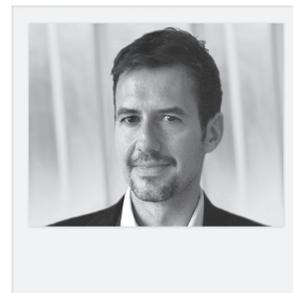


Quoi de neuf en chirurgie réfractive ?



→ D. GATINEL
Fondation Rothschild, PARIS.

L'année écoulée s'inscrit dans la continuité des tendances amorcées au cours des années précédentes en chirurgie réfractive. Les techniques de photoablation cornéenne constituent la vaste majorité des procédures réalisées, malgré l'essor de la chirurgie cristallinienne, qui concernent plus particulièrement les patients presbytes, hypermétropes et forts amétropes. La pose d'implants dits "phaques" concerne, quant à elle, les yeux fortement myopes, et s'effectue aujourd'hui quasi exclusivement en chambre postérieure.

Cette suprématie de la chirurgie réfractive cornéenne, qui subsiste en dépit des progrès accomplis dans le design des implants intraoculaires, s'explique par plusieurs facteurs. Elle repose tout d'abord sur la prévalence élevée de la myopie faible et moyenne au sein des amétropies traitées. Le recul important dont on dispose aujourd'hui sur la photokératectomie réfractive (PKR) et le laser *in situ* kératomileusis (LASIK) – qui bénéficie fortement à ces deux techniques – constitue un deuxième facteur. Deux décennies séparent en effet la réalisation des premières chirurgies photoablatives intrastromales après découpe au microkératome mécanique de l'avènement du femto-LASIK moderne.

L'introduction récente des techniques d'extraction intrastromales assistées par laser femtoseconde (ReLEx, FLEX-SMILE) est venue confirmer le rôle du dioptré cornéen comme site électif

pour la chirurgie réfractive courante. Il est à noter que, malgré la réduction de la longueur du sillon périphérique, les premiers cas d'ectasie après SMILE ont été rapportés [1, 2]. L'examen rétro-spectif rigoureux de la topographie cornéenne préopératoire des cas rapportés montrait la présence d'une forme suspecte de kératocône. Ces observations suggèrent ainsi qu'en cas de forme infraclinique de kératocône ou de susceptibilité à l'ectasie, la PKR demeure *a priori* la seule technique à envisager en dehors de l'abstention chirurgicale, en fonction du contexte clinique et de la magnitude de la correction à délivrer [3]. Quoiqu'introduite il y a 25 ans, la technique de la PKR apparaît en effet bien loin de tomber en désuétude. Selon les résultats récents d'une étude européenne multicentrique [4], elle occupe même un pourcentage légèrement croissant du volume total des actes de chirurgie réfractive.

Fondé sur l'analyse des données inscrites au sein d'un registre européen accessible en ligne, créé en 2008, l'objectif principal de ce registre de données intitulé EUREQUO (*European registry of quality outcomes for cataract and refractive surgery*) est d'améliorer le traitement et les normes de soins pour la chirurgie réfractive et la chirurgie de la cataracte. Il vise à offrir un outil d'analyse comparative par l'établissement d'une base de données de référence, alimentée par les chirurgiens européens, afin d'analyser leurs propres résultats. Les données recueillies au cours de sa première décennie

ont fait l'objet d'une analyse détaillée. En raison de leur introduction plus récente, les techniques fondées sur le retrait d'un lenticule stromal à visée réfractive, après sa prédécoupe au laser femtoseconde, ne figurent cependant pas dans cette étude. Les données ont été collectées, depuis 2004 et jusqu'à la mi-2014, pour 47 centres établis dans 14 pays. Environ 4 000 procédures ont été enregistrées chaque année dans la base de données.

Les résultats ainsi obtenus font apparaître le LASIK, avec 11 697 chirurgies rapportées, comme la technique la plus couramment pratiquée. La part relative de cette technique a cependant diminué au fil du temps, tandis que celles de la PKR et de la lensectomie à visée réfractive ont augmenté. Cette étude révèle également la quasi-disparition des techniques de *Laser assisted subepithelial keratectomy* (LASEK) et d'épi-LASIK, qui ne semblent pas avoir fait la preuve de leur supériorité sur la PKR.

Le développement des dernières générations de lasers réfractifs a permis une telle sécurisation de la procédure LASIK – du moins lorsque ses indications sont respectées – que la surveillance de complications peropératoires

apparaît désormais exceptionnelle. Grâce aux systèmes de poursuite oculaire modernes, le décentrement de la photoablation est aujourd'hui quasi impossible. Le centrage personnalisé, décalé vers l'emplacement supposé de l'axe visuel au sein du disque pupillaire est, quant à lui, rendu possible grâce à la mesure pré- et peropératoire des rapports anatomiques entre la pupille et le vertex cornéen. Si la distance moyenne entre le centre pupillaire et le vertex est relativement faible chez les sujets myopes, nous avons montré qu'elle était significativement plus importante chez les hypermétropes et forts astigmatés [5]. Dans ces indications, la réalisation d'un centrage personnalisé (décalage du centre de la photoablation du centre pupillaire vers le vertex cornéen) revêt un intérêt certain, dans le but d'accroître la qualité de l'image rétinienne des yeux opérés. L'utilisation du laser femtoseconde offre par ailleurs des possibilités élargies pour l'étape de découpe du capot cornéen en LASIK. On observe en particulier un meilleur contrôle des dimensions du volet cornéen par rapport aux techniques de découpe mécanique au microkératome.

En dépit du gain indéniable procuré par la technologie femtoseconde en LASIK grâce à la réduction des complications liées à la découpe du volet stromal, cette technologie peut induire au moins deux effets indésirables spécifiques mineurs, l'un per-, l'autre postopératoire.

>>> La survenue d'opacités stromales confluentes peut être observée, en premier lieu, lors de la découpe de l'interface stromale au laser femtoseconde. Le terme consacré est l'acronyme OBL (*Opaque bubble layer*) (**fig. 1**). Nous avons étudié les facteurs de risque de cet incident mineur et généralement sans conséquences, mais qui peut parfois rendre un peu plus difficile la dissection du volet cornéen. Nous avons rapporté qu'une épaisseur cornéenne centrale et des paramètres biomécaniques de

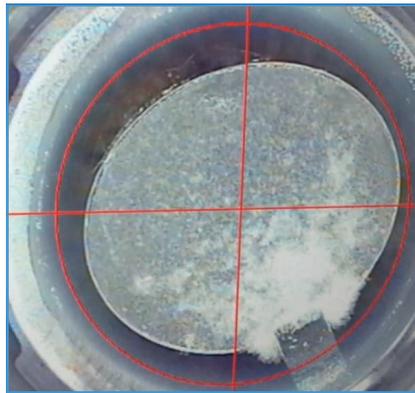


FIG. 1 : *Opaque bubble layer* (OBL) : opacification blanchâtre apparaissant au cours de la découpe d'un capot ovale pour la correction en femto-LASIK d'un astigmatisme myopique composé. La dissection manuelle du capot est plus difficile en raison d'une adhérence accrue en regard des opacités.

valeur supérieure à la moyenne étaient des facteurs prédisposant à la survenue d'un aspect OBL [6].

>>> Dénommée "*rainbow glare*" par R.R. Krueger qui en fit la description *princeps* en 2008 [7], la perception de franges lumineuses colorées verticales très symétriques autour des sources de lumière blanche (**fig. 2**) est, en second lieu, une complication spécifique du femto-LASIK. Le mécanisme pressenti pour expliquer ces troubles visuels ressentis résulterait d'un phénomène de diffraction lumineuse particulièrement prononcé, induit par les impacts du femtolaser au niveau du stroma cornéen. La régularité de la distribution des zones

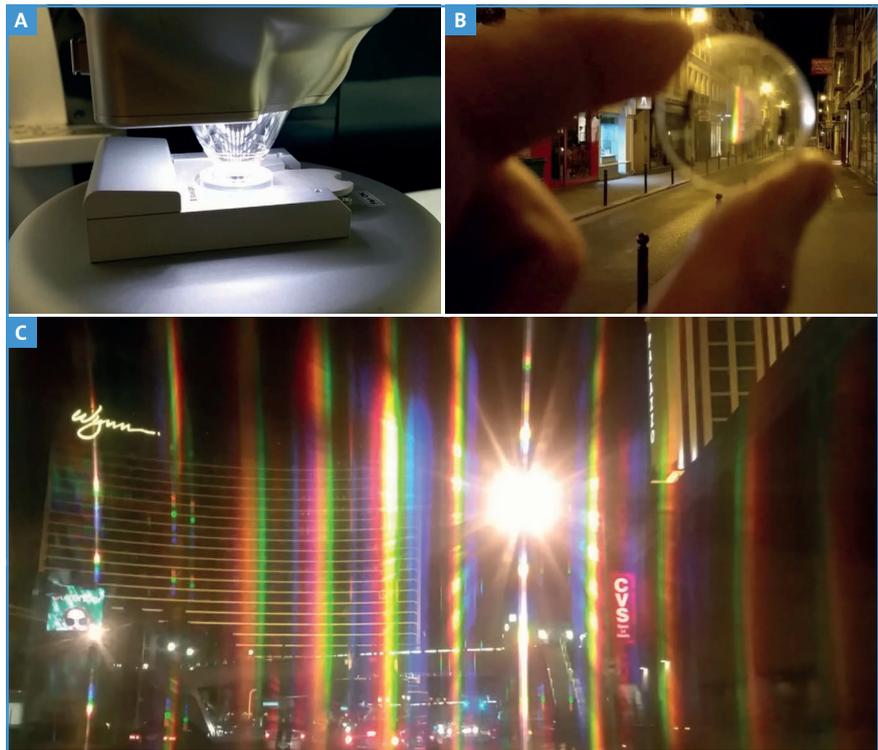


FIG. 2 : Simulation de la perception du *rainbow glare* sur la *strip* de Las Vegas. Pour réaliser cette simulation, une prise de cliché a été effectuée avec un simple *smartphone* au travers d'un disque de plastique préalablement traité au laser femtoseconde. A : réalisation d'un tracé de découpe de capot stromal par un laser femtoseconde dans l'épaisseur d'un disque de PPMA. B : le disque peut être placé au contact du capteur photo-vidéo avant d'un *smartphone* dont les dimensions sont comparables avec le diamètre de découpe (le capteur ne mesure que quelques millimètres). C : la lumière captée par le *smartphone* est alors diffractée par les impacts qui réalisent un quadrillage en pointillés très régulier, et produit ces effets spectaculaires, avec un étalement caractéristique des couleurs comparable à celui que l'on perçoit quand on regarde un arc-en-ciel. Cette simulation exagère certainement les effets de la diffraction lumineuse, qui n'entraîne la plupart du temps la perception par le patient que d'une ligne verticale et de deux bandes latérales colorées autour d'une lumière vive.

d'impacts, avec un espacement constant de quelques microns sur une même ligne et entre chaque ligne séparant les spots délivrés, pourrait générer des interférences constructives et destructives comparables à ce que perçoivent les yeux concernés par cette complication. Ces interférences dépendent en effet de la longueur d'onde visible mise en jeu, ce qui explique l'étalement coloré particulier autour des sources lumineuses. Dans la plupart des cas de *rainbow glare*, les symptômes visuels apparaissent au décours immédiat du LASIK, mais s'atténuent au fil du temps. Dans de très rares cas, les franges colorées sont particulièrement prononcées, persistantes et invalidantes. Les patients se plaignent de percevoir des bandes colorées au-dessus et sur les côtés d'une source de lumière comme un phare de voiture, un panneau lumineux, ou encore un éclairage public.

Nous avons émis l'hypothèse que cette complication résulterait de la persistance de la trace des impacts du laser femtoseconde du côté de la face profonde du volet stromal. Pour un patient qui, depuis la réalisation d'un femto-LASIK, présentait à la fois un *rainbow glare* persistant unilatéral et un astigmatisme myopique résiduel (**fig. 3**) avec une acuité visuelle non corrigée réduite à 7/10, nous avons ainsi décidé de réaliser une retouche en délivrant la correction photoablatrice sur la face stromale



Fig. 3 : Reprise après LASIK (œil droit, correction initiale -4D) chez une patiente présentant un astigmatisme résiduel direct et un *rainbow glare* unilatéral avec délivrance sur la face postérieure du capot resoulevé d'un profil d'ablation: plan (-0.75 x 0°). La zone optique programmée est de 6 mm et la photoablation est centrée sur la projection du centre de la pupille, qui a été marquée par un point à l'encre chirurgicale sur la surface épithéliale avant la dissection et l'éversion du capot de LASIK. Il est nécessaire de désactiver le système de poursuites oculaires (*eye tracker*) avant de délivrer la photoablation en centrant manuellement le tir sur le point repère. Cette correction est destinée à corriger l'astigmatisme myopique direct résiduel tout en effaçant l'empreinte présumée des impacts de laser femtoseconde au niveau de la face stromale du volet, l'empreinte stromale de ces impacts sur le lit cornéen postérieur ayant *a priori* été effacée par la délivrance du traitement photoablatif initial.

du capot. Cette stratégie, qui a conduit à la disparition immédiate des franges colorées, a confirmé l'hypothèse physiopathologique proposée, ouvrant ainsi la voie à d'intéressantes possibilités thérapeutiques pour les patients présentant un *rainbow glare* persistant après femto-LASIK [8].

Bibliographie

1. REMY M, KOHNEN T. Corneal ectasia after femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction in eyes with subclinical keratoconus/forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:1551-1552.
2. MASTROPASQUA L. Bilateral ectasia after femtosecond laser-assisted small-incision lenticule extraction. *J Cataract Refract Surg*, 2015;41:1338-1339.
3. GUEDJ M, SAAD A, AUDUREAU E, GATINEL D. Photorefractive keratectomy in patients with suspected keratoconus: five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:66-73.
4. LUNDSTRÖM M, MANNING S, BARRY P *et al*. The European registry of quality outcomes for cataract and refractive surgery (EUREQUO): a database study of trends in volumes, surgical techniques and outcomes of refractive surgery. *Eye Vis (Lond)*, 2015;30:2-8.
5. MABED IS, SAAD A, GUILBERT E, GATINEL D. Measurement of pupil center shift in refractive surgery candidates with caucasian eyes using infrared pupillometry. *J Refract Surg*, 2014;30:694-700.
6. COURTIN R, SAAD A, GUILBERT E, GRISE-DULAC A, GATINEL D. Opaque Bubble Layer Risk Factors in Femtosecond Laser-assisted LASIK. *J Refract Surg*, 2015;31:608-612.
7. KRUEGER RR, THORNTON IL, XU M *et al*. Rainbow glare as an optical side effect of Intra-LASIK. *Ophthalmology*, 2008;115:1187-1195.
8. GATINEL D, SAAD A, GUILBERT E *et al*. Simultaneous Correction of Unilateral Rainbow Glare and Residual Astigmatism by Under-surface Flap Photoablation After Femtosecond Laser-Assisted LASIK. *J Refract Surg*, 2015;31:406-410.

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