

Chirurgie de la cataracte au laser YAG Nanoseconde Experience du nano laser YAG CETUS

Dominique Pietrini, *Paris*

Introduction

La technique de phaco émulsification inventée il y a maintenant 50 ans par Charles Kelman demeure aujourd'hui le standard pour la chirurgie de la cataracte. L'idée originelle était de réaliser l'extraction du cristallin par une petite incision pour réduire le traumatisme chirurgical tissulaire. Ce sont les ultrasons qui ont été choisis pour émulsifier le cristallin et après une très longue période d'adaptation et de mise au point la technique est devenue aujourd'hui incontournable. Toutes ses évolutions récentes tendent à réduire encore le traumatisme chirurgical pour une chirurgie moins invasive et plus sûre et une réhabilitation visuelle plus rapide. A la fin du siècle dernier apparaissaient les premiers travaux concernant l'application du laser YAG à l'émulsification du cristallin. Ces travaux conduits principalement par Jack Dodick ont permis d'aboutir à la conception et à la mise sur le marché d'un premier phaco-laser capable de réaliser l'extraction du cristallin. L'enthousiasme suscité par cette avancée l'expérience et les travaux publiés ont conclu à son intérêt et à une efficacité certaine mais limitée et à la nécessité d'améliorer la technologie et en particulier la quantité d'énergie délivrée. Au cours de ces vingt dernières années de nombreuses innovations sont survenues dans le domaine de la chirurgie de la cataracte et la recherche d'une alternative à l'utilisation des ultrasons s'est bien sûr tournée vers le laser dont on sait aujourd'hui qu'il deviendra le mode de chirurgie de la cataracte le plus sophistiqué dans les prochaines années.

Histoire des lasers pour la chirurgie de la cataracte

■ Laser YAG

C'est Jack Dodick qui a réalisé et publié les plus importants travaux concernant l'utilisation du laser YAG pour la chirurgie de la cataracte. Inspiré par l'application du laser YAG sur la capsule postérieure, Dodick imagine d'émulsifier le cristallin avec une sonde laser pour détruire le cristallin sans générer d'effet thermique à travers une incision de l'ordre du millimètre. Le principe est de créer une onde de choc générée par des tirs de laser sur une plaque de titane sans contact direct du laser avec les tissus environnants. Le laser conçu dans les années 90 est approuvé dès 1999 par la FDA. Les effets thermiques comparés à ceux de la phaco-émulsification ultrasonique sont minimes tant au niveau de la sonde elle-même qu'à son extrémité. La création d'un plasma très localisé à l'extrémité de la sonde limite les lésions potentielles aux tissus avoisinants et en particulier à l'endothélium. (*Figure 1*)

L'apport du laser déjà à cette époque est considérable puisqu'il permet compte tenu de l'absence d'échauffement de la sonde de réaliser la chirurgie par une très petite incision de 1,5 mm et ouvre la voie à la chirurgie bi manuelle avec infusion séparée garante de l'absence d'astigmatisme induit de plus en plus nécessaire pour les implantations par incision réduite. De nombreuses études confirment l'efficacité et la sécurité de la technique et son bénéfice en termes de sécurité endothéliale. En l'absence d'effet thermique grâce à une diffusion très localisée de l'onde de choc et à de très faibles niveaux d'énergie requis le laser rivalise avec la phaco émulsification en particulier en termes de préservation endothéliale. Les premières pièces à main sont à usage unique et permettent de faire passer la fibre laser et le circuit d'aspiration à travers 1,5 mm.

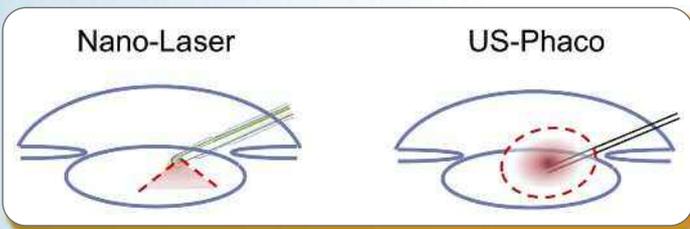


Figure 1 : Yag versus ultrasons

Ces études initiales ont démontré la capacité du laser à traiter aisément les cataractes de grade 1 et 2 de la classification LOCS. Malgré une énergie délivrée inférieure de 83% à l'énergie utilisée au cours d'une phaco émulsification standard le traitement des noyaux de grade 3 et 4 nécessitaient des temps opératoires plus longs (jusqu'à 8 minutes de photolyse pour les grades 3) et des volumes d'irrigation plus importants. C'est ce manque d'efficacité pour les noyaux de grade élevé qui a été le principal frein à l'essor du laser comme le moindre intérêt à l'époque pour les très petites incisions.

■ Lasers femtoseconde

C'est le laser le plus récemment utilisé pour la chirurgie de la cataracte. Son utilisation en chirurgie cornéenne en fait un véritable bistouri laser polyvalent dans les milieux transparents. Son développement rapide a bénéficié d'un large soutien commercial organisé par les principales compagnies et a bénéficié d'une publicité beaucoup plus large. Véritable bistouri laser le femtoseconde peut découper tous les tissus optiquement transparents et sa polyvalence permet de réaliser de nombreux temps chirurgicaux en particulier tous les traitements cornéens d'une chirurgie de cristallin, mais aussi la découpe capsulaire et l'action d'émulsification partielle du cristallin. Le femto laser a montré sa supériorité sur la phaco émulsification manuelle pour certains temps opératoires :

- Réalisation d'incisions calibrées parfaitement construites, meilleure gestion de l'astigmatisme induit et correction potentielle de l'astigmatisme pré-existant grâce à la réalisation d'incisions limbiques relaxantes.
- Réalisation d'un capsulorhexis parfaitement circulaire, centré à la demande du chirurgien et de diamètre précis supérieur en tous points au capsulorhexis manuel. Un débat persiste toutefois sur la solidité de ce mode d'ouverture capsulaire comparé à un capsulorhexis manuel.
- Pré-fragmentation du cristallin qui permet de réduire le temps de phaco-émulsification. Malheureusement le temps de traitement du noyau c'est-à-dire l'émulsification complète du cristallin demeure partielle et nécessite pour le moment le recours aux ultrasons dans la plupart des cas de cataracte de grade supérieur à 2 ce qui en fait une technologie encore dépendante des ultrasons la chirurgie laser ne couvrant qu'une partie de l'intervention.

Son essor reste pour l'instant limité par différents facteurs

- La solidité et l'élasticité du capsulorhexis comparé à une ouverture manuelle fait encore débat.
- Le recours aux ultrasons est réduit mais reste le plus souvent nécessaire alors que l'objectif ultime de la chirurgie reste le « zéro ultrason » et le « tout laser ».

- Le montant de l'énergie totale délivrée même avec un temps réduit d'ultrasons reste élevé du fait de l'application du laser et cette énergie en particulier la chaleur rapidement dissipée est vectrice d'inflammation (prostaglandines).
- Le principal écueil à l'heure actuelle reste le coût des lasers et le surcoût de la procédure pour les patients qui limitent l'offre en particulier en France où les organismes sociaux et les mutuelles ne prennent pas en charge les coûts additionnels et où les patients sont réticents à financer les surcoûts technologiques.
- La faible demande des patients encore peu informés et l'absence de supériorité clinique « palpable » par les patients.
- La difficulté de mise en œuvre des circuits patients au bloc opératoire et un temps opératoire allongé.

■ Le nano laser YAG CETUS (ARC Laser)

C'est l'évolution du laser « Lyla photolysis » développé initialement par Jack Dodick et la société ARC Laser. C'est un laser YAG nanoseconde fonctionnant en mode pulsé conçu pour la photo émulsification du cristallin. Il agit par impacts laser dirigés sur une plaque de titane inclinée à 45° située à l'extrémité de la sonde et générés par une fibre laser (**Figures 2,3 et 4**) et non par une action directe du laser sur le cristallin.



Figure 2 : Extrémité de la sonde laser

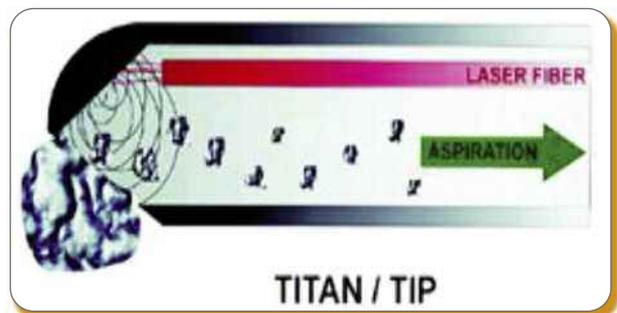


Figure 3 : Coupe sagittale de la sonde laser: La fibre laser est orientée vers une plaque de titane orientée à 45° pour créer une onde de choc, émulsifier le fragment cristallin et aspirer les débris dans la sonde.

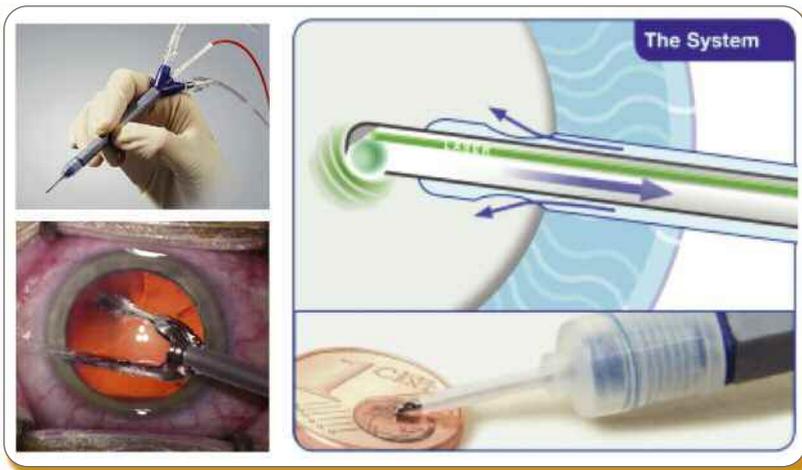


Figure 4 : Piece à main UU Irrigation aspiration laser



Figure 5 : Console CETUS nanolaser et pièce à main

Ce dernier est fragmenté par l'onde de choc et immédiatement aspiré à travers la pièce à main. La conception du laser a changé et il se présente non sous la forme classique d'un phaco émulsificateur mais d'un simple générateur intégré au sein d'une console de dimensions réduites et d'environ 12 kgs (Figure 5) facilement intégrable au bloc opératoire. La console remplace tout le module d'émulsification ultrasonique et s'intègre à toutes les machines existantes pour la gestion des fluides. Le laser émet à une longueur d'onde de 1064 nm, la durée d'un impact est de 5 nanosecondes et l'énergie peut être réglée entre 3 et 10 millijoules. En fin de traitement le laser affiche la quantité totale d'énergie requise en millijoules.

La console doit être couplée à un système de gestion des fluides (irrigation aspiration) qui peut être celle de tout phaco émulsificateur couramment utilisé. Grâce à un système de

couplage au module de vitrectomie des appareils de phaco habituels on peut à la pédale actionner le système d'irrigation aspiration et gérer de façon linéaire les impacts de laser. Le laser est donc facilement intégrable à la pratique quotidienne sans aménagement particulier et à un coût raisonnable. C'est le seul appareil existant à l'heure actuelle capable de réaliser l'intégralité du traitement du noyau au laser.

La technique chirurgicale s'inspire de la phaco émulsification et nécessite une faible courbe d'apprentissage. La chirurgie peut être coaxiale réalisée par une incision de 2,2 mm en glissant la sonde laser dans un embout silicone adapté ou bi manuelle en utilisant la même pièce à main (fibre laser + aspiration) à travers une incision de 1,5 mm et en séparant l'infusion. Compte tenu de l'absence d'échauffement de la sonde aucune précaution particulière n'est requise. Le traitement du noyau repose de préférence sur les techniques de « chop » qui permettent de traiter secondairement les fragments au laser. Les appareils comportant une gestion de la pression intra-oculaire (PIO) paraissent plus adaptés.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Energie maximale	10 mJ
Mode	pulsé
Fréquence de tir	10 Hz
Longueur d'onde	1064 nm
Energie d'un impact	3 mJ à 10 mJ
Durée d'un impact	5 ns
Contrôle	Ecran tactile 7 pouces
Dimensions	135*478*421 mm
Poids	12 kg

Notre expérience avec la nouvelle version du nano laser nous a permis de traiter désormais toutes les cataractes de grade 1 à 4 sans augmenter significativement le temps de traitement du noyau. Les cataractes les plus denses de type N05C05 et N06C06 (classification LOCS) peuvent également bénéficier d'un traitement au laser YAG mais elles nécessitent toujours des temps de photolyse et une irrigation accrue et restent, dans notre expérience, toujours mieux traitées à ce jour par phaco émulsification ultrasonique. La conversion en phaco

NANO LASER	PHACO US
PIÈCE À MAIN ET FIBRE LASER USAGE UNIQUE	PIECE A MAIN REUTILISABLE STERILISABLE
CATARACTES GRADES 1 à 4	TOUS TYPES DE CATARACTES
TEMPS DE PROCEDURE ACCRU	PLUS GRANDE RAPIDITE
PIECE MAIN PLASTIQUE ET LEGERE	PIECE A MAIN METALLIQUE PLUS LOURDE
PAS DE LESION THERMIQUE	PRODUCTION DE CHALEUR

Comparatif Nano Laser versus PHACO US

classique lors de l'apprentissage ou en cas de sous-évaluation de la dureté du noyau reste toujours possible et s'effectue par simple échange de la pièce à main.

■ Nanoseconde versus PHACO US

▶▶▶ Energie

Dés 2001 Kannelopoulos et coll. rapportent l'efficacité et la sécurité du laser pour le traitement des cataractes jusqu'au grade 3 avec une énergie moyenne par patient de 5,65 Joules déjà très inférieure à l'énergie requise à cette époque avec la phaco ultrasonique. Dans une étude prospective récente comparant chirurgie ultrasonique et chirurgie nanoseconde Sauder et coll retrouve une différence très significative d'énergie délivrée : 38,5 Joule \pm 29,9 dans le groupe phacoémulsification ultrasons contre 1,2 Joule \pm 0,7 dans le groupe nanolaser.

▶▶▶ Endothélium

Dans l'étude citée précédemment Sauder et coll. le retentissement endothélial est comparé dans les deux mêmes groupes. A un an la perte cellulaire est significativement plus faible dans le groupe nanoseconde (2,7%) que dans le groupe ultrasons (7%).

Enfin, dans une étude récente Tanev et coll. rapportent leur expérience du nano laser et dans cette étude prospective comparant nano laser et phaco émulsification ultrasonique ils confirment également l'efficacité du laser pour traiter les grades 3 et 4 avec une supériorité du laser en termes de densité endothéliale post-opératoire immédiate et en termes de polyméga-thisme et de polymorphisme cellulaire.

■ Association femtoseconde et nano laser

Comme pour le LASIK l'association des lasers pourrait apporter le meilleur des deux technologies et l'équipe de Mastropasqua a combiné Femto chirurgie pour le traitement cornéen incisionnel et la réalisation de l'ouverture capsulaire et le nano laser pour la fragmentation nucléaire.

Dans cette étude prospective récente Mastropasqua et coll. ont comparé le retentissement endothélial des chirurgies nanolaser aux chirurgies femtoseconde chez 42 patients. Un œil opéré par femtoseconde plus phaco et le deuxième opéré par femtoseconde + nanolaser réalisant ainsi la première véritable chirurgie tout laser. La meilleure acuité visuelle post-opératoire était identique dans les deux groupes. Dans le groupe nano laser la perte endothéliale est significativement moindre et les pachymétries cornéenne centrale et au site d'incision retournent aux niveaux pré-opératoire de façon plus rapide dans le groupe nano laser.

Ces différentes études semblent confirmer l'efficacité et la sécurité accrue d'une procédure sans ultrasons et de moindres lésions tissulaires en comparaison avec la phaco émulsification ultrasonique et la femto phaco pour les cataractes jusqu'au grade 4.

Conclusion

L'intérêt croissant pour la chirurgie laser de la cataracte va dans le sens d'une chirurgie toujours plus sûre et moins invasive. Si la technologie femtoseconde ou nanoseconde ne s'est pas encore imposée dans notre pratique chacun sait le caractère inéluctable de l'utilisation du laser dans notre chirurgie future de la cataracte. L'arrivée des lasers femtoseconde ne doit pas éclipser d'autres technologies qui méritent d'être évaluées. Si le laser femtoseconde représente pour le moment une phaco émulsification assistée par laser l'option du nanolaser qui réalise une véritable chirurgie tout laser représente une alternative au moins aussi efficace à un coût très inférieur et une mise en œuvre aisée. ■

Liens d'intérêts : Consultant PhysIOL
Investigateur pour Carl Zeiss Meditec
Royalties pour produits PhysIOL et Rumex