

I Revues générales

Indications préférentielles des chirurgies micro-invasives pour le glaucome (MIGS) en 2021

RÉSUMÉ : Le glaucome est une maladie chronique fréquente et potentiellement cécitante si mal ou insuffisamment traitée. Lorsque les traitements médicaux ne sont plus suffisants, la chirurgie s'impose. Les techniques de chirurgie traditionnelles sont efficaces mais présentent un certain nombre de risques potentiellement importants pour les patients.

Ces dernières années, une nouvelle catégorie de chirurgies du glaucome dites micro-invasives (MIGS : *micro invasive glaucoma surgery*), car moins traumatiques pour les tissus, a émergé. L'objectif est de faire baisser la PIO en réduisant les risques per- et postopératoires. Au sein de cette catégorie, plusieurs techniques ont été développées et sont utilisées depuis plusieurs années. L'indication d'une technique ou d'une autre est guidée par le stade du glaucome, l'état oculaire (conjonctive, cornée, cristallin...) mais aussi l'état général du patient.



A. GRISE-DULAC

Fondation Ophtalmologique A. de Rothschild,
Centre Ophtalmologique Saint Paul, PARIS.

Le glaucome est une maladie chronique souvent asymptomatique qui, non traitée ou insuffisamment traitée, peut conduire à une perte de vision, voire à la cécité. L'objectif de la prise en charge du glaucome est de préserver le maximum de fonction visuelle restante, d'éviter une perte plus importante et de minimiser les effets secondaires et les risques des traitements pour atteindre cet objectif, le tout en préservant une qualité de vie la meilleure possible pour les patients.

Actuellement, le seul moyen connu et efficace pour réduire la perte visuelle est d'abaisser la pression intraoculaire (PIO) le plus possible. Le traitement médical du glaucome est la solution thérapeutique la plus employée. Celui-ci est très souvent efficace chez les patients observants et tolérants. Malheureusement, l'observance n'est pas toujours réelle, seulement 10 % des patients renou-

velleront l'utilisation de leur prescription en continu sur 1 an [1]. De plus, il est démontré que plus le nombre de traitements est élevé, plus l'observance diminue [2]. La tolérance locale des collyres diminue elle aussi avec le nombre de traitements et avec la durée de traitement, et participe à la baisse de l'observance.

En cas d'échec, la chirurgie devient le seul recours. Les techniques traditionnelles permettent une évacuation de l'humeur aqueuse vers un espace de filtration sous-conjonctival. La trabéculéctomie, décrite par John Cairns en 1967, et la sclérectomie profonde non perforante, décrite par John Zimmerman en 1974, soit il y a plus de 40 ans, demeurent jusqu'à maintenant les techniques chirurgicales de référence. Elles permettent de faire baisser la PIO de façon efficace après une phase d'apprentissage chirurgicale longue et fastidieuse. Elles

Revue générale

sont utilisées depuis de nombreuses années mais présentent des effets secondaires potentiellement dangereux pour le patient (hypotonie, décollement choroïdien, perte du point de fixation...). Enfin, la gestion des suites opératoires peut être délicate (*needling*, gestion des points...) et est chronophage, tant pour le patient que pour le médecin.

Depuis quelques années ont émergées des techniques chirurgicales alternatives qui abaissent la PIO et réduisent le nombre de traitements anti-glaucomateux, ainsi que certains des risques associés aux chirurgies traditionnelles. Leur objectif est de rendre les procédures chirurgicales et les suites opératoires plus simples et plus sûres, tout en atteignant des niveaux de PIO abaissés. Cette nouvelle catégorie de techniques est appelée chirurgie micro-invasive du glaucome (MIGS: *micro invasive glaucoma surgery*).

Définition des MIGS en 2021

Les procédures MIGS sont définies par:

- >>> La diminution de la PIO:
 - en augmentant l'évacuation de l'humeur aqueuse;
 - ou en réduisant sélectivement la production de l'humeur aqueuse.

>>> L'ouverture *a minima* de la sclère ou de la conjonctive, avec ou sans implantation d'un dispositif.

>>> Des suites opératoires simples.

L'augmentation de l'excrétion de l'humeur aqueuse peut se faire selon 3 voies possibles:

- *via* le canal de Schlemm;
- *via* l'espace suprachoroïdien;
- *via* l'espace sous-conjonctival.

La réduction de la production de l'humeur aqueuse peut, elle, se faire grâce à une destruction sélective au laser des procès ciliaires, source de production de l'humeur aqueuse.

Ces dernières années, plusieurs dispositifs constitués de matériaux différents et utilisant différents modes d'action ont été développés pour être utilisés en chirurgie mini-invasive du glaucome. Certains sont utilisés déjà massivement depuis plusieurs années, d'autres moins. La **figure 1** synthétise l'ensemble des procédures MIGS existantes en 2021. L'autorisation d'utilisation diffère selon les pays et seuls certains dispositifs sont disponibles en Europe et en France.

Dans la définition stricte des MIGS, la voie d'abord chirurgicale utilisée est

ab interno, c'est-à-dire *via* la chambre antérieure par une incision cornéenne. Les chirurgies utilisant les voies d'abord *ab externo* ne font pas à proprement parler partie des MIGS parce que les incisions ne sont pas minimalistes et qu'il existe une ouverture de la conjonctive et de la sclère, avec le plus souvent la réalisation d'un volet scléral. Elles utilisent en général la technique de trabéculotomie perforante à laquelle s'ajoute un dispositif médical, comme c'est le cas avec l'Express (Alcon) et le Preserflo (Santen). La canaloplastie *ab externo* en fait également partie (iScience Interventional). Néanmoins, leur potentiel peu risqué les place à la frontière des MIGS.

Complexités chirurgicales des procédures MIGS

La chirurgie du glaucome est un type de chirurgie complexe, précise, sur de petits espaces, proche de structures sensibles et dans laquelle le moindre faux pas peut entraîner une perte de vision permanente. La courbe d'apprentissage est longue et fastidieuse. Les MIGS comportent une difficulté supplémentaire très particulière: celle de la nécessité de visualisation de l'angle iridocornéen pendant la procédure. Ce prérequis passe par l'utilisation d'un gonioprisme tenu

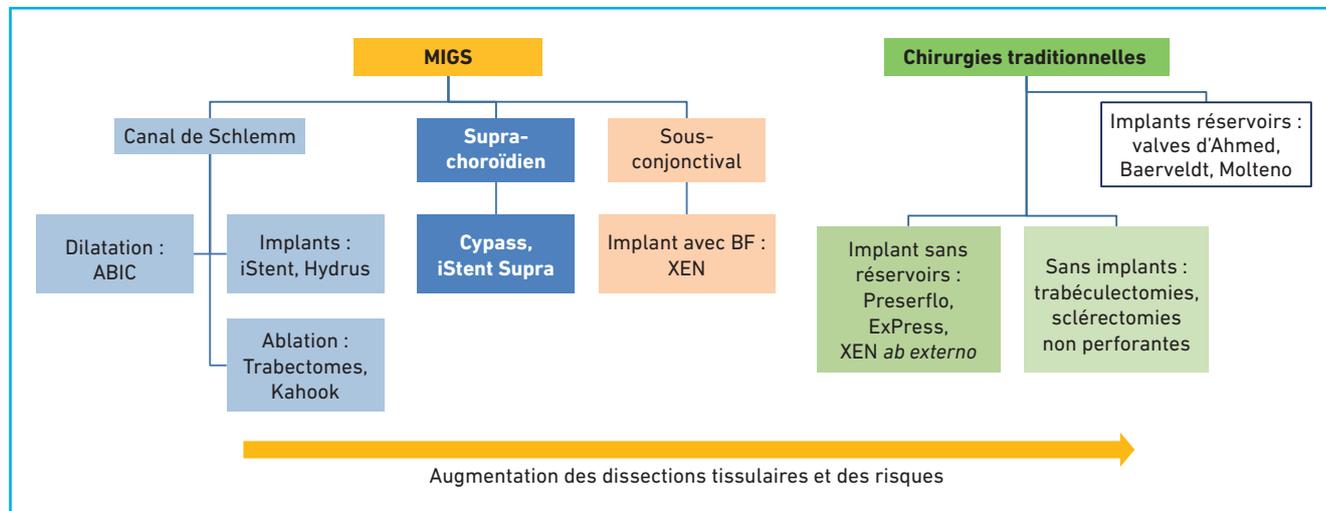


Fig. 1 : Procédures MIGS existantes en 2021.

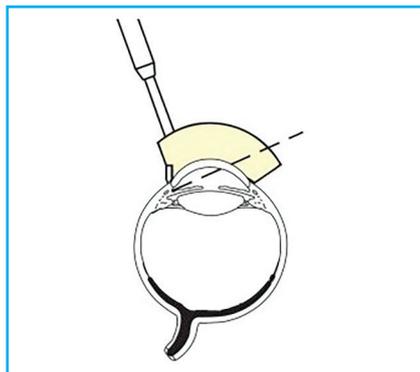


Fig. 2 : Le site d'implantation le plus favorable sera choisi en fonction de l'anatomie de l'angle du patient visualisée au gonioscopie.

dans la 2^e main et positionné de manière précise pour permettre une bonne visualisation des structures angulaires et de l'éventuel dispositif d'implantation. La visualisation de l'angle est indispensable pour choisir le site d'implantation le plus favorable en fonction de l'anatomie de l'angle du patient (**fig. 2**).

L'importance de la pression exercée par le gonioscopie sur la cornée ainsi que son axe de positionnement peuvent faciliter une chirurgie en augmentant la visualisation et l'accès, mais parfois la pénaliser si elle est trop forte. Cet aspect de la technique chirurgicale des MIGS nécessite une certaine dextérité qui s'acquiert avec l'expérience au fil des procédures.

Pourquoi choisir une procédure MIGS en 2021 ? Pour quel type de patients ?

Ces dernières années, le développement des MIGS a enthousiasmé une grande majorité de la communauté des chirurgiens du glaucome à travers le monde. Comme toutes les chirurgies, celle du glaucome comporte des risques. L'indication chirurgicale est toujours le fruit d'une balance positive des bénéfices pour le patient face à ces risques. Pour la première fois, depuis de nombreuses années, l'arrivée des MIGS a permis d'envisager des chirurgies du glaucome chez des patients pour les-

quels le risque de perte de vision liée à l'évolution du glaucome ne justifiait pas le risque associé aux chirurgies traditionnelles du glaucome, telles que la trabéculéctomie par exemple.

Tous les arguments de choix pour une MIGS résident dans le caractère mini-invasif :

- bénéfique supérieur aux risques pour les **glaucomes débutants** pour lesquels la réalisation d'une trabéculéctomie est risquée ;

- **combinaison avec une chirurgie de la cataracte** en utilisant les mêmes voies d'abord, sans augmenter considérablement le risque d'une procédure de phacoémulsification seule ;

- incisions et ouvertures minimales sans sutures qui permettent une **récupération rapide**, peu douloureuse et avec potentiellement moins de visites de contrôle post-opératoires et de reprises chirurgicales pour les **patients fragiles, âgés ou éloignés** ;
- et, dans certains cas, patients souffrant de **glaucomes sévères** ou d'autres pathologies oculaires associées pour lesquels les chirurgies traditionnelles seraient trop risquées.

Quelle chirurgie MIGS pour quel patient en 2021 ?

Le choix du type de procédure dépend :

- du stade du glaucome ;
- de l'état oculaire et général du patient ;
- de l'association à une chirurgie de la cataracte ou non.

1. Glaucomes débutants à modérés : MIGS canaliculaires

Les MIGS canaliculaires augmentent l'excrétion de l'humeur aqueuse par la voie naturelle du canal de Schlemm sans création de bulle de filtration sous-conjonctivale. Leur voie d'abord se fait par de petites incisions cornéennes. Ces caractéristiques en font des procédures avec une sécurité importante et un confort per- et postopératoire important pour le patient.

En France, les procédures canaliculaires possibles sont : l'iStent (Glaukos) et le Trabectome. Les résultats sur la baisse pressionnelle sont moins importants que ceux d'une chirurgie traditionnelle, ce qui les fait se positionner davantage pour des patients souffrant de glaucomes débutants ou modérés.

>>> Glaucomes débutants à modérés avec chirurgie combinée de la cataracte : iStent

Depuis les premières implantations en 2004, plus de 500 000 iStent ont été implantés dans le monde. Plusieurs générations d'iStent se sont succédées. Actuellement, les 2 dernières versions sont disponibles en France : L'iStent Inject et L'iStent W. Il s'agit d'implants en titane enduit d'héparine en forme de plug avec une lumière de 80 µm et des orifices latéraux de 50 µm. L'iStent W, disponible depuis 2019, a une jupe côté chambre antérieure plus large que l'iStent Inject, ce qui lui donne une plus grande stabilité et facilité d'implantation (**fig. 3 et 4**).

Les iStent sont préchargés par 2 dans un injecteur rentrant par une incision de phacoémulsification de 2,2 mm. L'implantation se fait sous anesthésie topique et nécessite une rotation du microscope et de la tête du patient pour une bonne visualisation et l'implantation de l'iStent dans le canal de Schlemm, idéalement dans le quadrant inférotemporal. Après l'implantation, on peut visualiser la remise en circulation des veines épisclérales.

L'iStent a obtenu l'agrément FDA (*Food and Drug Administration*) en 2012, considérant la mauvaise observance de la prise chronique de traitements hypotonisants, les complications potentielles significatives de la chirurgie du glaucome et que son implantation représente une alternative chirurgicale à bas risque. L'indication reconnue par la Haute Autorité de santé (HAS) en 2013 est la "*chirurgie combinée de la cataracte et du glaucome (glaucome primitif*

Revue générale

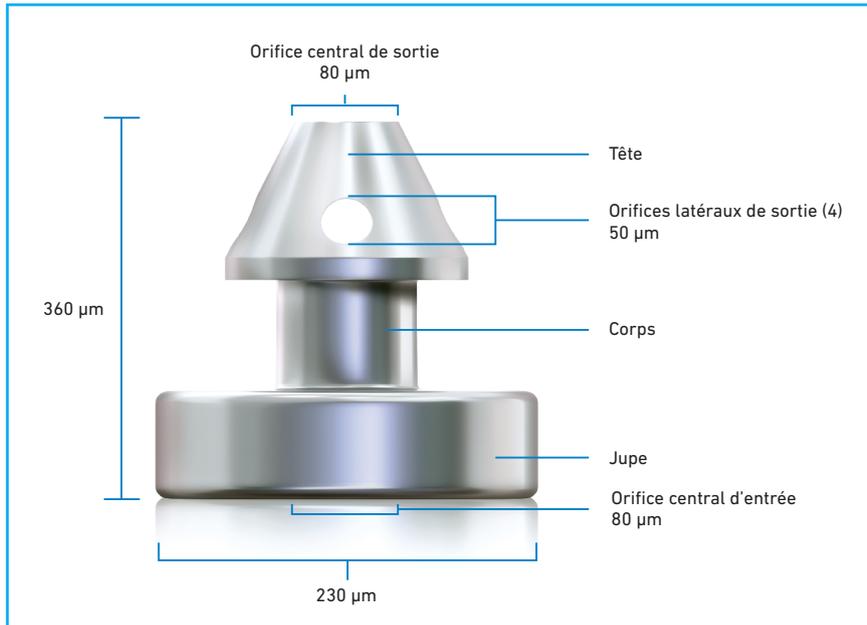


Fig. 3 : iStent Inject.

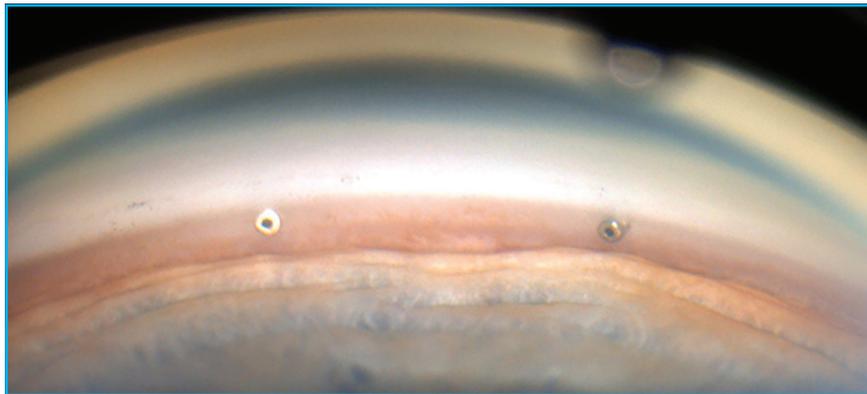


Fig. 4 : iStent implantés.

à angle ouvert, glaucome secondaire pigmentaire ou glaucome secondaire pseudoexfoliatif de stade léger à modéré chez des patients mal équilibrés par les traitements médicamenteux hypotonisants ou y étant intolérants". La baisse pressionnelle avec un seul iStent est en moyenne de 16,33 % ($19,42 \pm 1,89$ à $16,26 \pm 4,23$ mmHg avec un suivi de 54 mois), avec une réduction du nombre de traitements de $1,32 \pm 0,48$ à $0,84 \pm 0,89$ et 42 % de patients sans aucun traitement postopératoire [3]. L'implantation de 2 voire 3 iStent permet de réduire plus significativement la PIO [4]. La chirurgie

combinée augmente elle aussi la baisse pressionnelle [5].

Les effets secondaires sont peu nombreux, en dehors de possibles saignements en chambre antérieure spontanément résolutifs.

>>> Glaucomes débutants à modérés avec ou sans chirurgie combinée de la cataracte : trabectomes

Le principe de cette procédure est de créer une goniotomie en enlevant le filtre trabéculaire altéré par le glaucome

et ainsi d'augmenter l'excrétion de l'humour aqueuse *via* les voies naturelles que sont les canaux collecteurs. La technique chirurgicale des trabectomes nécessite une bonne visualisation de l'angle iridocornéen, obtenue par un positionnement du chirurgien et de la tête du patient avec une rotation de 30° de chacun d'entre eux en directions opposées, et par l'utilisation d'un gonioscopie.

La sonde est introduite dans la chambre antérieure par une incision cornéenne de 1,8 mm et son extrémité est insérée dans le canal de Schlemm en traversant le filtre trabéculaire. Différentes sondes existent. Elles contiennent des électrodes qui vont soit cautériser au laser le filtre trabéculaire visé et les tissus juxta-canaliculaires (TrabEx), soit les ablater par un phénomène d'ionisation (Trabectome). Une irrigation/aspiration simultanée (modèles TrabEx + et Trabectome) enlève les débris et maintient la chambre antérieure stable. La procédure est réalisée sur 360° (fig. 5).

Le Trabectome est indiqué pour le traitement des glaucomes chroniques à angle ouvert [6]. Même si la technique chirurgicale est plus délicate, l'utilisation de la technique Trabectome peut avoir une indication pour les glaucomes particuliers à angles peu ouverts, secondaires (pigmentaires, pseudoexfoliatifs, uvéitiques...).

La baisse pressionnelle oscille en moyenne entre 20 et 40 % après plusieurs

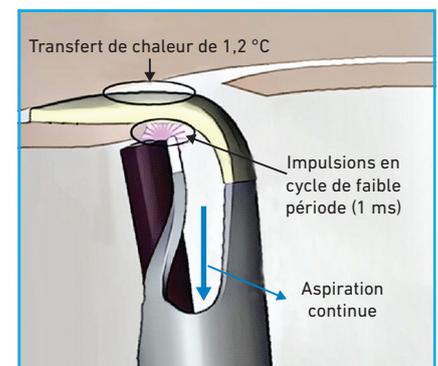


Fig. 5 : Trabectome.

Premier auteur	Type d'étude	Total n	PIO moyenne à l'inclusion (mmHg)	PIO moyenne finale (mmHg)	% de baisse de la PIO	Baisse moyenne des traitements médicamenteux	Temps d'étude (mois)
Résultats Trabectome seul							
POAG de Ting	Prospective	450	26	17	34	0,57	12
PXG de Ting	Prospective	67	29	16	44	0,88	12
Jea	Rétrospective	115	28	17	41	1	30
Minckler	Prospective	151	26	17	36	1,7	60
Ahuja	Rétrospective	88	26	13	50	0,3	48
Maeda	Prospective	80	27	18	33	1,7	12
Werth	Prospective	92	20	15	23	Pas rapportée	12
Résultats phacoémulsification + Trabectome							
Francis	Prospective	304	20	17	17	1,22	21
POAG de Ting	Prospective	263	20	16	22	0,75	12
PXG de Ting	Prospective	45	22	14	35	0,96	12
Minckler	Prospective	681	20	16	21	0,87	36
Francis	Prospective	89	22	15	30	1	12
Ahuja	Rétrospective	158	19	12	39	0,5	45
Klamann	Rétrospective	27	23	14	40	0,29	12
Klamann	Rétrospective	74	21	13	37,5	0,12	6
Francis	Prospective	114	22	15	31	1	24
Werth	Prospective	30	21	19	21	Pas rapportée	12

Tableau I : Méta-analyse des résultats du Trabectome. PIO : pression intraoculaire ; POAG : glaucome à angle ouvert pédiatrique ; PXG : glaucome pseudoexfoliatif.

années selon les études. Les complications sont rares et peu sévères. La plus fréquente est un pic hypertensif pendant les premiers jours (4,9 %, **tableau I**) [7].

2. Glaucomes modérés à sévères (avec ou sans chirurgie combinée de la cataracte) : MIGS sous-conjonctivaux

Deux dispositifs de MIGS sous-conjonctivaux sont actuellement disponibles en France : le XEN45 Gel Stent et le Preserflo MicroShunt. Tous deux augmentent l'excrétion de l'humeur aqueuse par la création d'une bulle de filtration sous-conjonctivale. Même si les deux implants ont une approche de drainage similaire, ils diffèrent sur quelques aspects.

Premièrement, le Xen est implanté *via* une approche *ab interno*, sans ouvrir la conjonctive, alors que le MicroShunt est implanté *via* une approche *ab externo*,

assez similaire à la trabéculéctomie. Deuxièmement, les deux implants utilisent une méthode d'administration et une quantité de mitomycine C différentes. Il est connu que la concentration et la durée de l'exposition à la mitomycine C ont un effet sur le succès chirurgical de la chirurgie de filtration du glaucome [8]. Troisièmement, le matériau, le design et le diamètre des deux dispositifs diffèrent, ce qui peut avoir des effets variés sur la biocompatibilité, la réaction à long terme et une éventuelle migration après l'implantation. L'effet à long terme de ces matériaux chez les patients atteints de glaucome reste à étudier.

>>> XEN Gel

L'implant XEN est un tube en gélatine recouvert de glutaraldéhyde long de 6 mm et avec un diamètre de lumière de 45 nm. Il est préchargé dans un injecteur

et est implanté par voie interne pour créer un passage de l'humeur aqueuse directement de la chambre antérieure vers l'espace sous-conjonctival. La procédure est souvent complétée d'une injection sous-conjonctivale de mitomycine C. Il se rigidifie après quelques minutes en contact avec l'humeur aqueuse, ce qui lui permet une fixation parfaite dans l'œil une fois implanté. Le diamètre de la lumière a été calculé pour maintenir, selon l'équation de Hagen-Poiseuille, une PIO stable de 6-3 mmHg dans la chambre antérieure et pour prévenir les hypotonies importantes (**fig. 6**).

Les premières études montrent des diminutions de la pression moyenne de 7 points ($13,1 \pm 3,6$ mmHg à 12 mois *versus* $20,8 \pm 4,6$ mmHg à 12 mois) avec l'arrêt des traitements hypotonisants. Les complications après XEN sont rares. La procédure postopératoire la plus fréquemment requise est le *needling* [9].

Revue générale

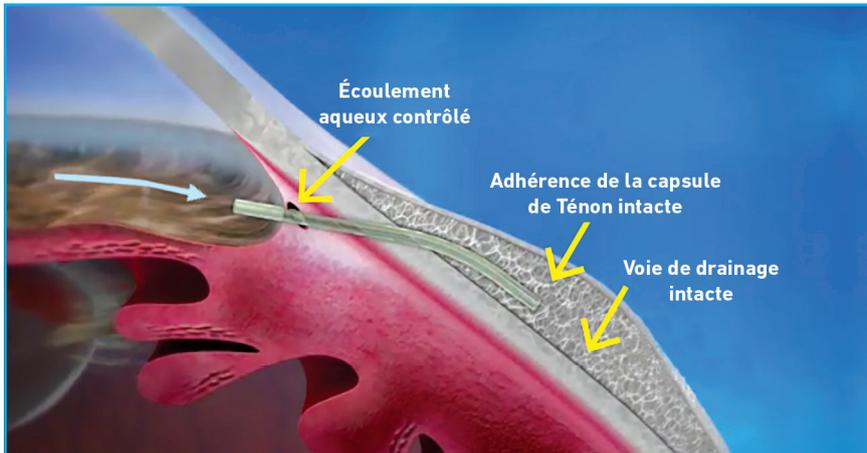


Fig. 6 : XEN.

Gillmann *et al.* ont démontré que l'implant de gel XEN combiné à la phacoémulsification produit une perte de cellules endothéliales sur 24 mois d'une ampleur similaire à celle observée après une phacoémulsification autonome (14,3 %, de 2 378,8 ± 334,7 à 2 039,6 ± 451,1 cellules/mm [p = 0,018] contre 14,5 %, de 2 567,7 ± 491,2 à 2 196,1 ± 591,9 cellules/mm [p = 0,072]). La différence de pourcentage de réduction entre les 2 groupes n'était pas statistiquement significative (p = 0,226). Les *needling*, complétés par mitomycine C, ne semblent pas non plus avoir d'impact sur la densité endothéliale [10].

>>> Preserflo

Le drain Preserflo est un drain en polymère souple que l'on insère par voie externe à travers la sclère, à 3 mm en arrière du limbe, vers la chambre antérieure, après avoir fait un trajet de perforation avec une aiguille 25 G. Il épouse la courbure du globe et permet une circulation directe de l'humeur aqueuse de la chambre antérieure à l'espace sous-conjonctival. La lumière du drain est de 70 µm, il mesure 8,5 mm de longueur avec une partie élargie au milieu de la longueur afin de bloquer tout déplacement du drain. Le polymère biocompatible composant le drain a pour rôle de limiter la fibrose conjonctivale et l'encapsulation de celui-ci. Une injection

sous-conjonctivale de mitomycine peut être associée (fig. 7).

Le drain Preserflo a été conçu pour maintenir un niveau de PIO bas, en dessous de 15 mmHg. Dans la plus large étude réalisée, 3 ans après la procédure, la PIO moyenne était de 10,7 ± 3,5 mmHg et 80 % des patients avaient une PIO < 14 mmHg. Le nombre de traitements hypotonisants passait de 2,6 ± 0,9 à 0,8 ± 1,2. Les complications étaient rares et transitoires (hypotonie 13 %, décollement choroïdien 8,7 %, etc.) [9, 11].

Après plusieurs années de suivi, les résultats des études ont mis en évi-

dence une efficacité de ces dispositifs sur la baisse de la PIO et la réduction des traitements.

Dans une étude comparative récente, Scheres a analysé les résultats de 41 yeux de 31 patients implantés avec un XEN et 41 yeux de 33 patients avec un Preserflo [9]. Les caractéristiques de base étaient similaires, excepté un nombre de chirurgies combinées avec phacoémulsification plus important dans le groupe XEN (37 vs 2 %). À 24 mois, la PIO était réduite de 19,2 ± 4,4 à 13,8 ± 3,8 mmHg dans le groupe XEN et de 20,1 ± 5,0 à 12,1 ± 3,5 dans le groupe Preserflo (p = 0,19). Le nombre de médicaments a été réduit de 2,5 ± 1,4 à 0,9 ± 1,2 dans le groupe XEN et de 2,3 ± 1,5 à 0,7 ± 1,1 dans le groupe Preserflo. Enfin, la probabilité de succès qualifié (PIO ≤ 18 mmHg sans intervention supplémentaire) était de 73 et 79 % à 24 mois pour les groupes XEN et Preserflo, respectivement. Les complications postopératoires étaient généralement légères et spontanément résolutes. Le nombre de procédures de *needling* et de chirurgie secondaire du glaucome était similaire dans les deux groupes, avec un plus grand nombre de *needling* après Xen et plutôt plus de chirurgie complémentaire après Preserflo mais, l'effectif étant réduit, il est difficile de conclure sur cette donnée.

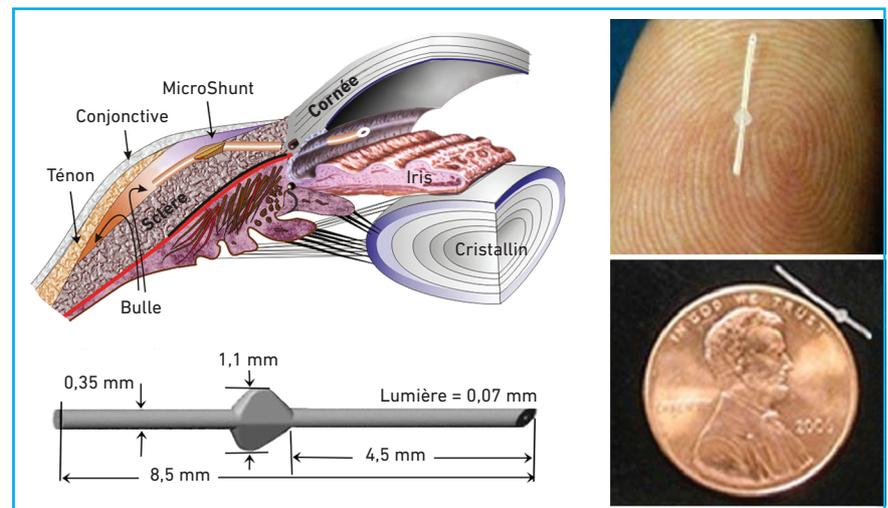


Fig. 7 : Preserflo MicroShunt.

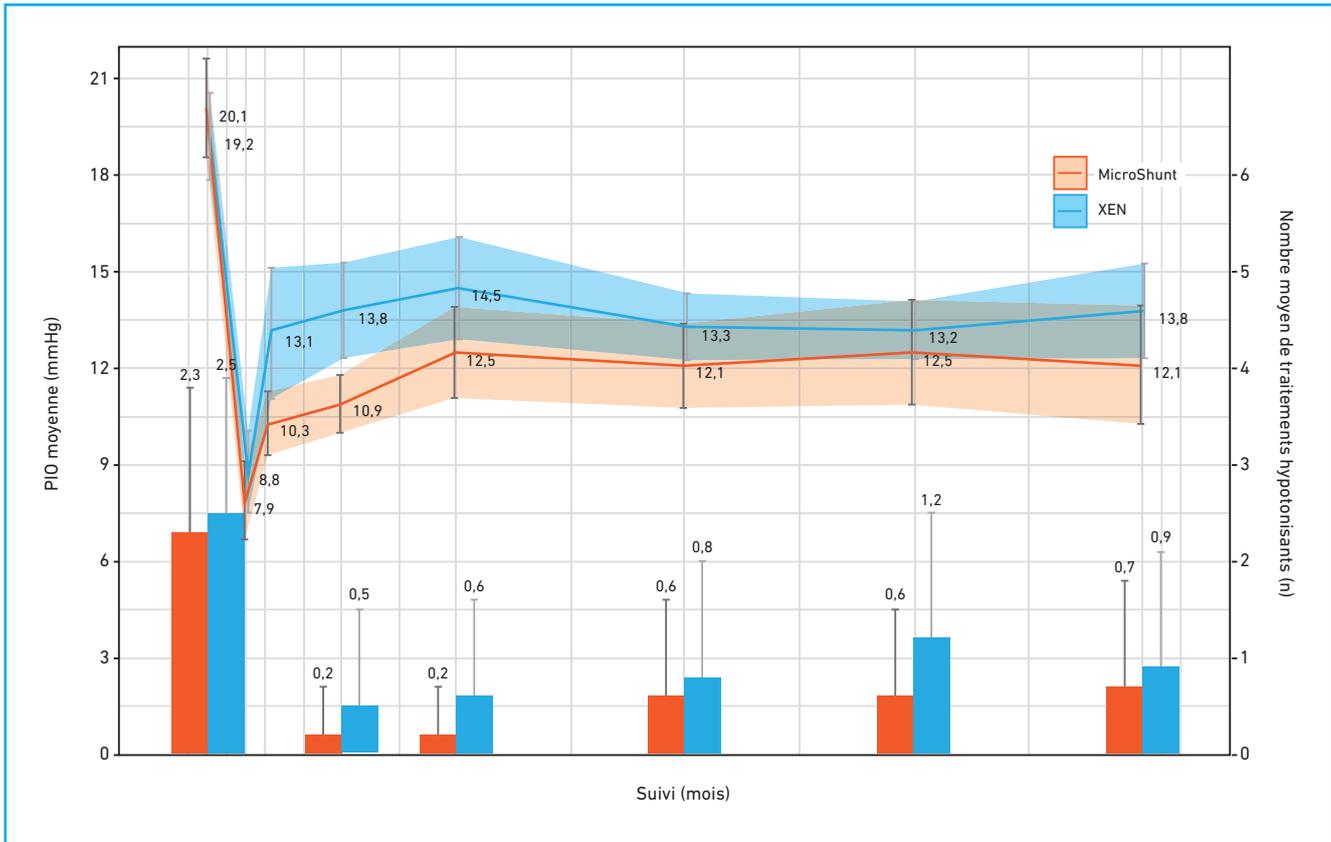


Fig. 8 : Comparaison entre le XEN Gel Stent et le Preserflo MicroShunt (d'après [9]).

	Xen (n = 41)	MicroShunt (n = 41)	P
Suivi postopératoire	10 (24 %)	4 (10 %)	0,08
Reprise de la bulle	2 (5 %)	2 (5 %)	1,00
Needling	8 (20 %)	2 (5 %)	0,09
Autres chirurgies/laser			
Phacoémulsification	6 (38 %)	4 (18 %)	0,27
Cycloaffaiblissement au laser diode micropulsé	8 (20 %)	1 (2 %)	0,029
iStent	1 (2 %)	1 (2%)	1,00
Chirurgie filtrante du glaucome	3 (7 %)	6 (15 %)	0,48
Dispositif de filtration du glaucome	2 (5 %)	4 (10 %)	0,68
Trabéculéctomie	1 (2 %)	2 (5 %)	0,99

Tableau II : Comparaison des suites et nécessité de reprises postopératoires après chirurgie XEN et chirurgie MicroShunt (Preserflo, d'après [9]).

Le choix de l'une ou l'autre des deux techniques sera adapté à chaque patient en fonction de l'état de la conjonctive, de l'éventualité d'une chirurgie combinée

et de la PIO cible (fig. 8 et tableau II). La sévérité du glaucome ainsi que de l'état général du patient peuvent aussi orienter l'indication.

Conclusion

Avec le nombre croissant de patients glaucomateux en France et dans le monde, il est essentiel que les techniques chirurgicales évoluent pour être de plus en plus efficaces sur la baisse de la PIO et également de plus en plus sûres. L'arrivée et les évolutions des MIGS ces dernières années permettent d'élargir les options thérapeutiques possibles pour traiter les patients. Grâce à leur diversité de conception, leurs techniques chirurgicales et leur résultats différents, elles peuvent s'adresser à des profils de patients variés.

Certaines MIGS sont davantage adaptées aux glaucomes débutants et d'autres aux glaucomes modérés ou plus avancés. Le statut du cristallin, l'état de la conjonctive et le contexte général du patient entrent aussi en jeu.

Revue générale

POINTS FORTS

- MIGS : multiples chirurgies micro-invasives du glaucome.
- Indications : GPAO évolutifs avec inefficacité ou inobservance des traitements médicaux.
- Procédure solo ou combinée avec la chirurgie de la cataracte selon les dispositifs.
- Importance du positionnement fin et précis du dispositif utilisé pour obtenir une bonne efficacité.
- Risques per- et postopératoires réduits par rapport aux chirurgies traditionnelles.
- Suites postopératoires souvent plus simples mais nécessité de suivi et de *needling* pour les procédures filtrantes sous-conjonctivales.
- Multiplicité des procédures permettant de proposer des alternatives chirurgicales aux patients selon le stade du glaucome et leur état général.

L'élément fondamental des MIGS est la plus grande sûreté des procédures par rapport aux chirurgies traditionnelles, qui leur permet de s'adresser à un éventail de patients plus large. Ainsi, des chirurgies à des stades plus précoces mais également plus tardifs sont désormais possibles.

BIBLIOGRAPHIE

1. FRIEDMAN DS, QUIGLEY HA, GELB L *et al.* Using pharmacy claims data to study adherence to glaucoma medications: methodology and findings of the

Glaucoma Adherence and Persistency Study (GAPS). *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007;48:5052-5057.

2. HIGGINBOTHAM EJ, HANSEN J, DAVIS EJ *et al.* Glaucoma medication persistence with a fixed combination *versus* multiple bottles. *Curr Med Res Opin*, 2009;25:2543-2547.
3. CRAVEN ER, KATZ LJ, WELLS LM *et al.* 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.
4. BELOVAY GW, NAQI A, CHAN BJ *et al.* Using multiple trabecular micro-bypass stents in cataract patients to treat open-angle glaucoma. *J Cataract Refract Surg*, 2012;38:1911-1917.

5. SAMUELSON TW, SARKISIAN SR, LUBECK DM *et al.*; iStent inject Study Group. Prospective, randomized, controlled pivotal trial of an ab interno implanted trabecular micro-bypass in primary open-angle glaucoma and cataract: two-year results. *Ophthalmology*, 2019;126:811-821.
6. FARUKHI AHMED S, BHATT A, SCHMUTZ M *et al.* Trabectome outcomes across the spectrum of glaucoma disease severity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2018;256:1703-1710.
7. MIZOGUCHI T, NISHIGAKI S, SATO T *et al.* Clinical results of Trabectome surgery for open-angle glaucoma. *Clin Ophthalmol*, 2015;9:1889-1894.
8. AL HABASH A, ALI ALJASIM L, OWAIHDAH O *et al.* A review of the efficacy of mitomycin C in glaucoma filtration surgery. *Clin Ophthalmol*, 2015;9:1945-1951.
9. SCHERES LMJ, KUJUVIC-ALEKSOV S, RAMDAS WD *et al.* XEN® Gel Stent compared to PRESERFLO™ MicroShunt implantation for primary open-angle glaucoma: two-year results. *Acta Ophthalmol*, 2020 [online ahead of print].
10. GILLMANN K, BRAVETTI GE, RAO HL *et al.* 6. Impact of phacoemulsification combined with XEN Gel Stent implantation on corneal endothelial cell density: 2-year results. *J Glaucoma*, 2020;29:155-160.
11. BATLLE JF, CORONA A, ALBUQUERQUE R. Long-term results of the PRESERFLO® MicroShunt in patients with primary open-angle glaucoma from a single-center non-randomized study. *J Glaucoma*, 2021;30:281-286.

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