

# Lasers multispots : comment faire la transition d'un laser classique vers ces lasers ?

**RÉSUMÉ :** Le développement des systèmes multispots (ou multipoints) permettant la délivrance d'une salve d'impacts quasiment en même temps a véritablement révolutionné la photocoagulation en la rendant plus sécurisée et plus simple. Le laser monospot/monopoint est en effet associé à un certain nombre d'effets indésirables et peut également être douloureux.

En association à cette nouvelle modalité, des innovations sont actuellement disponibles, comme le laser micropulsé qui délivre un train d'impulsions de très courte durée, estimée en microsecondes. Ce nouveau mode d'émission laser sauvegarde les tissus rétinien et évite la formation de cicatrices. Par ailleurs, le laser avec système de navigation rétinienne intégré permet de réaliser un traitement laser planifié et guidé par des photographies du fond d'œil ou des images importées. Le laser multispot a eu un effet positif significatif sur la pratique de la photocoagulation et la prise en charge des maladies rétinien.

## → A. GIOCANTI-AURÉGAN

Université Sorbonne Paris Nord, Hôpital Avicenne, BOBIGNY.

La photocoagulation au laser est un traitement qui est utilisé depuis près de 70 ans et qui a prouvé son efficacité dans le traitement d'une variété de pathologies telles que la rétinopathie diabétique, certains œdèmes maculaires et diverses pathologies rétinien exsudatives ou ischémiques.

Avant l'arrivée des lasers multispots (délivrant une salve d'impacts : multipoints), les protocoles de photocoagulation nécessitaient d'administrer une série d'impacts laser, spot par spot (monospot ou monopoint). Quand le laser est utilisé pour une panphotocoagulation rétinienne (PPR), qui nécessite la réalisation de plusieurs milliers d'impacts, le traitement monospot est chronophage et fatigant pour le patient et le médecin. De plus, le laser monospot

est associé à un certain nombre d'effets indésirables (tels que le développement d'un œdème maculaire et l'apparition d'altérations du champ visuel) et peut également être douloureux. Le développement des systèmes multispots a véritablement révolutionné la photocoagulation en la rendant plus sécurisée et plus simple.

## Principes de photocoagulation et longueurs d'onde

La photocoagulation utilise l'énergie lumineuse pour coaguler les tissus. Quand cette énergie lumineuse est délivrée au tissu cible, elle est transformée en énergie thermique et provoque ainsi la dénaturation des protéines tissulaires et la nécrose.

L'efficacité de la photocoagulation dépend de la transmission de la lumière à travers les tissus oculaires et

de l'absorption de cette lumière par le pigment dans le tissu cible. La lumière est absorbée principalement par les tissus oculaires qui contiennent de la mélanine, du pigment xanthophylle ou de l'hémoglobine. La mélanine absorbe efficacement les longueurs d'onde (LO) vertes, jaunes et rouges. Le pigment xanthophylle maculaire absorbe facilement le bleu mais absorbe peu le jaune et le rouge. L'hémoglobine absorbe facilement le bleu, le vert et le jaune mais n'a qu'une absorption minimale du rouge.

Les différentes LO sont utiles à connaître, car cibler le bon tissu est essentiel dans le traitement par laser. En effet, la pénétration tissulaire varie en fonction de la longueur d'onde employée.

>>> **LO verte (532 nm) :** il s'agit de la LO utilisée pour réaliser la PPR. Cette LO est absorbée par la mélanine et par l'hémoglobine. Il s'agit d'une LO polyvalente.

>>> **LO jaune (561 à 577 nm)** : c'est la LO utilisée pour la photocoagulation maculaire. En effet, l'absorption de cette LO par le pigment xanthophylle maculaire est négligeable. Sa faible diffusion entraîne moins de dispersion et minimise ainsi les dégâts collatéraux. Il existe une forte absorption par l'hémoglobine, cette LO est donc appropriée pour le traitement focal des micro-/macroanévrismes. Enfin, c'est la LO la plus adaptée aux cas de troubles des milieux.

>>> **LO rouge (659 nm)** : cette LO permet une pénétration sous-rétinienne car est peu absorbée par l'hémoglobine.

## ■ Évolution des lasers

Les lasers monospots ont progressivement évolué vers des interfaces multipoints, assurant une efficacité de traitement pour un temps plus court (divisé par 3 en moyenne) avec moins d'effets secondaires (traumatismes cornéens, œdème maculaire, scotomes périphériques, douleurs et cicatrices atrophiques) grâce aux *patterns* ou schémas de traitement (*fig. 1*). Ainsi, la plupart des constructeurs proposent désormais ces plateformes multipoints qui permettent également de réaliser du monopoint en changeant simplement de mode d'utilisation. Il existe actuellement plus d'une vingtaine de modèles de laser et nous n'aborderons pas ici les différents appareils mais plutôt des technologies innovantes proposées par certains d'entre eux.

>>> **Le laser micropulsé** : les premiers travaux cliniques évaluant ce laser datent de 2010 [1]. Il est composé d'un train d'impulsions de très courte durée [2], estimée en microsecondes (*fig. 2*). Ce nouveau mode d'émission laser sauvegarde les tissus rétinien et évite la formation de cicatrices. Il est actuellement indiqué et étudié dans le traitement de l'œdème maculaire diabétique (OMD) et de la chorioretinite séreuse centrale (CRSC) à des LO différentes (577 nm pour l'OMD et 810 nm pour la CRSC).

Ce procédé de traitement infraliminaire (impacts laser non visibles) peut être combiné au mode multipoint. À la différence de la technologie classique utilisée

dans la photocoagulation, la technologie micropulsée permet de contrôler très précisément l'effet thermique obtenu sur les tissus ciblés. Chaque tir est composé

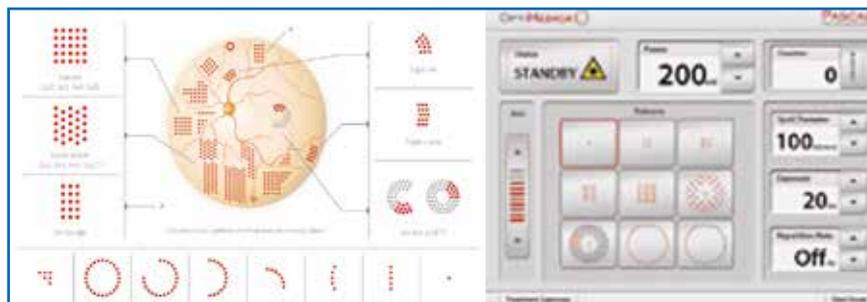


Fig. 1 : Différents schémas (ou *patterns*) d'impacts disponibles sur les lasers multipoints.

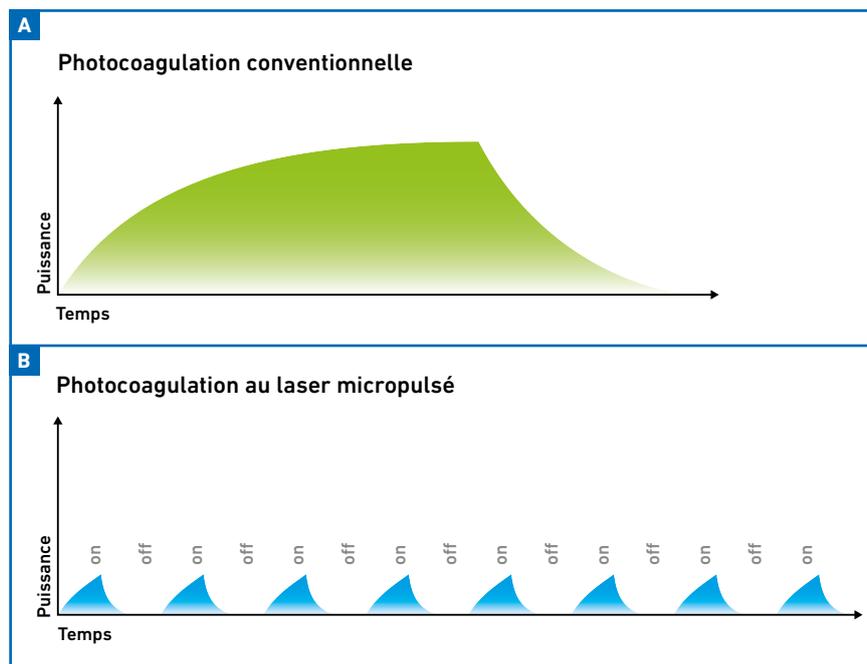


Fig. 2 : Comparaison du train d'ondes au cours d'un laser conventionnel (A) et d'un laser micropulsé (B).



Fig. 3 : Laser avec système de navigation rétinienne permettant d'exclure les zones sanctuaires de la photocoagulation.

d'un train d'impulsions extrêmement courtes dont la durée et les intervalles sont personnalisables.

**>>> Le laser avec système de navigation rétinienne :** il s'agit d'un système permettant de réaliser un traitement laser planifié et guidé par des photographies du fond d'œil ou des images importées (OCT, angiographie ; **fig. 3**). Son avantage est l'*eye-tracking*, qui permet de traiter avec une grande précision et un temps de réaction très court (inférieur à celui de l'œil humain) en cas de mouvements du patient, ce qui garantit une sécurité supplémentaire, notamment pour le laser maculaire, et augmente la précision du traitement [3]. On note également un confort d'utilisation pour le patient et pour le praticien puisqu'il peut être pratiqué en illumination infrarouge et sans verre contact pour les traitements focaux. Il possède également un mode de PPR multipoint très rapide. Ce système permet la réalisation d'une PPR uniforme avec navigation et ainsi repérage des zones déjà traitées.

### Que change le multispot par rapport au laser conventionnel ?

La différence entre les effets du laser conventionnel et ceux du laser multispot peut être visualisée en OCT. Avec le laser conventionnel, les impacts sont irrégulièrement espacés et il existe une cavitation de la couche nucléaire externe affectant les couches internes et externes. Le traitement par laser multispot permet des impacts réguliers en taille et en espacement, et strictement localisés en rétine externe [4] (**fig. 4**).

Le laser multispot permet de délivrer plusieurs impacts quasiment en même temps, mais également une plus grande régularité de ces impacts que le traitement conventionnel. Les impacts peuvent être délivrés par salves de matrices 3 × 3 ou 4 × 4 impacts, permettant de délivrer plus d'impacts en un

temps plus rapide, réduisant ainsi le temps total de traitement.

L'efficacité du laser multispot peut être attribuée à différents changements opérés sur les paramètres de traitement par rapport au monospot. Le temps d'exposition a été réduit (valeurs allant de 10 à 20 millisecondes) et la puissance du laser augmentée. La réduction de la durée d'exposition et l'augmentation de la puissance résultent en une meilleure localisation de l'impact laser sur la rétine externe et la diminution de la diffusion thermique, qui réduit l'étendue des cicatrices épithéliales et l'inflammation secondaire au laser. Le laser multispot est aussi moins douloureux pour le patient puisque la diffusion thermique dans la choroïde, où se trouvent les récepteurs de la douleur, est réduite.

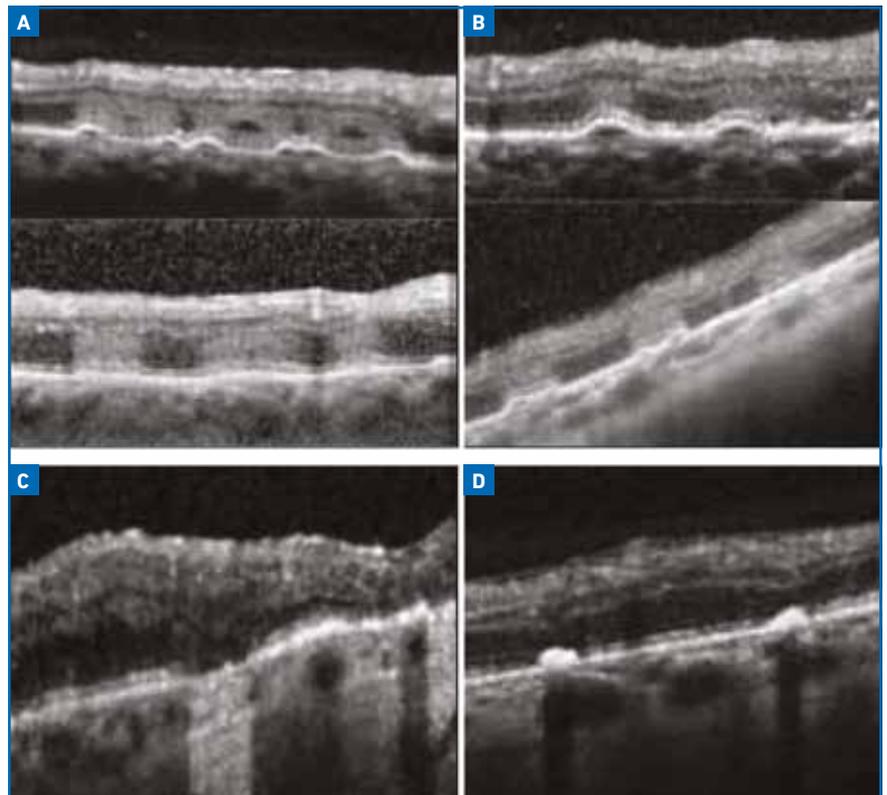
L'étape de titration en début de séance est indispensable. Comme le seuil de puis-

sance dépend de la durée des impacts, de leur localisation et du type de lésion à traiter, le praticien doit titrer la puissance lors de la délivrance des premiers impacts afin d'atteindre l'effet escompté.

### Le laser multispot en pratique

Les paramètres de traitement sont différents pour un laser maculaire ou périphérique. La 1<sup>re</sup> étape pour ces deux traitements est la définition de la taille du spot. Pour la périphérie, c'est en général 400 µm (200 µm avec un facteur de magnification de 2). Pour la macula, ce sont des impacts allant de 50 à 100 µm selon les équipes.

L'opérateur doit titrer le seuil de puissance en fonction de la localisation et du type de tissu à traiter. La focalisation de la lampe à fente est indispensable pour la titration et doit être aussi



**Fig. 4 :** En haut, aspect OCT à J0 des lasers conventionnel (A) et multispot (B). En bas, aspect à M1 des lasers conventionnel (C) et multispot (D).

## POINTS FORTS

- Les lasers multispots ou multipoints permettent de délivrer une salve d'impacts en un temps extrêmement court, contrairement aux lasers monospots qui ne délivrent qu'un impact à la fois.
- Le développement de systèmes multispots a véritablement révolutionné la photocoagulation en la rendant plus sécurisée et plus simple.
- Le traitement par laser multispot permet des impacts de taille et d'espacement réguliers et strictement localisés en rétine externe.
- Le laser multispot est mieux toléré par les patients et produit moins d'effets secondaires. La réalisation du laser est aussi beaucoup plus confortable pour l'opérateur et réduit la durée des séances.

proche que possible de celle du laser pour administrer le traitement de façon précise. La puissance est ensuite titrée jusqu'à obtenir l'effet escompté (blanchiment des tissus en périphérie). Le laser multipoint produit des cicatrices plus limitées, mais cause aussi moins de régression de la néovascularisation pré-rétinienne. Afin d'obtenir la régression de celle-ci, 2 000 à 6 000 impacts sont généralement nécessaires, avec plus d'impacts en fonction de la sévérité de la rétinopathie diabétique.

L'opérateur doit également choisir son schéma ou *pattern* de traitement, l'espacement ainsi que le nombre d'impacts. L'espacement est sélectionné entre 0,5 et 0,75  $\mu\text{m}$  pour un traitement périphérique, avec des impacts plus serrés en fonction de la sévérité de la rétinopathie diabétique. Pour le traitement de la macula, en revanche, les impacts sont non confluent et à peine visibles.

### ■ Les avantages du multispot

Alors que la PPR avec un laser conventionnel nécessitait 4 sessions, la PPR avec un laser multispot peut en néces-

siter moins ou, en tout cas, rendre les séances plus tolérables. Le laser multispot a changé non seulement la photocoagulation mais également la stratégie complète de traitement des maladies rétinienne.

Le laser multispot occasionne ainsi, par un effet thermique moindre sur la choroïde, le développement plus rare d'un OMD après PPR. Par ailleurs, la possibilité de réalisation plus rapide d'une PPR avec moins d'effets secondaires permet de proposer cette option thérapeutique en postopératoire immédiat d'une chirurgie de cataracte dense, par exemple quand la densité du cristallin rend très inconfortable la réalisation de la PPR préopératoire.

Le laser monospot de 532 nm (vert) améliore la prise en charge des maladies rétinienne mais présente certaines limitations. Le rayon laser est notamment dispersé en cas de cataracte. Le problème peut être contourné en utilisant une longueur d'onde jaune de 577 nm. Choisir un laser jaune et une grille d'impacts 3 x 3 peut permettre de réduire l'éblouissement pendant le laser, qui en est également une limite.

## ■ Conclusion

Au total, le laser multispot a eu un effet positif significatif sur la pratique de la photocoagulation et la prise en charge des maladies rétinienne. Le traitement est aussi efficace que le laser conventionnel mais mieux toléré par les patients, il produit moins d'effets secondaires et est plus sûr. La réalisation du laser est aussi beaucoup plus confortable pour l'opérateur et réduit la durée des séances.

## BIBLIOGRAPHIE

1. VUJOSEVIC S, BOTTEGA E, CASCIANO M *et al.* Microperimetry and fundus autofluorescence in diabetic macular edema: subthreshold micropulse diode laser versus modified early treatment diabetic retinopathy study laser photocoagulation. *Retina*, 2010;30:908-916.
2. GAWECKI M. Micropulse laser treatment of retinal diseases. *J Clin Med*, 2019; 8:242.
3. KOSAK 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.
4. GUIGOU S. Multispot laser photocoagulation. *Retina Today*, 2014.



**A. GIOCANTI-AURÉGAN**  
Université Sorbonne Paris Nord, Hôpital Avicenne, BOBIGNY.

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