



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -  
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>



Université Claude Bernard  Lyon 1

# INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LA READAPTATION

---

**Directeur Docteur Xavier PERROT**

---

Comparaison de la réfraction automatique et subjective après  
phacoémulsification et pose d'un implant torique

MEMOIRE présenté pour l'obtention du

## **CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPTISTE**

par

JUSTON – Laura  
MEUNIER – Pauline

Autorisation de reproduction

LYON,

**Soutenance en  
distanciel**

**Professeur Ph. DENIS**  
Responsable de l'Enseignement  
**Mme C. CHAMBARD**  
Directrice des Études

N°



Président  
**Pr Frédéric FLEURY**

Vice-président CFVU  
**M. CHEVALIER Philippe**

Vice-président CA  
**M. REVEL Didier**

Vice-président CS  
**M. VALLEE Fabrice**

Directeur Général des Services  
**M. Pierre ROLLAND**

## **Secteur Santé**

U.F.R. de Médecine Lyon Est  
Directeur  
**Pr. RODE Gilles**

U.F.R d'Odontologie  
Directeur  
**Pr. SEUX Dominique**

U.F.R de Médecine Lyon-Sud  
Charles Mérieux  
Directrice  
**Pr BURILLON Carole**

Institut des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques  
Directrice  
**Pr VINCIGUERRA Christine**

Département de Formation et  
Centre de Recherche en Biologie  
Humaine  
Directeur  
**Pr SCHOTT Anne-Marie**

Institut des Sciences et Techniques de  
Réadaptation  
Directeur  
**Dr Xavier PERROT**

Comité de Coordination des  
Etudes Médicales (CCEM)  
**Pr COCHAT Pierre**



---

## Secteur Sciences et Technologies

U.F.R. Des Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives (S.T.A.P.S.)

Directeur

**M. VANPOULLE Yannick**

Institut des Sciences Financières et d'Assurance (I.S.F.A.)

Directeur

**M. LEBOISNE Nicolas**

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education

Directeur

**M. CHAREYRON Pierre**

UFR de Sciences et Technologies

Directeur

**M. DE MARCHI Fabien**

POLYTECH LYON

Directeur

**Pr PERRIN Emmanuel**

IUT LYON 1|

Directeur

**M. VITON Christophe**

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique de Lyon (ESCPE)

Directeur

**M. PIGNAULT Gérard**

Observatoire astronomique de Lyon

Directeur

**Mme DANIEL Isabelle**

## Remerciements

---

Nous tenons à adresser nos remerciements aux personnes qui nous ont aidé à la réalisation de ce mémoire et tout au long de ces trois années d'étude.

En premier lieu, nous souhaitons tout particulièrement remercier le Dr. Antoine LEVRON, notre maître de mémoire. Tout d'abord, nous te remercions d'avoir accepté de te lancer dans ce processus en tant que maître de mémoire à nos côtés alors que tu venais tout juste d'abattre un travail énorme pour ta thèse. Nous te remercions pour ta patience, ta réactivité, ta rigueur et ton investissement sans relâche. Nous pourrions dire que ce mémoire a été fait à trois tellement ton implication était grande. Ton exigence nous a aiguillé et permis de ne rien laisser au hasard. Malgré ton emploi du temps chargé, tu as trouvé du temps à nous consacrer, merci encore, nous t'en sommes vraiment reconnaissantes. Enfin, nous sommes fières de t'avoir eu comme maître de mémoire. Nous te souhaitons le meilleur pour le futur, que ce soit sur le plan professionnel ou personnel. Encore merci Antoine.

Nos remerciements vont également au Pr. DOT, chef de service de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Desgenettes, pour nous avoir permis de réaliser nos examens sur les patients de son service, dans le but de réaliser cette étude.

Nous remercions également le Dr. EL CHEHAB d'avoir pris le temps de nous aider à établir les statistiques de cette étude malgré son emploi du temps chargé.

Nous tenons à remercier le Professeur DENIS, chef du service d'ophtalmologie de l'Hôpital Croix Rousse et responsable de la formation de l'école d'Orthoptie ainsi que Mme. Claudine CHAMBARD, directrice des études, pour nous avoir permis d'intégrer l'école d'orthoptie de Lyon, et pour nous avoir apporté leurs connaissances.

Nous remercions Nicolas CHAVE et Séverine KUTER pour leur pédagogie, leur bonne humeur et leur gentillesse. Merci d'avoir pris le temps de nous expliquer nos erreurs, de nous transmettre vos connaissances et de discuter avec nous de sujets plus ou moins reliés à l'orthoptie. Vous avez toujours trouvé les mots pour nous motiver et nous donner envie de nous améliorer de jour en jour. Nous vous remercions grandement de nous avoir aidées à trouver un sujet de mémoire. Nous sommes honorées d'avoir été vos stagiaires et d'avoir appris à vos côtés. Merci pour tout.

Nous remercions Madame Estelle LAGEDAMONT et Monsieur Brice GOUTAGNY pour leurs enseignements durant ces trois années. Nous tenons également à remercier Madame Véronique VILLALON pour l'organisation de nos années universitaires.

Nous souhaitons remercier l'ensemble des orthoptistes, médecins et internes des hospices civils de Lyon ainsi que tous nos autres lieux de stages pour leur bienveillance, leurs conseils et leur transmission de savoir qui nous ont permis d'enrichir nos connaissances et de faire évoluer notre pratique durant nos trois années d'études.

Merci à nos camarades de classes, nous sommes heureuses d'avoir fait parties de cette promotion pleine de bonne humeur et de bienveillance.

Nos remerciements vont enfin à tous nos proches et nos familles qui nous ont soutenues et qui ont toujours cru en nous durant ces trois années.

# Table des matières

---

<b>PARTIE 1 : CONTEXTE THEORIQUE</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>8</b>
<b>I. RAPPELS</b>	<b>9</b>
<b>A. CRISTALLIN</b>	<b>9</b>
1. ANATOMIE DU CRISTALLIN (4)	9
2. PHYSIOLOGIE DU CRISTALLIN : ACCOMMODATION, TRANSPARENCE (4)	10
3. CATARACTE : DEFINITION, ETIOLOGIES, CHIRURGIE (4)	11
4. PARTICULARITE DE LA CHIRURGIE	12
<b>B. CORNEE</b>	<b>13</b>
1. ANATOMIE DE LA CORNEE (10)	13
2. ASTIGMATISME	14
<b>C. IMPLANTS TORIQUES</b>	<b>18</b>
1. HISTORIQUE	18
2. PROGRES TECHNIQUES	18
3. CHOIX DE L'IMPLANT TORIQUE	19
<b>II. EXAMENS COMPLEMENTAIRES</b>	<b>20</b>
<b>A. AUTOREFRACTOMETRE</b>	<b>20</b>
<b>B. BIOMETRIE OPTIQUE</b>	<b>22</b>
<b>C. TOPOGRAPHES : PLACIDO ET SCHEIMPFLUG</b>	<b>23</b>
<b>III. PLACE DE L'ORTHOPTISTE DANS LA CHIRURGIE DE CATARACTE TORIQUE</b>	<b>25</b>
<b>A. PREOPERATOIRE</b>	<b>25</b>
1. INTERROGATOIRE	25
2. AUTOREFRACTOMETRE ET TONOMETRE	25
3. PRISE D'ACUITE ET REFRACTION	25
4. EXAMENS COMPLEMENTAIRES	26
<b>B. CONCORDANCE DES EXAMENS ET PIEGES</b>	<b>28</b>
1. FIXATION	28
2. SYNDROME SEC	28
3. PORT DE LENTILLES DE CONTACT	29
4. POSITION DE LA PAUPIERE	29
<b>C. POST OPERATOIRE</b>	<b>30</b>
1. INTERROGATOIRE	30
2. AUTOREFRACTOMETRE ET TONOMETRE	30
3. ACUITE VISUELLE ET REFRACTION SUBJECTIVE	30
4. ASTIGMATISME RESIDUEL	31
5. COMPRENDRE L'ERREUR REFRACTIVE	31

<b>PARTIE 2 : ÉTUDE PRATIQUE</b>	<b>33</b>
<i>INTRODUCTION</i>	<b>34</b>
PATIENTS ET METHODES	<b>34</b>
RESULTATS	<b>36</b>
DISCUSSION	<b>39</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXE</b>	<b>47</b>

## Index des figures

---

FIGURE 1 - SCHEMA ANATOMIQUE DE L'ŒIL.....	9
FIGURE 2 - SCHEMA DE LA SURFACE DU CRISTALLIN .....	9
FIGURE 3 - SCHEMA DES DIFFERENTES COUCHES DU CRISTALLIN .....	10
FIGURE 4 - SCHEMA DE L'ORGANISATION DES FIBRES CRISTALLINIENNES .....	10
FIGURE 5 - SCHEMA ANATOMIQUE DU SEGMENT ANTERIEUR DE L'ŒIL .....	11
FIGURE 6 - PHOTO D'UN ALIGNEMENT PAR SYSTEME DE GUIDAGE DIGITAL .....	13
FIGURE 7 - PHOTO D'UN ALIGNEMENT AVEC L'ANNEAU DE MENDES.....	13
FIGURE 8 - SCHEMA DES DIFFERENTES COUCHES DE LA CORNEE .....	14
FIGURE 9 - SCHEMA COMPARATIF D'UNE CORNEE SPHERIQUE ET D'UNE CORNEE TORIQUE .....	15
FIGURE 10 - SCHEMA DE LA POSITION DES FOCALES DANS L'ASTIGMATISME SIMPLE.....	15
FIGURE 11 - SCHEMA DE LA POSITION DES FOCALES DANS L'ASTIGMATISME COMPOSE ET MIXTE .....	16
FIGURE 12 - SCHEMA DE LA POSITION DES FOCALES DANS L'ASTIGMATISME DIRECT ET INDIRECT .....	16
FIGURE 13 - TABLEAU DES PROPORTIONS DES DIFFERENTS TYPES D'ASTIGMATISMES SELON L'AGE, D'APRES HO ET AL. ....	17
FIGURE 14 - PHOTO D'UN IMPLANT AVEC HAPTIQUES EN FORME DE BOUCLE EN C.....	18
FIGURE 15 - PHOTO D'UN IMPLANT AVEC HAPTIQUES EN FORME DE NAVETTE .....	18
FIGURE 16 - PHOTO DE L'AUTOREFRACTOMETRE TONOREF III NIDEK®.....	20
FIGURE 17 - TICKET D'AUTOREFRACTOMETRE .....	21
FIGURE 18 - PHOTO DU IOLMASTER 700 DE ZEISS®.....	22
FIGURE 19 - DISQUES DE PLACIDO PROJETES SUR L'OEIL DU PATIENT .....	23
FIGURE 20 - CARTES AXIALE ET TANGENTIELLE DE LA TOPOGRAPHIE CORNEENNE ANTERIEURE PAR LE DISQUE PLACIDO AVEC UNE COURBURE EXPRIMEE EN DIOPTRIE DE COURBURE .....	24
FIGURE 21 - TOPOGRAPHIE CORNEENNE PAR LE PENTACAM® .....	24
FIGURE 22 - CHOIX DE LA FORMULE EN FONCTION DE LA LONGUEUR AXIALE(52) .....	26
FIGURE 23 - CALCULATEUR TORIQUE HOYA.....	27
FIGURE 24 - PHOTO DES DEFORMATIONS DU DISQUE DE PLACIDO ENGENDREES PAR UN SYNDROME SEC .....	28
FIGURE 25 - PHOTO TEMOIGNANT DE DEUX MIRES MANQUANTES DUES AU MAUVAIS POSITIONNEMENT DE LA PAUPIERE .....	29
FIGURE 26 - OCT D'UN SYNDROME D'IRVINE-GASS (OEDEME MACULAIRE CYSTOÏDE).....	32

# Partie 1 : Contexte théorique

## Introduction

---

La cataracte liée à l'âge est la première cause de cécité dans le monde devant le glaucome et la DMLA (1). Auparavant, la chirurgie de cataracte liée à l'âge avait essentiellement pour but de retirer l'opacification cécitante du cristallin. Les avancées technologiques apparues ces vingt dernières années ont propulsé cette chirurgie au rang de chirurgie réfractive où l'emmétropie est généralement visée. Parmi les patients opérés, environ un tiers présente un astigmatisme cornéen régulier supérieur ou égal à 1 dioptrie (D) (2). Nous savons qu'une dioptrie d'astigmatisme résiduel augmente le risque de port de lunettes par 34 en postopératoire (3). Pourtant seulement 7% des chirurgies de cataracte bénéficient de la pose d'un implant torique en France, celle-ci étant la méthode actuelle de référence pour corriger un astigmatisme cornéen. Le manque de formation des praticiens, la durée de l'examen préopératoire et de la chirurgie et le surcoût de l'implant peuvent limiter le nombre d'implants posés en France.

Au cours de notre formation, nous avons été amenées à réaliser des bilans préopératoires et postopératoires de chirurgie de cataracte. Nous avons remarqué qu'il n'est pas rare de prescrire une paire de lunettes à un patient dont la chirurgie visait l'emmétropie pour cause d'un astigmatisme résiduel. Nous nous sommes donc interrogées sur le rôle de l'orthoptiste lors des examens préopératoires et postopératoires. Sa rigueur semble nécessaire afin de réaliser des examens complémentaires fiables et de qualité. En préopératoire ainsi qu'en postopératoire, ils sont indispensables à l'obtention de bons résultats postopératoires lors d'une chirurgie de cataracte réfractive avec implants toriques.

Dans ce mémoire, nous nous intéresserons au rôle clé de l'orthoptiste dans la prise en charge préopératoire et postopératoire de la chirurgie de cataracte liée à l'âge avec implant torique. Dans un premier temps, nous ferons un rappel de l'anatomie des différentes structures de l'œil concernées par la cataracte tels que le cristallin et la cornée, suivi d'une présentation des implants toriques. Nous poursuivrons sur le rôle, la méthode et l'analyse des différents examens complémentaires utiles dans la prise en charge. Nous finirons par énoncer les différentes étapes où l'orthoptiste joue son rôle. Tout d'abord en préopératoire en s'intéressant à la détection de l'astigmatisme cornéen avec les pièges qu'il engendre, ainsi qu'au calcul d'un implant torique. Puis en postopératoire, nous porterons notre attention sur l'importance de la prise d'acuité visuelle sans correction précédant la réfraction, suivi des différents pièges à éviter et de l'attitude à adopter face à des résultats surprenants.

Notre travail pratique consistera ensuite à réaliser une étude rétrospective monocentrique qui comparera les résultats de l'autoréfractomètre TONOREF III™ NIDEK et la réfraction subjective de l'orthoptiste.

# I. Rappels

## A. Cristallin

### 1. Anatomie du cristallin (4)

Le cristallin est une lentille élastique biconvexe et transparente, situé entre la pupille et l'iris en avant et le corps vitré en arrière, et inséré entre les corps ciliaires. Il est maintenu en place par des zonules, qui vont jouer un rôle dans l'accommodation, et représente 1/3 du pouvoir réfractif total de l'œil, soit 20 dioptries environ. Il s'agit d'une structure avasculaire et non-innervée, dont la nutrition est assurée par l'humeur aqueuse.

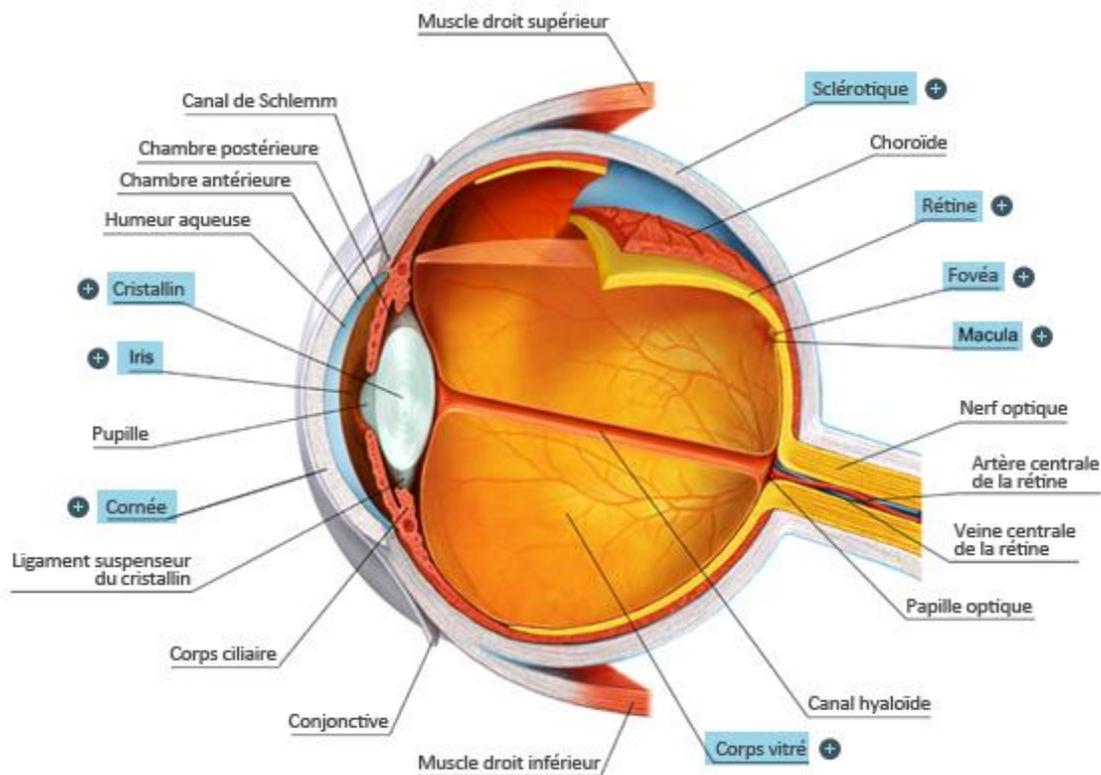


Figure 1 - Schéma anatomique de l'œil

On lui décrit 2 surfaces (antérieure et postérieure) délimitées par l'équateur, qui correspond à la circonférence dans la plus grande largeur, ainsi que 2 pôles (antérieur et postérieur) que l'on rejoint par l'axe du cristallin. Cette lentille, de structure sphérique aplatie, a un diamètre de 10 mm et une épaisseur de 4 mm.

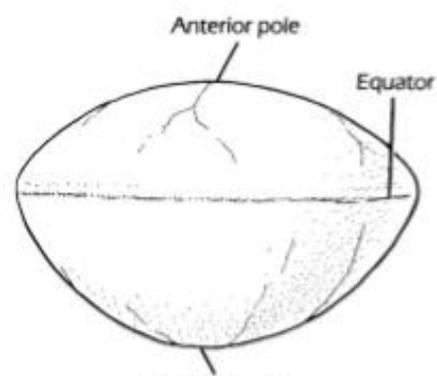


Figure 2 - Schéma de la surface du cristallin

D'un point de vue histologique, le cristallin est constitué de 3 parties : la capsule, l'épithélium cristallinien (antérieur) et les fibres cristalliniennes. A noter que le cristallin croît tout au long de la vie par l'ajout de nouvelles fibres cristalliniennes. Au sein de ces fibres, la partie la plus centrale est appelée le noyau, qui est lui-même divisé en 3 parties : le noyau embryonnaire, le noyau fœtal et le noyau adulte. La partie se trouvant tout autour du noyau est quant à elle appelée le cortex.

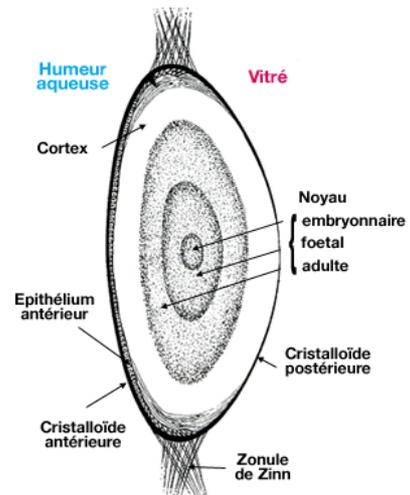


Figure 3 - Schéma des différentes couches du cristallin

## 2. *Physiologie du cristallin : accommodation, transparence (4)*

Les fibres cristalliniennes transparentes suivent une organisation en couches concentriques. Elles sont dépourvues de noyau mais l'on trouve tout de même des protéines cristallines qui ont une disposition très régulière, conditionnant la transparence du cristallin. Cette transparence est aussi due à son degré d'hydratation (60%).

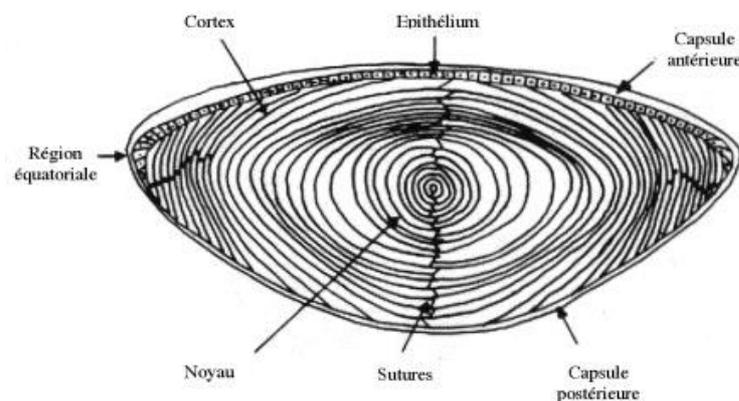


Figure 4 - Schéma de l'organisation des fibres cristalliniennes

Le cristallin agit comme une lentille permettant de faire la mise au point à différentes distances : c'est ce qu'on appelle l'accommodation. Ce mécanisme est contrôlé par le biais des corps ciliaires. Le corps ciliaire, s'étendant jusqu'au limbe en avant et jusqu'à l'ora serrata en arrière, est formé de 2 éléments : les muscles ciliaires et les procès ciliaires. Ces procès ciliaires sont reliés au cristallin via des ligaments suspenseurs du cristallin : les fibres zonulaires (ou zonules de Zinn).

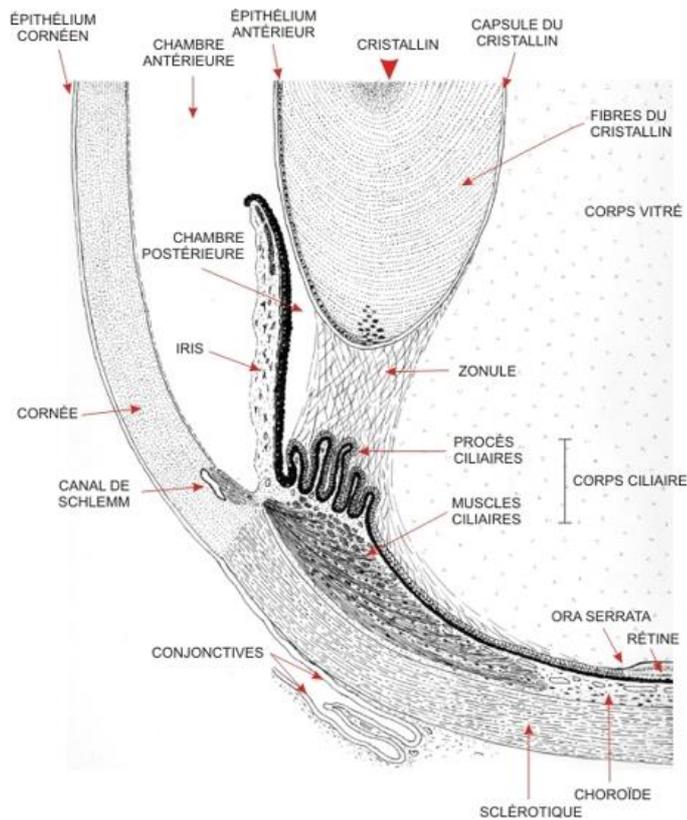


Figure 5 - Schéma anatomique du segment antérieur de l'œil

Lorsque les muscles ciliaires se contractent, ils se déplacent vers l'intérieur de l'œil, se comportant comme un sphincter. Cette contraction va entraîner par l'intermédiaire des fibres zonulaires un bombement du cristallin, correspondant au mécanisme d'accommodation. Ainsi, lorsque les muscles ciliaires se relâchent, le cristallin va reprendre son diamètre maximal ainsi que son aspect de lentille sphérique aplatie (donc il n'y a pas d'accommodation). De plus, la déformation du cristallin lors de ce mécanisme est possible grâce à la capsule cristallinienne.

### 3. Cataracte : définition, étiologies, chirurgie (4)

La cataracte se caractérise par l'opacification partielle ou totale du cristallin à tous les âges de la vie (cataracte congénitale ou juvénile, cataracte sénile). Dans notre mémoire, nous nous intéresserons exclusivement à la cataracte sénile, liée à l'âge. C'est la 1ère cause de cécité dans le monde.

La cataracte sénile peut se diviser en 3 classes :

- Cataracte corticale : se caractérise par une opacification du cortex. On identifie 2 types, équatoriale et centrale.
- Cataracte nucléaire : se caractérise par une opacification du noyau.
- Cataracte sous-capsulaire postérieure : opacification en avant de la capsule postérieure du cristallin

Le cristallin va subir des modifications au fil du temps de manière lente et progressive. D'un point de vue macroscopique, le cristallin continue de grossir tout au long de son existence puisque de nouvelles fibres cristalliniennes sont produites en continu. Au niveau de l'aspect, le vieillissement du cristallin est marqué par l'apparition d'une teinte jaunâtre, qui entraîne une diffraction lumineuse, une dénaturation des couleurs perçues et la survenue d'aberrations optiques entraînant une baisse de vision. L'opacification est due à la dénaturation des protéines du cristallin, qui acquièrent une pigmentation jaune et induisent une cataracte sénile (5).

Il s'opacifie de manière plus ou moins avancé dans la vie en fonction des individus. On note cependant des facteurs de risque qui accélèreraient son vieillissement : tabac, alcool, exposition solaire (radiations UV), diabète, prise de certains médicaments (corticoïdes) ...

Actuellement le traitement de référence est la chirurgie par phacoémulsification et implant de chambre postérieur intra sacculaire. Le chirurgien va inciser la cornée afin d'introduire les instruments chirurgicaux permettant la phacoémulsification. Cette étape consiste à envoyer des ultrasons dans le but de fragmenter le noyau du cristallin, qui sera ensuite aspiré. À l'aide d'une seringue, l'implant, compressé et enroulé sur lui-même, est injecté dans le sac capsulaire vide où il va reprendre sa forme initiale en se déployant (6).

#### 4. *Particularité de la chirurgie*

La chirurgie de cataracte avec pose d'un implant torique suit les mêmes étapes qu'une chirurgie de cataracte classique avec implant sphérique. Cependant quelques particularités sont à noter.

- **Marquage**

L'implant torique a pour particularité de devoir être aligné selon l'axe du méridien cornéen le plus bombé.

Avant de débiter la chirurgie, un marquage doit être réalisé sur l'œil pour marquer l'axe 0°-180° en position assise afin de prendre en compte la cyclotorsion lors du passage à la position décline. Il existe actuellement deux types de marquage : manuel ou digital guidé par reconnaissance conjonctivale. Le marquage manuel est possible avec différents appareils mais nécessite une courbe d'apprentissage et peut engendrer quelques degrés d'erreur. Pour remédier à cela, une autre méthode utilisant un logiciel de reconnaissance automatique s'est développée. Une photographie, grâce notamment au biomètre IOLMaster 700®, est réalisée pendant l'examen préopératoire permettant de cartographier la conjonctive du patient et de l'utiliser comme repère pendant la chirurgie (7).

- **Alignement : manuel versus digital**

Après un marquage manuel qui a permis de repérer l'axe 0°-180°, l'alignement se poursuit de manière manuelle grâce à l'anneau de Mendes. Avec le système de guidage digital tel que le Callisto eye et le Z Align, l'axe 0°-180° est déterminé grâce à un matching entre la photographie

préopératoire et peropératoire. Puis l'axe d'alignement est projeté de manière virtuelle dans les oculaires du chirurgien. Des études montrent que l'alignement digital guidé est plus fiable que les méthodes manuelles et permet d'atteindre de meilleurs résultats réfractifs postopératoires (8). De plus, cette méthode ne nécessite pas de courbe d'apprentissage.

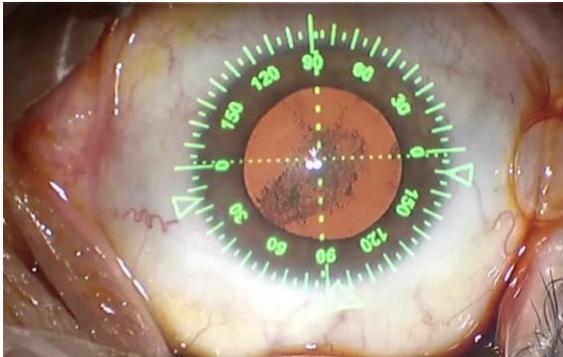


Figure 6 - Photo d'un alignement par système de guidage digital

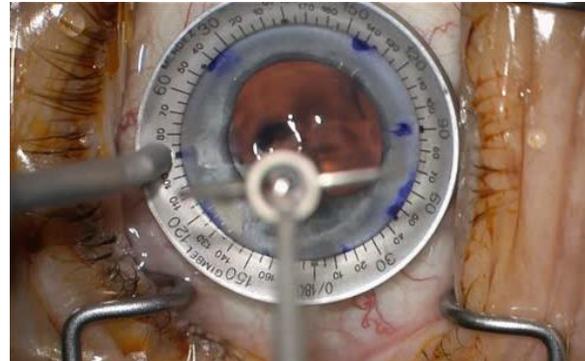


Figure 7 - Photo d'un alignement avec l'anneau de Mendes

#### ○ Reprise chirurgicale si rotation

Une des principales raisons d'un mauvais résultat post-opératoire est la rotation postopératoire de l'implant. Elle peut être observée dès la première heure suivant la chirurgie mais apparaît généralement au cours des dix premiers jours (9).

Une chirurgie de repositionnement est recommandée et à discuter avec le patient en théorie si la rotation de l'implant est supérieure à 10°. Un risque d'endophtalmie est bien sûr possible lors de la reprise chirurgicale.

## B. Cornée

La tunique externe de l'œil, aussi appelée couche fibreuse, est formée postérieurement d'une partie opaque la sclérotique (85% de la tunique) et d'une partie antérieure et transparente qu'on appelle la cornée.

### 1. Anatomie de la cornée (10)

La cornée est un tissu transparent avascularisé constituant un 1/6ème antérieur du globe oculaire. En quelques chiffres, la cornée mesure en moyenne 10,6 mm verticalement et 11,7 mm horizontalement. Son épaisseur centrale est de 530 µm contre 710 µm en périphérie.

La cornée est constituée de 5 couches, citées de la plus antérieure à la plus postérieure : l'épithélium cornéen, la membrane de Bowman, le stroma, la membrane de Descemet et l'endothélium cornéen. On peut également ajouter une sixième couche qui se trouve à la surface même de la cornée, sur l'épithélium cornéen : le film lacrymal.

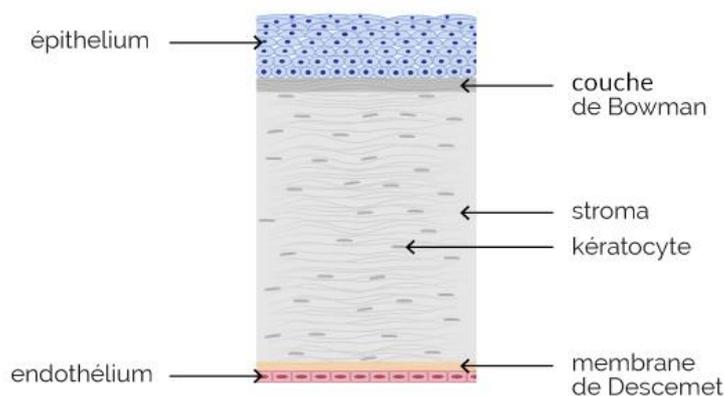


Figure 8 - Schéma des différentes couches de la cornée

Sa transparence, essentielle à la conservation d'une bonne vision, est à la fois due à son absence de vascularisation mais également à l'architecture régulière et méticuleuse de ses fibres de collagène situées dans le stroma. La transparence de la cornée lui permet d'être un milieu dans lequel la traversée de la lumière n'entraîne que très peu de dispersion. En revanche, les rayons sont réfractés et déviés pour tomber sur la rétine : en effet, le pouvoir réfractif de la cornée s'élève à 43 dioptries, soit les 2/3 du pouvoir réfractif de l'œil.

La surface antérieure de la cornée présente un rayon de courbure de 7.7 mm tandis que celui de sa surface postérieure est de 6.9 mm. Les 4 mm centraux forment la zone optique. La cornée n'a pas un rayon de courbure constant entre son centre et sa périphérie. En effet, de manière physiologique elle s'aplatit en périphérie : on parle d'asphéricité. De plus les méridiens n'ont pas toujours le même rayon de courbure entraînant une forme sphéro-cylindrique : on parle d'astigmatisme cornéen.

## 2. Astigmatisme

### ○ Définitions

L'astigmatisme se définit étymologiquement par le préfixe privatif a- et de stigma « point ». Ainsi, l'astigmatisme est un trouble de réfraction dans lequel les rayons lumineux entrant dans l'œil ne convergent pas sur la rétine en un seul point mais en plusieurs.

La gestion de l'astigmatisme est très importante en préopératoire d'une chirurgie de cataracte. Premièrement, il faut distinguer l'astigmatisme interne de l'astigmatisme cornéen. En effet, l'astigmatisme total de l'œil est constitué de deux types d'astigmatisme : l'astigmatisme cornéen, qui le compose en grande partie, mais également l'astigmatisme dû au cristallin. Seul l'astigmatisme cornéen sera corrigé lors d'une chirurgie de cataracte torique.

### ○ L'astigmatisme cornéen (11)

L'astigmatisme cornéen peut s'expliquer par la forme de la cornée : elle prend la forme d'un ballon de rugby avec deux méridiens de rayons de courbure différents.

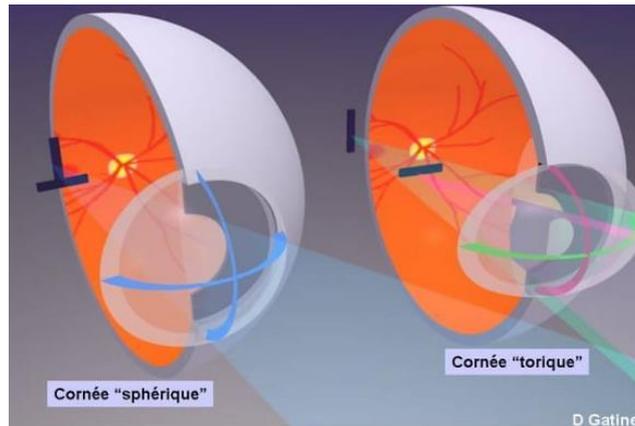


Figure 9 - Schéma comparatif d'une cornée sphérique et d'une cornée torique

On peut alors qualifier l'astigmatisme de régulier ou d'irrégulier en fonction de la position de ces méridiens, l'un par rapport à l'autre. Chez les astigmatés réguliers, les méridiens sont perpendiculaires entre eux, et peuvent prétendre à une correction optique correspondante. L'astigmatisme irrégulier, quant à lui, possède des méridiens qui ne sont pas orthogonaux et leur courbure n'est pas uniforme ce qui entraîne des aberrations optiques de haut degré non-correctibles par des lunettes (12).

On peut ensuite définir un astigmatisme régulier en fonction de l'emplacement de ses focales par rapport à la rétine. En effet, chaque méridien va produire une « image linéaire », perpendiculaire à son axe : c'est la focale. La courbure du méridien horizontal déterminera la position de la focale verticale tandis que la courbure du méridien vertical déterminera la position de la focale horizontale. Plus un méridien est bombé, plus la focale se formera en avant de la rétine.

Ainsi, l'astigmatisme est dit simple lorsqu'une des deux focales se trouve sur la rétine. Si la deuxième focale est en avant de la rétine, on parle d'astigmatisme myopique simple ; si elle se trouve après la rétine, on parle d'astigmatisme hypermétropique simple.

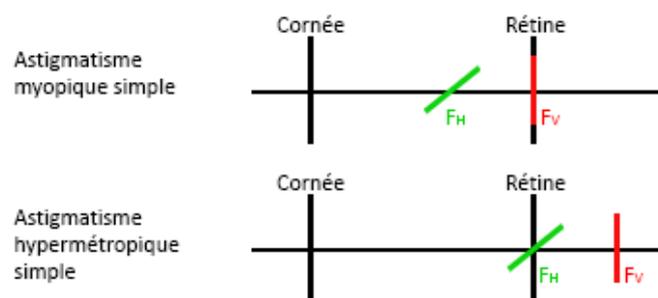


Figure 10 - Schéma de la position des focales dans l'astigmatisme simple

Maintenant, si les focales sont hors de la rétine et du même côté de celle-ci, il s'agit d'un astigmatisme composé. Les composantes myopique et hypermétropique suivent la même règle que précédemment : si les deux focales se trouvent en avant de la rétine, c'est un astigmatisme myopique composé, si elles sont après la rétine, c'est un astigmatisme

hypermétrorique composé. De plus, l'astigmatisme est dit mixte lorsque les focales se trouvent de part et d'autre de la rétine.

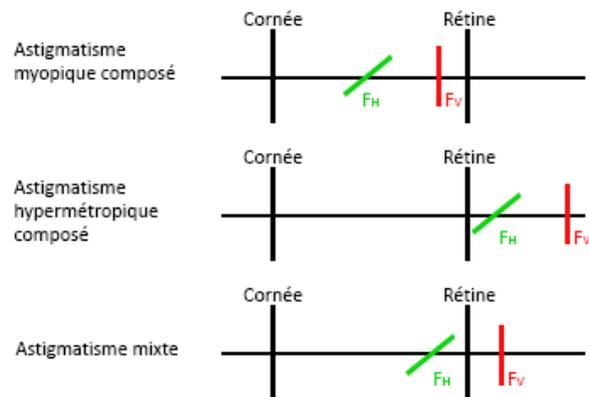


Figure 11 - Schéma de la position des focales dans l'astigmatisme composé et mixte

Enfin, un astigmatisme régulier peut également être qualifié de direct (conforme à la règle) ou indirect (inverse à la règle). En effet, si la puissance du méridien vertical est supérieure à (= courbure plus prononcée que) celle du méridien horizontal, la focale horizontale se trouvera en avant de la verticale : on parlera d'astigmatisme direct. C'est-à-dire que son méridien le plus bombé est situé entre 60 et 120°. Dans le cas contraire, on qualifie l'astigmatisme d'inverse à la règle et le méridien le plus bombé se trouve entre  $\geq 150$  et  $\leq 0^\circ$  ou  $\geq 0^\circ$  et  $\leq 30^\circ$ . Il se peut que ce méridien se trouve entre  $>30$  et  $<60^\circ$  ou  $>120$  et  $<150^\circ$ , et dans ce cas, on parle d'astigmatisme oblique (13).

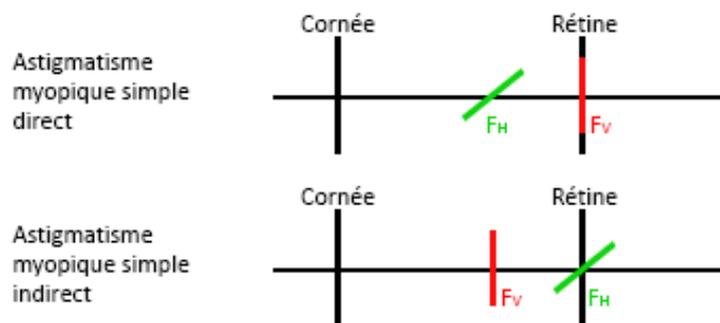


Figure 12 - Schéma de la position des focales dans l'astigmatisme direct et indirect

Évidemment, cette qualification en fonction de la localisation de la focale verticale par rapport à l'horizontale se surajoute aux autres caractéristiques citées plus haut : mixte, composé, simple, myopique, hypermétorique...

#### o L'astigmatisme interne

L'astigmatisme cristallinien, quant à lui, s'observe principalement lors d'efforts accommodatifs importants ou en cas de cataracte (14). Il ne peut être mesuré de manière

objective, ainsi on connaît sa valeur en soustrayant l'astigmatisme cornéen à l'astigmatisme total. Dans le cas des implants toriques, seul l'astigmatisme cornéen nous intéresse.

- **Astigmatisme cornéen et chirurgie de cataracte liée à l'âge**

L'astigmatisme cornéen total se compose d'un astigmatisme cornéen (antérieur) de la face antérieure de la cornée et d'un astigmatisme cornéen (postérieur) de la face postérieure de la cornée. Généralement, seul l'astigmatisme cornéen antérieur est mesuré pour le calcul de l'implant. Cette mesure peut s'effectuer sur un auto-kérato-réfractomètre, un biomètre ou un topographe. Environ 1/3 des patients se faisant opérer de cataracte présentent un astigmatisme cornéen supérieur ou égal à 1D et seraient donc éligibles à un implant torique (15).

- **Inversion de l'astigmatisme avec l'âge**

Au cours de la vie d'un individu, son astigmatisme cornéen total (antérieur et postérieur) varie. En effet, la proportion d'astigmatisme total régulier conforme a tendance à diminuer avec l'âge tandis que les astigmatismes réguliers inverses et obliques tendent à augmenter.

D'après Ho et al., l'astigmatisme cornéen antérieur conforme passe, avec l'âge, de 89.7% chez des 21-30 ans à 25% chez des >71 ans. En effet, l'inversion de l'astigmatisme cornéen antérieur en astigmatisme inverse se ferait à hauteur de -0.18D tous les 5 ans (16). Dans l'ensemble, l'astigmatisme cornéen postérieur reste plutôt stable au cours de la vie avec une prépondérance d'astigmatisme indirect. On note tout de même une inversion en astigmatisme conforme à la vitesse de 0.022D tous les 5 ans (16), minime comparée à l'inversion constatée pour l'astigmatisme antérieur. Cette différence de proportion expliquerait l'incapacité de l'astigmatisme cornéen postérieur à compenser l'inversion de l'astigmatisme cornéen antérieur et donc total avec l'âge (16). Cependant, l'inversion de l'astigmatisme cornéen total ne se fait pas de manière linéaire au cours de la vie du patient : sa vitesse d'inversion est de 0.13D tous les 10 ans entre 18 ans et 35 ans, puis augmente à 0.45D tous les 10 ans de 36 à 68 ans, pour ensuite réduire de nouveau après 69 ans (17).

	21-30 ans			>71 ans		
	conforme	oblique	indirect	conforme	oblique	indirect
Astigmatisme antérieur	91.4	5.2	3.4	31.8	29.5	38.6
Astigmatisme postérieur	0	1.7	98.3	9.1	2.3	88.6
Astigmatisme cornéen total	89.7	6.9	3.4	25	18.2	56.8

Figure 13 - Tableau des proportions des différents types d'astigmatismes selon l'âge, d'après Ho et al.

Des hypothèses ont été proposées pour expliquer cette inversion. D'après Grosvenor, l'astigmatisme cornéen antérieur aurait tendance à s'inverser à cause de la perte de tension dans la paupière supérieure qui appuierait sur la cornée chez les sujets jeunes et entraînerait

un méridien horizontal plus plat. En vieillissant, cette pression de la paupière diminuerait, rendant le méridien horizontal plus bombé qu'auparavant (18).

Pour conclure, la mesure de l'astigmatisme cornéen antérieur joue un rôle important dans le calcul de l'implant préopératoire. Cet implant génère un astigmatisme opposé à celui de la cornée afin de le neutraliser (19).

## C. Implants toriques

### 1. Historique

Le tout premier implant torique vit le jour en 1992 grâce à Shimizu sous la forme d'un trois pièces non pliable à travers des incisions de 5,7 mm (20). Les biomatériaux initiaux étaient le PMMA ou le silicone. Cependant une mauvaise stabilité dans le sac capsulaire entraînait des rotations de plus de 10° pour la moitié des implants posés et donc des résultats moins prédictibles (21). La taille des incisions induisait également un important astigmatisme cornéen chirurgical, ce qui limitait la prédictibilité du cylindre postopératoire. Des progrès techniques permirent à l'implant torique de devenir souple et donc pliable, réduisant ainsi la taille de l'incision chirurgicale et améliorant la précision de la chirurgie de cataracte torique.

### 2. Progrès techniques

Un implant torique est aujourd'hui constitué de deux parties : une optique au centre avec un diamètre moyen de 6 mm, et deux haptiques de chaque côté. Ces haptiques peuvent être en forme de navette ou en forme de boucle en C.



Figure 14 - Photo d'un implant avec haptiques en forme de boucle en C

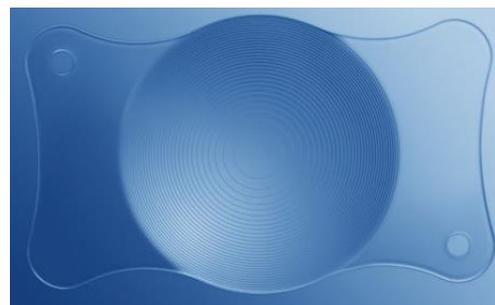


Figure 15 - Photo d'un implant avec haptiques en forme de navette

Actuellement, le biomatériau le plus utilisé est l'acrylique. En effet, l'acrylique permet une meilleure adhésion de l'implant au sac capsulaire et une meilleure stabilité (22). Les rotations postopératoires sont donc moins importantes et la chirurgie bien plus précise par rapport aux anciens biomatériaux. Le diamètre total des implants est désormais compris entre 11mm et 13mm ce qui leur confère également une grande stabilité. Les implants sont également devenus asphériques afin de corriger l'asphéricité cornéenne et par conséquent améliorer le confort visuel postopératoire.

### 3. *Choix de l'implant torique*

Dans le cadre d'une chirurgie de cataracte réfractive, en plus de l'astigmatisme cornéen, la correction de la presbytie peut aussi être discutée avec un implant torique multifocal. L'implant torique multifocal permet de créer une profondeur de champ ayant pour objectif de rendre le patient indépendant aux lunettes dans tous les regards. En contrepartie, la qualité optique est moindre par rapport à l'implant torique monofocal et les patients peuvent être gênés par des halos lumineux, ou lors de tâches telles que la lecture sur écran ou la conduite nocturne. Des contre-indications existent telles qu'une sécheresse oculaire, une maculopathie ou d'autres pathologies oculaires.

L'implant torique monofocal est quant à lui proposé aux patients désirant uniquement corriger leur vision de loin et acceptant le port de lunettes pour la vision de près (ou ayant une contre-indication aux implants multifocaux).

En cas de myopie forte, il peut aussi être proposé aux patients de préserver une légère myopie post-opératoire de 3 D leur permettant une indépendance aux lunettes en vision de près et de porter une correction en vision de loin.

#### ○ **Indications**

Pour prétendre à la pose d'un implant torique, les patients doivent répondre à certaines conditions. Tout d'abord, un implant corrigera l'astigmatisme seulement si celui-ci est cornéen, il sera donc nécessaire de vérifier sa provenance : astigmatisme cornéen antérieur, astigmatisme cornéen postérieur ou astigmatisme cristallinien. Ensuite, l'astigmatisme cornéen doit être régulier (un astigmatisme irrégulier sera traité au cas par cas selon sa répartition sur la cornée et sa stabilité dans le temps). Et enfin l'astigmatisme doit être supérieur à 0,75 ou 1 D selon la littérature (23).

#### ○ **Contre-indications**

Toutefois, il existe un certain nombre de contre-indications. La structure de la cornée peut s'avérer en être l'une d'elles. Si l'astigmatisme cornéen est irrégulier, la pose de l'implant torique est à discuter pour certaines pathologies telles que le kératocône ou des résultats intéressants sont décrits. Cependant en cas de kératocône avec une kératométrie supérieure à 55 D pour le Kmoyen, le manque de fiabilité des appareils de mesure contre indique la pose de l'implant torique (24).

Le syndrome de pseudoexfoliation est une pathologie caractérisée par une faiblesse zonulaire. L'implant torique est donc contre indiqué de manière relative pour éviter une désinsertion lors de la pose de l'implant et de son alignement dans le sac capsulaire fragile.

La dystrophie de Fuchs est une dystrophie cornéenne caractérisée par des excroissances de la membrane de Descemet sur l'endothélium cornéen. Cette pathologie est une contre-indication relative du fait du risque de décompensation œdémateuse post chirurgicale de la cornée nécessitant parfois des greffes cornéennes qui modifient l'astigmatisme cornéen.

- **Coût**

Il serait préconçu de penser que la pose d'un implant torique, pour un patient astigmatique, engendre une dépense supérieure à la pose d'un implant sphérique. Car bien que l'implant torique soit plus onéreux, un astigmatisme non corrigé obligerait le patient à investir dans une monture plus complexe. Avec un implant monofocal, le port de verres sphéro-cylindriques progressifs est induit dans 66% des cas, contre moins de 25% des cas avec un implant torique (25). Le surcoût est alors discutable.

- **Résultats postopératoires des toriques**

Kessel montre à travers une méta-analyse que l'emmétropie en VL est atteinte dans environ 75 % des cas lors d'une chirurgie de cataracte torique contre 60% avec des implants monofocaux associés ou non à une incision relaxante (26). Donc les implants toriques sont la méthode la plus fiable pour corriger un astigmatisme cornéen et viser une indépendance aux lunettes lors d'une chirurgie de cataracte (27). En plus d'être fiable, cette méthode est sûre puisqu'elle n'entraîne pas de complications postopératoires (28).

## II. Examens complémentaires

---

### A. Autoréfractomètre

La réfractométrie automatique est un examen de dépistage réalisé au début de toute consultation ophtalmologique. Elle permet une mesure objective du défaut réfractif du patient : myopie, hypermétropie ou astigmatisme allant de -18 D à +23 D pour la sphère et de -8 D à +8 D pour le cylindre (29). Utilisée sous cycloplégique, elle représente une méthode de réfraction fiable et rapide.



Figure 16 - Photo de l'autoréfractomètre TONOREF III Nidek®

En regroupant le principe de la skiascopie et de la rétinoscopie, la réfractométrie automatique utilise une lentille fixe de valeur établie et la projection d'une mire lumineuse mobile afin de

déterminer sur quel point se passe l'émergence des rayons dans l'œil. L'appareil crée artificiellement des conditions de vision de loin à l'aide de l'image d'un test à l'infini, projetée sur la rétine en lumière infrarouge pour restreindre l'accommodation. Ce système détermine la valeur de défocalisation nécessaire pour faire la mise au point et donne ainsi l'amétropie. Il est aussi possible d'obtenir une kératométrie grâce à la rotation du faisceau lumineux et aux photodétecteurs qui identifient le rayon le plus plat et le rayon le plus bombé de la cornée (30).

La méthode d'examen consiste à installer le patient devant l'appareil afin qu'il place sa tête sur la mentonnière prévue à cet effet. L'examineur déplace alors l'appareil à l'aide d'un joystick devant l'œil du patient et modifie la distance et la hauteur pour aligner l'axe de mesure à la pupille et réaliser la mise au point. Une série de mesures se lance avec une vitesse moyenne de 0,3 seconde par œil. Toutes les valeurs sont listées sur un ticket qu'il est possible d'imprimer directement sur l'appareil. Ces valeurs sont réparties pour chacun des deux yeux. Elles se suivent dans l'ordre : plusieurs valeurs de sphères, cylindres et axes avec leur fiabilité notée sur 10, les valeurs de kératométrie avec R1 le rayon le plus plat, R2 le rayon le plus bombé et Km le rayon moyen, suivies de la valeur de l'astigmatisme cornéen.

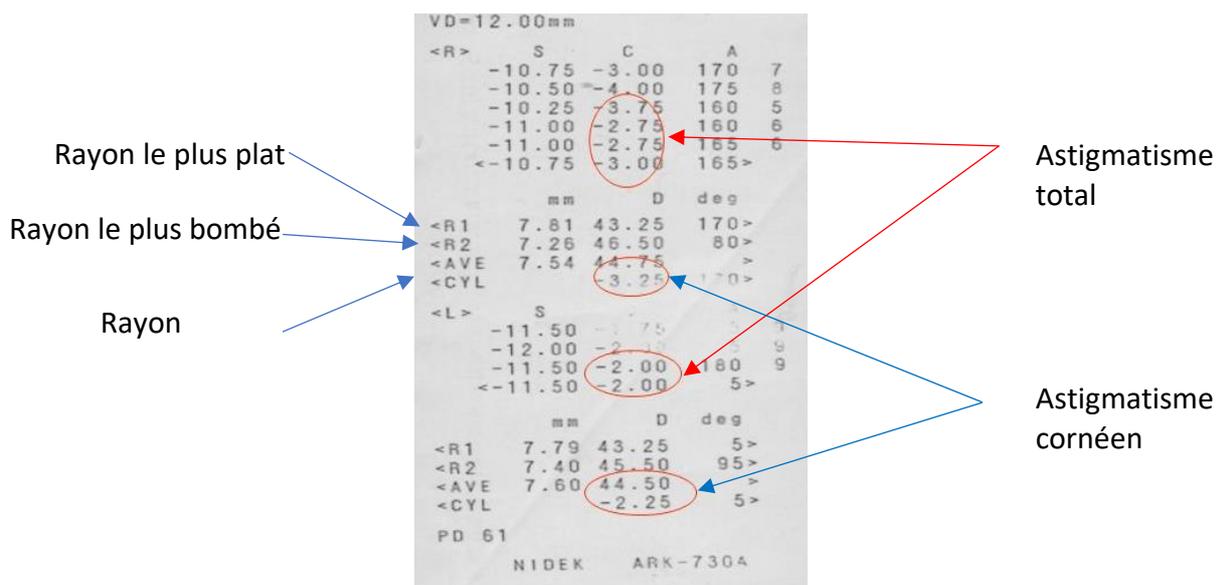


Figure 17 - Ticket d'autoréfractomètre

L'autoréfractomètre automatique peut être employé sur toute personne en capacité de respecter comme unique consigne : « ne pas bouger les yeux ». De ce fait les nystagmus et les jeunes enfants, dont la coopération ne permet pas de maintenir la fixation, sont une des limites de l'appareil. Se rajoutent les troubles de la transparence des milieux, comme une cataracte trop dense, qui empêchent les rayons de pénétrer dans l'œil. De plus, bien que la lumière infrarouge vise à empêcher tout effort d'accommodation, la proximité de la mire entraîne tout de même un léger effort suffisant à fausser les mesures. Il arrive donc que le patient soit myopisé de manière instrumentale. Des erreurs d'estimation de la sphère sont aussi régulièrement retrouvées chez les personnes aphakes ou pseudophakes (31).

## B. Biométrie optique

La biométrie oculaire est un examen obligatoire avant toute chirurgie de la cataracte. Elle permet de déterminer la puissance de l'implant qui viendra se substituer au cristallin par le biais de différentes mesures de l'œil (32). Elle s'effectuait autrefois avec une méthode d'échographie où une sonde rentrait en contact avec l'œil afin d'en prendre les mesures (33). Aujourd'hui, les biométries optiques ne nécessitent plus de contact direct avec l'œil car elles utilisent le principe d'interférométrie combiné aux propriétés de cohérence optique d'un faisceau lumineux (PCI) avec le IOLMaster 500 (34), ou encore plus récemment à la technologie Swept-source (SS-OCT) avec le IOLMaster 700 (35).

Le patient s'installe devant l'appareil et l'examineur règle la hauteur et la mise au point avant de procéder aux mesures. Les mesures principales de la biométrie optique sont la longueur axiale, la kératométrie, la profondeur de la chambre antérieure et le blanc à blanc (36).



Figure 18 - Photo du IOLMaster 700 de Zeiss®

La mesure de la **longueur axiale** quantifie la distance de la face antérieure de la cornée à l'épithélium pigmentaire de la rétine. L'appareil est capable d'alerter l'utilisateur en cas de mesure surprenante, ou bien de le prévenir en cas d'œil court (< 22mm) ou d'œil long (>25mm). Cette mesure est nécessaire au calcul de l'implant.

La **kératométrie** correspond à la mesure du rayon de courbure de la cornée. Le IOLMaster 500 utilise 6 points de référence sur une zone concentrique de 2,5 mm, tandis que le IOLMaster 700 prend 18 points de mesures sur 3 zones de 2,0 mm, 2,5 mm et 3,0 mm. Ces mesures, donnant la puissance optique de la cornée, sont indispensables pour tout calcul d'implant.

La **profondeur de la chambre antérieure** est aussi une mesure importante à prendre en compte dans le calcul car l'espace entre l'endothélium cornéen et la capsule antérieure du cristallin sert à prédire la position effective postopératoire de l'implant. Cette position effective peut modifier la puissance de l'implant (37).

Le **blanc à blanc** équivaut au diamètre cornéen qui définit la morphologie globale de l'œil. Un système offset modélise l'axe visuel et l'axe pupillaire pour éviter tout décentrement lors de la pose de l'implant.

L'ensemble des mesures est utilisé dans une formule choisie spécialement en fonction des résultats obtenus.

Toutefois, certaines précautions sont à respecter. La biométrie ne peut pas être réalisée si le patient porte des lentilles, il faut que celles-ci aient été retirées quelques jours auparavant pour des lentilles souples et plusieurs semaines avant pour des lentilles rigides afin d'éviter qu'elles ne faussent les résultats (38).

Il est aussi conseillé de dépister tout syndrome sec en préopératoire car celui-ci peut aussi fausser les mesures de la kératométrie. Et enfin, cet appareil se heurte aux mêmes limites que ses homologues à savoir les troubles de la transparence et les problèmes de fixation.

### C. Topographes : Placido et Scheimpflug

La topographie est un examen nécessaire avant toute chirurgie de cataracte afin de mesurer l'astigmatisme cornéen. Elle réalise une cartographie des caractéristiques géométriques de la cornée (relief, courbures, morphologie) (39). La connaissance de ces propriétés est utile au calcul de l'implant torique, à l'adaptation de lentilles de contact ainsi qu'au dépistage de certaines pathologies telles que le kératocône ou l'ectasie cornéenne. Il existe aujourd'hui deux types de technologies réalisant ces mesures : le disque de Placido, et les enregistreurs de l'élévation comme la caméra rotative Scheimpflug.

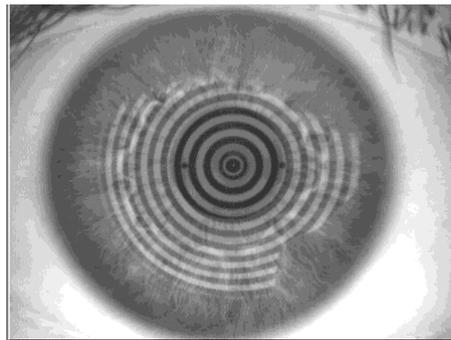


Figure 19 - Disques de Placido projetés sur l'oeil du patient

L'OPD SCAN III fournit une topographie de courbure en projetant des cercles concentriques appelés disques de Placido sur la cornée du patient (40). Une image de ces cercles est alors réfléchi par la cornée et prise en photographie. Cette photographie permet d'analyser la courbure de la cornée en appréciant la déformation des mires engendrée par le reflet. Plusieurs cartes avec différentes échelles de couleurs sont obtenues allant du bleu pour les zones les plus plates, au rouge pour les zones les plus bombées. Une échelle de valeur latérale donne la valeur de la courbure exprimée en mm ou en dioptrie de courbure. La carte axiale décrit l'astigmatisme de manière externe sans être représentative de la courbure réelle car elle s'appuie sur un modèle purement sphérique. La carte tangentielle (ou instantanée) est plus représentative car elle prend en compte l'asphéricité de la cornée du patient (41). Un astigmatisme régulier apparaîtra sous la forme d'un « sablier ». Cependant ce système néglige la face postérieure et l'épaisseur de la cornée.

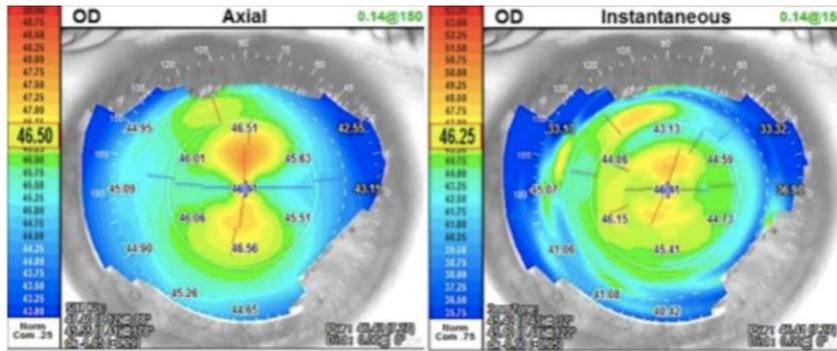


Figure 20 - Cartes axiale et tangentielle de la topographie cornéenne antérieure par le disque Placido avec une courbure exprimée en dioptrie de courbure

Par conséquent, certains appareils type PENTACAM® s'équipent d'une technologie supplémentaire à système de fente comme la caméra Scheimpflug (42). Cette caméra rotative permet d'obtenir une topographie d'élévation en enregistrant plusieurs images du segment antérieur afin de créer une carte tridimensionnelle de la cornée. D'autres mesures sont calculées telles que la pachymétrie, grâce à la distance entre la face antérieure et la face postérieure ; et la hauteur, l'angle et le volume de la chambre antérieure grâce aux photos du segment antérieur (43).

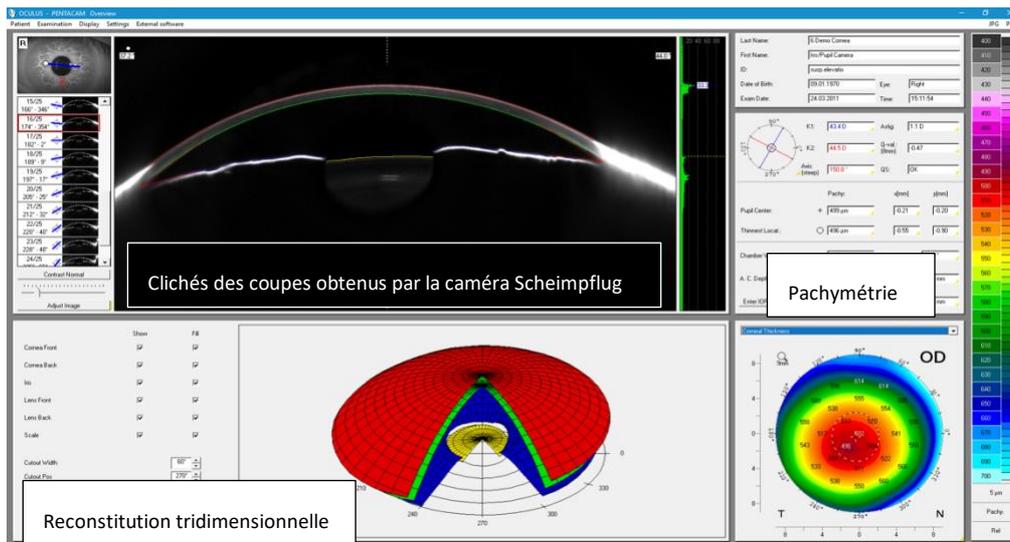


Figure 21 - Topographie cornéenne par le PENTACAM®

L'ensemble de ces mesures jouent un rôle important dans le calcul de l'implant. Il est donc nécessaire d'être exigeant pendant le déroulement de l'examen. Le patient doit maintenir sa tête fixe contre l'appareil et ouvrir les yeux aussi grands qu'il le peut afin de capter la plus grande surface possible de la cornée. Le système Placido, du fait de l'utilisation du reflet, est dépendant de la qualité du film lacrymal. Un syndrome sec doit donc être dépisté au préalable de l'examen pour ne pas fausser les mesures.

### III. Place de l'orthoptiste dans la chirurgie de cataracte torique

---

#### A. Préopératoire

Dans le cadre d'une consultation pour chirurgie de cataracte, l'orthoptiste suit une méthodologie spécifique afin de recueillir tous les examens et mesures nécessaires au médecin pour planifier la chirurgie. Une certaine rigueur doit être adoptée pour éviter tout erreur de mesure et devancer certains pièges susceptibles de fausser les résultats.

##### 1. Interrogatoire

Un interrogatoire précis et adapté permet d'estimer la gêne du patient et oriente l'examen. Les questions classiques telles que les antécédents généraux et ophtalmologiques, la prise de traitements ou le port d'une correction sont posées. Les questions deviennent ensuite plus spécifiques à la cataracte. Les signes fonctionnels communément relevés sont : une baisse de la vision progressive, une sensation de voile devant les yeux, une photophobie, des halos lumineux, une gêne à la conduite de nuit, une mauvaise perception des couleurs (souvent jaunies) ou encore une vision double (44). Il est important pour la suite des examens de détecter tout port de lentilles car celles-ci enlèveraient toute possibilité de réaliser les examens complémentaires.

##### 2. Autoréfractomètre et tonomètre

Le passage devant l'autoréfractomètre automatique est une étape incontournable lors de toute consultation ophtalmologique. Les valeurs obtenues donnent une idée de la réfraction du patient bien que la cataracte puisse myopiser ou même empêcher la prise de mesures en cas d'opacification trop importante. L'autoréfractomètre est capable de détecter cette opacification et le notifie à l'examineur. Il est déjà possible d'estimer la valeur de l'astigmatisme cornéen ainsi que la kératométrie à la lecture du ticket afin d'orienter la suite des examens vers une éventuelle pose d'implant torique. Le contrôle de la tension oculaire est aussi effectué.

##### 3. Prise d'acuité et réfraction

La mesure de l'acuité visuelle doit être réalisée en monoculaire puis en binoculaire, de loin à l'échelle de Monoyer à 5m puis de près à l'aide du Parinaud à 33cm (45).

Il est important de demander le ressenti du patient car un voile peut déranger le confort visuel malgré une acuité à dix dixièmes. L'orthoptiste établit une réfraction subjective en tenant compte du fait que l'indice de réfraction du cristallin opacifié puisse myopiser le patient. Selon l'importance de la cataracte et de la baisse de vision, l'estimation subjective de l'astigmatisme

peut être erronée (46). En cas d'acuité visuelle basse, un essai avec un trou sténopéïque est effectué. Le trou sténopéïque est un verre opaque percé en son centre d'un trou de 1 mm de diamètre. Il se place devant l'œil et le patient doit bouger sa tête et trouver l'axe idéal pour percevoir la ligne de lettres projeter sur l'écran. Ce verre diminue la diffusion des rayons sur la rétine et les aberrations optiques tout en augmentant la profondeur de champs. Il permet parfois d'améliorer l'acuité visuelle et confirme la présence d'un trouble de la transparence des milieux et d'une intégrité rétinienne (47). Néanmoins, ce test est dépendant de la compréhension et de la coopération du patient.

#### 4. Examens complémentaires

La biométrie et la topographie sont deux examens nécessaires au bilan préopératoire afin de recueillir les mesures utilisées dans le calcul de la puissance de l'implant (48). Ce calcul s'adapte au résultat réfractif postopératoire visé par le patient, à savoir l'emmétropie ou une légère myopie. Il existe différentes formules pour réaliser ce calcul (49).

Lors de la biométrie, la première étape est la mesure de la longueur axiale. C'est cette longueur qui oriente le choix de la formule (voir tableau 2). La biométrie recueille ensuite les autres caractéristiques utilisées telles que la kératométrie. Nous obtenons ainsi deux valeurs de kératométrie, celle de l'autoréfractomètre puis celle du biomètre, dont la comparaison nous permet d'estimer la puissance de l'astigmatisme cornéen antérieur et postérieur de l'œil par rapport à l'astigmatisme total. La biométrie enregistre aussi la profondeur de la chambre antérieure, qui sera mise en relation avec sa courbure enregistrée par la topographie (50). Une fois les mesures de la biométrie finies, l'orthoptiste doit choisir manuellement les formules possibles pour le calcul selon les valeurs retrouvées et la demande du médecin. C'est à ce moment que la réfraction cible (emmétropie généralement) du patient est entrée dans l'appareil qui adaptera alors son calcul.

La topographie permet ensuite de vérifier la régularité et la puissance de l'astigmatisme cornéen du patient (51). L'analyse des cartes topographiques obtenues permet de dépister toute anomalie cornéenne qui pourrait contre indiquer la pose de l'implant torique. Un astigmatisme régulier apparaît sous la forme d'un sablier (42). Ces informations qualitatives sont nécessaires à l'ophtalmologiste afin d'approuver la pose d'un implant torique.

LONGUEUR AXIALE	FORMULE
< 22 mm	Hoffer Q, Holladay 2, Haigis, Barret Toric
22 à 24,5 mm	Hoffer Q, Holladay 1, Haigis, Barrett Toric
24,5 à 26 mm	SRK T, Holladay 1, Barrett Toric
> 26 mm	SRK T, Barrett Toric

Figure 22 - Choix de la formule en fonction de la longueur axiale(52)

Lors de la programmation d'une chirurgie de cataracte, le calcul de l'implant est une étape importante qui vise en général l'emmétropie et donc un équivalent sphérique postopératoire proche du 0 pour un implant monofocal. Différentes formules existent et prennent en compte des données biométriques telles que la puissance cornéenne, la profondeur de chambre antérieure, la longueur axiale, parfois l'épaisseur cristallinienne. L'objectif principal étant de prédire de manière précise la distance postopératoire entre la face postérieure de la cornée et la face antérieure de l'implant nommée Effective Lens Position ou ELP. En effet, pour une même puissance sphérique d'implant, l'ELP influera la correction sphérique au niveau de la cornée. Certaines formules sont plus prédictibles pour les petites longueurs axiales (HofferQ, Holladay 2) tandis que d'autres sont plus prédictibles pour les fortes longueurs axiales (SRK/T). Pour les implants toriques, le calcul visera toujours un équivalent sphérique post opératoire proche du 0, mais en corrigeant l'astigmatisme cornéen.

Figure 23 - Calculeur torique HOYA

Deux méthodes de calculs s'opposent : soit on décompose l'implant monofocal sphérique qui vise le meilleur équivalent sphérique postopératoire en un implant torique sphère + cylindre (Calculeur HOYA TORIC, Lentis TORIC, Tecnis toric), soit l'implant torique est directement calculé à partir des données biométriques du patient (Z calc Zeiss). De même que pour les

implants monofocaux, l'ELP influera la correction cylindrique de l'implant au plan cornéen et dépend donc du calcul utilisé(53).

## B. Concordance des examens et pièges

Une maîtrise des appareils est exigée pour obtenir les résultats les plus précis possibles, notamment en ce qui concerne l'axe de l'astigmatisme. Cependant, malgré cette maîtrise, les examens peuvent présenter des valeurs variables d'une mesure à l'autre : cela pourrait s'expliquer par certains pièges qu'il faut éviter lors des mesures biométriques et kératométriques (53). En effet, afin de corriger un astigmatisme le plus rigoureusement qu'il soit, il est nécessaire que les mesures soient pertinentes, précises et reproductibles.

### 1. Fixation

Pour réaliser des mesures reproductibles, une bonne fixation est primordiale. En effet, le patient doit fixer la mire lumineuse centrale, pour chaque œil, afin que les mesures correspondent bien à l'axe optique (54). Une fixation instable entrainera un mauvais positionnement des mires sur la cornée, et donc des mesures kératométriques erronées, que ce soit pour la puissance ou l'axe de l'astigmatisme. Une mauvaise fixation peut également engendrer des erreurs au niveau de la longueur axiale. Ainsi, certaines pathologies comme le nystagmus, les blépharospasmes, les strabismes ou encore les patients avec une acuité visuelle très réduite posent des problèmes lors des mesures.

### 2. Syndrome sec

L'un des pièges les plus fréquents est de ne pas tenir compte de la surface oculaire. Le syndrome sec se traduit par une mauvaise qualité du film lacrymal entraînant des valeurs erronées lors de la kératométrie et donc un mauvais calcul de l'implant. En effet, la kératométrie repose sur une réflexion des mires sur la cornée, or si le film lacrymal est instable, les mesures kératométriques vont varier d'une mesure à l'autre, notamment entre les clignements (55).

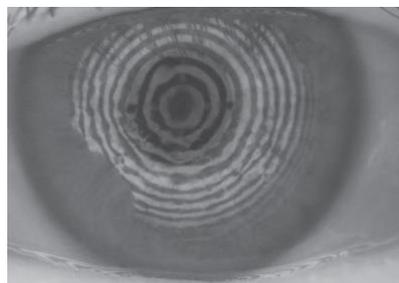


Figure 24 - Photo des déformations du disque de Placido engendrées par un syndrome sec

D'après une étude d'Epitropoulos et al., les valeurs kératométriques étaient significativement plus variables pour les patients atteints de syndrome sec. Entre deux mesures du même œil,

14% des patients avec un syndrome sec présentaient une variabilité entre 0.25D et 0.5D et 8% avaient une différence supérieure à 0.5D, avec un maximum de 3.75D. Dans le groupe sans syndrome sec, la puissance des implants calculés entre deux mesures successives variait de 0.5D ou moins contrairement au groupe avec syndrome sec où la différence était supérieure à 0.5D dans 10% des cas et pouvant aller jusqu'à 5.5D (55). De plus, la gêne fonctionnelle présente, ou non (peut aussi être asymptomatique), chez les patients atteints de syndrome sec va se trouver exacerbée en postopératoire. Il est donc préférable de le dépister et le traiter en amont de la chirurgie (56).

La concordance entre l'astigmatisme cornéen mesuré par le biomètre et le topographe est vérifiée. En cas de discordance entre les deux examens, on répète les mesures sur les deux machines après instillation d'une larme artificielle pour dépister un syndrome sec, fréquemment retrouvé dans cette population (56). Un film lacrymal altéré entraîne des variations de la puissance mais aussi de l'axe du méridien le plus bombé.

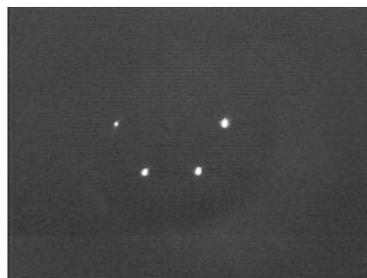
### 3. *Port de lentilles de contact*

Pendant l'interrogatoire, l'orthoptiste doit demander si le patient porte des lentilles. Le port de lentilles modifie la courbure de la cornée, entraînant des mesures kératométriques perturbées (54).

Ainsi, la biométrie et la topographie doivent être réalisées après que le patient ait retiré ses lentilles pendant une certaine durée en amont de la consultation. Les porteurs de lentilles souples doivent les retirer au moins 2 à 7 jours avant l'examen, tandis que les porteurs de lentilles rigides les retirent au moins 1 semaine avant (57).

### 4. *Position de la paupière*

Le positionnement de la paupière du patient est également à prendre en compte. La fente palpébrale doit être assez grande pour avoir toutes les mires réparties sur la cornée, quitte à tenir la paupière du patient le temps des mesures si besoin en faisant attention à ne pas appuyer sur l'œil (58).



*Figure 25 - Photo témoignant de deux mires manquantes dues au mauvais positionnement de la paupière*

## C. Post opératoire

En postopératoire, le patient est revu 7 jours et un mois après la chirurgie. La première visite permet de vérifier la bonne cicatrisation de l'œil, l'absence d'endophtalmie, et une erreur réfractive majeure grâce à l'autoréfractomètre. L'acuité visuelle subjective sera réalisée à un mois postopératoire.

### 1. *Interrogatoire*

Pendant l'interrogatoire, l'orthoptiste se renseigne sur le ressenti subjectif du patient, la présence de signes fonctionnels tels qu'une sensation de grain de sable, une impression de voile blanc, une douleur oculaire, une rougeur importante, des phosphènes, un larmolement excessif... Tous les commentaires du patient sur son état visuel sont à noter dans le dossier afin que l'ophtalmologue ajuste sa consultation en fonction des signes fonctionnels cités.

### 2. *Autoréfractomètre et tonomètre*

L'autoréfractomètre et la pression intraoculaire sont contrôlés à chaque consultation. La PIO est un facteur important après la chirurgie, surveillée de près par l'ophtalmologiste tout au long du suivi. En effet, dès J0 ou J1, le chirurgien contrôle la tension oculaire, particulièrement s'il y a des antécédents de glaucome ou d'hypertension intraoculaire.

### 3. *Acuité visuelle et réfraction subjective*

Comme dit précédemment, la chirurgie de la cataracte est passée au rang de chirurgie réfractive. L'implant est choisi en fonction de la correction optique du patient et de son envie ou non de porter des lunettes en vision de loin ou de près après l'opération. Beaucoup de patients demandent à ne plus avoir de lunettes en vision de loin et de garder une paire de lunettes en vision de près. Le chirurgien vise donc l'emmétropie en vision de loin lors du choix de l'implant.

Pour que cette emmétropie soit testée, la mesure de l'acuité visuelle doit se faire dans un premier temps sans correction : on teste donc l'acuité visuelle brute. Le patient lit les lettres sur l'échelle de MONOYER à 5 mètres tant qu'il en est capable sans correction, en monoculaire puis binoculaire. Ensuite, l'orthoptiste fait une réfraction subjective afin d'améliorer la qualité visuelle du patient et de corriger tout défaut réfractif résiduel, en suivant les mêmes étapes : monoculaire et binoculaire, de loin et de près (échelle de Parinaud). Si le patient n'a pas souhaité de myopie résiduelle afin de pouvoir lire de près sans lunettes, l'orthoptiste doit utiliser un verre convexe de +3.00 D lors de la lecture de près puisque les pseudophakes ne sont plus capables d'accommoder.

La mesure de l'acuité visuelle à J7 est une étape plus ou moins facultative en fonction des chirurgiens : certains chirurgiens la demandent tandis que d'autres exigent uniquement un ticket d'autoréfractomètre et une mesure de la pression intraoculaire (PIO). La mesure de l'acuité visuelle à J7, accompagnée d'une réfraction subjective rapide, ne doit pas faire forcer le patient, le but n'étant pas de faire une prescription de lunettes sur les valeurs obtenues lors de la consultation. En effet, il est encore trop tôt pour que la cicatrisation soit complète. Elle est utile en nous donnant une estimation du regain d'acuité au cours de la semaine après l'intervention, afin de dépister toute complication postopératoire ou erreur de calcul.

En ce qui concerne la mesure de l'acuité visuelle et la réfraction subjective à M1, elles doivent être faites minutieusement. La prescription de lunettes s'appuiera sur les valeurs obtenues ce jour.

#### 4. *Astigmatisme résiduel*

Lors de la réfraction subjective à un mois postopératoire, une importance toute particulière est portée sur un potentiel astigmatisme résiduel qui pourrait limiter l'acuité visuelle brute et l'indépendance en lunettes. L'orthoptiste va évaluer le besoin d'un verre sphérique ou cylindrique à la suite d'un astigmatisme résiduel, mais également vérifier l'axe de celui-ci à l'aide des cylindres de Jackson.

Pour se faire, l'orthoptiste peut estimer la correction attendue en se basant sur les valeurs du ticket d'autoréfractomètre, mais il n'est pas conseillé de s'appuyer seulement sur ces valeurs qui se trouvent souvent majorées et erronées. Elles permettent seulement d'avoir une estimation, qui s'avère être plus ou moins correcte en fonction des patients. Mais le ticket ne remplace en aucun cas une réfraction subjective, et ne doit pas être utilisé pour prescrire directement les lunettes (59).

D'une manière générale, les astigmatismes résiduels inférieurs ou égaux à 0.50D ne dégradent pas significativement l'acuité visuelle et ne réclament pas le port d'une correction (60). Ainsi, pour prétendre à l'indépendance en lunettes, les patients doivent présenter un astigmatisme résiduel inférieur à 0.75D (13). A noter que le port d'une correction en postopératoire est multiplié par 34 pour chaque dioptrie d'astigmatisme résiduel (61).

#### 5. *Comprendre l'erreur réfractive*

Durant la consultation de M1, l'astigmatisme résiduel est censé être stable, et la cicatrisation, complète. Il arrive que l'orthoptiste retrouve un astigmatisme résiduel important en postopératoire qui pourrait entraver l'indépendance aux lunettes. En effet, dans 1/3 des cas environ, les patients ont besoin de lunettes en vision de loin après une intervention bilatérale de la cataracte (62). L'astigmatisme résiduel pourrait avoir plusieurs origines, telles qu'une erreur dans le calcul de l'implant, une mauvaise évaluation de l'axe et de la puissance de l'astigmatisme en préopératoire (causée par un syndrome sec non-diagnostiqué par exemple), une rotation de l'implant en postopératoire, des imprécisions lors de la chirurgie, une mauvaise évaluation de l'astigmatisme cornéen chirurgicalement induit (63)(64)...

Afin d'expliquer l'astigmatisme résiduel important obtenu lors de la réfraction subjective, l'orthoptiste réalise une topographie et une biométrie, qui permettront de mettre en évidence un syndrome sec non diagnostiqué en préopératoire, une erreur de mesure liée à un défaut de fixation, un astigmatisme cornéen induit chirurgicalement différent de celui planifié par le chirurgien.

La rotation postopératoire est le principal facteur entraînant un astigmatisme résiduel lors d'une chirurgie de cataracte torique. En effet, une erreur de 15° dans l'axe initial correspond à une sous-corrrection de la moitié de l'astigmatisme. Une erreur de 30° s'apparente à l'absence de correction de l'astigmatisme, tandis qu'une erreur de 90° double la valeur du cylindre. Il est donc important d'identifier et quantifier l'erreur d'axe en postopératoire afin que le chirurgien puisse adapter sa prise en charge. Ainsi, un topographe aberromètre peut nous informer, en axe et puissance, sur l'astigmatisme total résiduel en postopératoire et l'astigmatisme interne, donc induit par l'implant. L'un des appareils utilisés pour ce genre de calculs est l'OPD SCAN III (65).

L'erreur réfractive peut aussi être due à des valeurs kératométriques erronées causées par un syndrome sec qui n'aurait pas été diagnostiqué en amont de la chirurgie. En effet, d'un clignement à l'autre, les valeurs peuvent drastiquement changées (cf. III) A) 1) c) Concordance des examens et pièges) et être à l'origine de calculs faussés.

A noter qu'une mesure d'acuité visuelle n'atteignant pas des valeurs optimales doit être accompagnée d'une tomographie à cohérence optique (OCT) afin d'exclure toutes causes rétiniennes telles qu'un syndrome d'Irvine-Gass (œdème maculaire cystoïde) de cataracte).

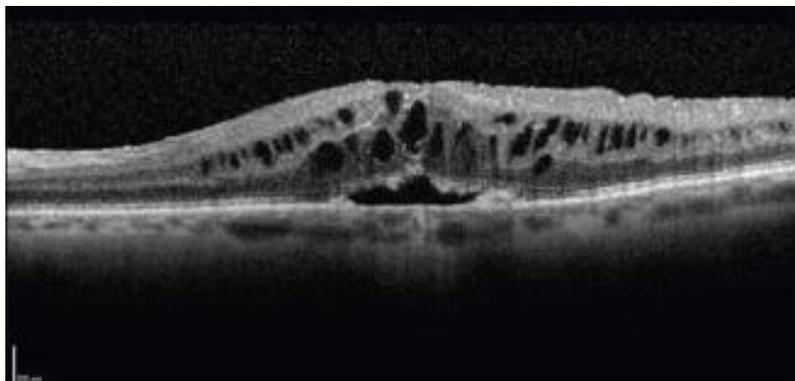


Figure 26 - OCT d'un syndrome d'Irvine-Gass (œdème maculaire cystoïde)

## Partie 2 : Étude pratique

## **Introduction**

La réfraction automatique (AR) est une étape incontournable de toute consultation ophtalmologique. Réalisée sous cycloplégique par un auto-kérato-réfractomètre, elle est une méthode fiable et rapide pour déterminer une réfraction dans la population générale (1).

En post opératoire de la chirurgie de cataracte, l'AR est utilisée comme point de départ de la réfraction subjective (RS) par l'orthoptiste. Cependant, l'AR présente certaines limites tels que la fixation, la coopération, les fortes amétropies, les pathologies maculaires, les troubles des milieux, et les implants intraoculaires (IOL) qui diffractent la lumière infrarouge utilisée par l'auto-kérato-réfractomètre (1-4).

L'AR peut servir de point de départ pour une réfraction subjective après une chirurgie de cataracte avec implant multifocal malgré une tendance significative à la myopisation (1). Un faisceau de lumière infrarouge est projeté sur la rétine et l'appareil détermine ainsi la valeur de défocalisation nécessaire pour faire la mise au point et donne l'amétropie du patient. Cependant, cette lumière infrarouge se diffracte à la rencontre des IOL asphériques, et limite la précision de l'AR (5).

A notre connaissance, la précision de l'AR chez un patient pseudophrake présentant un IOL torique n'est pas décrit dans la littérature. L'objectif de notre étude était de comparer la réfraction automatique par le TONOREF II® à la réfraction subjective après une chirurgie de cataracte avec l'implant bitorique AT TORBI 709MP afin de déterminer si le TONOREF II® (Nidek CO., Gamagori, Japon) est suffisamment précis pour être utilisé comme point de départ de la réfraction subjective après une implantation torique.

## **Patients et méthodes**

### **Patients**

L'étude incluait de manière rétrospective des patients opérés de chirurgie de cataracte avec un implant torique AT TORBI® 709MP (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne) par trois chirurgiens expérimentés (Pr DOT, Dr EL CHEHAB, Dr AGARD) , à l'Hôpital d'Instruction des Armées de Desgenettes, entre janvier 2016 et juin 2019.

Les critères d'inclusion étaient la présence d'une cataracte sénile avec un astigmatisme cornéen régulier et des examens préopératoires de bonne qualité. Les cas avec des pathologies oculaires pouvant affecter la réfraction postopératoire étaient exclus, de même que les complications peropératoires ou postopératoires, les patients avec des maladies systémiques pouvant influencer l'acuité visuelle, ou bien le port de lentille de contact deux semaines avant ou après la chirurgie et les pathologies cornéennes.

### **Bilan préopératoire**

Les patients avaient un examen préopératoire ophtalmologique complet, comprenant une étape de préconsultation réalisée par l'orthoptiste, dont une tonométrie à air pulsé avec le TONOREF II® (Nidek CO., Gamagori, Japon). Cet appareil mesure simultanément l'AR, la kératométrie et la tonométrie à air pulsé. Il est doté des technologies Zone Ring et SLD/CCD permettant d'obtenir des données pertinentes proches de la réfraction subjective et un

meilleur contraste des images (6). Ensuite, une acuité visuelle sans et avec correction sur une échelle décimale de Monoyer était réalisée, ainsi que le test du trou sténopéique. La mesure de la sphère a été réalisée minutieusement sur lunettes d'essai avec une distance verre-œil d'environ 12.5 mm. Plusieurs examens complémentaires étaient réalisés : une biométrie de bonne qualité (le voyant vert témoin de la qualité) avec l'IOLMaster 700® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne) et une topographie avec l'OPD-scan II® (Nidek CO., Gamagori, Japon) afin de vérifier la régularité de l'astigmatisme. Finalement, un examen à la lampe à fente et un fond d'œil dilaté étaient réalisés par l'ophtalmologiste.

Le calcul de l'implant torique AT TORBI 709MP était réalisé sur le calculateur torique ZCALC® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne) spécifique de l'implant. L'emmétropie était visée pour tous les yeux.

### **Implant intraoculaire**

L'implant AT TORBI 709MP (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne) est un implant monofocal bitorique asphérique avec un optique de 6.0 mm de diamètre et un diamètre total de 11.0 mm. Le design de l'optique fournit des aberrations sphériques neutres pour la lumière incidente. L'implant est pliable en acrylique hydrophile avec une surface hydrophobe et un filtre UV. L'implant est disponible pour les cylindres de + 1.0 D à + 12.0 D par pas de 0.5 D.

### **Technique chirurgicale**

Lors de la chirurgie, un capsulorhexis circulaire de 5.5 mm était réalisé avant extraction du cristallin par phacoémulsification. Les incisions et le capsulorhexis étaient guidés par le Callisto Eye® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne). L'implant était injecté dans le sac au travers d'une incision cornéenne tunnelisée de 2.2 mm à 120° suivie d'une aspiration du visqueux. L'implant torique était aligné dans sa position finale avec l'aide du guidage digital Z align® (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne).

### **Bilan postopératoire**

Un suivi postopératoire était réalisé un jour, une semaine et un mois après la chirurgie. A un mois postopératoire, l'orthoptiste réalisait une tonométrie à air pulsé et une réfraction automatique avec l'auto-kérato-réfractomètre TONOREF II® (Nidek CO., Gamagori, Japon), suivies d'une réfraction subjective avec une acuité visuelle sans et avec correction de loin en monoculaire sur l'échelle de Monoyer. La réfraction subjective consistait dans un premier temps à la recherche de la sphère la plus convexe possible, puis à la recherche d'un astigmatisme résiduel avec les cylindres croisés de Jackson. Le cylindre de Jackson de 0,50 D était utilisé pour l'axe du cylindre et ensuite celui de 0,25 D pour sa puissance. Le confort binoculaire était ensuite assuré avec un test bi-oculaire rouge/vert. Finalement, un examen à la lampe à fente ainsi qu'une photographie de l'implant en rétro-illumination avec mesure de l'alignement de l'implant torique par le logiciel EYESUITE® (Haag-Streit, König, Suisse) étaient réalisés par l'ophtalmologiste.

## Analyses statistiques

Les données de sphère (S), cylindre (C) et équivalent sphérique (ES) ont été simplifiées d'après les écritures conventionnelles. Les réfractions automatiques et subjectives du cylindre (C) ont été converties en composants vectoriels (J0 et J45) grâce aux formules suivantes d'après Thibos et Horner :

$$J0 : Z\delta_C = 2P \cos\delta 24P \quad J45 : Z\delta_C = 2P \sin\delta 24P$$

Toutes les réfractions étaient exprimées avec un cylindre négatif. L'analyse des vecteurs n'est pas sensible au signe de la notation du cylindre et présente les mêmes résultats indépendamment de cela.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel IBM SPSS (Version 22.0, IBM Corp). Les données sont présentées par leurs moyennes avec les écarts-types. Les données de l'équivalent sphérique, de la sphère, du J0 et J45 sont présentées sous la forme d'une boîte à moustache. La corrélation entre les valeurs de la réfraction subjective et de l'auto-kérato-réfractomètre est évaluée par le coefficient de Pearson (R). La comparaison entre les valeurs des données de la réfraction subjective et de l'auto-kérato-réfractomètre a été réalisée en utilisant un test-t sur des valeurs appariées. Le seuil de significativité utilisé est de 0.05 (soit 5%) conformément au seuil utilisé dans les domaines bio-médicaux. L'ensemble des données ont été renseigné dans un tableur Excel (voir annexe).

## Résultats

L'étude incluait 396 yeux de 293 patients. L'âge moyen était de  $75.24 \pm 8.52$  ans (43 à 94 ans). La meilleure acuité visuelle corrigée obtenue par réfraction subjective allait de 9/10<sup>ème</sup> (0 LogMAR) à 15/10<sup>ème</sup> (-0.2 LogMAR).

### Comparaison entre les mesures de la réfraction automatique et de la réfraction subjective

**Sphère** – La différence moyenne de sphère entre l'AR et la RS était de  $-0.48 \pm 0.60$  D, statistiquement significative ( $p < 0.001$ ) (Figure 1, Tableau 1). Dans 64% des cas, la différence de la sphère était supérieure ou égale à  $\pm 0.50$  D (Figure 2). La moyenne à l'AR était de  $-0.24 \pm 0.60$  D contre  $0.24 \pm 0.43$  D pour la RS (Tableau 2).

**Equivalent sphérique** – La différence moyenne de l'équivalent sphérique entre l'AR et la RS était de  $-0.02 \pm 0.55$  D ( $p = 0.444$ ) (Figure 1, Tableau 1). Dans 34% des cas, la différence de l'équivalent sphérique était supérieure ou égale à  $\pm 0.50$  D (Figure 2). La moyenne à l'AR était de  $0.11 \pm 0.63$  D contre  $0.09 \pm 0.35$  D pour la RS (Tableau 2).

**Cylindre** – Les différences moyennes entre l'AR et la RS pour les composants vectoriels de l'astigmatisme J0 et J45 étaient de  $0.08 \pm 0.25$  D et  $0.03 \pm 0.19$  D respectivement (Tableau 1), statistiquement significatifs ( $p < 0.001$ ) (Figure 1, Tableau 1). La différence moyenne de cylindre entre l'AR et la RS était de  $-0.18 \pm 0.61$  D, statistiquement significative ( $p < 0.001$ ) (Figure 1, Tableau 1). Dans 56% des cas, la différence du cylindre était supérieure ou égale de  $\pm 0.50$  D (Figure 2). La moyenne du cylindre à l'AR était de  $0,36 \pm 0,75$  D contre  $0,18 \pm 0,47$  D pour la

RS (Tableau 2). Les moyennes de J0 et J45 à l'AR étaient de  $0.17 \pm 0.30$  D et  $0.05 \pm 0.23$  D contre  $0.09 \pm 0.19$  D et  $0.02 \pm 0.14$  D pour la RS (Tableau 2).

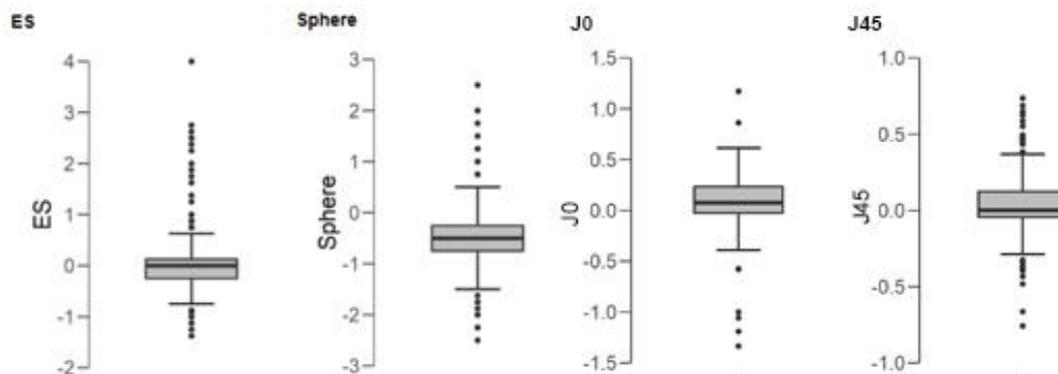


Figure 1 – Boîtes à moustache (boxplots) de la différence entre la réfraction automatique (AR) et la réfraction subjective (RS) pour la sphère (S), l'équivalent sphérique (ES), J0 et J45 (composants vectoriels de l'astigmatisme)

	Moyenne	Ecart-type	p
<b>Sphère</b>	-0.483	0.597	<0.001
<b>ES</b>	0.021	0.548	0.444
<b>J0</b>	0.081	0.245	<0.001
<b>J45</b>	0.034	0.185	<0.001
<b>Cylindre</b>	0.176	0.614	<0.001

Tableau 1 – Différences entre la réfraction automatique (AR) et la réfraction subjective (RS) pour la sphère (S), l'équivalent sphérique (ES), J0 et J45 (composants vectoriels de l'astigmatisme) et le cylindre (C)

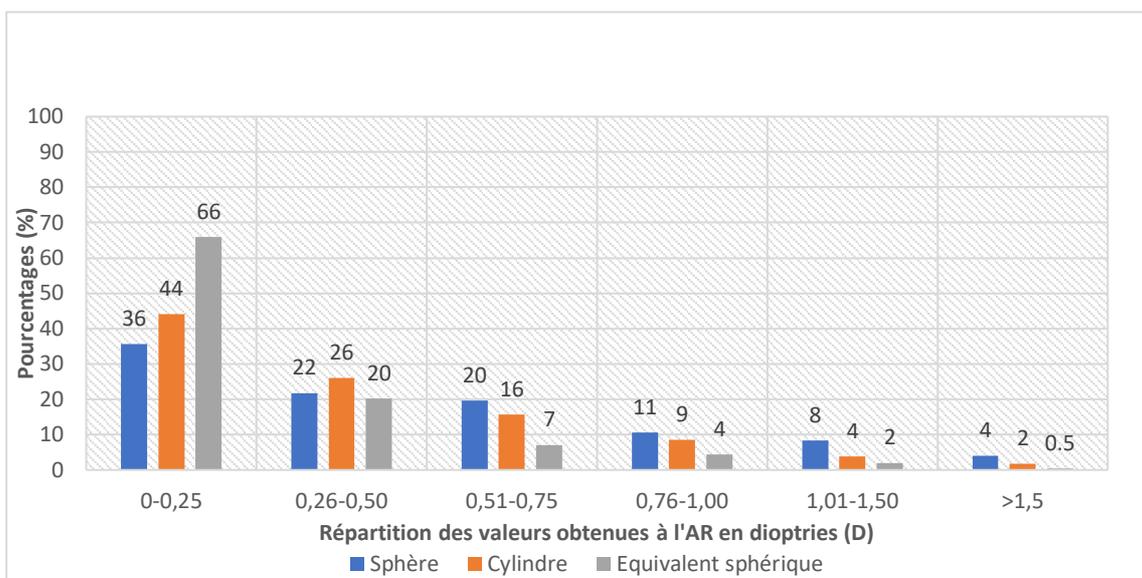


Figure 2 – Histogramme de la distribution des différences entre la réfraction automatique (AR) et la réfraction subjective (RS) pour la sphère (S), l'équivalent sphérique (ES) et le cylindre (C)

		S	ES	C	J0	J45
AR	Moyenne	-0.242	0.114	0.358	0.172	0.048
	Ecart-type	0.600	0.631	0.754	0.299	0.230
RS	Moyenne	0.241	0.093	0.185	0.091	0.015
	Ecart-type	0.427	0.347	0.470	0.188	0.140

Tableau 2 – Moyennes et écarts-types obtenus à la réfraction automatique (AR) et la réfraction subjective (RS) pour la sphère (S), l'équivalent sphérique (ES), le cylindre (C) et J0 et J45 (composants vectoriels de l'astigmatisme)

### Corrélation entre la réfraction automatique et de la réfraction subjective

La figure 3 permet de mettre en évidence le degré de corrélation entre l'AR et la RS pour la sphère, l'équivalent sphérique, J0 et J45 (composants vectoriels de l'astigmatisme). Les coefficients de corrélation révèlent des corrélations faibles entre l'AR et la RS pour la sphère (R=0.36) pour l'ES (R = 0.5), J0 et J45 (R = 0.58 et R = 0.59).

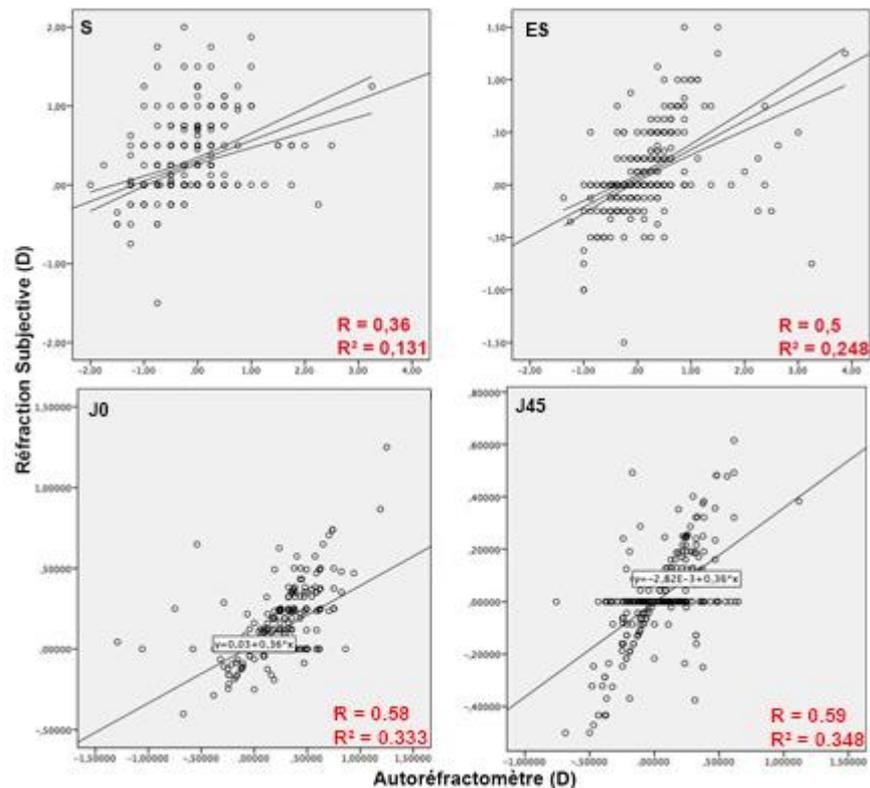


Figure 3 – Nuages de points montrant la corrélation entre les valeurs de la réfraction automatique (AR) et de la réfraction subjective (RS) pour la sphère (S), l'équivalent sphérique (ES), J0 et J45 (composants vectoriels de l'astigmatisme)

## Discussion

Dans la pratique, la réfraction subjective reste la méthode de choix pour déterminer la réfraction après une chirurgie de cataracte (1). Cependant, cette méthode est chronophage et requiert du personnel qualifié. D'autres techniques comme la réfraction automatique par autoréfractomètre sont disponibles. Se révélant beaucoup plus rapide et plus facile d'utilisation, l'autoréfractomètre est devenu un outil très utilisé en consultation ophtalmologique. Cependant, il est largement accepté qu'il n'est pas aussi précis qu'une réfraction subjective, indispensable à la prescription finale de lunettes après une chirurgie de cataracte (1)(7). L'autoréfractomètre est donc le plus souvent utilisé comme point de départ de la réfraction subjective chez le pseudophaque (7)(8). Pourtant, l'implant intra oculaire est reconnu comme une limite de l'AR par la diffusion de la lumière infrarouge à sa surface (2)(3). La précision de l'AR pour les implants monofocaux toriques n'est pas décrite dans la littérature.

Notre étude avait pour but de comparer les valeurs obtenues à l'AR et à la réfraction subjective en post-opératoire de chirurgie de cataracte avec implant bitorique et ainsi de mettre en évidence les erreurs possibles lorsqu'on s'appuie uniquement sur les mesures de l'AR. A notre connaissance, il n'existe pas d'étude sur la validité d'un autoréfractomètre après la pose d'un implant monofocal bitorique AT TORBI 709 MP (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne).

Dans notre étude, la réfraction automatique par Tonoref II®(NIDEK) s'est révélée significativement différente de la réfraction subjective en post opératoire de chirurgie de cataracte avec l'implant bitorique AT TORBI 709 MP (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Allemagne) pour la sphère ( $-0.48 \pm 0.60$  D ;  $p < 0.001$ ), le cylindre ( $0.18 \pm 0.61$  D ;  $p < 0.001$ ) ainsi que pour les composants vectoriels J0 et J45 ( $0.08 \pm 0.25$  D et  $0.03 \pm 0.19$  D respectivement ;  $p < 0.001$ ). Le Tonoref semble tout de même être fiable pour l'équivalent sphérique (ES) ( $-0.02 \pm 0.55$  D ;  $p = 0.444$ ). Ainsi, le Tonoref II®(NIDEK) peut donc servir de point de départ à la réfraction subjective qui reste cependant indispensable. En effet, la corrélation entre l'AR et la RS était mauvaise pour la sphère ( $R = 0.36$ ), l'équivalent sphérique ( $R = 0.5$ ) et les composants vectoriels de l'astigmatisme (J0  $R = 0.58$  et J45  $R = 0.59$ ).

Nos résultats diffèrent d'une étude portant sur un implant monofocal non torique (54 yeux), avec l'autoréfractomètre NIDEK AR-3300. En effet, Wang et al.(9) retrouvent un ES significativement différent entre l'AR et la RS avec une moyenne de  $0,32 \pm 0,55$  D (contre  $-0,02 \pm 0,55$  D dans notre étude). Concernant le cylindre, la différence moyenne était supérieure avec  $0,35 \pm 0,62$  D contre  $0,18 \pm 0,61$  D dans notre étude. Néanmoins, dans notre étude, 56% des patients avaient une différence de cylindre de 0,50 D ou plus comparé à 16% pour l'étude de Wang et al. Cette différence pourrait être expliquée par l'imprécision de l'AR à mesurer le tor de l'implant AT TORBI par rapport à un implant monofocal non torique, ou par l'autoréfractomètre qui est différent de celui de notre étude.

Une autre étude (1) portant sur un implant multifocal non torique avec l'autoréfractomètre KR-8000 (Topcon) retrouvait une différence moyenne entre l'AR et la RS de  $-0.84 \pm 0.62$  D pour la sphère ( $-0.48 \pm 0.60$  D dans notre étude),  $-1.00 \pm 0.61$  D pour l'ES ( $-0.02 \pm 0.55$  dans notre étude). Les corrélations entre l'AR et la RS dans l'étude de Muñoz et al. étaient égales à  $R = 0.49$  pour la sphère (contre  $R = 0.36$  dans notre étude),  $R = 0.55$  pour l'ES (contre  $R = 0.50$  dans notre étude),  $R = 0.89$  et  $R = 0.87$  pour J0 et J45 respectivement (contre J0  $R = 0.58$  et J45  $R = 0.59$  dans notre étude). Nos résultats sont concordants concernant la mauvaise corrélation entre l'AR et la RS pour la sphère et l'ES. Néanmoins, concernant le cylindre, notre AR était moins précis avec une mauvaise corrélation pour les composants vectoriels J0 et J45 par rapport à ceux de Muñoz et al. Ainsi, il semblerait que la toricité de l'implant de notre étude vienne davantage fausser les valeurs du cylindre à l'AR par rapport à un implant multifocal non torique. Toutefois l'autoréfractomètre utilisé n'est pas le même dans les deux études, ce qui doit aussi être pris en compte.

De plus, dans 64% des cas de notre étude, la différence de la sphère était supérieure à  $\pm 0.25$  D contre 88% dans l'étude de Muñoz. Ces résultats révéleraient une difficulté plus prononcée de l'AR à mesurer la sphère correctement lorsqu'il s'agit d'un implant multifocal.

Comme dans la littérature notre étude confirme que l'AR est imprécis sur la sphère et l'ES chez le patient pseudophaque. Le cylindre semble d'autant moins fiable lorsque l'implant est torique.

En ce qui concerne la prise en charge des patients par les orthoptistes, la même procédure a été suivie pour toutes les mesures, aussi bien à l'AR qu'en RS. Malgré le même apprentissage et le même protocole à suivre, il a pu persister des valeurs de réfraction subjective plus ou moins différentes en fonction de l'orthoptiste l'ayant réalisée. L'étude de Bullimore a démontré une meilleure répétabilité pour les AR que pour les RS (8).

Nous voulions également relever le tor de l'implant pour une trentaine de patient et regarder si la valeur du tor était corrélée à l'erreur de l'AR (plus le tor de l'IOL est élevé, plus l'AR se trompe de valeurs ?). Nous aurions également voulu voir si en soustrayant l'astigmatisme cornéen à l'astigmatisme total mesurés à l'auto-kérato-réfractomètre, nous obtenions le cylindre de l'implant (Astigmatisme total = astigmatisme cornéen + astigmatisme interne). Cependant, la récolte des données fut interrompue par le COVID-19, ce qui ne nous permet pas de faire cette facette de l'étude.

En conclusion, l'autoréfractomètre est un bon point de départ à la réfraction subjective qui reste le gold standard chez le patient pseudophaque torique.

### ***Bibliographie de l'article***

- (1) Validity of autorefraction after cataract surgery with multifocal ReZoom intraocular lens implantation - Gonzalo Muñoz, MD, PhD, FEBO, César Albarran-Diego, MD, Hani F. Sakla, MD, PhD
- (2) Comparative evaluation of the allergan Humphrey 570 and canon RK-I autorefractors : II Objective autorefraction in pseudophakes
- (3) A Review of Autorefractors I. C. J. WOOD
- (4) Choong Y-F, Chen A-H, Goh P-P. A comparison of autorefraction and subjective refraction with and without cycloplegia in primary school children. *Am J Ophthalmol* 2006; 142:68–74
- (5) Wesemann W, Rassow B. Automated infrared refractors – a comparative study. *Am J Optom Physiol Opt* 1987; 64:627–637; clinical comments by P Erickson, 637–638
- (6) Fiche technique Nidek TONOREF II
- (7) Goss DA, Grosvenor T. Reliability of refraction--a literature review. *J Am Optom Assoc.* 1996; 67(10): 619–630.
- (8) The Repeatability of Automated and Clinician Refraction – Mark A. Bullimore, MCOptom, PhD, FAAO, Robert E. Fusaro, PhD, JD, and Craig W. Adams, OD, MS
- (9) Wang L, Misra M, Pallikaris IG, Koch DD. Comparison of a ray-tracing refractometer, autorefractor, and computerized videokeratography in measuring pseudophakic eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28(2): 276–282.

## Conclusion

---

Dans ce mémoire, nous nous sommes intéressées à la validité de la réfraction automatique en post chirurgie de cataracte avec implant torique, ainsi qu'au rôle de l'orthoptiste dans cette prise en charge préopératoire et postopératoire. Cette chirurgie, visant à rendre le patient emmétrope et à le libérer du port d'une correction en vision de loin, est conditionnée par la concordance des examens préopératoires, plus nombreux du fait de la toricité de l'implant à poser.

Notre partie théorique a mis en avant l'importance de porter une attention particulière durant ces examens. Une biométrie de qualité et une topographie fiable, réalisées par l'orthoptiste, permettent à l'ophtalmologiste d'avoir des valeurs fidèles pour le calcul de l'implant. Leur concordance et leur fiabilité lui sont nécessaires pour optimiser la réussite de la chirurgie.

Notre étude sur la validité de la réfraction automatique pour servir de point de départ à la réfraction subjective nous a permis de conclure que l'auto-kérato-réfractomètre présentait des limites, notamment lorsque le patient avait un implant. En effet, la lumière infrarouge est diffractée par l'implant torique et entraîne un manque de fiabilité dans le résultat de ses valeurs, en particulier lorsqu'il s'agit du cylindre dans notre étude, pouvant en partie être expliqué par la toricité de l'implant.

Ainsi, l'examen de vue postopératoire, réalisé par l'orthoptiste, doit prendre en compte ces limites et ne pas trop s'appuyer sur ces valeurs. C'est pourquoi il est essentiel de tester l'acuité visuelle du patient sans correction après une chirurgie de cataracte avant de commencer toute réfraction afin de s'assurer du besoin réel d'apporter une correction supplémentaire. L'orthoptiste a donc un rôle important à jouer dans cette prise en charge particulière qui demande rigueur et attention que ce soit en préopératoire avec les examens complémentaires ou en postopératoire avec la réfraction subjective.

Cette étude a été une expérience enrichissante sur plusieurs points. Tout d'abord, elle nous a permis de développer notre analyse scientifique en décortiquant de nombreux articles ainsi qu'à améliorer nos aptitudes de recherche d'information. En étudiant la prise en charge complète du patient opéré de cataracte avec implant torique, nous nous sommes vraiment intéressées aux divers examens avec une démarche de compréhension plus approfondie afin de se rendre compte de leur importance. Nous avons également été au cœur de cette relation ophtalmologiste-orthoptiste tant importante pour une prise en charge des plus précises. De plus, il est vrai que dans la pratique nous entendions souvent dire qu'il fallait utiliser les résultats de l'autoréfractomètre avec une certaine retenue puisqu'il pouvait présenter certaines limites et plus ou moins fausser les valeurs. Cependant, nous ne savions jamais vraiment dans quelle mesure il était possible de s'en servir, quelles étaient les circonstances ou encore les causes à l'origine de ces erreurs. Ainsi, ce mémoire nous a apporté quelques éléments de réponse nous permettant de nous améliorer dans notre pratique.

Laura JUSTON et Pauline MEUNIER

Maitre de Mémoire, Dr. Antoine LEVRON



## Bibliographie

---

1. OMS | Maladies oculaires prioritaires [Internet]. WHO. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.who.int/blindness/causes/priority/fr/index1.html>
2. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-de-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* janv 2009;35(1):70-5.
3. Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology.* févr 2016;123(2):275-86.
4. M. Avillac. Cours de l'anatomie de l'oeil : cristallin et corps vitré.
5. J.-L. Bourges, G. Renard. Vieillesse naturelle du système d'accommodation [Internet]. EM-Consulte. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/745314/vieillesse-naturelle-du-systeme-daccommodation>
6. D. Gatinel. Chirurgie de la cataracte en images [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/chirurgie-de-la-cataracte/chirurgie-de-la-cataracte-en-images/>
7. Osher RH. Iris fingerprinting: new method for improving accuracy in toric lens orientation. *J Cataract Refract Surg.* févr 2010;36(2):351-2.
8. Webers VSC, Bauer NJC, Visser N, Berendschot TTJM, van den Biggelaar FJHM, Nuijts RMMA. Image-guided system versus manual marking for toric intraocular lens alignment in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43(6):781-8.
9. Kaur M, Shaikh F, Falera R, Titiyal JS. Optimizing outcomes with toric intraocular lenses. *Indian J Ophthalmol.* déc 2017;65(12):1301-13.
10. M. Avillac. Cours de l'anatomie de l'oeil : tunique externe.
11. Mr Sablong. Cours d'optique.
12. D. Gatinel. Astigmatisme - explications [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/astigmatisme/>
13. Núñez MX, Henriquez MA, Escaf LJ, Ventura BV, Srur M, Newball L, et al. Consensus on the management of astigmatism in cataract surgery. *Clin Ophthalmol.* 11 févr 2019;13:311-24.
14. D. Gatinel. Astigmatisme cornéen [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/astigmatisme/astigmatisme-corneen/>
15. Debois A, Nochez Y, Bezo C, Bellicaud D, Pisella P-J. Précision réfractive et qualité de vision objective après implantation torique pseudophaque. /data/revues/01815512/v35i8/S0181551212001659/ [Internet]. 9 oct 2012 [cité 4 janv 2020]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/758822>
16. Ho J-D, Liou S-W, Tsai RJ-F, Tsai C-Y. Effects of aging on anterior and posterior corneal astigmatism. *Cornea.* juin 2010;29(6):632-7.
17. Shao X, Zhou K-J, Pan A-P, Cheng X-Y, Cai H-X, Huang J-H, et al. Age-Related Changes in Corneal Astigmatism. *J Refract Surg.* 1 oct 2017;33(10):696-703.
18. Grosvenor T. Etiology of astigmatism. *Am J Optom Physiol Opt.* mars 1978;55(3):214-8.

19. D. Gatinel. Implant torique [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/chirurgie-de-la-cataracte/implants-cristalliniens/implants-toriques/>
20. Shimizu K, Misawa A, Suzuki Y. Toric intraocular lenses: correcting astigmatism while controlling axis shift. *J Cataract Refract Surg.* sept 1994;20(5):523-6.
21. Visser N, Bauer NJC, Nuijts RMMA. Toric intraocular lenses: historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J Cataract Refract Surg.* avr 2013;39(4):624-37.
22. Linnola RJ, Werner L, Pandey SK, Escobar-Gomez M, Znoiko SL, Apple DJ. Adhesion of fibronectin, vitronectin, laminin, and collagen type IV to intraocular lens materials in pseudophakic human autopsy eyes. Part 2: explanted intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* déc 2000;26(12):1807-18.
23. Levy P. Les implants toriques. /data/revues/01815512/v35i3/S0181551211004049/ [Internet]. 18 mars 2012 [cité 4 janv 2020]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/700468>
24. Hashemi H, Yekta A, Khabazkhoob M. Effect of keratoconus grades on repeatability of keratometry readings: Comparison of 5 devices. *J Cataract Refract Surg.* mai 2015;41(5):1065-72.
25. Laurendeau C, Lafuma A, Berdeaux G. Modelling lifetime cost consequences of toric compared with standard IOLs in cataract surgery of astigmatic patients in four European countries. *J Med Econ.* sept 2009;12(3):230-7.
26. Mingo-Botín D, Muñoz-Negrete FJ, Won Kim HR, Morcillo-Laiz R, Rebolleda G, Oblanca N. Comparison of toric intraocular lenses and peripheral corneal relaxing incisions to treat astigmatism during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* oct 2010;36(10):1700-8.
27. Maedel S, Hirnschall N, Chen Y-A, Findl O. Rotational performance and corneal astigmatism correction during cataract surgery: aspheric toric intraocular lens versus aspheric nontoric intraocular lens with opposite clear corneal incision. *J Cataract Refract Surg.* août 2014;40(8):1355-62.
28. Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology.* nov 2010;117(11):2104-11.
29. Lassalle D. La réfractométrie automatique : Valeurs & Limites. :18.
30. Angénieux R. La réfraction oculaire : réfraction subjective binoculaire VS réfraction objective sous cycloplégique chez les enfants de 8 à 18 ans. 2014.
31. Raj PS, Akingbehin T, Levy AM. Objective autorefraction in posterior chamber pseudophakia. *British Journal of Ophthalmology.* 1 déc 1990;74(12):731-3.
32. Gatinel D. Biométrie oculaire, calcul d'implant [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/biometrie-oculaire-calcul-dimplant/>
33. La biométrie optique dans le calcul d'implant de la chirurgie de la cataracte. /data/revues/01815512/00240009/922/ [Internet]. 8 mars 2008 [cité 4 janv 2020]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/111669>
34. ZEISS IOLMaster 500 [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.zeiss.com/meditec/int/product-portfolio/optical-biometers/iolmaster-500.html>
35. IOLMaster 700 - optical biometry - cataract - ZEISS Medical Technology | ZEISS International [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.zeiss.com/meditec/int/product-portfolio/optical-biometers/iolmaster-700.html>

36. Saragoussi J-J, Arné J-L. Chirurgies de la réfraction. Masson. 2006. (Techniques chirurgicales).
37. Sandford-Smith J. Chirurgie oculaire sous les climats chauds : chapitre 5, Chirurgie de la cataracte. 2006.
38. Gatinel D. Pourquoi doit-on retirer les lentilles de contact plusieurs jours avant la consultation pour chirurgie réfractive? [Internet]. [cité 4 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/2011/02/pourquoi-doit-on-retirer-les-lentilles-de-contact-plusieurs-jours-avant-la-consultation-pour-chirurgie-refractive/>
39. Gatinel D. Qu'est-ce que la topographie cornéenne ? [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/2011/02/quest-ce-que-la-topographie-corneenne/>
40. Topographie cornéenne [Internet]. Institut de la Mâcula. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <http://www.institutmacula.com/fr/procedimiento/topografia/>
41. Douaud J-A. Topographie cornéenne - mcours. 2013.
42. Masson E. Topographie cornéenne [Internet]. EM-Consulte. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/216541/topographie-corneenne>
43. Assouline DM. Les appareils de topographie cornéenne. 2012;6:8.
44. Faculté de Médecine de Toulouse. Chapitre VII : La cataracte.
45. Gatinel D. Acuité visuelle, résolution et pouvoir séparateur [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/acuite-visuelle-definition/acuite-visuelle-resolution-et-pouvoir-separateur-de-loeil/>
46. Gatinel D. La cataracte [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/chirurgie-de-la-cataracte/definition/>
47. Cataracte (58) - Corpus Médical de la Faculté de Médecine de Grenoble [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <http://www-sante.ujf-grenoble.fr/SANTE/corpus/disciplines/ophtalmo/baissevision/58/lecon58.html>
48. Puech M, Streho M. SFO - Chapitre 14 : Biométrie et calcul d'implant [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: [https://www.em-consulte.com/em/SFO/rapport/file\\_100027.html](https://www.em-consulte.com/em/SFO/rapport/file_100027.html)
49. Pasquesoone C. Thèse de médecine : Etude de la précision réfractive de la formule Haigis-L dans la chirurgie de la cataracte. 2015.
50. Lteif Y, Gatinel D. Calcul de la puissance de l'implant intraoculaire après chirurgie réfractive cornéenne. /data/revues/01815512/00310003/326/ [Internet]. 3 juin 2008 [cité 5 janv 2020]; Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/article/166283>
51. Puech DM. Pratique en ophtalmologie : Le calcul d'implants en préopératoire. 2013.
52. Iconographie de l'article Calcul de la puissance de l'implant intraoculaire après chirurgie réfractive cornéenne - EM | consulte [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/en/module/displayarticle/article/166283/iconosup/JFO-03-2008-31-3-0181-5512-101019-200802788-TAB2>
53. Levy DP. Gérer l' Astigmatisme en chirurgie de Cataracte. :137.
54. Embleton SJ. 3 - Pre-operative biometry and intraocular lens calculation. In: Malhotra R, éditeur. Cataract [Internet]. Edinburgh: Butterworth-Heinemann; 2008 [cité 5 janv 2020]. p. 33-72. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080449777500082>

55. Epitropoulos AT, Matossian C, Berdy GJ, Malhotra RP, Potvin R. Effect of tear osmolarity on repeatability of keratometry for cataract surgery planning. *J Cataract Refract Surg.* août 2015;41(8):1672-7.
56. Kim P, Plugfelder S, Slomovic AR. Top 5 pearls to consider when implanting advanced-technology IOLs in patients with ocular surface disease. *Int Ophthalmol Clin.* 2012;52(2):51-8.
57. Amzallag T, Rozot P, Roman S, Albou-Ganem C, Auclin F, Barale P-O, et al. Chapitre 2 - Prérequis. In: Amzallag T, Rozot P, Roman S, Albou-Ganem C, Auclin F, Barale P-O, et al., éditeurs. *Chirurgie de la Cataracte* [Internet]. Paris: Elsevier Masson; 2018 [cité 5 janv 2020]. p. 3-60. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9782294757372000028>
58. Khurana A. *Theory and Practice of Optics & Refraction - 2nd Edition* [Internet]. 2008 [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.elsevier.com/books/theory-and-practice-of-optics-and-refraction/khurana/978-81-312-1132-8>
59. Otero C, Aldaba M, Pujol J. Clinical evaluation of an automated subjective refraction method implemented in a computer-controlled motorized phoropter. *Journal of Optometry.* 1 avr 2019;12(2):74-83.
60. Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J Cataract Refract Surg.* janv 2014;40(1):13-9.
61. Wilkins MR, Allan B, Rubin G, Moorfields IOL Study Group. Spectacle use after routine cataract surgery. *Br J Ophthalmol.* oct 2009;93(10):1307-12.
62. Ahmed IIK, Rocha G, Slomovic AR, Climenhaga H, Gohill J, Grégoire A, et al. Visual function and patient experience after bilateral implantation of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* avr 2010;36(4):609-16.
63. Levron A. Impact de l'astigmatisme cornéen postérieur sur les résultats réfractifs des implants toriques lors d'une chirurgie de cataracte liée à l'âge. 2019.
64. Levy DP. Implants toriques : conséquences visuelles, prévention et correction des défauts d'alignements -Ophtalmologiques. sept 2014;
65. Gatinel D. Rotation d'implant torique [Internet]. [cité 5 janv 2020]. Disponible sur: <https://www.gatinel.com/recherche-formation/astigmatisme/astigmatisme-et-erreur-daxe/rotation-dimplant-torique/>



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
47	79	20.5	75	0.5	175	3,054326	0.2462	-0.04341	0	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.246202	-0.043412	-0.25	0.5
48	79	19.5	77	0.5	165	2,879793	0.21651	-0.125	0	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.216506	-0.125	0.5
49	80	19.5	177	0.75	10	0.174533	0.35238	0.12826	-0.625	-1	0	0	0	0	0	-0.25	-0.25	-0.375	0.352385	0.128258	-0.75	0.75	
50	80	20.5	179	0.5	160	2,792527	0.19151	-0.1607	-0.75	-1	1	5	0.08727	0.4924	0.08682	0	0.5	-0.75	-0.300893	-0.247521	-1.5	0.77923834	
51	73	20	3	0.25	14	0.244346	0.11037	0.05868	-0.125	-0.25	0.25	15	0.2618	0.10825	0.0625	-0.125	0	0	0.021015	-0.003816	-0.25	0.0087262	
52	73	20	5	0.5	7	0.122173	0.24257	0.06048	0.5	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.242574	0.06048	0.25	0.5
53	72	20.5	82	0.75	15	0.261799	0.32476	0.1875	0.125	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0.32476	0.1875	-0.25	0.75
54	72	20	87	0.5	30	0.523599	0.125	0.21651	-0.25	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.25	0.125	0.216506	-0.25	0.5
55	56	20	92	0.25	110	1,919862	-0.0958	-0.08035	-0.375	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.375	-0.095756	-0.080348	-0.5	0.25
56	80	20	7	0.25	5	0.087266	0.1231	0.02171	0.375	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.375	0.123101	0.021706	0.25	0.25
57	80	20	177	1	175	3,054326	0.4924	-0.08682	-0.25	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.25	0.492404	-0.086824	-0.75	1
58	86	20	171	0.25	170	2,96706	0.11746	-0.04275	-0.375	-0.5	0	0	0	0	0	-0.25	-0.25	-0.125	0.117462	-0.042753	-0.25	0.25	
59	73	20	83	1.25	79	1,37881	-0.5795	0.23413	-0.125	-0.75	0	0	0	0	0	0.25	0.25	-0.375	-0.57949	0.234129	-1	1.25	
60	73	20	90	1.25	31	0.541052	0.29342	0.55184	0.625	0	0	0	0	0	0	0.25	0.25	-0.375	0.29342	0.551842	-0.25	1.25	
61	51	20	93	0.25	70	1,22173	-0.0958	0.08035	-0.125	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.125	-0.095756	0.080348	-0.25	0.25
62	79	20.5	176	0.75	0	0.375	0	0	-0.125	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.125	0.375	0	-0.5	0.75
63	72	20.5	166	1.5	0	0.75	0	0	-0.5	-1.25	0.75	0	0	0	0	0	0	0	-0.175	0.375	0	-1.3	0.75
64	78	19	176	1	20	0.349066	0.38302	0.32139	0	-0.5	0.75	15	0.2618	0.32476	0.1875	0.125	0.05	-0.125	0.058263	0.133894	-0.1	0.29204173	
65	78	20.5	166	0.75	50	0.872685	-0.0651	0.3693	0.375	0	0.5	15	0.2618	0.21651	0.125	0	0.25	0.375	-0.291624	0.244303	-0.25	0.74564394	
66	77	20.5	87	0.5	60	1,047198	-0.125	0.21651	-0.25	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.25	-0.125	0.216506	-0.5	0.5
67	86	20.5	96	0	90	1,570796	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0	0	-0.5	0
68	74	22.5	107	0.25	100	1,745329	-0.1175	-0.04275	1.25	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.125	-0.117462	-0.042753	0	0.25
69	79	20.5	164	0.75	20	0.349066	0.28727	0.24105	-0.125	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.125	0.287267	0.241045	-0.5	0.75
70	79	20.5	14	1.5	30	0.523599	0.375	0.64952	0.5	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.375	0.649519	-0.25	1.5
71	80	21	10	0.75	0	0.375	0	0	0.375	0	0.5	0	0	0	0.25	0	0	0	0.125	0.125	0	-0.5	0.25
72	81	21	88	0.75	18	0.314159	0.30338	0.22042	0.125	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0.303381	0.220419	-0.25	0.75
73	81	23.5	135	1.25	6	0.10472	0.61134	0.12994	-0.375	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.375	0.611342	0.129945	-1	1.25
74	66	19.5	88	0.75	31	0.541052	0.17605	0.33111	-1.375	-1.75	0.75	30	0.5236	0.1875	0.32476	-0.125	-0.25	-1.25	-0.101448	0.006346	-2	0.02618761	
75	66	21	98	1	30	0.523599	0.25	0.43301	-0.25	-0.75	0	0	0	0	0	-0.15	-0.15	1.25	0.25	0.433013	0.75	-1	1
76	83	21	153	0.75	147	2,585634	0.15253	-0.34258	-0.625	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.625	0.152526	-0.34258	-1	0.75
77	82	21	170	0.5	140	2,443461	0.04341	-0.2462	0.25	0	0.25	165	2,879793	0.10825	-0.0625	-0.125	0	0	0.375	-0.064841	-0.183702	0	0.38961917
78	82	21.5	7	1.25	175	3,054326	0.6155	-0.10853	0.125	-0.5	0.75	175	3,05433	0.3693	-0.06512	-0.325	0.05	0.45	0.246202	-0.043412	-0.55	0.5	
79	84	21.5	4	0.75	45	0.785398	2.3E-17	0.375	0.125	-0.25	0.5	135	2,35619	-4.6E-17	-0.25	-0.5	-0.25	0.625	6.89E-17	0.625	0	1.25	
80	66	21.5	178	0.5	10	0.174533	0.23432	0.08551	-0.75	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.75	0.234923	0.085505	-1	0.5
81	80	21	91	0.5	30	0.523599	0.125	0.21651	0	-0.25	0.5	25	0.43633	0.1607	0.19151	0.25	0.5	-0.25	-0.035697	0.024935	-0.75	0.08716574	
82	82	21.5	178	0.5	175	3,054326	0.2462	-0.04341	-0.25	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.25	0.246202	-0.043412	-0.25	0.5
83	83	21	5	0.5	5	0.087266	0.2462	0.04341	0	-0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.246202	0.043412	-0.25	0.5
84	73	22	68	0.25	25	0.436332	0.08035	0.09576	-0.375	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.375	0.080348	0.095756	-0.5	0.25
85	73	22	8	1	15	0.251799	0.43301	0.25	-0.25	-0.75	1	15	0.2618	0.43301	0.25	-0.25	0.25	0	0	0	0	-1	0
86	82	22	180	1.5	10	0.174533	0.70477	0.25652	0.75	0	1.5	10	0.17453	0.70477	0.25652	0.75	1.5	0	0	0	0	-1	0
87	77	22.5	98	1.25	10	0.174533	0.58731	0.21376	-0.125	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.125	0.587308	0.213763	-0.75	1.25
88	77	22	93	1	5	0.087266	0.4924	0.08682	-0.25	-0.75	0.5	0	0	0	0.25	-0.25	0	0	-0.125	0.242404	0.086824	-0.75	0.5149682
89	70	25.5	177	0.75	25	0.436332	0.24105	0.28727	-0.125	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.125	0.241045	0.287267	-0.5	0.75
90	70	23	178	1	150	2,61799	0.25	-0.43301	-1	-1.5	1	150	2,61799	0.25	-0.43301	-1	-1.5	0	0	0	0	-1	0
91	89	23	124	0.75	8	0.138626	0.36047	0.10336	-0.125	-0.5	0.75	10	0.17453	0.35238	0.12826	-0.125	0.25	0	0.008088	-0.024894	-0.75	0.05234925	
92	74	22.5	179	1.5	175	3,054326	0.73861	-0.13024	0.5	-0.25	1.5	175	3,05433	0.73861	-0.13024	0.5	-0.25	0	0.5	0	0	-1	0
93	69	22.5	155	0.75	15	0.261799	0.32476	0.1875	-0.375	-0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.375	0.32476	0.1875	-0.75	0.75
94	70	24	173	1	15	0.261799	0.43301	0.25	-0.75	-1.25	0	0	0	0	0	-0.25	-0.25	-0.5	0.433013	0.25	-1	1	
95	70	24	178	0.75	160	2,792527	0.28727	-0.24105	-0.625	-1	0.5	160	2,79253	0.19151	-0.1607	-0.25	0	-0.375	0.095756	-0.080348	-1	0.25	
96	82	25.5	129	0.75	110	1,919862	-0.2873	-0.24105	0.625	0.25	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.125	-0.287267	-0.241045	-0.25	0.75	
97	82	24.5	48	1.25	35	0.610865	0.21376	0.58731	0.625	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0.125	0.213763	0.587308	-0.5	1.25	
98	80	25	20	0.5	170	2,96706	0.23432	-0.08551	0	-0.25	1.25	0	0	0.625	0	0.125	0.75	-0.125	-0.390077	-0.085505	-1	0.79867655	
99	69	27.5	107	1.5	0	0.75	0	0	-0.75	-0.5	0	0	0	0.25	0	-0.25	0	0	0.25	0.5	0	-0.75	1
100	69	28	140	0.75	120	0.94395	-0.1875	-0.32476	0.625	0.25	0	0	0	0.25	0	0.25	0.25	0.375	-0.1875	-0.32476	0	0.75	
101	76	13	9	1.5	175	3,054326	0.73861	-0.13024	0	-0.75	1.5	175	3,05433	0.73861	-0.13024	0.25	1	-0.25	0	0	0	-1.75	0
102	74	10	7	0.25	150	2,61799	0.0625	-0.10825	0.375	0.25	0.25	150	2,61799	0.0625	-0.10825	-0.125	-0.125	0	0.5	0	0	0.25	0
103	74	11.5	176	0.25	35	0.610865	0.04275	0.11746	0.375	0.25	0	0	0	0	0	0.5	0.5	-0.125	0.042753	0.117462	-0.25	0.25	
104	79	20	85	0.25	15	0.261799	0.10825	0.0625	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0.108253	0.0625	0	0.25
105	79	22	101	0.25	60	1,047198	-0.0625	0.10825	0.375	0.25	0	0	0	0	0	0.5	0.5	-0.125	-0.0625	0.108253	-0.25	0.25	
106	82	26.5	50	0.5	50	0.872685</																	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
139	85	17	6	0,75	10	0,174533	0,35238	0,12826	-0,875	0,5	0,75	10	0,17453	0,35238	0,12826	0,75	1,125	0,125	0	0	-0,625	0	0	
140	86	22	167	0,75	15	0,261799	0,52376	0,18275	-0,375	-0,75	0,5	10	0,17453	0,35238	0,12826	0,75	1,125	0,125	0,089536	0,101995	-1	0,27183486	0,25	
141	86	22,5	179	0,75	175	3,054326	0,36933	-0,06512	-0,375	-0,75	0,5	175	3,05433	0,2462	-0,04341	0	0,25	0	-0,375	0,123101	-0,021706	-1	0,25	
142	88	22,5	90	0,5	35	0,610865	0,08551	0,23492	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,085505	0,234923	0,25	0,5	
143	72	19,5	8	1	170	2,96706	0,46995	-0,17101	0,5	0	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	0,25	0,5	0,25	0,234923	-0,085505	-0,5	0,5	0,5	
144	72	20	160	1,75	150	2,617994	0,4375	-0,75777	0,625	-0,25	1	0	0	0	0,5	0	0,5	1	0,125	-0,0625	-0,757772	-1,25	1,52069063	
145	70	18	81	0,5	55	0,959931	-0,0895	0,23492	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0	-0,089505	0,234923	-0,25	0,5	
146	70	19	83	0,5	75	1,308997	-0,2165	0,125	0,75	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,25	-0,216506	0,125	0	-0,5	
147	85	20,5	14	0,5	20	0,349066	0,19151	0,1607	-1	-1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0,191511	0,160697	-1,25	0,5	
148	88	19,5	6	0,5	20	0,349066	0,19151	0,1607	0,5	0,25	0,5	20	0,34907	0,19151	0,1607	0,5	0,75	0	0	0	0	0	-0,5	0
149	88	20,5	178	0,5	20	0,349066	0,19151	0,1607	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,191511	0,160697	-0,25	0,5	
150	71	24,5	158	1,25	175	3,054326	0,6195	-0,10853	-0,625	-1,25	1	175	3,05433	0,4924	-0,08682	-0,5	0	-0,125	0,123101	-0,021706	-1,25	0,25	0,25	
151	84	12	36	0,5	5	0,087266	0,2462	0,04341	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,246202	0,043412	0	0	0,5	
152	84	13	176	0,25	0	0,125	0	0,375	0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,125	0,125	0	0	0,25	
153	80	24	16	0,75	14	0,244346	0,33111	0,17605	0,125	-0,25	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,331105	0,176052	-0,25	0,75	
154	80	24,5	167	0,5	15	0,261799	0,21651	0,125	-0,25	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	0,216506	0,125	-0,5	0,75	
155	76	19	87	0,75	5	0,087266	0,2462	0,06512	0,625	0,25	0	0	0	0	0	0,75	0,75	-0,125	0,369303	0,065118	-0,5	0,75	0,75	
156	76	20,5	98	0	90	1,570796	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
157	86	20,5	20	0,25	25	0,436332	0,08035	0,09576	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,25	-0,25	-0,125	0,080348	0,095756	-0,25	0,25	
158	78	20,5	179	0,5	150	2,617994	0,125	-0,21651	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,125	-0,216506	-0,75	0,25	
159	76	22	95	0,5	30	0,523599	-0,125	0,21651	-0,25	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	0,125	0,216506	-0,5	0,5	
160	68	21,5	71	0,75	25	0,436332	0,24105	0,28727	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,241045	0,287267	-0,5	0,75	
161	52	24	7	0,75	20	0,349066	0,28727	0,24105	-0,875	-1,25	0,25	10	0,17453	0,11746	0,04275	-1,25	0	-0,75	0,163805	0,198233	-1,25	0,52212572	0,25	
162	81	19,5	161	0,5	10	0,174533	0,23492	0,08551	-1	-1,25	0,5	5	0,08727	0,2462	0,04341	-0,25	0	-0,75	-0,112179	0,042093	-1,25	0,08715574	0,25	
163	77	13,5	52	0,5	30	0,523599	0,125	0,21651	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,216506	-0,25	0,5	0,5	
164	85	20	104	0,25	0	0,125	0	0,125	0	0,125	0,5	120	2,0944	-0,125	-0,21651	0,25	0,5	-0,125	0,25	0,216506	-0,5	0,66143783	0,25	
165	85	18,5	74	0,25	170	2,96706	0,11746	-0,04275	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,117462	-0,042753	0	0,25	0,25	
166	81	20	49	0,75	10	0,174533	0,35238	0,12826	0,125	-0,25	0,5	20	0,34907	0,19151	0,1607	0,25	0,5	-0,125	0,160874	-0,032439	-0,75	0,32822233	0,25	
167	83	21	167	1,75	175	3,054326	0,86171	-0,15194	0,125	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,861707	-0,151942	-0,75	1,75	
168	83	20,5	10	1	5	0,087266	0,4924	0,08682	0,5	0	0,5	5	0,08727	0,2462	0,04341	0,25	0,5	0,25	0,246202	0,043412	-0,5	0,5	0,5	
169	78	24	34	0,25	40	0,698132	0,02171	0,1231	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,021706	0,123101	0	0,25	0,25	
170	80	18,5	178	1,5	20	0,349066	0,57453	0,48209	2,25	1,5	1,5	20	0,34907	0,57453	0,48209	-0,25	0,5	2,5	0	0	0	1	0	
171	72	20,5	577	0,5	150	2,617994	0,125	-0,21651	-0,5	-0,75	0,5	15	0,2618	0,21651	0,125	-0,25	0	-0,25	-0,091506	-0,341506	-0,75	0,70710678	0,25	
172	85	20,5	13	1,75	10	0,174533	0,82223	0,29927	-0,375	-1,25	1,25	20	0,34907	0,47878	0,40174	-0,25	0,375	-0,125	0,343453	-0,102475	-1,625	0,71682968	0,25	
173	85	21	173	1,25	0	0,625	0	0,125	-0,5	-0,5	0,5	0	0	0	0,25	0	0,25	0,5	-0,125	0,375	0	-1	0,75	
174	78	16,5	32	0,25	165	2,879793	0,10825	-0,0625	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,108253	-0,0625	0	0,25	
175	78	15,5	62	0,25	70	1,22173	-0,0998	0,08035	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,095756	0,080348	-0,25	0,25	
176	77	17,5	12	1	50	0,872665	-0,0868	0,4924	0	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,086824	0,492404	-0,5	1	0,25	
177	77	16	74	0,25	170	2,96706	0,11746	-0,04275	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,117462	-0,042753	0	0,25	
178	90	18	4	0,25	130	2,268928	-0,0217	-0,1231	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,021706	-0,123101	-0,25	0,25	
179	72	17	75	0,75	90	1,570796	-0,375	4,5E-17	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	-0,375	4,53E-17	-0,25	0,75	
180	53	11	111	0,25	105	1,832596	-0,1063	-0,0625	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	-0,106253	-0,0625	0	0,25	
181	53	11,5	64	0,25	110	1,919862	-0,0958	-0,08035	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,375	-0,095756	-0,080348	-0,5	0,25	
182	68	21,5	79	0,25	5	0,087266	0,1231	0,02171	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,123101	0,021706	-0,25	0,25	
183	68	21,5	95	0,25	40	0,698132	0,02171	0,1231	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,375	0,021706	0,123101	-0,5	0,25	
184	78	21	17	0,5	20	0,349066	0,19151	0,1607	-0,25	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	0,191511	0,160697	-0,5	0,5	
185	78	20,5	174	0,5	160	2,792527	0,19151	-0,1607	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,191511	-0,160697	-0,75	0,5	
186	79	20	172	1	175	3,054326	0,4924	-0,08682	1,5	1	0,5	175	3,05433	0,2462	-0,04341	1,25	1,5	0,25	0,246202	-0,043412	-0,5	0,5	0,5	
187	74	12	27	1	0	0,5	0	0	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	-0,5	1	
188	76	18,5	0,5	0,5	90	1,570796	-0,25	3,1E-17	-0,25	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	-0,25	3,06E-17	-0,5	0,5	0,5	
189	76	20,5	106	0,25	90	1,570796	-0,125	1,5E-17	0,375	0,25	0	0	0	0	0	0,5	0,5	-0,125	-0,125	1,53E-17	-0,25	0,25	0,25	
190	80	19,5	163	1,5	5	0,087266	0,73861	0,13024	-0,25	-1	1,5	5	0,08727	0,73861	0,13024	-0,25	0,5	0	0	0	0	-1,5	0	
191	80	18	23	1,5	0	0,75	0	0,25	-0,5	-0,5	0,5	0	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0	0,5	0	-1	1	
192	76	24	177	0,5	0	0,25	0	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0	0	0,5	
193	76	24	3	0,5	175	3,054326	0,2462	-0,04341	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,246202	-0,043412	0,25	0,5	0,5	
194	63	16,5	95	0,5	120	2,094395	-0,125	-0,21651	-1,25	-1,5	0	0	0	0	0	0	-0,35	-0,35	-0,9	-0,125	-0,216506	-1,5	0,5	
195	63	17,5	106	0,5	70	1,22173	-0,1915	0,1607	-0,45	-0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,45	-0,191511	0,160697	-0,7	0,5	
196	71	15	78	0,25	100	1,745329	-0,1175	-0,04275	-0,125	-0,25	0,25	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,117462	-0,042753	-0,25	0,25	0,25	
197	75	27,5	33	1,75	10	0,174533	0,82223	0,29927																

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
231	80	15,5	75	0,25	35	0,610865	0,04275	0,1746	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0,5	0,5	-0,875	0,042753	0,17462	-1	0,25	
232	74	19	126	0,5	50	0,872665	-0,0434	0,2462	-0,25	-0,25	0,25	175	3,05433	0,1231	-0,02171	-0,125	0	-0,375	-0,165515	0,267908	-0,75	0,6308764	
233	75	21	144	1	0	0	0	0	0,25	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,5	0	0	-0,25	
234	90	23	96	0,75	24	0,418879	0,25092	0,27968	-0,125	-0,5	0,75	25	0,43633	0,24105	0,29727	-0,125	0,25	0	0,009879	-0,009587	-0,75	0,02617861	
235	84	14,5	83	0,75	30	0,523599	0,1875	0,32476	0,625	0,25	0,5	30	0,5236	0,125	0,21651	0,25	0,5	0,375	0,0625	0,108253	-0,25	0,25	
236	84	17	85	0,75	165	2,879793	0,32476	-0,1875	0,125	-0,25	0,75	165	2,87979	0,32476	-0,1875	0,125	0,5	0	0	0	0	-0,75	0
237	86	22	178	1	5	0,087266	0,4924	0,08682	0	-0,5	0,5	0	0	0	0,25	0	0,25	0	0,242404	0,086824	-0,75	0,5149682	
238	81	20,5	0	0,375	0	0	0,375	0	-0,375	-0,75	1	0	0	0	0,5	0	0,25	0,75	-0,625	-0,125	0	-0,15	0,25
239	71	21	6	0,75	170	2,96706	0,35238	-0,12826	0,375	0	0,75	170	2,96706	0,35238	-0,12826	0,325	0,7	0,05	0	0	0	-0,7	0
240	75	21	173	1	165	2,879793	0,43301	-0,25	0	-0,5	0,75	165	2,87979	0,32476	-0,1875	-0,125	0,25	0,125	0,108253	-0,0625	-0,75	0,25	0,25
241	71	18,5	12	1	10	0,174533	0,46985	0,17101	1,5	1	0,75	10	0,17453	0,35238	0,12826	1,5	1,875	0	0,17462	0,042753	-0,875	0,25	0,25
242	71	18	165	0,75	0	0	0,375	0	0,125	0,75	0,5	0	0	0	0,25	0	1	1,25	0,125	0,125	0	-0,5	0,25
243	77	18,5	93	0,25	75	1,308997	-0,1083	0,0625	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,108253	0,0625	-0,25	0,25	0,25
244	73	18,5	87	0,25	0	0	0,125	0	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,125	0	-0,25	0,25	0,25
245	77	27	94	1	175	3,054326	0,4924	-0,08682	1,75	1,25	0	0	0	0	0	0	0	1,75	0,492404	-0,086824	1,25	1	1
246	77	26	82	1,5	0	0,75	0	0,75	0	2,5	1,75	0,5	0	0	0,25	0	-0,25	0	2,75	0,5	0	1,75	1
247	85	21	173	0,75	5	0,087266	0,3693	0,06512	0,375	0	0,75	5	0,08727	0,3693	0,06512	-0,375	0	0,75	0	0	0	0	0
248	65	18,5	87	0,25	175	3,054326	0,1231	-0,02171	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,123101	-0,021706	0	0,25	0,25
249	65	17,5	71	0,5	10	0,174533	0,23492	0,08551	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,234923	0,085505	-0,25	0,5	0,5
250	76	21,5	82	0,25	155	2,70526	0,08035	-0,09576	0,375	0,25	0,25	165	2,87979	0,10825	-0,0625	0,25	0,375	0,125	-0,027905	-0,033256	-0,125	0,08682409	0,25
251	76	21	94	0,75	45	0,785326	2,35-17	0,375	-0,125	-0,5	0,25	60	1,0472	-0,0625	0,10825	0,875	1	-1	0,0625	0,265747	-1,5	0,54794203	0,25
252	68	23	148	1	65	1,134464	-0,3214	0,38302	0,25	-0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0	-0,321394	0,383022	-0,5	0	0
253	68	22,5	69	0,25	60	1,047198	-0,0625	0,10825	0,375	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,375	-0,0625	0,108253	-0,25	0,25	0,25
254	77	15	75	0,5	120	0,094395	-0,125	-0,21651	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,216506	-0,25	0,5	0,5
255	77	14	110	0,75	140	2,443461	0,06512	-0,3693	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,065118	-0,369303	0	0,75	0,75
256	70	17	92	0,5	10	0,174533	0,23492	0,08551	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,234923	0,085505	0	0,5	0,5
257	76	23	162	0,75	175	3,054326	0,3693	-0,06512	0,375	0	0,75	175	3,05433	0,3693	-0,06512	0,375	0,75	0	0	0	-0,75	0	0,25
258	87	20,5	102	0,25	130	2,268928	-0,0217	-0,1231	-0,875	-1	0	0	0	0	0	-0,25	-0,25	-0,625	-0,021706	-0,123101	-0,75	0,25	0,25
259	87	19,5	13	0,75	165	2,879793	0,32476	-0,1875	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0,25	0,25	-0,375	0,32476	-0,1875	-0,75	0,25	0,25
260	82	20	95	0,75	135	2,356194	-7E-17	-0,375	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	-8,95E-17	-0,375	0	0,75	0,75
261	70	11,5	79	0,25	60	1,047198	-0,0625	0,10825	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,375	-0,0625	0,108253	-0,5	0,25	0,25
262	71	20	74	0,25	145	2,530727	0,04275	-0,1746	0,875	0,75	0,25	145	2,53073	0,04275	-0,1746	0,825	0,95	0,05	0	0	-0,2	0	0
263	71	21	92	0,75	140	2,443461	0,06512	-0,3693	0,375	0	0,75	140	2,44346	0,06512	-0,3693	0,325	0,7	0,05	0	0	0	-0,7	0
264	84	21,5	71	1,25	5	0,087266	0,6155	0,10853	3,875	3,25	0	0	0	0	0	1,25	1,25	2,625	0,615505	0,10853	2	1,25	1,25
265	84	21,5	22	1	0	0	0,5	0	3	2,5	0	0	0	0	0	0	0,5	2,5	0,5	0	2	1	1
266	79	15,5	82	1,25	25	0,436332	0,40174	0,47878	0,495	-0,13	0	0	0	0	0	0	0	0,495	0,401742	0,478778	-0,13	1,25	1,25
267	57	21,5	103	1	125	2,181662	-0,171	-0,46985	0	-0,5	1	125	2,18166	-0,17101	-0,46985	0,5	0	0	0	0	0	-1	0
268	57	21	81	1,25	50	0,872665	-0,1085	0,1805	0,125	-0,5	1,25	50	0,87268	-0,10853	0,1805	0,125	0,75	0	0	0	0	-1,25	0
269	81	22	95	0,25	55	0,959331	-0,0428	0,11746	-0,625	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,625	-0,042753	0,117462	-0,75	0,25	0,25
270	81	22	91	0	90	1,570796	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
271	73	20	7	0,25	175	3,054326	0,1231	-0,02171	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,123101	-0,021706	-0,25	0,25	0,25
272	73	20	6	1	25	0,436332	0,32139	0,38302	0	-0,5	1	25	0,43633	0,32139	0,38302	0	0,5	0	0	0	0	-1	0
273	74	19	79	1,25	170	2,96706	0,58731	-0,21376	2,625	2	0,25	170	2,96706	0,1746	-0,04275	0,375	0,5	2,25	0,469846	-0,17101	1,5	1	1
274	83	18,5	90	1	70	1,21273	-0,383	0,32139	2	1,5	0,75	70	1,21273	-0,28727	0,24105	0,125	0,5	1,875	-0,095756	0,080348	-1	0,25	0,25
275	84	20	178	0,75	30	0,523599	0,1875	0,32476	0,375	0	0,5	110	1,93986	-0,19151	-0,1607	0,25	0,5	0,125	0,379011	0,485456	-0,5	1,23177492	0,25
276	72	16	101	0,5	10	0,174533	0,23492	0,08551	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,234923	0,085505	-0,75	0,5	0,5
277	72	16	91	2	10	0,174533	0,93969	0,34202	3,25	2,25	1	10	0,17453	0,46985	0,17101	-0,75	-0,25	4	0,469846	0,17101	-2,5	1	1
278	70	19	5	1,5	10	0,174533	0,70477	0,25652	1,25	0,5	0,5	10	0,17453	0,23492	0,08551	0,75	1	0	0,469846	0,17101	-0,5	1	1
279	68	18	70	0,25	25	0,436332	0,08035	0,09576	0,375	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,080348	0,095756	-0,25	0,25	0,25
280	74	16,5	82	0,5	150	2,617994	0,125	-0,21651	0,25	0	0,5	150	2,61799	0,125	-0,21651	0,25	0,5	0	0	0	0	-0,5	0
281	71	19,5	82	1	35	0,610865	0,17101	0,46985	-0,25	-0,75	0,5	20	0,34907	0,19151	0,1607	0,25	0,5	-0,5	-0,020501	0,309149	-1,25	0,61965684	0,25
282	76	19,5	4	0,75	145	2,530727	0,12826	-0,35238	-0,125	-0,5	0,5	145	2,53073	0,08551	-0,23492	0,25	0,5	-0,375	0,042753	-0,17462	-1	0,25	0,25
283	76	19	62	0,75	95	1,658063	-0,3693	-0,06512	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,369303	-0,065118	-0,5	0,75	0,75
284	71	20	74	0,25	115	2,007129	-0,0803	-0,09576	0,375	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,375	-0,080348	-0,095756	0,25	0,25	0,25
285	71	21	92	0,5	130	2,268928	-0,0434	-0,2462	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	-0,043412	-0,246202	0	0,5	0,5
286	73	10,5	86	0,25	30	0,523599	0,0625	0,10825	0,375	0,25	0,25	25	0,43633	0,08035	0,09576	0,625	0,75	-0,25	-0,017848	0,012498	-0,5	0,04357787	0,25
287	73	11	13	0,5	5	0,087266	0,2462	0,04341	0	-0,25	0,5	5	0,08727	0,2462	0,04341	0,25	0,5	-0,25	0	0	0	-0,75	0
288	74	11,5	157	0,5	155	2,70526	0,1607	-0,19151	0,25	0	0,5	65	1,13446	-0,1607	0,19151	0,25	0,5	0	0,321394	-0,383022	-0,5	0	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
323	71	20	14	0,75	135	2,356194	-7E-17	-0,375	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-6,89E-17	-0,375	-0,5	0,75	
324	86	16,5	58	0,5	110	1,932426	-0,2165	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	-0,216506	-0,125	-0,5	0,5	
325	57	17,5	85	0,25	110	1,939862	-0,0958	-0,08035	0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,125	-0,095756	-0,080348	0	0,25	
326	76	20	14	1,25	50	0,872665	-0,1095	0,6165	0,375	-0,25	1	50	0,87266	-0,08682	0,4924	0,25	0,75	0,125	-0,021706	0,123101	-1	1	0,25
327	79	18	8	1,5	90	1,570796	-0,75	9,2E-17	0,25	-0,5	0,5	0	0	0	0,25	0	0,5	0,75	-0,25	-1	3,19E-17	-0,25	2
328	76	20	14	0,5	50	0,872665	-0,0434	0,2462	0,75	0,5	0	0	0	0	0	0,75	0,75	0	-0,043412	0,246202	-0,25	0,5	0
329	215	124	0,5	115	2,007129	-0,1607	-0,19151	0,5	0,25	0,5	115	2,00713	-0,1607	-0,19151	0,5	0,75	0	0	0	0	0	-0,5	0
330	20,5	6,9	0,5	115	2,007129	-0,1607	-0,19151	0,5	0,25	0,5	130	2,26893	-0,06512	-0,3693	0,325	0,75	0,175	-0,095579	0,177792	0,40370899	-0,40	0,40370899	
331	79	16,5	179	0,75	170	2,96706	0,35238	-0,12826	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,352385	-0,128258	-0,5	0,75	
332	79	16,5	10	0,75	5	0,087266	0,3693	0,06512	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,369303	0,06518	0	0,75	
333	83	20	3	0,5	160	2,792527	0,19151	-0,1607	0,5	0,25	0,5	160	2,79253	0,19151	-0,1607	-0,25	0	0,75	0	0	0	0,25	0
334	74	20,5	13	0,5	175	3,054326	0,2462	-0,04341	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,246202	-0,043412	-0,75	0,5	0
335	80	18	21	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	0,5	0,25	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	0,75	1	-0,25	0	0	0	-0,75	0
336	80	19	178	1	5	0,087266	0,4924	0,08682	0,25	-0,25	0,75	10	0,17453	0,35238	0,12826	0,125	0,5	0,125	0,140019	-0,04433	-0,75	0,29204173	0
337	72	17,5	99	0,5	45	0,785398	1,5E-17	0,25	0,25	0	0,5	45	0,7854	1,5E-17	0,25	0,25	0,5	0	0	0	0	-0,5	0
338	79	22,5	0	0,5	40	0,698132	0,04341	0,2462	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,043412	0,246202	-0,25	0,5	0
339	83	20,5	14	0,5	155	2,70526	0,1607	-0,19151	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,160697	-0,19151	-0,75	0,5	0
340	72	16	60	0,25	125	2,181662	-0,0428	-0,11746	-0,625	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,625	-0,042753	-0,117462	-0,75	0,25	0
341	50	16	65	0,5	20	0,349066	0,19151	0,1607	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0,191511	0,160697	0	0,5	0
342	79	20,5	34	0	90	1,570796	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,5	0
343	82	12,5	16	1	25	0,436332	0,32139	0,36302	-0,75	-1,25	1	20	0,34907	0,39302	0,32139	-0,5	0	-0,25	-0,061628	0,061628	-1,25	0,17431148	0
344	82	11	108	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	-0,25	-0,5	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	-0,25	0	0	0	0	0	-0,5	0
345	70	21	3	0,25	20	0,349066	0,09576	0,08035	0,625	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,625	0,095756	0,080348	0,5	0,25	0
346	70	20,5	2	0,25	5	0,087266	0,1231	0,02171	0,375	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,123101	0,021706	0,25	0,25	0
347	86	14	7	1	135	2,356194	-9E-17	-0,5	0,5	0	1	135	2,35619	-9,2E-17	-0,5	-0,5	0	0	1	0	0	0	0
348	86	13	10	0,75	10	0,174533	0,35238	0,12826	-0,125	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,352385	0,128258	-0,5	0,75	0
349	62	16	52	0	90	1,570796	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	68	16	95	0,25	80	1,396263	-0,1175	0,04275	0,125	0	0,25	80	1,39626	-0,11746	0,04275	-0,125	0	0,25	0	0	0	0	0
351	82	17	139	1	160	2,792527	0,39302	-0,32139	0,5	0	0,5	170	2,96706	0,23492	-0,08551	0,25	0,5	0,25	0,148099	-0,235889	-0,5	0,5570524	0
352	73	21,5	9	0,75	175	3,054326	0,3693	-0,06512	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0,369303	-0,06518	0	0,75	0
353	73	19	173	0,75	170	2,96706	0,35238	-0,12826	-0,375	-0,75	0,25	170	2,96706	0,11746	-0,04275	-0,125	0	-0,25	0,234923	-0,085505	-0,75	0,5	0
354	88	18	32	0,25	110	1,939862	-0,0958	-0,08035	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	-0,25	-0,095756	-0,080348	0	0,25	0	
355	58	17,5	176	0,5	160	2,792527	0,19151	-0,1607	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,191511	-0,160697	-0,5	0,5	0
356	76	22,5	3	1,25	170	2,96706	0,58731	-0,21376	0,625	0	0,75	170	2,96706	0,35238	-0,12826	0,625	1	0	0,234923	-0,085505	-1	0,5	0
357	76	22,5	0	1	165	2,879793	0,43301	-0,25	0,75	0,25	0,5	160	2,79253	0,19151	-0,1607	0,75	1	0	0,241502	-0,083303	-0,75	0,5149682	0
358	82	17	27	0,5	35	0,610865	0,08551	0,23492	-0,5	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0,085505	0,234923	-0,75	0,5	0
359	71	21	79	0,25	15	0,261799	0,10825	0,0625	-0,625	-0,75	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,125	0,108253	0,0625	-0,25	0,25	0
360	74	17,5	176	1	175	3,054326	0,4924	-0,08682	0	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,492404	-0,086824	-0,5	1	0
361	85	21	171	0,75	15	0,261799	0,32476	0,1875	0,625	0,25	0,75	35	0,61087	0,12826	0,35238	0,625	1	0	0,195502	-0,164895	-0,75	0,51303021	0
362	70	16,5	94	0,5	75	1,308897	-0,2165	0,125	0,25	0	0,25	70	1,22173	-0,09576	0,08035	0,325	0,45	-0,075	-0,120751	0,044552	-0,45	0,2574941	0
363	72	16,5	46	0,75	160	2,792527	0,23492	-0,24106	-0,125	-0,5	0,5	160	2,79253	0,19151	-0,1607	0	0,25	-0,125	0,095756	-0,080348	-0,75	0,25	0
364	71	19	15	0,5	38	0,663225	0,06049	0,24257	0,75	0,5	0,5	30	0,5236	0,125	0,21651	0,75	1	0	-0,06452	0,028068	-0,5	0,1391731	0
365	80	16	148	0,5	95	1,658063	-0,2462	-0,04341	0,25	0	0,5	85	1,48353	-0,2462	0,04341	0	0,25	0,25	0	-0,086824	-0,25	0,17364818	0
366	82	23	177	0,25	125	2,181662	-0,0428	-0,11746	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,042753	-0,117462	-0,25	0,25	0
367	64	15	109	0,25	25	0,436332	0,08035	0,09576	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,375	0,080348	0,095756	-0,5	0,25	0
368	64	2	170	0,75	100	1,745329	-0,3524	-0,12826	0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,125	-0,352385	-0,128258	-0,25	0,75	0
369	82	19,5	32	0,25	25	0,436332	0,08035	0,09576	-0,625	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,625	0,080348	0,095756	-0,75	0,25	0
370	82	19,5	81	0,25	125	2,181662	-0,0428	-0,11746	-0,375	-0,5	0	0	0	0	0	0	0	-0,375	-0,042753	-0,117462	-0,5	0,25	0
371	76	14	106	0,75	120	2,094395	-0,1875	-0,32476	-0,125	-0,5	0,75	120	2,0944	-0,1875	-0,32476	0,125	0,5	-0,25	0	0	-1	0	0
372	68	14,5	87	0,75	0	0	0,375	0	0,625	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0,625	0,375	0	0,25	0,75	0
373	65	21	87	0,5	165	2,879793	0,21651	-0,125	0	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,216506	-0,125	-0,25	0,5	0
374	66	18,5	83	1	120	2,094395	-0,25	-0,43301	-0,25	-0,75	0	0	0	0	0	0	0	-0,25	-0,25	-0,433013	-0,75	1	0
375	71	9,5	93	0,25	20	0,349066	0,09576	0,08035	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	0,095756	0,080348	-0,25	0,25	0
376	71	19	130	1,25	0	0,625	0	-0,375	-1	1	0	0	0	0,5	0	0,75	1,25	-1,125	0,125	0	-0,25	0,25	0
377	73	13,5	79	0,25	115	2,007129	-0,0803	-0,09576	-0,125	-0,25	0	0	0	0	0	0	0	-0,125	-0,080348	-0,095756	-0,25	0,25	0
378	73	14	82	1,75	70	1,22173	-0,6703	0,56244	-0,375	-1,25	1,25	65	1,13446	-0,40174	0,47878	-0,125	0,5	-0,25	-0,268547	0,083661	-1,75	0,56255318	0
379	70	19	89	0,5	115	2,007129	-0,1607	-0,19151	0,5	0,25	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	-0,160697	-0,191511	-0,25	0,5	0
380	70	18,5	87	0,5	30	0,523599	0,125	0,21651	0	-0,25	0,25	30	0,5236	0,0625	0,10825	-0,125	0	0,125	0,0625	0,108253	-0,25	0,25	0
381	64	24	145	0,75	115	2,007129	-0,241																