine par voie externe, on a pu analyser à l'aide d'une topographie cornéenne différentielle (Pentacam®HR), les modifications postopératoires de la surface cornéenne et les paramètres de la chambre antérieure.

Au niveau cornéen, on a constaté un astigmatisme postopératoire moyen induit de l'ordre de 2,82 dioptries (D) au cours de la première semaine, de 2,51D à J30 postopératoire et de 2,15D à J90. Ce paramètre était étudié en fonction de la technique de mise de l'indentation (radiaire, longitudinale, cerclage...). L'élévation des faces antérieure et postérieure de la cornée a connu une augmentation statistiquement significative. La moyenne de l'élévation antérieure a passé de 0,031mm à J7 à 0,030mm et 0,028mm à J30 et J90 respectivement. Cette augmentation était plus prononcée sur la face postérieure de la cornée. L'indentation sclérale était aussi responsable d'une diminution significative de la profondeur de la chambre antérieure en postopératoire. Les modifications des autres paramètres étudiés n'étaient pas significatives lors de l'analyse statistique.

L'indentation sclérale est un procédé chirurgical efficace dans le traitement des décollements de rétine rhégmato-gène mais induit des déformations de la géométrie oculaire. Ces effets indésirables pourraient être prévenus par une application soignée de la bande d'indentation sur la surface sclérale en évitant les serrages trop forts des points.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Xhevat Lumi, Zala Lužnik, Goran Petrovski, Beáta Éva Petrovski, Marko Hawlina. 2016 Anatomical success rate of pars plana vitrectomy for treatment of complex rhegmatogenous retinal detachment., *BMC Ophthalmology*, p. 16:216.
- [2] Gonin J. Traitement opératoire du décollement rétinien. Conférence aux journées médicales de Bruxelles. Bruxelles Médical, 23; 1930 février: 17.
- [3] Grim G, Aust W, Star M. Modification of axial length and astigmatism by scleral buckling surgery. *Clin Monassbl Augenheilkd*, 1997 ;210(3) :144-6.
- [4] C. Allouch-Nahmias *et al.*, "Anatomie de la cornée," *EMC – Ophtalmol.*, vol. 8, no. 3, pp. 1-16, Jan. 2011, doi: 10.1016/S0246-0343(11)44155-1.
- [5] www.galazalik.ru
- [6] A. Hullo, "Anatomie de la sclérotique," *EMC – Ophtalmol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1-16, Jan. 2004, doi: 10.1016/S0246-0343(01)00061-2.
- [7] Georges Caputo, Florence Metge-Galatoire, Carl Arndt, John Conrath, "Décollements de rétine", Rapport de la société Française d'ophtalmologie, 2011.
- [8] Y. Le Mer, "Traitement chirurgical du décollement de rétine: le choix de l'indentation", *J Fr. Ophtalmol.*, 2000;23,10,1046-1050.
- [9] I. Kreissig, "Primary retinal detachment: A review of the development of techniques for repair in the past 80 years," *Taiwan J. Ophthalmol.*, vol. 6, no. 4, pp. 161-169, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.tjo.2016.04.006.
- [10] Gatinel D, Haouat M, Hoang-Xuan T. Etude des paramètres permettant la description mathématique de l'asphéricité cornéenne. *J Fr Ophtalmol* 2002; 25:81-90.
- [11] Gatinel D, Malet J Modélisation cornéenne : mathématiques du LASIK et des profils d'ablation. *Le LASIK, de la théorie à la pratique*. Elsevier, Paris : 18-24.

- [12] www.telescope-optics.net
- [13] www.gatinel.com
- [14] Samaphunpong S, Azar D. Placido and elevation based corneal topography: a review. *Ophthalmol Clin North Am* 1998;11:311–29.
- [15] SalmonTO, Horner DG. Comparison of elevation, curvature and power descriptors for corneal topographic mapping. *Optom Vis Sci* 1995;72: 800–8.
- [16] Analyseur de Chambre Antérieure PENTACAM HR. Oculus. Version 1.16. 70900/0707Fr
- [17] M. M. Sinjab, *Step by step reading pentacam topography: (basics and case study series)*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2010.
- [18] J. Feki *et al.*, “Influence de l’indentation sclérale sur la topographie cornéenne et la longueur axiale dans la chirurgie du décollement rétinien,” *J Fr Ophtalmol*, p. 4, 2019.
- [19] H. Hayashi, K. Hayashi, F. Nakao, and F. Hayashi, “Corneal Shape Changes after Scleral Buckling Surgery,” *Ophthalmology*, vol. 104, no. 5, pp. 831–837, May 1997, doi: 10.1016/S0161-6420(97)30226-7.
- [20] F. Karimian, S. Moradian, S. Yazdani, A. Mashayekhy, A. Anisian, and N. Kouhestani, “Corneal Topographic Changes after Scleral Buckling,” *Eur. J. Ophthalmol.*, vol. 16, no. 4, pp. 536–541, Jul. 2006, doi: 10.1177/112067210601600406.
- [21] Tomidokoro A, Oshika T, Kojima T. Corneal astigmatism after scleral buckling surgery assessed by Fourier analysis of videokeratography data. *Cornea* 1998; 17:517–21.

- [22] C. W. Wong, M. Ang, A. Tsai, V. Phua, and S. Y. Lee, "A Prospective Study of Biometric Stability After Scleral Buckling Surgery," *Am. J. Ophthalmol.*, vol. 165, pp. 47-53, May 2016, doi: 10.1016/j.ajo.2016.02.023.
- [23] K. Örnek, F. N. Yalçındag, A. Kanpolat, and I. Günalp, "Corneal Topographic Changes After Retinal Detachment Surgery:," *Cornea*, vol. 21, no. 8, pp. 803-806, Nov. 2002, doi: 10.1097/00003226-200211000-00015.
- [24] D. Weinberger *et al.*, "Corneal topographic changes after retinal and vitreous surgery," *Ophthalmology*, vol. 106, no. 8, pp. 1521-1524, Aug. 1999, doi: 10.1016/S0161-6420(99)90447-5.
- [25] Cetin E, Ozbek Z, Saatci AO, Durak I. The effect of scleral buckling surgery on corneal astigmatism, corneal thickness and anterior chamber depth. *J Refract Surg.* 2006;22:494-499.
- [26] "corneal astigmatism after scleral buckling surgery assessed by fourier analysis of videokeratography data.pdf."
- [27] R. Sinha, N. Sharma, L. Verma, R. Pandey, and R. B. Vajpayee, "Corneal topographic changes following retinal surgery," *BMC Ophthalmol.*, vol. 4, no. 1, Dec. 2004, doi: 10.1186/1471-2415-4-10.
- [28] M. Kinoshita *et al.*, "Vector Analysis of Corneal Astigmatism after Scleral Buckling Surgery," *Ophthalmologica*, vol. 208, no. 5, pp. 250-253, 1994, doi: 10.1159/000310501.
- [29] Muller A, Dick B, Pavlovic S. Changes in bulbus geometry after conventional detachment surgery. Study using video keratoscopy. *Ophthalmologe*, 1995 Oct;92(5):677-80.
- [30] D. N. Loupe, R. G. Michels, and C. Enger, "Refractive Changes After Scleral Buckling Surgery," p. 3.

- [31] Balogh T, Hainrich T, Kaloman A, Messner EP. Results of conventional retinal detachment surgery changes in refractis. *Clin Monassbl Augenheilkd*, 1992;2005:456-8
- [32] J. V. Fiore and J. C. Newton, "Anterior Segment Changes Following the Scleral Buckling Procedure," *Arch. Ophthalmol.*, vol. 84, no. 3, pp. 284-287, Sep. 1970, doi: 10.1001/archopht.1970.00990040286005.
- [33] C. Huang, T. Zhang, J. Liu, Q. Ji, and R. Tan, "Changes in axial length, central cornea thickness, and anterior chamber depth after rhegmatogenous retinal detachment repair," *BMC Ophthalmol.*, vol. 16, no. 1, Dec. 2016, doi: 10.1186/s12886-016-0296-z.
- [34] A. Mukhtar, M. A. Mehboob, Z. U. Babar, and M. Ishaq, "Change in central corneal thickness, corneal endothelial cell density, anterior chamber depth and axial length after repair of rhegmatogenous retinal detachment," *Pak. J. Med. Sci.*, vol. 33, no. 6, Nov. 2017, doi: 10.12669/pjms.336.13584.
- [35] E. Ruiz-De-Gopegui, F. J. Ascaso, M. A. Del Buey, and J. A. Cristóbal, "Efecto del cerclaje escleral en la cirugía vítreo-retiniana sobre la morfología y biomecánica de la córnea," *Arch. Soc. Esp. Oftalmol.*, vol. 86, no. 11, pp. 363-367, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.ofthal.2011.05.027.
- [36] F. Goezinne *et al.*, "Anterior Chamber Depth Is Significantly Decreased after Scleral Buckling Surgery," *Ophthalmology*, vol. 117, no. 1, pp. 79-85, Jan. 2010, doi: 10.1016/j.ophtha.2009.06.052.
- [37] Wilkinson CP, Rice TA. Michel's retinal detachment. St. Louis : Mosby ;1997. P. 1057-8.