

## LE DOSSIER

## Précision réfractive postopératoire

# Comment améliorer la précision et la cohérence des mesures biométriques préopératoires

**RÉSUMÉ:** L'évolution de la biométrie se fait par intégration de la technologie OCT dans les différents biomètres optiques avec l'avantage d'un appareil unique prenant toutes les mesures nécessaires au calcul d'implant. La haute précision des biomètres optiques leur confère une place de choix dans la préparation des interventions de cataracte avec une standardisation des mesures et une approche plus complète des mesures complémentaires, comme la profondeur de la chambre antérieure ou la distance de blanc à blanc. La kératométrie représente la variable qui différencie les appareils optiques avec nécessité d'adapter la constante A à chaque type d'appareil.

En cas d'absence de réponse par les biomètres optiques, le recours à la biométrie ultrasonore reste un élément indispensable soit par mode A, soit par mode B.

Malgré des mesures plus précises et plus nombreuses, l'objectif du calcul d'implant moderne est de mieux prévoir la véritable position de l'implant après l'intervention.



→ M. PUECH

Explore Vision – CHNO XV-XX,  
PARIS/RUEIL-MALMAISON

Le résultat idéal d'une chirurgie réfractive de la cataracte serait d'obtenir un résultat de 100 % des patients dont la réfraction postopératoire serait comprise entre  $\pm 0.50$  dioptrie de l'objectif souhaité.

Les dernières technologies déployées pour améliorer le calcul d'implant utilisent surtout les systèmes de mesure par infrarouge avec des publications qui font état de 70 à 75 % de résultats compris entre  $\pm 0.50$  dioptrie. La marge d'erreur reste importante par rapport aux résultats escomptés en cas d'utilisation d'implant premium, et nous pousse à une meilleure analyse des différents paramètres du calcul d'implant.

Les éléments qui interfèrent sur le résultat postopératoire sont liés à la fois aux mesures, aux formules utilisées,

à la constante A et à la position finale de l'implant.

La technique chirurgicale assez standardisée par phacoémulsification limite les fluctuations de position de l'implant. La technologie de fabrication des implants évolue mais leur position et leur stabilité par rapport à l'apex cornéen demeure un des éléments importants de la maîtrise d'une réfraction postopératoire plus prédictible.

## Influence des mesures biométriques pour le calcul d'implant

### 1. La mesure de longueur axiale

Cette mesure peut être obtenue par différents biomètres optiques ainsi que

# LE DOSSIER

## Précision réfractive postopératoire

par les biomètres ultrasonores (soit en mode A, soit en mode B).

### >>> Biométrie optique

Les progrès les plus récents se font par les appareils infrarouges qui utilisent des systèmes de mesure parfois différents, notamment pour la kératométrie. L'avantage de ces différents systèmes est de fournir un appareil compact capable de mesurer tous les paramètres du calcul d'implant: longueur axiale, kératométrie mais aussi, pour certains, profondeur de chambre antérieure, épaisseur du cristallin, diamètre pupillaire, distance de blanc à blanc...

Le pionnier de ces appareils a été l'appareil IOLMaster (Zeiss) qui a permis une très grande standardisation des mesures (fig. 1). L'arrivée successive de trois autres appareils entraîne une compétition sur les méthodes de mesure (fig. 2).

L'avantage de tous ces systèmes est représenté par une acquisition des mesures sans contact avec un point de fixation pour le patient. La mesure de longueur axiale est très précise et très reproductible.



**FIG. 1 :** La biométrie optique a permis de standardiser les mesures prises avec un même appareil quel que soit le site d'exercice, avec l'avantage d'un faisceau de visée fiabilisant la mesure de longueur axiale. Exemple du IOLMaster (Zeiss) avec les différentes étapes de mesures et quelques mesures additionnelles comme la profondeur de la chambre antérieure et la distance de blanc à blanc.

Ces appareils présentent cependant quelques limites comme :

- le risque d'une mesure de longueur axiale faussée par une mauvaise fixation;
- des longueurs axiales erronées dans le sens d'un raccourcissement par présence, dans certaines conditions de réflectivité, de structures préretiniennes comme les corps flottants, la hyaloïde postérieure faiblement décollée et densifiée, ou les membranes épitréiniennes;
- pour certains appareils, en cas de dilatation pupillaire, la face avant de la cornée peut être confondue avec la cristalloïde antérieure.

Pour limiter ces erreurs de mesure, il est conseillé de prendre systématiquement une mesure sur les deux yeux et de comparer ces mesures avec la réfraction du patient.

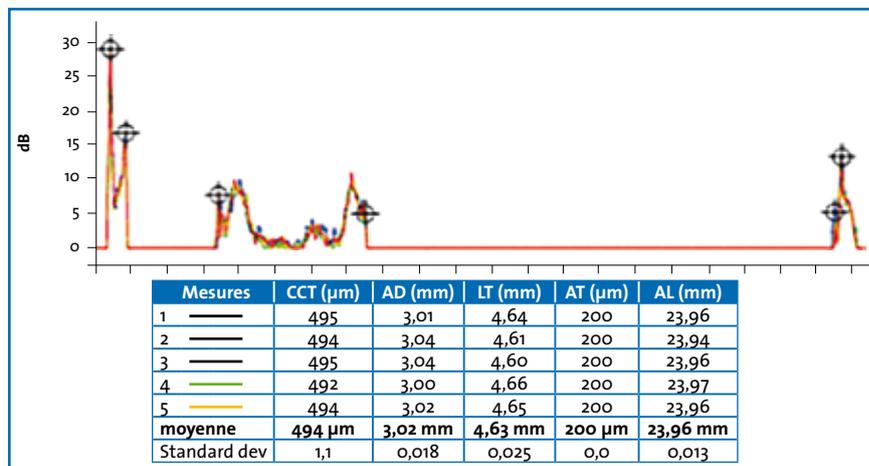
La limite commune des appareils optiques reste la présence d'opacités des milieux qui ne permettent pas d'obtenir de mesure fiable dans 7 à 14 % des cas en fonction du recrutement de chaque praticien: les cataractes très denses représentent l'élément le plus important dans l'absence de mesure. Dans cette situation, la biométrie ultrasonore garde tout son intérêt.

### >>> Biométrie ultrasonore

Pendant de très nombreuses années, le standard de la mesure de longueur axiale a reposé sur la biométrie en mode A: ce standard évolue progressivement vers la biométrie optique. La méthode de biométrie en mode A reste le recours le plus logique en cas d'absence de mesure par les biomètres optiques, mais sa pratique de plus en plus réduite ne permet pas une fiabilité comparable aux résultats obtenus lorsque le mode A était pratiqué en routine.

La biométrie en mode B, décrite dans les années 90, présente l'avantage de mesures fiables quelles que soient les opacités des milieux, avec une précision comparable aux appareils optiques.

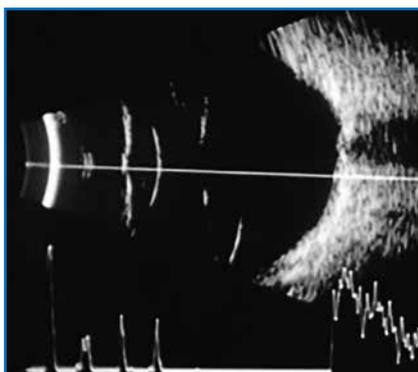
Cette biométrie en mode B représente une alternative très efficace avec l'avantage de pouvoir réaliser un bilan complet du segment postérieur avant intervention, notamment en cas de cataracte dense limitant à la fois la biométrie et l'accès au fond d'œil (fig. 3). La limite de la biométrie en mode B est liée à sa courbe d'apprentissage et au petit nombre de praticiens formés, mais en augmentation régulière.



**FIG. 2 :** Biométrie sur l'axe visuel avec mesure par interférométrie de la pachymétrie, de la profondeur de la chambre antérieure, de l'épaisseur du cristallin, de la longueur axiale et de l'épaisseur du cristallin par système OLRC spécifique à l'appareil LENSTAR (Haag-Streit).

## LE DOSSIER

# Précision réfractive postopératoire



**FIG. 3 :** Coupe horizontale axiale de la biométrie en mode B passant par le sommet de la cornée, le cristallin et le nerf optique, permettant de guider la mesure de longueur axiale avec technique de pseudo-immersion qui évite le contact cornéen.

### 2. Kératométrie

La kératométrie est une des deux mesures essentielles du calcul d'implant, avec une évolution vers un plus grand nombre de points de mesure pour déterminer la puissance de la cornée utile pour le calcul d'implant.

Le kératomètre de Javal ou les kératomètres automatiques prennent deux axes de mesure; les biomètres optiques ont tendance à augmenter les points de mesure:

- 6 points pour le IOLMaster (Zeiss);
- 32 points de mesure répartis en deux cercles concentriques de 16 mesures chacun pour le LENSTAR (Haag-Streit);
- 2 cercles concentriques en continu pour l'AL-Scan (NIDEK);
- 1 000 points de mesure pour l'ALADDIN (Topcon).

Les topographes cornéens donnent une multitude de points de mesure sur différentes zones. La diversité des appareillages et leur majoration du nombre de points de mesure s'accompagnent malheureusement d'une diversité de mesures sur des diamètres différents des 3 mm classique des kératomètre (**tableau I**):

- l'appareil IOLMaster (Zeiss) mesure en moyenne à 2,5 mm;
- l'appareil LENSTAR (Haag-Streit) sur 2 cercles concentriques à 1,65 et 2,3 mm;

	Kératomètres	IOLMaster (Zeiss)	LENSTAR (Haag-Streit)	AL-Scan (NIDEK)	ALADDIN (Topcon)	Topographie cornéenne
Nombre de points de mesure	2 mesures	6 mesures	32 mesures	2 cercles	1 000 points	Multiples
Zone de mesure	3 mm	2,5 mm	1,65 et 2,3 mm	2,4 et 3,3 mm	3 mm	SimK 3, 4,5 mm ?

**TABEAU I :** Tableau comparatif des méthodes de mesures de la kératométrie par les différents systèmes de biométrie. La tendance est vers une majoration des points de mesure mais avec absence de véritable standardisation des diamètres de mesure.

- l'appareil AL-Scan (NIDEK) sur deux cercles concentriques de 2,4 et 3,3 mm;
- l'appareil à ALADDIN (Topcon) mesure sur les 3 mm à partir d'une topographie cornéenne.

Les topographes cornéens peuvent donner des mesures soit comparables à la kératométrie, soit sur les zones des 3, 4 ou 5 mm.

À l'usage, ce facteur variable d'un appareil à l'autre entraîne des conséquences sur le calcul de la puissance de l'implant et sur le résultat postopératoire, poussant à modifier la constante A de façon à compenser cette différence de réaction du calcul d'implant.

La mesure de l'astigmatisme fait l'objet d'une attention particulière avec l'utilisation de plus en plus fréquente des implants toriques. Pour ces calculs, il est indispensable de déterminer la puissance du méridien le plus cambré et le méridien le plus plat ainsi que l'axe de l'astigmatisme.

La comparaison des mesures prises avec différents appareils permet de déterminer un axe assez comparable d'un système à l'autre, mais les puissances peuvent varier en fonction du diamètre d'acquisition et de la technologie utilisée. Il sera préférable de privilégier les appareils qui donnent le plus de points de mesure sur la zone des 3 mm centraux et de s'aider d'une topographie cornéenne pour déterminer l'aspect plus ou moins régulier de l'astigmatisme.

### 3. La position de l'implant postopératoire

Il est à noter que les deux mesures principales, longueur axiale et kératométrie, ne sont pas suffisantes pour caractériser la puissance du cristallin naturel. En effet, lorsque ces deux mesures sont identiques pour 2 patients différents, le cristallin peut être positionné de façon plus ou moins antérieure ou postérieure avec un retentissement sur la position définitive de l'implant, entraînant une erreur réfractive d'autant plus importante que le globe oculaire est court avec un implant puissant.

De façon à limiter cet aléa, les formules de calculs les plus récentes proposent d'utiliser des mesures plus complètes avec notamment la mesure de la profondeur de la chambre antérieure (Haigis), de la distance de blanc à blanc ou l'épaisseur du cristallin comme la formule de Olsen ou Holladay 2.

### Les formules de calcul

L'utilisation des formules de calcul pour les différents modes de biométrie permet d'optimiser le calcul d'implant en fonction de la longueur axiale:

- pour les globes proches de l'emmétropie, compris entre 22,5 et 24,5 mm de long, soit 72 % de la population, les différentes formules donnent des résultats proches les uns des autres en dehors des fluctuations de position du cristallin;
- pour les globes myopes de longueur axiale supérieure à 24,5 mm, soit 20 %

## LE DOSSIER

# Précision réfractive postopératoire

de la population, la formule de SRKT semble la plus performante;

– pour les globes courts de longueur axiale inférieure à 22,5 mm, soit 8 % de la population, il est conseillé de comparer les résultats donnés par les formules SRKT, Holladay 1 et Hoffer Q;

– lorsque l'on utilise l'appareil IOLMaster de Zeiss, ces différents résultats peuvent être comparés à ceux obtenus par la formule de Haigis qui inclut la mesure de profondeur de chambre antérieure mais dont l'optimisation n'est proposée que pour les mesures prises avec cet appareil.

### La constante A

La constante A correspond à une valeur qui tend à caractériser un implant dans sa forme, son matériau, l'angulation de ses pieds et, au total, sa position dans l'œil. Elle a été déterminée pour la formule de régression SRK après implantation de séries homogènes de patients. Malheureusement, son appellation et sa valeur ne sont pas constantes.

En effet, chaque promoteur de formule remplace la constante A par une valeur et une appellation différentes en fonction du mode d'action de chaque formule de calcul :

– Holladay préfère le SF (*surgeon factor*);  
– Hoffer préfère l'ACD (profondeur de chambre antérieure);  
– Haigis la sépare en trois sous-constantes (a0, a1, a2).

En pratique, l'étiquetage des packaging d'implant fait apparaître la constante A dite "nominale" pour la formule SRK, avec des mesures prises en mode A de contact et une kératométrie par kératomètre de Javal. L'arrivée des biomètres optiques, avec leurs mesures sans contact et avec une kératométrie de technologie différente et de diamètre variable, a mis en évidence des différences de réponse des formules.

Le site des utilisateurs de biométrie par interférométrie (ULIB : <http://www.augenklinik.uni-wuerzburg.de/ulib/>) a permis de recalculer les puissances d'implant en fonction des différentes formules, avec parfois des variations importantes entre la constante A nominale et la constante A dite "optique" dans un premier temps uniquement dédiée à l'appareil IOLMaster (Zeiss).

L'utilisation d'appareils différents pousse à un recalage des constantes A, et le site des utilisateurs d'interféromètres fait apparaître les valeurs de constante A recalculées pour l'appareil LENSTAR d'Haag-Streit avec de probables évolutions pour les deux autres biomètres.

### Discussion

La cohérence du calcul d'implant dépend d'une chaîne de paramètres, employés ensuite dans les formules de calcul avec nécessité d'utiliser un type d'implant dont les différents caractères sont retranscrits par la constante A.

L'équilibre des calculs basé historiquement sur la biométrie ultrasonore et la kératométrie par Javal ou kératomètre automatique a permis, pendant de très nombreuses années, d'avoir une homogénéité et une cohérence des calculs liées à la prise de mesure de toutes les valeurs utiles pour activer les formules de calcul qui, elles-mêmes, ont été écrites pour cette association d'appareillage.

L'arrivée des biomètres optiques a modifié cette cohérence avec une mesure de longueur axiale précise mais avec une plus grande variabilité des mesures de la valeur kératométrique. Ce point doit mériter toute notre attention, notamment en cas de globe hors norme. L'absence de mesure de longueur axiale par les biomètres optiques – en cas d'opacité des milieux – pousse à garder une pratique de la biométrie en mode A,

ou mieux de s'intéresser à la biométrie en mode B pour bénéficier de l'excellente précision des mesures dans 100 % des cas, complétée par la possibilité d'exploration du segment postérieur.

Par ailleurs, lors du passage de la biométrie en mode ultrasonore à la biométrie optique ou au changement de biomètre optique, il est conseillé de comparer les calculs obtenus avec le système précédent à ceux donnés par le nouveau système choisi, d'autant plus que la longueur axiale ou que le rapport entre longueur axiale et kératométrie s'éloigne du standard habituel.

### Conclusion

La cohérence et la précision des calculs d'implant pour la chirurgie de la cataracte nécessitent de garder une réflexion assez poussée sur les calculs d'implant au quotidien avec une surveillance importante de la réponse des différents appareils pour les mesures de longueur axiale et de kératométrie.

L'utilisation de formules adaptées et l'adaptation de la constante A permettent de limiter les marges d'erreur.

L'évolution vers des biomètres optiques sans contact avec leur délégation à des assistants pousse à former de plus en plus nos assistants aux différentes facettes du calcul d'implant et à ses risques liés au cumul de très petites erreurs sur les mesures, sur le choix des formules et sur l'utilisation de la constante A.

L'absence de réponse des biomètres optiques dans certaines conditions pousse à considérer un maintien de la pratique de la biométrie en mode A ou de s'entourer d'un échographiste formé à la pratique de la biométrie en mode B.

L'auteur a déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.