

# Différents types de lasers, sources de lumières disponibles et leurs indications

JL Lévy

**Résumé.** – Les lasers et les sources de lumières sont nombreuses et ont connu un développement exponentiel ces dernières années. Les progrès se sont orientés principalement vers une meilleure sélectivité de la cible et une meilleure ergonomie de l'appareil.

Le contrôle de la désépidermisation d'une part et du risque pigmentaire – hyperchromie et hypochromie – par les techniques de refroidissement d'autre part, ont apporté un confort tant au patient qu'à l'opérateur.

Les lasers quittent progressivement leurs positions d'alternatives thérapeutiques et passent d'une action tissulaire à une action cellulaire, avec des marqueurs identifiés.

Ces sources industrielles médicalisées s'améliorent par la miniaturisation et l'augmentation de puissance des diodes à prix abordables.

Ainsi, une véritable spécialité est née : la dermatologie laser.

© 2001 Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots-clés :** lasers, lumières pulsées, diodes, sélectivité, reproductibilité, prédictibilité.

## Introduction

Depuis 1994 en France, on assiste à une véritable explosion du nombre de technologies lasers en dermatologie. De plus, des sources de lumière intenses et impulsionnelles – dont l'interaction laser/tissu est moins bien connue –, mais qui donnent des résultats indiscutables, existent pour diverses applications en dermatologie.

Même si le prix public d'un laser ou d'une source de lumière reste encore élevé, sont arrivés, rapidement et de façon conjoncturelle, un nombre élevé d'utilisateurs.

Nous ne rentrons pas dans les détails techniques de chaque traitement, mais traitons succinctement la caractérisation clinique de chaque application.

Tout laser possédant l'homologation CEE MDD 93/42 peut être vendu par un industriel en Europe. Pourtant, il n'existe pas de définition officielle du laser médical. Cela explique qu'à ce jour les lasers médicaux – essentiellement de classe intraveineuse, ce qui définit le risque oculaire – puissent être vendus au public non-médecin. Les taxes varient entre les pays, ils peuvent même, pour les praticiens français, être achetés à l'étranger, moyennant une adaptation du contrat de maintenance. Il faut rappeler à ce sujet trois règles de bon sens :

- connaître l'ancienneté de la société (industriel ou distributeur) ;
- adapter le contrat de maintenance en considérant le consommable, les visites préventives et le déplacement du technicien ;
- apprécier le nombre de ventes mondiales déjà réalisées pour la technologie considérée et prendre l'avis de différents clients.

Jean-Luc Lévy : Dermatologue, centre laser dermatologique, Croix-Rouge française, hôpital du Camas, 208, boulevard Chave, 13005 Marseille cedex, France.

## Lasers de l'épiderme

Si l'on considère la cible dominante qu'est l'épiderme, on retrouve principalement les lasers de photovolatilisation épidermique et ceux de photodisruption des mélanosomes.

### LASERS DE PHOTOVOLATILISATION ÉPIDERMIQUE : ACTION KÉRATINOCYTAIRE (tableau I)

#### ■ Laser CO<sub>2</sub>

Le laser CO<sub>2</sub> émet dans l'infrarouge ; à cette longueur d'onde, il est fortement absorbé par l'eau qui constitue au minimum 80 % de la partie dermoépidermique. La longueur d'extinction de 90 % du faisceau incident se situe entre les 20 et 50 premiers micromètres du tissu, réalisant un échauffement rapide et une vaporisation de l'eau intracellulaire avec volatilisation épidermique.

Lorsque le laser est utilisé en mode continu, la zone de dommage thermique non spécifique se situe aux alentours de 0,5 à 1 mm<sup>[22]</sup>, toujours fonction de la durée d'impulsion. Ainsi, en mode continu, le laser CO<sub>2</sub> est réservé au traitement de lésions de petites tailles, de faible épaisseur, autorisant une rançon cicatricielle minimale ou dans des zones à faible risque cicatriciel. Lorsque l'optique de la pièce à main n'est pas collimatée (même énergie quelle que soit la distance, jusqu'à 30 cm), la distance de focalisation est le garant d'un geste correct contrôlé visuellement. Le temps de contact entre le faisceau et la peau, fonction de la vitesse de déplacement de la main, a pour but de « mimer » une durée de pulse court, pouvant dans ces conditions donner des résultats cliniques extrêmement satisfaisants, notamment pour les lésions en relief type xanthélasmas ou syringomes. Il est relativement aisé d'observer alors le fond anatomoclinique de la lésion et d'arrêter la vaporisation à la face profonde de la lésion épidermique.

À l'inverse, le traitement des lésions en creux, telles que les ridules, les cicatrices d'acné, est moins aisé, puisqu'il s'agit de traiter la peau

**Tableau I. – Liste non exhaustive des lasers CO<sub>2</sub> et erbium : YAG pour l'épiderme marqués « communauté européenne » et disponibles en France au 1<sup>er</sup> mai 2000.**

Laser	Nom de marque	Durée d'impulsion et fréquence de répétition	Énergie par impulsion et puissance de crête	Commentaires
CO <sub>2</sub> impulsionnel	Palomar Trupulse	90 µs	80 - 500 mJ 10 kW	Avec scanner Truscan
CO <sub>2</sub> continu balayé	Sharplan 20c	0,01 - 1 s	350 W	Avec scanner Suretouch
CO <sub>2</sub> continu et pulsé	Coherent Ultrapulse 5 000 c	moins de 1,4 ms	1 - 500 mJ 1 000 W	Avec scanner CPG
CO <sub>2</sub> continu et pulsé	Luxar Novapulse	moins de 800 µs	20 W continu 10 W superpulsé	Avec scanner Surescan
CO <sub>2</sub> continu et pulsé	Deka Smartpulse	200 - 1 200 µs	35 W continu 50, 75, 100 mJ	Avec scanner
Erbium : YAG	ESC Derma 20	350 µs	0,1 - 1,7 J 1 - 20 W	Scanner
Erbium : YAG	Aesculap meditec Dermablate	350 µs	100 - 800 mJ	Scanner
Erbium : YAG	Sharplan Silklaser	350 µs	Maximum : 1 500 mJ 20 W	Scanner
Erbium : YAG	Continuum CB	350 µs	Maximum : 2 000 mJ 20 W	Scanner
Erbium : YAG	Deka Erbium	350 µs	Maximum : 500 mJ	Scanner
Erbium : YAG	Dornier Medilas E	350 µs 20 Hz	Maximum : 2 500 mJ Maximum : 25 W	Scanner
Erbium : YAG	Baasel Superb XL	200 - 800 µs 50 Hz	Maximum : 3 000 mJ Maximum : 20 W	Scanner
Erbium : YAG	Laserscope Venus	300 µs 20 Hz	Maximum : 2 000 mJ Maximum : 20 W	Scanner
Erbium : YAG	Sciton Contour	350 µs 50 Hz	Maximum : 45 W	Scanner
CO <sub>2</sub> , erbium : YAG	ESC Derma K	CO <sub>2</sub> 10 W et erbium 20 W	10 W et > 200 ms synchronisé avec erbium : YAG	Scanner

« normale » périlésionnelle en nivelant celle-ci vers le fond des cicatrices et des ridules qui doivent être peu profondes et suffisamment souples ; il s'agit essentiellement d'une action sur le derme que nous envisageons dans le chapitre correspondant, la photovolatilisation épidermique ne constituant alors qu'un accès au derme [11, 17, 18].

### ■ Laser erbium : YAG

Plus récent dans sa commercialisation en dermatologie, il obéit au principe de photovolatilisation au-dessus du seuil d'ablation. Cela est dû au fait que le faisceau est largement plus absorbé (10 à 18 fois) par l'eau intrakératinocytaire que le CO<sub>2</sub> [2], aboutissant à une ablation pure de type photomécanique [3] avec vaporisation de petits copeaux épidermiques.

Lorsque les impacts sont superposés ou que la fréquence est élevée, ou encore pour les lasers erbium : YAG pulse long, il est possible d'obtenir des effets thermiques de photocoagulation proches de ceux des lasers CO<sub>2</sub> que nous allons revoir dans le chapitre suivant.

Ainsi, une des caractéristiques principales de ces lasers erbium : YAG est la souplesse d'utilisation, en particulier sur les phototypes de 4 à 6. Là encore, les choix industriels sont multiples en termes d'ergonomie, de présence ou non d'un scanner, de qualité de faisceau.

Enfin, le Derma K<sup>®</sup> ESC-Sharpplan, est le seul de sa classe à « mélanger » deux faisceaux simultanément. Il y a une synchronisation des pulses avec un pulse de 350 µs d'erbium recouvert en partie par un pulse de 50 à 100 ms de CO<sub>2</sub> à 10 Hz, suivi par des intervalles de repos de 50 ms. Les réglages s'effectuent au niveau de l'erbium : YAG en J/cm<sup>2</sup> et au niveau du CO<sub>2</sub> en watts. La combinaison des thérapeutiques nous semble toujours plus délicate à analyser en termes d'effets. Les qualités de cet appareil restent à caractériser comparativement à l'utilisation du laser CO<sub>2</sub> ou du laser erbium : YAG, seuls ou en association.

### LASERS DE PHOTODISRUPTION : ACTION SUR LES MÉLANOSOMES

Pour les lésions pigmentées : on retrouve trois types de technologie : le laser Q-switched : YAG utilisé à 532 nm et les lasers Q-switched rubis 694 et alexandrite 755. C'est Polla et al [16] qui ont montré que l'action de ces lasers se faisait sur une structure cellulaire en transit : le mélanosome. Cette structure active au plan métabolique explique certains échecs à ce jour, la sélectivité des lasers n'atteignant pas l'activité cellulaire. Des séries existent essentiellement dans les taches café au lait avec un faible nombre de patients [8, 14] et en plus grand nombre dans le naevus d'Ota, avec des résultats reproductibles. Les taches pigmentées qui peuvent être traitées sont celles qui ne présentent pas de récurrences entre 6 et 12 mois après la dernière séance. Il faut considérer par bon résultat l'éclaircissement quantitatif et son aspect homogène, plus qualitatif.

## Lasers du derme

### PHOTOCOAGULATION NON SÉLECTIVE : LASERS IMPULSIONNELS CO<sub>2</sub> ET ERBIUM : YAG (tableau I)

Comme nous le précisons au chapitre précédent, hormis les lasers CO<sub>2</sub> et erbium : YAG utilisés pour la vaporisation de lésions plutôt peu profondes afin d'éviter une rançon cicatricielle, ces technologies ont une action principale sur le derme.

En effet, la contraction observée après lasers CO<sub>2</sub> et, à un moindre degré, après lasers erbium : YAG, traduit dans un premier temps la dessiccation de la matrice extracellulaire par effet thermique : c'est ce qui va entraîner une dénaturation des trousseaux collagéniques dont l'effet est à contrôler visuellement pour obtenir une néocollagénèse secondaire.

Tableau II. – Liste non exhaustive des lasers et lampes vasculaires marqués « communauté européenne » et disponibles en France au 1<sup>er</sup> mai 2000.

Laser	Nom de marque	Longueur d'onde	Type d'émission	Puissance moyenne	Type d'interaction laser-tissu
Krypton	HGM spectrum K1	511 - 568 nm	Continu	1 W jaune, 2 W vert	Photocoagulation
Argon		488 - 514 nm	Continu	1 - 4 W	Photocoagulation sélective avec Hexascan®
Colorant pompé par argon	Coherent artisan®	570 - 600 nm	Continu	1 - 10 W	Photocoagulation sélective avec Hexascan®
Nd : YAG doublé pompé par flash	Laserscope	532 nm	Quasi continu (5 kHz - 100 ns)	1 - 15 W (35 W Coherent)	Photocoagulation sélective avec Smartscan® Photocoagulation sélective avec Dermacool®
	Aura®	1 et 2 mm			
	Coherent Versapulse	2 - 8 mm			
Nd : YAG doublé pompé par diode	Iriderm	532 nm	Quasi continu 5 kHz - 100 ns	3 W	Présence d'un Scanlite® Photocoagulation Photocoagulation sélective avec Hexascan®
	Diolite®	200 - 1 400 µm			
	HGM				
	Corium®				
	Continuum CB diode Quantel Viridis derma®				
Colorant pulsé pompé par flash short pulse	Candela, Cynosure SLS <sup>(1)</sup>	585 nm	Impulsionnel 1 Hz	Puissance de crête : 20 kW	Photothermolyse sélective
		450 µs 600 µs			
Colorant pulsé pompé par flash long pulse	Candela V Beam	595 nm, 1,5 - 40 ms	Impulsionnel 1 Hz	Puissance crête : 20 kW	Cryogène spray  Photothermolyse et photo-coagulation sélective avec spray cryogène et air pulsé
	Dermo Beam Cynosure V star	595 nm, 0,5 et 1,5 ms			
Nd : YAG doublé Q-switched	Continuum Medlite II® et IV®	532 nm	Impulsionnel 10 Hz ; 5 - 20 ns	Puissance de crête : 1 MW	Photothermolyse non sélective
Lampe flash pulsée	Esc Vasculight	Filtres et transmission par quartz et gel de couplage 515 - 590 nm	Impulsionnel 0,2 Hz, séquencement et durée variables		Photothermolyse et photo-coagulation sélective
	Photoderm®				

Cette action sur le derme est responsable d'amélioration de texture cutanée, de diminution des rides héliodermiques et, dans une moindre proportion, des rides non héliodermiques, de la coloration cutanée par néovascularisation.

Il y a recouvrement des indications entre celles du laser CO<sub>2</sub> et de l'erbium : YAG. Il est complémentaire du laser CO<sub>2</sub> dans le domaine du relissage. En effet, Koch et al<sup>[23]</sup> ont montré que la vaporisation des débris du dommage thermique généré par le CO<sub>2</sub> dans les suites immédiates du relissage au CO<sub>2</sub> par laser erbium : YAG permettait une cicatrisation de meilleure qualité et une élimination de la nécrose avec reformation collagénique de meilleure qualité.

#### PHOTOCOAGULATION SÉLECTIVE : LASERS VASCULAIRES (tableau II)

Il est difficile de parler des lasers vasculaires sans parler de refroidissement, tant les possibilités technologiques de refroidissement ont permis d'augmenter la sélectivité des lasers. Il s'agit de la classe des lasers où les technologies sont les plus nombreuses, sans doute en relation avec la prévalence de la demande de traitements vasculaires, toutes pathologies confondues, dans la population générale.

Les principes peuvent être différents, mais il existe un recouvrement au niveau des indications et donc des typologies de lésions vasculaires traitées.

#### ■ Technologies KTP

##### Lasers

Il s'agit d'un laser Nd : YAG doublé en fréquence par un cristal de KTP permettant une émission à 532 nm. Certains sont pompés par lampe flash, alors que d'autres sont pompés par diodes. Le pompage par diodes en fait des lasers moins puissants, mais susceptibles de donner des effets proches des lasers pompés par lampes : seules la vitesse de déplacement et la taille des spots sont inférieures. Ils remplacent le laser argon<sup>[4]</sup>, principalement pour des raisons d'encombrement, de refroidissement et de maintenance, et sont le plus souvent associés à un scanner pour le traitement des grandes surfaces. Il n'existe que peu de publications, sans doute parce que le traitement de l'indication principale qu'est l'érythrocouperose est standardisable et reproductible moyennant une caractérisation clinique aisée. Les résultats sont semblables à ceux d'autres technologies tels l'argon, le colorant pompé par argon ou la vapeur de cuivre<sup>[15, 19]</sup>. En l'absence de scanner, l'utilisation de gros spots doit être associée obligatoirement à l'utilisation d'un système de refroidissement. Le scanner, quant à lui, prévu pour les spots de petite taille (< 2 mm), a pour but de distribuer les points d'impacts de façon régulière, tout en permettant un refroidissement (intervalle de temps entre les impacts) et ainsi qu'un relatif séquençement spatial et temporel. On peut traiter par la méthode du *tracing* les fines télangiectasies superficielles des membres inférieurs<sup>[1, 7]</sup>.

### Systèmes de refroidissement

À ce jour, les systèmes de refroidissement peuvent être livrés avec le laser. Il s'agit, par exemple, du Vervapulse VPW® Coherent dont la pièce à main permet des spots de 2 à 10 mm, sans scanner, vendu avec un refroidissement par eau circulant au sein d'une fenêtre de saphir transparent dont la température recherchée est habituellement entre 0 et 5 °C. D'autres systèmes avec cryogènes circulant dans une fenêtre en saphir sont commercialisés de façon indépendante et peuvent être adaptés à tout laser KTP.

### ■ Technologie à colorant pulsé

#### Lasers

Commercialisés depuis 1986 aux États-Unis, ils ont largement évolué depuis 15 ans. Pendant de nombreuses années, le laser à colorant pulsé short pulse (450 µs), commercialisé par Candela et Cynosure depuis 1986 aux États-Unis et SLS en Angleterre (ancien Mehl-Biophile), était devenu le laser de première intention pour le traitement des angiomes plans de l'enfant [21]. Les durées de pulse se sont allongées en se rapprochant des durées des lasers continus, dépassant la milliseconde, alors que les longueurs d'ondes, pour plus d'efficacité et d'optimisation du colorant, ont augmenté aux alentours de 595 nm. On retrouve ainsi différents appareils présentant des longueurs d'ondes de 585 à 600 nm avec des durées d'impulsion de 0,5 à 1,5 ms dans un premier temps, dans le but de traiter les microvaricosités des membres inférieurs [10]. Enfin, les derniers-nés des lasers à colorant pulsé, le V beam® Candela et le V star® de Cynosure, présentent des durées d'impulsion de 1,5 à 40 ms (0,5 ms en plus pour le V star®) avec une longueur d'onde unique de 595 nm.

### Systèmes de refroidissement

Le Cynosure, pour son V star®, a choisi l'air pulsé alors que Candela, pour le V beam®, a choisi le cryogène pulsé. Le SLS n'est pas équipé à ce jour de refroidissement mais peut être adapté à tout système à saphir.

### ■ Lampe flash pulsée et son refroidissement [20]

Commercialisée par la société ESC-Sharpplan, elle possède, quant à elle, un faisceau non cohérent, non monochromatique et assure une transmission des photons au travers d'un quartz avec gel de couplage sur la peau. L'aspect clinique immédiat de pseudopurpura évoque une action par absorption, mais aussi peut-être par diffusion. Le quartz de 2,8 cm<sup>2</sup> permet le traitement de grandes surfaces et peut être refroidi par une bague de cryogène l'entourant, ce qui rafraîchit également le gel de congruence cutanée.

### ■ Laser Nd : YAG 1 064 nm impulsionnel

Commercialisé par différentes firmes, il permet de traiter les vaisseaux de plus grande profondeur, tels que les veines réticulaires et les veinectasies, et nous semble là une voie complémentaire des traitements de sclérothérapie [6]. Il semble que la dispersion des photons assurée par le quartz associé au gel de couplage permette une préservation de l'épiderme particulièrement efficace et un effet en profondeur non négligeable.

### ■ Laser alexandrite relaxé 755 et diode 810 nm

Différentes sociétés produisent des lasers alexandrite et des diodes. La longueur d'onde et les systèmes de refroidissement sont indispensables pour obtenir une action en profondeur (2 à 3 mm) sur les veinectasies, venant compléter l'action de la sclérothérapie.

### ■ Indications des lasers et sources de lumières à action vasculaire

Elles étaient bien différenciées pour les premières générations de lasers KTP et de colorant pulsé *short pulse*. En effet, les KTP pouvaient traiter les lésions épaisses et profondes, alors que les

lasers à colorants pulsés étaient plus adaptés au traitement des lésions vasculaires fines et superficielles. L'évolution des durées d'impulsions plus que celle des longueurs d'ondes pour le colorant pulsé permet aujourd'hui un recouvrement des applications, avec la possibilité pour le colorant pulsé de traiter des lésions épaisses avec des durées d'impulsions élevées. La lampe flash, quant à elle, permet de traiter des lésions épaisses ou fines, depuis les angiomes plans jusqu'aux érythrozes, en passant par les angiomes stellaires, capillaires ; elle reste délicate d'utilisation dans les microvaricosités des membres inférieurs.

### LASERS À ACTION PHOTOMÉCANIQUE : LASERS DE DÉTATOUAGE

Les industriels marquent un pas, sans doute en raison de l'efficacité nette sur les tatouages amateurs des lasers Q-switched : YAG, rubis et alexandrite, commercialisés dans le monde.

En France, le Medlite II® et le Medlite IV®, plus puissant, avec une ergonomie meilleure et un profil de faisceau homogène, permettent des détatouages efficaces et reproductibles.

La caractérisation clinique du détatouage est quasiment impossible puisque l'aspect extérieur ne préjuge que peu de la profondeur et de la densité du pigment. Elle ne préjuge en rien, en revanche, de la qualité de celui-ci. Les tatouages professionnels sont plus difficiles à effacer. Le laser Q-switched Nd : YAG, en raison de sa fiabilité et de ses résultats, s'est imposé au niveau mondial pour les tatouages amateurs [13]. En revanche, les lasers Q-switched rubis et alexandrite enlèveraient mieux certains verts.

### Lasers mixtes de l'épiderme et du derme

#### LASERS DÉDIÉS À L'ÉPILATION (tableau III)

Il s'agit sans doute du marché le plus développé du monde occidental des lasers en dermatologie à ce jour et la recherche se remet aujourd'hui lentement en route après une phase de sidération vraisemblablement due à une demande trop grande et à une production industrielle à adapter.

Deux études avec les lasers rubis relaxés agissant par effet photothermique ont montré des résultats permanents de faible pourcentage de repousse [5, 9], alors que la plupart ont choisi comme voie d'évaluer le confort du patient corrélativement à la baisse du nombre de poils. D'autres technologies ont vu le jour après le laser rubis telles que l'alexandrite relaxé, la diode ou le laser Nd : YAG long pulse ; le refroidissement de la peau et un spot large sont les garants d'une efficacité précoce optimale, toujours basée sur l'absorption par la mélanine. Ainsi, le contraste couleur poil/couleur peau explique en grande partie les durées les plus longues d'efficacité. La présence d'un scanner s'avère indispensable pour le traitement de grandes surfaces.

Enfin, les lasers Q-switched Nd : YAG agissant par effet photomécanique méritent que l'on s'y intéresse, surtout en raison de la fiabilité de la technologie et des raffinements à venir [12].

Les technologies de sources des lasers pour l'épilation sont semblables mais, en revanche, les choix industriels amènent à des solutions techniques différentes en termes d'ergonomie et de fiabilité. L'achat d'un laser épilation se fait aujourd'hui de façon largement dominante sur l'ergonomie et sur le choix affectif, sans considérer l'efficacité sur les cycles pilaires individuels qui reste mal connue. En effet, autant la caractérisation clinique en termes de couleur, calibre, profondeur, est simple, autant la compréhension de la dynamique individuelle d'une pilosité reste obscure et, même si le geste est correctement reproduit sur une cible pilaire bien identifiée, la prédictibilité des résultats, donc la reproductibilité, n'est pas systématique.

Les recherches à venir devraient permettre une meilleure compréhension de l'efficacité.

**Tableau III. – Liste non exhaustive des lasers et lampes pour épilation marqués « communauté européenne » et disponibles en France au 1<sup>er</sup> mai 2000.**

Laser	Nom de marque	Fluence (J/cm <sup>2</sup> )	Durée d'impulsion	Fréquence de répétition (Hz)	Commentaires
Rubis relaxé	SLS Chromos 694	5 - 20	0,85 ms	NC	
Rubis relaxé	Palomar E 2000	1 - 50	3 - 100 ms	1	Recyclage des photons et saphir de refroidissement
Rubis relaxé	Dornier Medilas R	10 - 60	5 ms	1 - 5	
Rubis relaxé et Q-switched (QS)	IMS	1 - 25 1 - 10 (QS)	1 ms	1,2 10 ns (QS)	
Rubis relaxé et Q-switched	Aesculap meditec Rubystar	40	2 ms	1	QS en options
Alexandrite relaxé 755 nm	Candela Gentlelase	10 - 50	3 ms	1	Avec spray cryogène et spot maximal 18 mm
Alexandrite relaxé 755 nm	Esc Sharplan Epitouch Alex plus	10 - 50	2 - 40 ms	1 - 5	Avec gel et scanner
Alexandrite relaxé 755 nm	Cynosure LPIR	10 - 40	5, 10, 20 ms	1	Options : PAM refroidie par Dermacool®
Alexandrite relaxé 755 nm	Baasel Epixan XL	16 - 70	1 - 50 ms	1 - 5	Avec scanner et air froid pulsé
Diode 810 nm	Coherent Lightshher	10 - 40	5 - 40 ms	1	Saphir de refroidissement (9 × 9 mm)
Diode 810 nm	Diomed Laserlite	5 - 40	8 - 25 ms	0,5 - 3	Scanner et saphir de refroidissement
Nd : Yag pulsé 1 064 nm	Deka Smartepil I	30 - 150	4 ms	0,5 - 3	
Nd : Yag pulsé 1 064 nm	Laserscope Lyra	20 - 100	10 - 50 ms	4	Scanner et refroidissement par Dermacool®
Q-switched Nd : Yag 1 064 nm	Continuum Medlite IV	2 - 5	25 - 40	10	
Lampe flash pulsée 590 - 1 200 nm	ESC Epilight	30 - 65	2,5 - 7 par pulse	Séquence 2-5 pulses	<i>Crystal collar cooling device</i>
Lampe flash pulsée 600 - 950 nm	DDD Ellipse	30	0,2 - 5	NC	

NC : non communiqué

## Conclusion

Le marché se lisse, c'est-à-dire que le nombre de ventes amorce sa courbe de diminution. Cela signifie que les sociétés qui se sont le plus imposées en termes de recherche et de parcs lasers présents peuvent continuer à exercer alors que les autres vont disparaître.

La recherche industrielle s'oriente inexorablement vers la miniaturisation et vers l'utilisation des diodes lasers. Les sources industrielles médicalisées s'améliorent, pour le plus grand confort des utilisateurs.

La recherche clinique doit, quant à elle, faire un effort de « digestion » des différentes technologies en explorant leur champ d'application de façon plus approfondie, afin de mieux caractériser les lésions cliniques qui répondent de façon reproductible.

Le poil humain, quant à lui, conserve aujourd'hui encore tout son mystère et s'il est très facile d'appliquer le laser dessus, il est très difficile d'expliquer une efficacité permanente comme un échec total.

## Références

- [1] Adrian RM. Treatment of leg telangiectasia using a long-pulse frequency-doubled neodymium: YAG laser at 532 nm. *Dermatol Surg* 1998 ; 24 : 19-23
- [2] Alster TS, Nanni CA, Williams CM. Comparison of four carbon dioxide resurfacing lasers. A clinical and histopathological evaluation. *Dermatol Surg* 1999 ; 25 : 153-159
- [3] Alster TS. Cutaneous resurfacing with Er: YAG lasers. *Dermatol Surg* 2000 ; 26 : 73-75
- [4] Arndt KA. Argon laser therapy of small cutaneous vascular lesions. *Arch Dermatol* 1982 ; 118 : 220-224
- [5] Dierickx CC, Grossman MC, Farinelli WC, Anderson RR. Permanent hair removal by the normal-mode ruby laser. *Arch Dermatol* 1998 ; 134 : 837-842
- [6] Dover JS, Sadick NS, Goldman MP. The role of lasers and light sources in the treatment of leg veins. *Dermatol Surg* 1999 ; 25 : 328-336
- [7] Goldberg DJ, Meine JG. A comparison of four frequency-doubled ND:YAG (532 nm) laser systems for the treatment of facial telangiectasias. *Dermatol Surg* 1999 ; 25 : 463-467
- [8] Grossman MC, Anderson RR, Farinelli W, Flotte TJ, Grevelink JM. Treatment of café au lait macules with lasers: a clinicopathologic correlation. *Arch Dermatol* 1995 ; 131 : 1416-1420
- [9] Grossman MC, Dierickx C, Farinelli W, Flotte TJ, Anderson RR. Damage to hair follicles by normal-mode ruby laser pulses. *J Am Acad Dermatol* 1996 ; 35 : 889-894
- [10] Hohenleutner U, Walther T, Wenig M, Baumler W, Landthaler M. Leg telangiectasias treatment with a 1,5 ms pulsed dye laser, ice cube cooling of the skin and 595 vs 600 nm: preliminary results. *Lasers Surg Med* 1998 ; 23 : 72-78
- [11] Khatri KA, Ross V, Grevelink JM, Magro CM, Anderson RR. Comparison of erbium: YAG and carbon dioxide lasers in resurfacing facial rhytides. *Arch Dermatol* 1999 ; 135 : 391-397
- [12] Kolinko VG, Littler CM, Cole A. Influence of the anagen telogen ratio on Q-switched Nd: YAG laser hair removal efficacy. *Lasers Surg Med* 2000 ; 26 : 33-40
- [13] Leuenberger ML, Mulas HW, Hata TR, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Grevelink JM, et al. Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd: YAG and ruby lasers in treating blue-black tattoos. *Dermatol Surg* 1999 ; 25 : 10-14
- [14] Levy JL, Mordon S, Pizzi-Anselme M. Treatment of individual café au lait macules with the Q-Switched Nd: YAG: a clinicopathologic correlation. *J Cutan Laser Ther* 2000 ; 1 : 217-222
- [15] McCoy SE. Copper bromide laser treatment of facial telangiectasia: results of patients over five years. *Lasers Surg Med* 1997 ; 21 : 329-340
- [16] Polla LL, Margolis RJ, Dover JS, Witaker D, Musphy GF, Jacques SL. Melanosomes are the primary target of the Q-switched ruby laser irradiation in guinea pig skin. *J Invest Dermatol* 1987 ; 89 : 281-286
- [17] Ross EV, Domankevitz Y, Skrobal M, Anderson RR. Effects of CO<sub>2</sub> laser pulse duration in ablation and residual thermal damage implications for skin resurfacing. *Lasers Surg Med* 1996 ; 19 : 123-129
- [18] Ross EV, Naseef GS, McKinlay JR, Barnette DJ, Skrobal M, Grevelink J et al. Comparison of carbon dioxide laser, erbium: YAG, dermabrasion and dermatome: a study of dermal damage, wound contraction and wound healing in a live pig model implication for skin resurfacing. *J Am Acad Dermatol* 2000 ; 42 : 92-105
- [19] Ross M, Watcher MA, Goodman MM. Comparison of the flaslamp pulsed dye laser with argon tunable dye laser with robotized handpiece for facial telangiectasias. *Lasers Surg Med* 1993 ; 13 : 374-378
- [20] Schroeter CA, Neumann HA. An intense light source the photoderm VL flaslamp as a new treatment possibility for vascular lesions. *Dermatol Surg* 1998 ; 24 : 743-748
- [21] Tan OT, Sherwood K, Gilchrist BA. Treatment of children with port-wine stains using the flaslamp-pulsed tunable dye laser. *N Engl J Med* 1989 ; 320 : 416-421
- [22] Trelles MA, David LM, Rigau J. Penetration depth of ultra-pulse carbon dioxide laser in human skin. *J Dermatol Surg* 1996 ; 22 : 863-865
- [23] Utley DS, Koch RJ, Egbert BM. Histologic analysis of the thermal effect on epidermal and dermal structures following treatment with the superpulsed CO<sub>2</sub> laser and the erbium:YAG laser. *Lasers Surg Med* 1999 ; 24 : 93-102