

Lasers à navigation automatisée : utiles ? Quand ?

RÉSUMÉ : Le Navilas est un laser de nouvelle génération qui offre la possibilité de planifier à l'avance la localisation des impacts laser que l'on souhaite effectuer et, ainsi, d'augmenter la précision des traitements maculaires et périphériques. Il a été montré que les séances de photocoagulation pan-rétinienne utilisant cette technologie sont plus rapides et moins douloureuses pour le patient qu'avec un laser multispot classique.

Le Navilas est très adapté pour le traitement des pathologies maculaires. Il permet également la réalisation de laser en mode subliminal, pouvant être utile dans la prise en charge des chorioretinopathies séreuses centrales et des œdèmes maculaires. Le laser Navilas est donc une très bonne alternative aux appareils traditionnels.

→ F. AMOROSO, A. MIERE

Centre Hospitalier Intercommunal de CRÉTEIL.

La photocoagulation au laser à navigation Navilas (OD-OS GmbH, Teltow, Allemagne) a été introduite en 2009, initialement pour les traitements laser maculaires. La première version de ce laser permettait de faire des images en couleurs, infrarouges et des angiographies du pôle postérieur sans lentille de contact, mais surtout de délivrer des spots laser précisément à l'endroit où ils avaient été programmés par l'opérateur grâce à un *eye-tracking* performant [1-5].

La programmation de la localisation des spots laser peut s'effectuer sur la photographie de la rétine du patient, mais aussi sur tout autre examen qui a été superposé automatiquement à cette photo. Cette approche a un grand intérêt pour traiter toutes les lésions que l'on voit difficilement au fond d'œil (point de fuite de chorioretinopathie séreuse centrale, polypes, microanévrismes au milieu d'autres hémorragies rétinienues) alors que, jusqu'à maintenant, il fallait essayer de retrouver la locali-

sation des zones à traiter en comparant le fond d'œil du patient vu en lampe à fente avec les images d'angiographie. La première version de ce laser était cependant encombrante et d'utilisation peu intuitive.

Récemment, une deuxième génération plus facile d'utilisation est apparue avec le laser Navilas 577s. Il n'est plus couplé à un angiographe, ce qui le rend moins volumineux que précédemment. La suppression de l'angiographe intégré ne diminue en rien les possibilités du laser car il est toujours possible d'importer *via* une clé USB ou une connexion en réseau, si on le souhaite, une angiographie ou tout autre examen pertinent pour réaliser le traitement (OCT-A, *mapping* maculaire...) et de le superposer automatiquement à la rétinophotographie. Ce nouveau laser présente de nombreux avantages, parmi lesquels une rapidité du traitement, une précision et une grande sécurité grâce à un *eye-tracking* performant et à la possibilité d'importer les images angiographiques et OCT, un objectif sans contact pour les traitements focaux, un confort grâce à la lumière infrarouge et moins de douleur pour le patient.

Le Navilas est adapté pour le traitement des pathologies de la périphérie rétinienne et des pathologies maculaires. Il permet également la réalisation de laser en mode subliminal, pouvant être utile dans la prise en charge des chorioretinopathies séreuses centrales et des œdèmes maculaires.

Photocoagulation panrétinienne à navigation

Récemment, l'utilisation du laser Navilas a été étendue à la photocoagulation panrétinienne (PPR) à navigation, permettant un positionnement assisté du *pattern* (laser mono- et multi-spot) jusqu'à l'extrême périphérie de la rétine [3]. En outre, le traitement par laser Navilas minimise l'exposition du patient à la lumière grâce à l'utilisation de lumière infrarouge et en limitant la lumière visible aux captures d'images qui permettent l'évaluation en temps réel. Le Navilas 577S permet également un traitement aisé des rétinopathies diabétiques (RD), des occlusions veineuses rétinienues (OVR) ischémiques, des trous et des déchirures périphériques, mais aussi de toute autre vasculopathie

périphérique comme la rétinopathie drépanocytaire.

Malgré l'existence d'une courbe d'apprentissage, la prise en main est relativement rapide et, dans notre expérience, nécessite la réalisation d'une quinzaine de PPR planifiées. En effet, il faut s'habituer aux spécificités de cette technologie et être notamment vigilant sur le fait que le fond d'œil visualisé sur l'écran n'est pas inversé, comme on en a l'habitude avec une lampe à fente et une lentille grand champ. Après avoir réalisé quelques traitements et acquis de l'expérience, la séance de laser devient au moins aussi rapide qu'avec un laser multispot classique, tout en augmentant la sécurité du traitement et en diminuant significativement la douleur ressentie par le patient [6, 7].

Amoroso *et al.* ont publié une étude en 2019 qui avait comme objectif de comparer la douleur et la durée d'une séance de PPR utilisant un laser multispot conventionnel (Quantel Medical) *versus* le laser Navilas [7]. Des patients naïfs de traitement nécessitant une PPR bilatérale pour RD ont été inclus. Pour chaque patient, la PPR a été réalisée en utilisant un laser multispot conventionnel (577 nm) pour un œil et le laser Navilas (577 nm) pour l'autre. Pour les deux traitements PPR, des paramètres similaires (même puissance, temps d'exposition, nombre, taille et espacement des spots) ont été utilisés. Pour chaque œil, la durée de la séance et la douleur, mesurées à l'aide respectivement d'un chronomètre et d'une échelle visuelle analogique (VAS), ont été enregistrées. 32 yeux de 16 patients (âge moyen 56 ± 13 ans, intervalle 28-74), 11 hommes et 5 femmes, ont été inclus. Une moyenne de 1 289 (1 000-1 500) spots avec une puissance de 352 mW (300-450 mW) et un temps d'exposition de 27 ms (20-30 ms) ont été délivrés. La session PPR avec le laser Navilas (temps moyen de $5,2 \pm 0,8$ min) a été plus rapide qu'avec le laser multispot conventionnel ($6,6 \pm 1,1$ min ; $p < 0,001$). La douleur induite par le laser

a été significativement réduite (VAS : $2,4 \pm 1,6$) en utilisant le laser Navilas par rapport au laser conventionnel (VAS : $7,1 \pm 2$; $p < 0,001$). Les séances de PPR utilisant le laser Navilas étaient donc significativement plus rapides et moins douloureuses qu'avec un laser multispot classique.

La réduction de la douleur et la rapidité du traitement nous permettent de réaliser plus d'impacts par séance (1 800 en moyenne par séance et jusqu'à 3 000 impacts), tout en améliorant la tolérance pour le patient et sans allonger la durée de la consultation pour le médecin.

L'inobservance étant souvent un problème chez les patients diabétiques, nous réalisons dans notre centre le traitement des deux yeux le même jour, permettant d'obtenir ainsi souvent des PPR bilatérales complètes après deux voire trois rendez-vous au total. Toujours afin d'optimiser le confort du patient, nous réalisons le traitement des patients très photophobes en visualisant le fond

d'œil en lumière infrarouge. Par ailleurs, il est possible, à la fin du traitement, d'imprimer un rapport détaillant les zones traitées et les paramètres utilisés afin de guider précisément les séances suivantes.

La **figure 1** montre un exemple de PPR pour rétinopathie diabétique floride chez une jeune femme : la PPR a été complétée en deux séances, avec une douleur très modérée rapportée par la patiente (score de douleur 2,4/10).

Du point de vue technique, après avoir posé la lentille grand champ sur l'œil du patient, il faut prendre une photographie du fond d'œil afin de procéder à la planification du traitement sur les régions d'intérêt. Une fois la planification terminée, les impacts de laser seront délivrés régulièrement et exactement dans les zones prévues. Le résultat est une PPR précise, uniforme, avec des impacts bien visibles et alignés. Dans la même session, il est possible de délivrer jusqu'à 3 000 impacts par œil, ce qui permet de réaliser facilement une PPR complète en

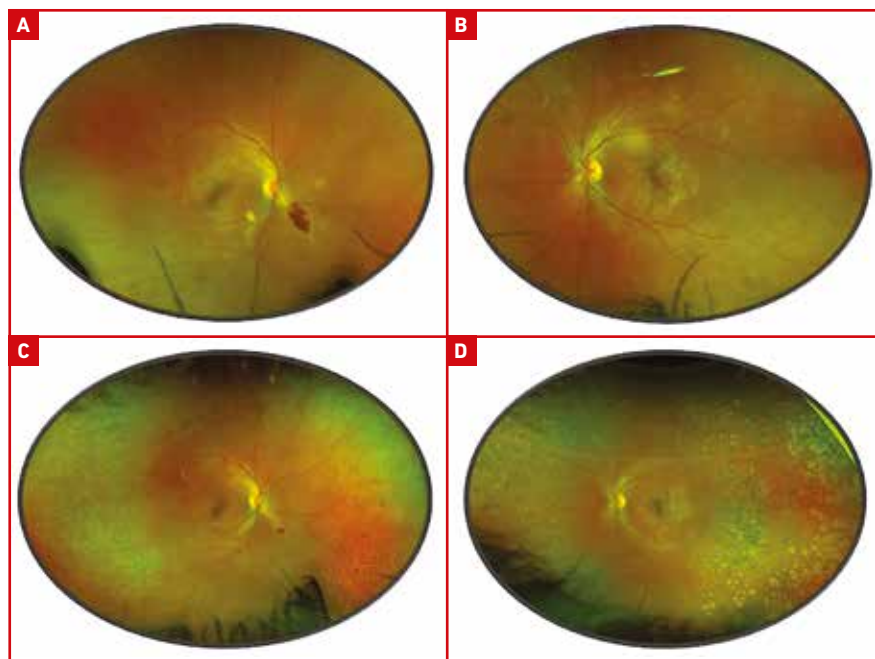


Fig. 1 : Exemple d'une PPR au laser Navilas sur rétinopathie diabétique floride. **A et B :** clichés couleur pré-PPR en imagerie grand champ Optos. **C et D :** clichés couleur post-PPR en Optos, noter l'alignement et la régularité des impacts.

POINTS FORTS

- Le Navilas permet un traitement aisé des rétinoopathies diabétiques, des occlusions veineuses rétinienues, des trous et des déchirures périphériques, et de toute autre pathologie rétinienne périphérique nécessitant un traitement laser. L'utilisation du Navilas pour le traitement de la rétinoopathie diabétique présente de nombreux avantages :
 - la rapidité ;
 - la diminution de la douleur par rapport aux lasers classiques ;
 - le confort pour le patient grâce à la lumière infrarouge ;
 - la précision et la sécurité grâce à la planification du traitement.
- Le laser Navilas permet un traitement focal sans verre de contact, en toute sécurité grâce au système d'*eye-tracking* très performant et de haute précision grâce à la superposition en temps réel des images du fond d'œil aux clichés de l'angiographie à la fluorescéine, de l'angiographie au vert d'indocyanine, de l'OCT et même de l'OCT-A.
- Le traitement focal avec ce laser a prouvé son efficacité et sa sécurité dans l'occlusion des macroanévrismes capillaires, avec résolution de l'œdème secondaire et sans aucun effet adverse.
- Le laser Navilas en mode micropulsé a prouvé son efficacité et sa sécurité dans la prise en charge de la chorioretinopathie séreuse centrale.

deux séances, avec éventuellement une troisième séance pour compléter le traitement de l'extrême périphérie rétinienne.

■ Laser focal à navigation

Dans les traitements focaux, le laser Navilas permet un traitement sans verre de contact, en toute sécurité grâce au système d'*eye-tracking* intégré et de haute précision grâce à la superposition en temps réel des images du fond d'œil aux clichés de l'angiographie à la fluorescéine, de l'angiographie au vert d'indocyanine, de l'OCT-SD et même de l'OCT-A. Il est donc possible de traiter facilement les œdèmes maculaires diabétiques focaux, les microanévrismes secondaires à une occlusion veineuse, les macroanévrismes capillaires secondaires ou isolés, les macroanévrismes artériels, mais aussi les polypes et

les vaisseaux nourriciers au sein des néovaisseaux choroïdiens dans le cadre d'une dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) exsudative dépassée [8].

Les études ont montré que l'utilisation du laser Navilas permet une augmentation significative de la précision du traitement maculaire par rapport à tous les autres types de lasers existants et une réduction de 42 % du retraitement par laser [2]. De nombreux articles ont déjà démontré l'efficacité et la sécurité du Navilas dans le traitement des microanévrismes secondaires à la rétinoopathie diabétique [1-2], mais aussi dans l'occlusion de macroanévrismes artériels [9].

L'efficacité et la sécurité du traitement focal par laser Navilas de macroanévrismes capillaires ont récemment été prouvées [10]. Le but de l'étude était d'évaluer le résultat anatomique

et fonctionnel de la photocoagulation sélective des macroanévrismes capillaires par laser focal à navigation. Des patients consécutifs présentant des macroanévrismes capillaires solitaires ou secondaires de plus de 150 µm de diamètre ont été inclus dans cette analyse. Tous les patients ont été traités par laser focal à navigation, prévu en imagerie multimodale. 17 yeux de 17 patients ont été analysés rétrospectivement. La photocoagulation au laser Navilas a occlus avec succès 100 % des macroanévrismes capillaires, induisant une amélioration significative de l'acuité visuelle à 3 (p = 0,002) et 6 mois (p = 0,001), et une diminution de l'épaisseur maculaire centrale à 3 (p = 0,0004) et 6 mois (p = 0,0004).

Les macroanévrismes capillaires peuvent être très proches de la fovéa et c'est dans ces cas que le Navilas devient particulièrement intéressant. Grâce à l'*eye-tracking* intégré et à la possibilité de superposer en temps réel des images du fond d'œil avec l'imagerie multimodale, il est donc possible de traiter facilement des lésions très près du centre fovéal, sans craindre un éventuel effet secondaire (**fig. 2 à 4**).

■ Laser micropulsé à navigation

Le laser micropulsé utilise un faisceau laser à ondes continues qui est découpé en courtes impulsions répétitives de quelques microsecondes, permettant aux tissus de se refroidir entre les impulsions et de réduire l'accumulation thermique [11].

Le laser Navilas en mode micropulsé a montré son efficacité et sa sécurité dans la prise en charge de la chorioretinopathie séreuse centrale [12]. Le grand avantage par rapport aux lasers micropulsés traditionnels consiste dans le fait que la planification des impacts permet de savoir exactement où le laser va viser, en considérant que les impacts ne doivent pas être visibles.

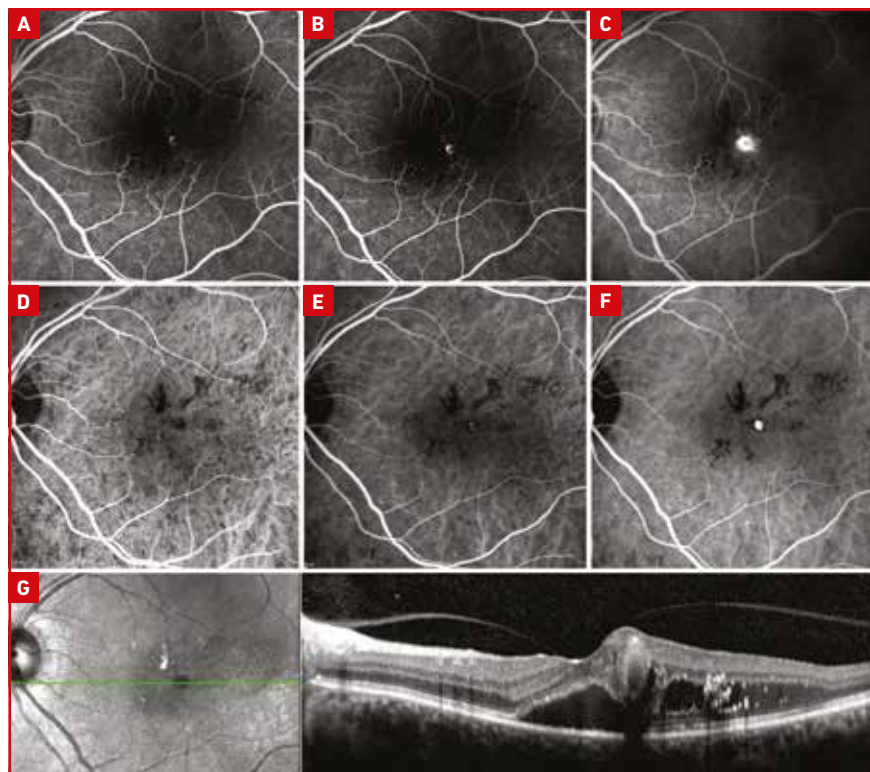


Fig. 2 : Femme de 66 ans avec un macroanévrisme capillaire juxtafovéal de l'œil gauche. **A à C :** l'angiographie à la fluorescéine met en évidence la présence d'un réseau capillaire maculaire dilaté, avec un macroanévrisme capillaire juxtafovéal, déjà visible au temps précoce, accompagné par une diffusion tardive. **D à F :** l'angiographie au vert d'indocyanine confirme la présence d'un macroanévrisme capillaire, accompagné par de nombreux exsudats durs périlésionnels. **G :** l'OCT-SD passant par la lésion montre un macroanévrisme capillaire, distant de 586 µm de la fovea, accompagné par un décollement séreux rétinien rétrofovéolaire et un œdème maculaire.

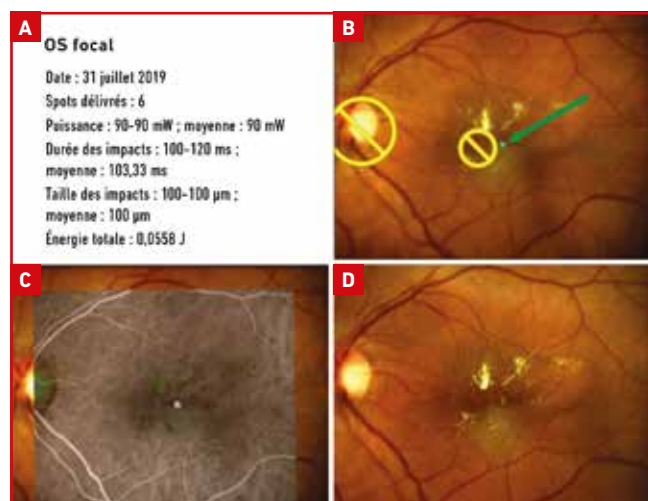


Fig. 3 : Traitement focal par laser Navilas. **A :** paramètres utilisés pour le traitement. **B :** photo couleur montrant la planification du traitement, les deux zones sanctuaires (cercles jaunes barrés) ont été positionnées sur la fovea et la papille. À noter que les impacts planifiés ont été positionnés exactement sur le macroanévrisme (flèche verte). **C et D :** superposition de l'angiographie au vert d'indocyanine et de l'angiographie à la fluorescéine à la photo couleur prise au Navilas.

Conclusion

Le laser Navilas apporte une réelle innovation pour la prise en charge des pathologies rétinienne nécessitant un traitement laser. En plus de sa précision unique qui élargit les indications du traitement par laser focal, il permet de diminuer nettement la douleur ressentie par le patient et d'augmenter son confort. Ce laser combine donc de nombreux éléments qui améliorent la prise en charge de nos patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. KOZAK I, OSTER SF, CORTES MA *et al.* Clinical evaluation and treatment accuracy in diabetic macular edema using navigated laser photocoagulator NAVILAS. *Ophthalmology*, 2011;118: 1119-1124.
2. NEUBAUER AS, LANGER J, LIEGL R *et al.* Navigated macular laser decreases retreatment rate for diabetic macular edema: a comparison with conventional macular laser. *Clin Ophthalmol*, 2013;7:121-128.
3. KERNT M, CHEUTEU R, VOUNOTRYPIDIS E *et al.* Focal and panretinal photocoagulation with a navigated laser (NAVILAS®). *Acta Ophthalmol*, 2011; 89:e662-e664.

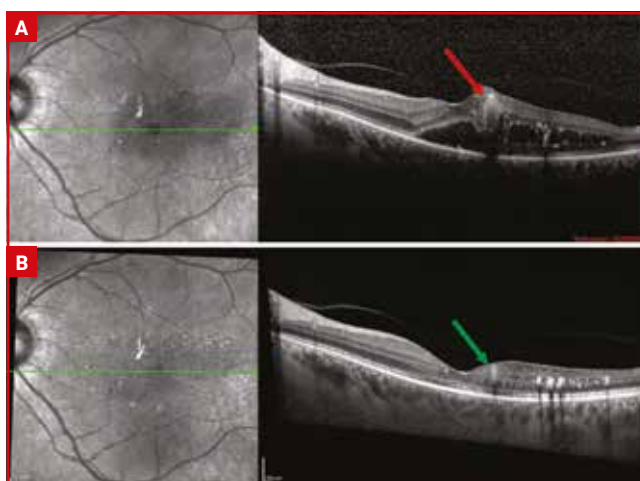


Fig. 4 : Suivi à 3 et 6 mois du traitement laser. **A :** OCT-SD à baseline passant par la lésion montrant le macroanévrisme capillaire (flèche rouge), accompagné par un décollement séreux rétinien rétrofovéolaire et un œdème maculaire. **B :** OCT-SD à 3 mois de suivi montrant l'occlusion du macroanévrisme capillaire (flèche verte), la résolution complète du décollement séreux rétinien et de l'œdème maculaire. À noter, l'absence de cicatrice en région maculaire après le traitement laser.

4. KOZAK I, KIM JS, OSTER SF *et al.* Focal navigated laser photocoagulation in retinovascular disease: clinical results in initial case series. *Retina*, 2012;32: 930-935.
5. CHALAM KV, MURTHY RK, BRAR V *et al.* Evaluation of a novel, non-contact, automated focal laser with integrated (NAVILAS) fluorescein angiography for diabetic macular edema. *Middle East Afr J Ophthalmol*, 2012;19:158-162.
6. CHHABLANI J, MATHAI A, RANI P *et al.* Comparison of conventional pattern and novel navigated panretinal photocoagulation in proliferative diabetic retinopathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2014;55:3432-3438.
7. AMOROSO F, PEDINIELLI A, ASTROZ P *et al.* Comparison of pain experience and time required for pre-planned navigated peripheral laser versus conventional multispot laser in the treatment of diabetic retinopathy. *Acta Diabetol*, 2020;57:535-541.
8. AMOROSO F, SOUIED EH, COHEN SY *et al.* OCTA-guided navigated laser therapy for advanced macula neovascularization secondary to age related macular degeneration. *Eur J Ophthalmol*, 2021;31:3182-3189.
9. MALTSEV DS, KULIKOV AN, UPLANCHIWAR B *et al.* Direct navigated laser photocoagulation as primary treatment for retinal arterial macroaneurysms. *Int J Retina Vitreous*, 2018;4:28.
10. AMOROSO F, PEDINIELLI A, COLANTUONO D *et al.* Selective photocoagulation of capillary macroaneurysms by navigated focal laser. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*, 2021;52:366-373.
11. LUTTRULL JK, SRAMEK C, PALANKER D *et al.* Long-term safety, high-resolution, imaging, and tissue temperature modeling of subvisible diode micropulse photocoagulation for retinovascular macular edema. *Retina*, 2012;32:375-386.
12. CHHABLANI J, RANI PK, MATHAI A *et al.* Navigated focal laser photocoagulation for central serous chorioretinopathy. *Clin Ophthalmol*, 2014;8:1543-1547.



F. AMOROSO, A. MIERE
Centre Hospitalier
Intercommunal de CRÉTEIL.

Les auteurs ont déclaré ne pas avoir de conflits d'intérêts concernant les données publiées dans cet article.