

REVUES GÉNÉRALES

Glaucome

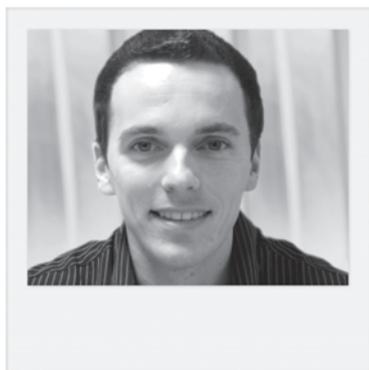
Avancées en chirurgie du glaucome

RÉSUMÉ : Une kyrielle de nouvelles techniques chirurgicales ou de nouveaux dispositifs souvent implantables ont été développés de façon à réduire la pression intraoculaire (PIO) tout en évitant les complications des chirurgies filtrantes conventionnelles liées à la présence d'une bulle de filtration (infection, fuite d'humeur aqueuse, fibrose de la bulle).

Les chirurgies micro-invasives du glaucome (*Minimally Invasive Glaucoma Surgery* [MIGS]) utilisent d'autres voies d'évacuation de l'humeur aqueuse (voie suprachoroïdienne, voie transclérale). Certaines de ces procédures sont bien validées et permettent une baisse pressionnelle importante et durable, mais d'autres procédures ont été peu étudiées ou ne permettent qu'une baisse de PIO plus modeste – elles sont souvent réservées aux patients présentant des glaucomes peu évolués et des PIO peu élevées – et sont en général combinées à une chirurgie de la cataracte.

La coagulation du corps ciliaire par ultrasons focalisés de haute intensité est une nouvelle méthode permettant d'obtenir une baisse pressionnelle significative tout en évitant les complications rencontrées avec les méthodes habituelles de coagulation du corps ciliaire (laser diode, etc.), et peut également être proposée comme alternative aux chirurgies filtrantes.

Enfin, l'extraction du cristallin (chirurgie de la cataracte) est à présent souvent proposée en alternative à l'iridotomie laser ou à la trabéculéctomie en cas de glaucome par fermeture de l'angle. De nombreux travaux récents ont confirmé l'efficacité et la sécurité de cette nouvelle stratégie thérapeutique.



→ F. APTEL

Service d'Ophtalmologie,
Clinique ophtalmologique
universitaire de Grenoble
et Université Joseph-Fourier,
GRENOBLE.

La trabéculéctomie et la sclérectomie profonde non perforante, techniques de référence de la chirurgie du glaucome à ce jour, réduisent la pression intraoculaire (PIO) en permettant le passage direct de l'humeur aqueuse de la chambre antérieure jusqu'aux espaces sous-conjonctivaux, puis à la résorption de l'humeur aqueuse au travers de la conjonctive au niveau d'une surélévation de celle-ci appelée bulle de filtration. Cette voie d'évacuation de l'humeur aqueuse transconjonctivale expose à un certain nombre de complications. Un défaut de cicatrisation de la conjonctive ou une perméabilité excessive de celle-ci peuvent aboutir à une filtration excessive, source

d'hypotonie et de nombreuses complications pouvant altérer la fonction visuelle (œdème maculaire, œdème papillaire, soulèvement choroïdien, etc.). Une perméabilité excessive de la conjonctive peut également favoriser le passage de bactéries au travers de celle-ci, aboutissant à une infection grave de la bulle de filtration puis de l'ensemble de l'œil. *A contrario*, une cicatrisation excessive de la conjonctive et une fibrose des espaces sous-conjonctivaux peut s'opposer au passage de l'humeur aqueuse et entraîner une remontée pressionnelle rapide ou retardée.

Une kyrielle de nouvelles techniques chirurgicales ou de nouveaux dispositifs implantables ont été développés de

façon à réduire la PIO sans passer par la formation d'une bulle de filtration – et ainsi à éviter toutes les complications qui y sont liées (infection, fuite d'humeur aqueuse, fibrose) – et vous sont présentés dans cet article consacré aux avancées de la chirurgie du glaucome.

Les chirurgies micro-invasives

Ces techniques sont nommées chirurgies micro-invasives du glaucome (*Minimally Invasive Glaucoma Surgery* [MIGS]) ou chirurgies indépendantes de la conjonctive (*Conjunctiva-independent glaucoma surgery*), et peuvent être classées en procédures réalisées *ab externo* (sans ouverture de la paroi de l'œil) telles que la pose du drain Ex-Press®, du drain InnFocus MicroShunt® ou la procédure de canaloplastie, ou réalisées *ab interno* (nécessitant une ouverture de la paroi de l'œil) telles que le drain iStent®, le drain intracanaliculaire Hydrus®, la trabéculotomie par le dispositif Trabectome®, les drains suprachoroïdiens CyPass®, Gold Shunt® ou STARflo®.

1. Ab externo

• Drain Express

>>> **Procédure:** le drain Ex-Press® est un drain en acier de $0,4 \times 3$ mm, inséré sous un volet scléral 0,5 mm en arrière du limbe, après perforation de la sclère avec une aiguille de 25 gauges [1] (**fig. 1**). Il permet d'obtenir une sclérotomie de diamètre constant et ainsi un débit de filtration contrôlé.

>>> **Résultats cliniques:** une large étude randomisée contrôlée a montré une efficacité similaire à la trabéculotomie en termes de réduction pressionnelle, mais avec moins de complications (hyphéma, hypotonie, etc.) [2].

>>> **Indications:** l'efficacité et la bonne tolérance de ce drain permettent de le proposer en alternative à la trabécu-

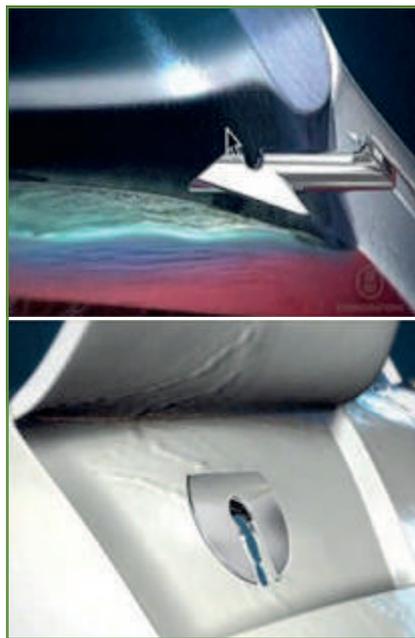


FIG. 1: Implantation du drain Ex-Press® sous un volet scléral.

lectomie profonde, ou à la sclérectomie en cas de glaucome à angle ouvert.

• Drain InnFocus MicroShunt®

>>> **Procédure:** le drain est composé d'un polymère biocompatible destiné à limiter la réaction de fibrose conjonctivale et d'encapsulation autour du drain (**fig. 2**). Après ouverture conjonctivale, la sclère est perforée avec une aiguille de 30 gauges et le drain inséré de façon à permettre un passage direct de l'humeur aqueuse de la chambre antérieure jusqu'aux espaces sous-conjonctivaux équatoriaux et rétroéquatoriaux.

>>> **Résultats cliniques:** plusieurs essais cliniques sont en cours en Europe, ou aux États-Unis, chez des patients atteints de glaucomes à angle ouvert, évaluant cette procédure seule ou associée à une chirurgie de la cataracte. Mais aucun résultat n'a été publié à ce jour.

>>> **Indications:** les essais cliniques en cours permettront de mieux préciser

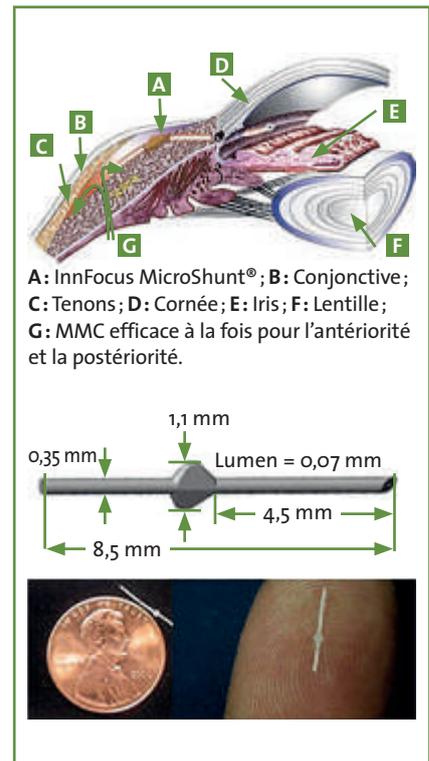


FIG. 2: Représentation schématique du positionnement du drain InnFocus MicroShunt®.

la place de ce nouveau drain. Sa pose nécessite un angle suffisamment ouvert, et sera donc réservée aux glaucomes à angle ouvert.

• Canaloplastie

>>> **Procédure:** la procédure est assez similaire à la viscocanalostomie. Après un abord identique à celui réalisé lors d'une sclérectomie profonde, un microcathéter flexible est inséré dans le canal de Schlemm et avancé jusqu'à décrire une circonférence entière [3]. Une source laser émettant de façon intermittente permet de vérifier le positionnement de l'extrémité distale du flexible. Lors de la cathétérisation, une substance viscoélastique est régulièrement injectée de façon à distendre le canal et les ostia des canaux collecteurs. Lorsque la cathétérisation est terminée, un fil de prolène 10.0 est attaché à l'extrémité distale du flexible, et celui-ci est lentement

REVUES GÉNÉRALES

Glaucome

retiré afin de laisser le fil en place dans le canal de Schlemm (**fig. 3**). Le fil est ensuite serré progressivement de façon à étirer la paroi du canal de Schlemm. En fin de procédure, le volet scléral est soigneusement suturé pour éviter la formation d'une bulle de filtration.

>>> **Résultats cliniques :** une étude a comparé cette nouvelle procédure à la viscocanalostomie [4]. La canalooplastie permettait de réduire la PIO d'une moyenne préopératoire de $26,5 \pm 2,7$ mmHg avec $2,1 \pm 1,0$ traitements hypotonisants à une moyenne postopératoire de $14,5 \pm 2,6$ mmHg avec $0,3 \pm 0,5$ traitements hypotonisants 18 mois après. La viscocanalostomie réalisée sur les yeux controlatéraux permettait de réduire la PIO d'une moyenne de $24,3 \pm 2,8$ mmHg avec $1,9 \pm 0,8$ traitements hypotonisants à une moyenne de $16,1 \pm 3,9$ mmHg avec $0,4 \pm 0,5$ traitements.

>>> **Indications :** les indications de cette technique sont assez comparables à celles de la sclérectomie profonde (glaucomes à angle ouvert).

2. Ab interno

• Drain iStent®

>>> **Procédure :** le drain iStent® est un drain en titane inséré par une incision cornéenne et sous contrôle d'un verre gonioscopique dans le trabéculum. La pose peut être réalisée lors d'une chirurgie de la cataracte (**fig. 4**).

>>> **Résultats cliniques :** une étude randomisée comparant la chirurgie de la cataracte seule à une procédure combinée cataracte et pose d'un iStent® a retrouvé une réduction pressionnelle supérieure à 20 % chez 66 % des yeux opérés de procédure *versus* 48 % des yeux opérés de chirurgie de la cataracte seule 1 an après la procédure [5]. La différence semble se maintenir après 2 ans de suivi [6].

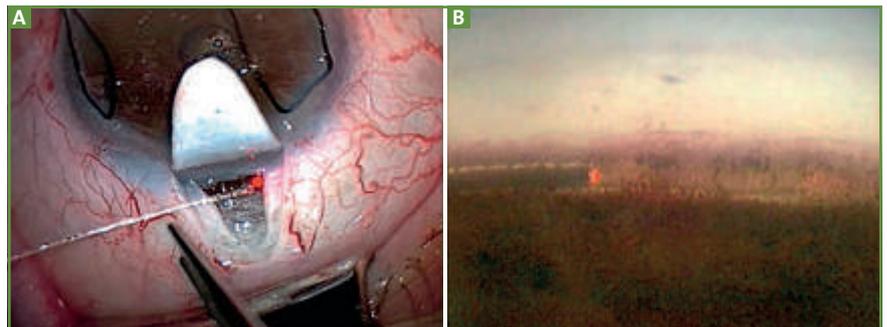


FIG. 3 : A. Insertion du microcathéter flexible dans le canal de Schlemm. B. Vue gonioscopique de l'avancée de la fibre optique (Grieshaber *et al.*).

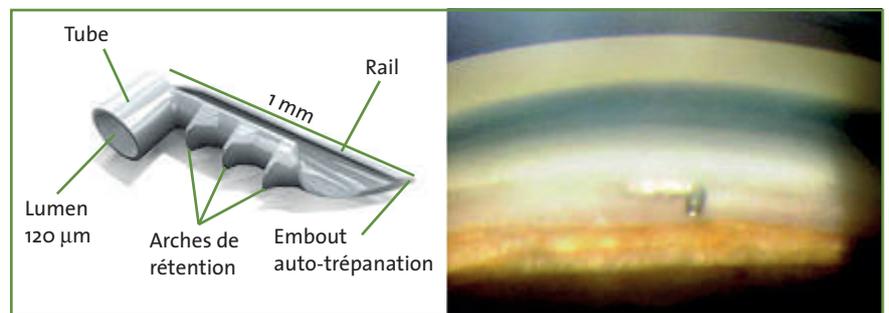


FIG. 4 : Schéma du drain iStent® (gauche) et vue gonioscopique après implantation de deux drains (droite) (d'après [7]).

>>> **Indications :** l'efficacité de cette procédure est probablement moins importante que celle d'une trabéculéctomie ou d'une sclérectomie profonde. Cette procédure est souvent réalisée chez des patients hypertones ou présentant un glaucome peu évolué et devant être opérés par chirurgie de la cataracte.

• Drain intracanaliculaire Hydrus®

>>> **Procédure :** le drain composé d'un polymère rigide et courbé est inséré dans le canal de Schlemm lors d'une chirurgie de la cataracte à l'aide d'un guide et sous contrôle visuel dans un verre à gonioscopie (**fig. 5**). Des études expérimentales ont montré que ce dispositif pouvait augmenter d'environ 75 % la facilité d'écoulement de l'humeur aqueuse en dehors de l'œil sur des yeux de donneurs isolés et perfusés.

>>> **Résultats cliniques :** des essais cliniques destinés à évaluer l'efficacité et



FIG. 5 : Insertion du drain dans le canal de Schlemm (courtoisie de I.K. Ahmed).

la sécurité de ce nouveau dispositif sont en cours, mais il n'existe pas à ce jour de données publiées rapportant l'efficacité et la tolérance de ce dispositif.

• Trabectome

>>> **Procédure :** le trabectome est un dispositif combinant un système de résection, de thermocautérisation et d'irrigation (**fig. 6**). Il est utilisé pour réaliser une ablation des portions internes de l'angle iridocornéen sur une étendue de 2 à 4 heures, après introduction du dispositif

POINTS FORTS

- ⇒ Les nouvelles chirurgies micro-invasives réalisées *ab externo* sont comparables à la sclérectomie profonde en termes d'aptitude à réduire la PIO et de tolérance ; leur utilisation est donc souvent limitée par le coût des dispositifs.
- ⇒ Les nouvelles chirurgies mini-invasives réalisées *ab interno* présentent souvent une aptitude à réduire la PIO modeste et inférieure à celle des chirurgies filtrantes conventionnelles, et sont de ce fait essentiellement réalisées en association à une procédure de chirurgie de la cataracte chez des patients présentant des glaucomes peu évolués.
- ⇒ Les premiers essais cliniques évaluant la cyclocoagulation par ultrasons focalisés semblent montrer que cette méthode est bien tolérée, et présente une aptitude significative à réduire la PIO ; elle peut donc être proposée en alternative aux chirurgies filtrantes conventionnelles.
- ⇒ Une phacoémulsification peut être proposée comme traitement de première intention des crises de fermeture de l'angle, après résolution de celle-ci sous traitement médical, ou comme traitement de première intention d'un glaucome chronique par fermeture de l'angle, en alternative à une iridotomie laser (meilleur contrôle pressionnel) et en alternative à une chirurgie filtrante (risques de complications plus faibles).



FIG. 6 : Résection de la portion interne de l'angle à l'aide du trabectome.

en chambre antérieure par une incision cornéenne, et sous contrôle d'un verre à gonioscopie (verre de Barkan). Cette procédure peut être combinée à une chirurgie de la cataracte.

>>> **Résultats cliniques :** les études réalisées rapportent des réductions pressionnelles variables et des complications moins fréquentes qu'après trabéculotomie, même si certaines complications telles que la formation d'un hyphéma ou le développement de synéchies antérieures périphériques ne sont pas rares [8].

>>> **Indications :** cette procédure est souvent réalisée chez des patients hypertones ou présentant un glaucome peu évolué et devant être opérés de chirurgie de la cataracte.

- **Drains suprachoroïdien CyPass®**

>>> **Procédure :** le shunt supraciliaire CyPass® est un dispositif destiné à être inséré entre la sclère et la choroïde à partir de la racine de l'iris, à la fin d'une procédure de chirurgie de la cataracte, de façon à permettre un drainage de l'humeur aqueuse de la chambre antérieure jusque dans les espaces suprachoroïdiens. Le dispositif est constitué d'un tube de 6,35 mm de long avec un diamètre interne de 0,51 mm, monté sur un guide rigide pouvant être inséré par une incision cornéenne de 1,5 mm.

>>> **Résultats cliniques :** plusieurs études non comparatives ont évalué l'efficacité et la tolérance du drain posé seul ou en association à une chirurgie de la cataracte [9, 10]. Ces procédures

permettaient généralement une baisse pressionnelle voisine de 30 % à 40 % 6 mois à 1 an après implantation. Les effets secondaires les plus fréquents étaient la survenue d'un hyphéma et une élévation pressionnelle transitoire.

- **Drains suprachoroïdien STARflo®**

>>> **Procédure :** l'implant STARflo® est également un dispositif destiné à être inséré entre la sclère et la choroïde, mais par voie externe sous un volet scléral.

>>> **Résultats cliniques :** des essais cliniques destinés à évaluer l'efficacité et la sécurité de ce nouveau dispositif sont en cours, mais il n'existe pas à ce jour de données publiées rapportant l'efficacité et la tolérance de ce dispositif.

Les alternatives : les procédures non invasives

Il s'agit essentiellement de la **cyclocoagulation par ultrasons**.

>>> **Procédure :** un dispositif circulaire et miniaturisé est appliqué contre l'œil de façon à générer six faisceaux d'ultrasons qui vont coaguler une partie du corps ciliaire (**fig. 7**) [11].

>>> **Résultats cliniques :** une première étude clinique pilote a été conduite chez 12 patients atteints de glaucomes réfractaires aux chirurgies filtrantes [12]. Aucune complication per- ou postopératoires majeure n'est survenue lors de cet essai clinique ; une réduction pressionnelle moyenne de 29,5 % 6 mois après traitement et de 33,9 % lors de la dernière visite de suivi a été obtenue. Aucun œil traité n'a développé d'hypotonie majeure ou de phtyxe.

Dans un deuxième essai clinique multicentrique évaluant l'efficacité à long terme et la tolérance de cette procédure chez des patients atteints de glaucomes moins évolués, 60 patients

REVUES GÉNÉRALES

Glaucome

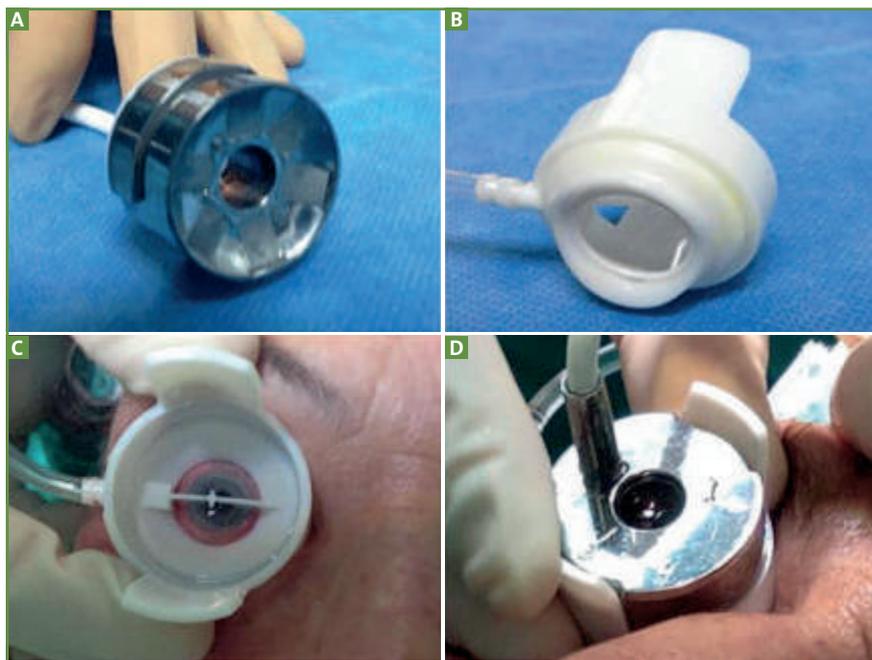


FIG. 7 : Sonde de traitement (A) et support (B). Positionnement et centrage du support (C). Insertion de l'anneau sur son support (D).

atteints de glaucomes primitifs à angle ouvert ont été traités, avec une dose de 4 secondes de temps de tir par secteur ou de 6 secondes de temps de tir par secteur [13]:

– dans le groupe 4 secondes, la PIO était diminuée d'une valeur moyenne préopératoire de $29,7 \pm 7,7$ mmHg à une valeur de $21,1 \pm 6,7$ mmHg à 6 mois et de $20,1 \pm 6,7$ mmHg à 12 mois;

– dans le groupe 6 secondes, la PIO a été réduite de façon significative d'une valeur moyenne préopératoire de $29,0 \pm 7,4$ mmHg à une valeur de $20,2 \pm 6,7$ mmHg à 6 mois et de $18,5 \pm 6,6$ mmHg à 12 mois.

Un succès (réduction de la PIO > 20 %) a été obtenu chez 63,2 % des yeux du groupe 1 et chez 44 % des yeux du groupe 2. La tolérance était bonne, avec essentiellement des effets indésirables mineurs tels qu'une hyperhémie conjonctivale ou une kératite ponctuée superficielle. Un troisième essai clinique multicentrique vient d'être terminé chez des patients atteints de glaucomes peu évolués et naïfs de toute

chirurgie filtrante [14]. 30 patients atteints de glaucomes à angle ouvert ont été traités. La PIO a été réduite d'une valeur moyenne préopératoire de $28,2 \pm 7,2$ mmHg (n = 3,6 traitements hypotonisants) à une valeur moyenne de $19,6 \pm 7,9$ mmHg au dernier suivi (n = 3,1 traitements hypotonisants; réduction moyenne de 30 %). Un succès (réduction de la PIO > 20 %) a été obtenu chez 66 % (19/30) des yeux au dernier suivi. Aucun effet indésirable majeur n'est survenu lors du traitement ou au cours de la période de suivi.

La chirurgie de la cataracte : une chirurgie des glaucomes par fermeture de l'angle ?

Le blocage pupillaire relatif (proximité anatomique entre le cristallin et l'iris aboutissant à un gradient de pression entre la chambre postérieure et la chambre antérieure qui va apposer la racine de l'iris contre la trabéculum) est la principale cause des glaucomes par fermeture de l'angle. Pendant long-

temps, l'iridotomie laser a été considérée comme étant le geste thérapeutique de première intention – à la fois pour le traitement curatif d'une crise de fermeture aiguë de l'angle, le traitement curatif d'un glaucome chronique par fermeture de l'angle et le traitement préventif chez un sujet à risque de fermeture de l'angle – et la trabéculéctomie le geste de deuxième intention en cas d'échec ou d'insuffisance d'une iridotomie.

De nombreux travaux récents ont démontré la possibilité de proposer en alternative à l'iridotomie laser ou à la trabéculéctomie une extraction du cristallin en première intention [15, 16]. Cette option thérapeutique a plusieurs avantages. L'ablation d'un cristallin, qui est souvent volumineux, supprime complètement le blocage pupillaire, et aboutit à une ouverture angulaire souvent nettement plus importante qu'après iridotomie seule. L'injection de produits viscoélastiques pendant la procédure repousse l'iris de la cornée et du trabéculum, et peut permettre de rompre des synéchies antérieures périphériques. L'ablation d'un cristallin présentant souvent une cataracte permet d'améliorer l'acuité visuelle. Enfin, grâce aux perfectionnements des techniques de chirurgie de la cataracte (réduction de la taille des incisions, meilleure gestion des débits d'irrigation et de la pression en chambre antérieure, etc.), cette procédure est maintenant relativement facile à réaliser, même en cas de chambre antérieure peu profonde, de poussée postérieure ou de risque d'œdème cornéen.

Bibliographie

1. MARIS PJ JR, ISHIDA K, NETLAND PA. Comparison of trabeculectomy with Ex-PRESS miniature glaucoma device implanted under scleral flap. *J Glaucoma*, 2007;16:14-19.
2. GOOD TJ, KAHOOK MY. Assessment of bleb morphologic features and postoperative outcomes after Ex-PRESS drainage device implantation versus trabeculectomy. *Am J Ophthalmol*, 2011;151:507-513.

3. LEWIS RA, VONWOLFF K, TETZ M *et al.* Canaloplasty: circumferential viscodilation and tensioning of Schlemm canal using a flexible microcatheter for the treatment of open-angle glaucoma in adults: two-year interim clinical study results. *J Cataract Refract Surg*, 2009;35:814-824.
4. KOERBER NJ. Canaloplasty in one eye compared with viscocanalostomy in the contralateral eye in patients with bilateral open-angle glaucoma. *J Glaucoma*, 2012;21:129-134.
5. SAMUELSON TW, KATZ LJ, WELLS JM *et al.* US iStent Study Group. Randomized evaluation of the trabecular micro-bypass stent with phacoemulsification in patients with glaucoma and cataract. *Ophthalmology*, 2011;118:459-467.
6. CRAVEN ER, KATZ LJ, WELLS JM *et al.* iStent Study Group. Cataract surgery with trabecular micro-bypass stent implantation in patients with mild-to-moderate open-angle glaucoma and cataract: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1339-1345.
7. MINCKLER DS, HILL RA. Use of novel devices for control of intraocular pressure. *Exp Eye Res*, 2009;88:792-798.
8. TING JLM, DAMJI KF, STILES MC. Ab interno trabeculectomy: outcomes in exfoliation versus primary open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:315-323.
9. HOEH H, AHMED II, GRISANTI S *et al.* Early postoperative safety and surgical outcomes after implantation of a suprachoroidal micro-stent for the treatment of open-angle glaucoma concomitant with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2013;39:431-437.
10. GARCÍA-FEIJOO J, RAU M, GRISANTI S *et al.* Supraciliary Micro-stent Implantation for Open-Angle Glaucoma Failing Topical Therapy: 1-Year Results of a Multicenter Study. *Am J Ophthalmol*, 2015;159:1075-1081.e1.
11. APTEL F, CHARREL T, PALAZZI X *et al.* Histologic effects of a new device for high-intensity focused ultrasound cyclocoagulation. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:5092-5098.
12. APTEL F, CHARREL T, LAFON C *et al.* Miniaturized high-intensity focused ultrasound device in patients with glaucoma: a clinical pilot study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011;52:8747-8753.
13. DENIS P, APTEL F, ROULAND JF *et al.* Cyclocoagulation of the ciliary bodies by High Intensity Focused Ultrasound (HIFU): a 12-month Multicenter Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56:1089-1096.
14. APTEL F, DENIS P, ROULAND JF *et al.* Multicenter Clinical Trial of High-Intensity Focused Ultrasound Treatment in Glaucoma Patients Without Previous Filtering Surgery. Presented at ARVO 2015. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015;56:6128.
15. HUSAIN R, GAZZARD G, AUNG T *et al.* Initial management of acute primary angle closure: a randomized trial comparing phacoemulsification with laser peripheral iridotomy. *Ophthalmology*, 2012;119:2274-2281.
16. ZHUO YH, WANG M, LI Y *et al.* Phacoemulsification treatment of subjects with acute primary angle closure and chronic primary angle-closure glaucoma. *J Glaucoma*, 2009;18:646-651.

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

SPÉCIAL 

Patrimoine Premier
Les jeudi 28 et vendredi 29 janvier 2016
sur l'espace JIFRO/Réalités Ophtalmologiques

Pour tout savoir sur :

- **La retraite** (partir à 62 ? 65 ou 67 ans ?). Avec quels revenus ? Puis-je encore constituer du capital pour ma retraite ?
- **Quelles sont les solutions à mettre en œuvre pour neutraliser une fiscalité confiscatoire ?**
- **Comment éviter l'ISF et son augmentation ?**
- **Comment devenir loueur en meublé professionnel au sens de l'ISF ?**
- **Comment augmenter fortement la rémunération de la trésorerie de vos sociétés (SELARL, SCI) ?...**

Pour votre rendez-vous de consultation privée :

Catherine BEL/Camille DOLFUS : 01 45 74 01 05 ou pat1er@patrimoinepremier.com

PATRIMOINE PREMIER – 2, rue Pierre-Demours – 75017 PARIS