

L'intelligence artificielle est-elle supérieure aux formules de calcul d'implants toriques de dernière génération ?

Gilles Lesieur et Paul Dupeyre

Centre d'ophtalmologie Iridis, Albi

Introduction

Il est régulièrement fait part du développement de l'intelligence artificielle dans tous les domaines des sciences humaines, et en particulier en ophtalmologie.

Les premiers développements ont été réalisés en imagerie (rétinopathie diabétique et DMLA) et de nouvelles formules mathématiques sont actuellement proposées, s'appuyant sur l'Intelligence Artificielle (IA).

Le calcul des implants cristalliniens et l'obtention du meilleur résultat possible restent difficiles, en particulier pour les implants Premium, avec parfois des aléas réfractifs.

Mais pour paraphraser Graham Barrett, fervent défenseur de la mesure, apposer une étiquette d'IA sur un processus de calcul n'apportera pas obligatoirement une qualité de mesure supérieure à la « simple mesure ».

« Je pense qu'il y a une fausse idée dans le fait que l'étiquette IA apporte un peu de magie avec le processus d'évaluation des données pour affiner les résultats. »

Graham Barrett

D'autre part, est-il pertinent d'utiliser le *Deep Learning*, composante de l'IA, sachant que les résultats réfractifs sont actuellement largement influencés par les rotations post-opératoires et les mauvais alignements des implants toriques ?

Aussi, le SIA (*Surgical Induced Astigmatism*) peut être un facteur important dans l'aléa réfractif...

En même temps, l'apport de l'IA et du *Deep Learning*, s'appuyant sur une évolution de la précision des mesures et avec des données fiables « sans bruit de fond », pourrait

permettre d'atteindre dans les années futures une précision de calcul inaccessible en 2021.

Nous souhaitons, dans cet article, résumant notre présentation à la SAFIR 2021, exposer notre expérience et notre évolution dans les calculs des implants toriques depuis que nous utilisons, dès 2014, l'injection d'image avec le système guidé Callisto (Zeiss).

Notre expérience

La première évolution majeure a été initiée par D. Koch^(1,2), dans ses travaux en 2012 et 2013, rappelant l'importance d'intégrer l'astigmatisme cornéen postérieur dans le calcul des implants.

La totalité de nos patients étaient alors opérés en BMICS, permettant d'induire un faible SIA.

Tout œil avec un astigmatisme même minime, et en particulier inverse, était corrigé puis revu à J1, M1 et M3 sous dilatation afin d'analyser la rotation post-opératoire à l'aide du rapporteur STACY fourni par CZM.

À cette époque, nous utilisons les kératométries antérieures et postérieures données par la Pentacam afin d'obtenir la kératométrie totale (TK), et effectuons les calculs d'implant avec les calculateurs en ligne de CZM (algorithme de calcul).

Sur 428 AT TORBI 709M/MP implantés en 2016, nous avons comparé les résultats post-opératoires obtenus après calcul avec la Pentacam TK, et les prédictions du calculateur Z CALC 1.0. Nous avons obtenu respectivement 62,7 % contre 1,2 % des yeux avec 0 D de cylindre, et 92,6 % contre 81,3 % avec $\pm 0,50$ D (**Figure 1**).

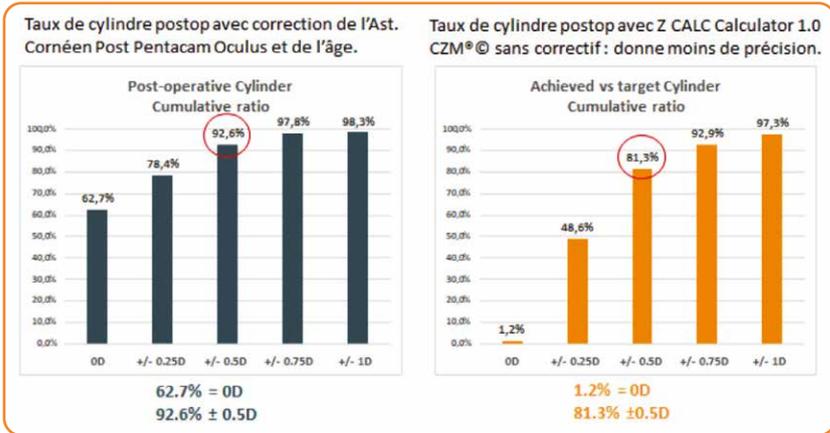


Figure 1 : Astigmatisme résiduel TK Pentacam vs Z CALC 1.0.

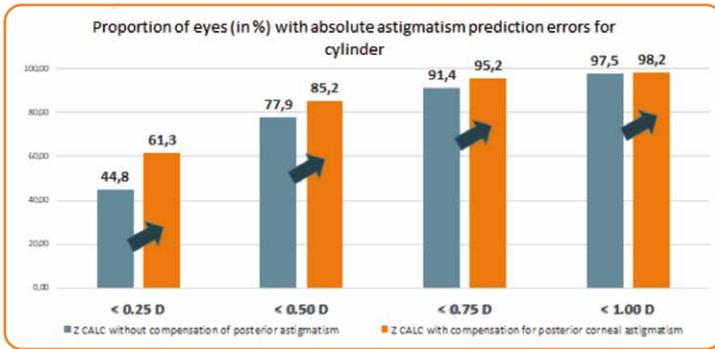


Figure 2 : Comparaison de l'astigmatisme résiduel avec Z CALC 1.0 et 2.0 sur 393 yeux avec AT TORBI 709M/MP (2016).

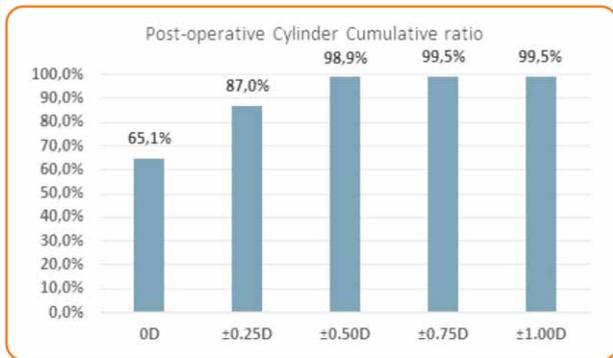


Figure 3 : Astigmatisme résiduel postopératoire après calcul TK et Barrett Toric avec TK.

Un nouvel algorithme Z CALC 2.0 a été disponible en 2018. Il associe un Ray Tracing paraxial et un concept de prédiction de l'ELP utilisant les méthodes d'intelligence artificielle. Il apporte une importante amélioration dans la précision réfractive.

Cela confirme l'importance de la compensation de l'astigmatisme postérieur par un modèle mathématique ou par une mesure directe (Figure 2).

La plupart des biomètres, et en particulier l'IOL-Master 700 (CZM), peuvent maintenant mesurer directement et précisément la TK (2018), permettant d'éviter les erreurs d'estimations des formules régressives (5).

À ce jour, l'utilisation de la TK mesurée et de la formule de dernière génération Barrett Toric avec TK nous permet encore d'améliorer nos résultats. Sur une série de 378 implants en 2018, le taux de cylindre post-opératoire était de 65,1 % avec 0 D, 87,0 % ± 0,25 D et 98,9 ± 0,50 D (Figure 3).

Ces derniers résultats sont par ailleurs meilleurs que ceux obtenus en 2016 (mesure de la TK avec la Pentacam et utilisation du calculateur Z CALC 2.0). Ces excellents résultats sont dus à l'importante cohorte de patients présentant de petits astigmatismes, à la technique BMICS générant peu de SIA et au traitement de la surface pré-biométrie. Nous n'hésitons pas en cas de doute à renouveler ces examens après traitement plus intensif d'un dysfonctionnement des glandes de Meibomius ou d'un syndrome sec.

Quel sera le futur ?

Le développement des machines de biométrie en Swept-Source OCT et des OCT de segment antérieur permettra d'appréhender plus finement les dimensions et les courbures du sac capsulaire afin d'améliorer l'Effective Lens Position (ELP est une compensation des erreurs optiques réfractives des formules-**positionnement axial**) (Figure 4) et, ainsi, de réduire l'aléa de calcul de l'implant.

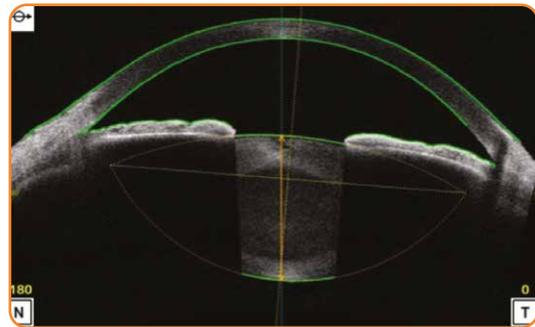


Figure 4 : Segment antérieur avec OCT CASIA (courtoisie de Michel Puech).

Enfin, le développement de Ray Tracing avec un modèle d'œil incluant la surface cornéenne antérieure et postérieure, la géométrie de l'implant, et le *Physical Lens Position* (PLP est l'actuel position géométrique — **position axiale, tilt, et décentrement**), réduiront les incertitudes de calculs.

Conclusion

L'intelligence artificielle n'a pas encore fait la preuve d'une supériorité sur les formules de dernière génération. Néanmoins, des centaines de milliers de données relatives à la chirurgie de la cataracte sont potentiellement disponibles et pourraient apporter des informations précieuses, notamment pour les yeux atypiques... mais elles doivent être fiables pour ne pas générer d'erreur d'interprétation.

Demain sera plus simple et plus intelligent... avec certainement des systèmes hybrides associant une mesure précise et du *Deep Learning*. ■

Liens d'intérêts : Gilles Lesieur : consultant Carl Zeiss Meditec (CZM) ; royalties pour produits BVI-PhysIOL et Rumex.

Remerciement à toute l'équipe du Centre Iridis.

Que retenir ?

- Répéter les mesures en traitant la surface oculaire
- Utiliser la TK et connaître son SIA
- Utiliser les dernières générations de formule comme la Barrett Toric avec TK
- Utiliser des implants stables : pas de rotation

RÉFÉRENCES

1. Koch D, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 2080-7.
2. Koch D, Jenkins R, Weikert M, Yeu E, Wang L. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1803-9.
3. Lesieur G. Analyse d'une série d'implants toriques en chirurgie de la cataracte : Quel astigmatisme corriger ? Communication orale SAFIR 2018.
4. Lesieur G. Microincision cataract surgery with implantation of a bitoric intraocular lens using an enhanced program for intraocular lens power calculation. *Eur J Ophthalmol* 2020;30:1308-13.
5. Abulafia A, Hill WE, Franchina M, Barrett GD. Comparison of Methods to Predict Residual Astigmatism After Intraocular Lens Implantation. *J Refract Surg* 2015;31:699-707.