

■ Esthétique

Les détatouages

RÉSUMÉ : La population française se tatoue de plus en plus et, en conséquence, la demande de patients consultant pour un retrait est en forte croissance. Les tatoueurs déposent désormais dans le derme des pigments très variés.

Les lasers déclenchés *Q-switched* permettent la destruction de ces pigments par photothermolyse sélective. Les deux paramètres majeurs pour obtenir la sélectivité du traitement laser sont la longueur d'onde émise, qui doit être absorbée préférentiellement par le pigment, et la durée de pulse du tir, qui doit être inférieure au temps de relaxation thermique de la cible. La diminution de la durée de pulse des lasers *Q-switched* de la nanoseconde à la picoseconde améliore les résultats de traitement. Les lasers dits "picosecondes" commercialisés actuellement n'émettent que sur des durées de l'ordre de la centaine de picosecondes, ne permettant pas de retrouver cliniquement cette amélioration. Les autres réglages du laser à adapter pour la bonne efficacité et sécurité du traitement sont la fluence et la taille de spot.

En pratique, le traitement nécessite jusqu'à 15 séances espacées de deux mois. Les complications pigmentaires et cicatricielles, ainsi que les limites au traitement sont à connaître pour informer et satisfaire au mieux les patients.



A. LAMBERT¹, M. NAOURI²

¹ Médecin esthétique, anti-âge et lasériste,

² Centre laser dermatologique, NOGENT-SUR-MARNE.

■ Aux origines

Bien qu'il soit difficile de déterminer exactement le début des pratiques de tatouage, le plus vieil homme connu tatoué retrouvé dans un glacier du nord de l'Italie est daté de 5300 avant J.-C. Par la suite, de nombreuses autres momies tatouées ont été découvertes en Égypte et en Asie avec des motifs décoratifs et religieux. Le tatouage s'est ensuite exporté sur l'ensemble des continents, le plus souvent à visée identitaire et pour le marquage social (esclaves, bagnards...).

En Europe, le tatouage fût interdit en 787 par le Pape, qui le considérait comme une marque du démon. Il fallut attendre le retour des explorateurs navigateurs pour que la pratique fasse son retour sur le continent. Mais c'est vraiment depuis les années 1970 qu'elle s'est popularisée grâce aux personnalités publiques (chanteurs, acteurs, sportifs...), ce qui

a entraîné le développement d'une nouvelle profession d'artiste tatoueur.

■ Quelques chiffres

D'après l'IFOP en 2017, 18 % des Français étaient porteurs d'un ou plusieurs tatouages, contre 21 % des Britanniques et 31 % des Américains, avec une nette accélération de la tendance depuis 2015. Cela représente plus de 7 millions de personnes en France. Deux tiers des tatouages sont réalisés avant 20 ans [1] et 34 % des 18-25 ans sont actuellement déjà tatoués.

28 % des jeunes tatoués regrettent leur acte [2], et jusqu'à la moitié pour ceux qui se tatouent avant l'âge de 20 ans. 50 % des sujets tatoués consultent pour un retrait. Aussi, si l'on en croit Market Research Future, société de consulting pour l'industrie du laser médical, 80 %

Esthétique

des tatouages sont considérés comme immatures et susceptibles de pouvoir être retirés. On observe ainsi une croissance annuelle du marché du détatouage proche de 13 %.

Actuellement, on détatoue 10 % de la population tatouée en France, et ce pourcentage doublera au minimum dans la prochaine décennie. Les principales raisons amenant à consulter pour un détatouage sont l'embarras professionnel ou social et l'insatisfaction esthétique [3].

Le tatouage

On dénombre actuellement en France environ 4 000 tatoueurs qui ont fait une déclaration de pratique à l'agence régionale de santé (ARS). Leur art se dénomme la dermatographie artistique et consiste à déposer des pigments dans la peau à une profondeur cible allant de 1 à 4 mm, en faisant pénétrer un groupe d'aiguilles plusieurs centaines de fois par minute. Le pigment descend par capillarité le long des aiguilles. Le tatouage est majoritairement opérateur dépendant, car la profondeur dépend de la force d'appui exercée sur les aiguilles et la densité est fonction du nombre de passages (**fig. 1**).

1. Les pigments

Traditionnellement, les pigments tatoués étaient l'encre de Chine, de charbon ou de suif. Désormais, les pigments utilisés sont des solutions de colorants, dilués dans un solvant et mélangés à des agents dispersants et tensio-actifs. Ainsi, il existe de nombreuses variétés de pigments pour une même couleur et même différents mélanges de pigments (**tableau I**). De plus, la taille des particules de pigments peut être hétérogène et varie d'un facteur allant jusqu'à 20 d'un fabricant à un autre, ce qui a des implications thérapeutiques non négligeables.

Dans le cas des tatouages professionnels, les pigments sont généralement déposés à la jonction entre le derme papillaire et

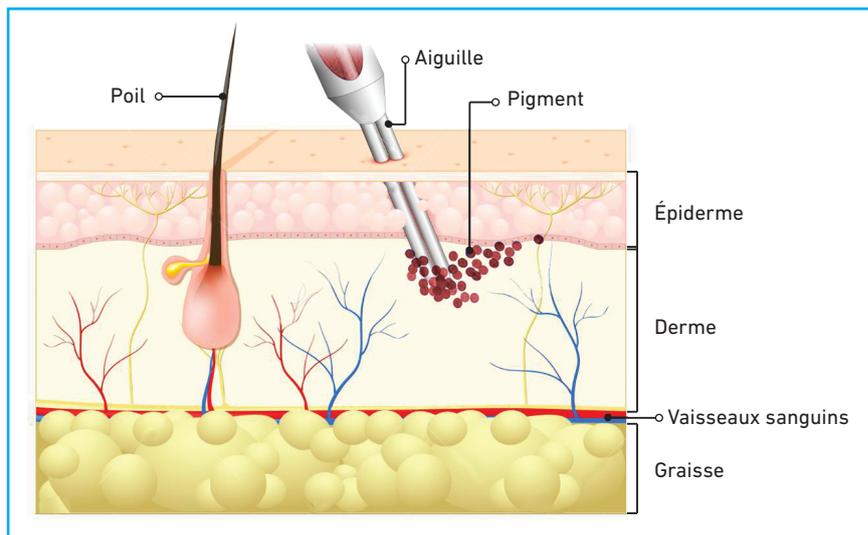


Fig. 1 : Procédé de tatouage.

le derme réticulaire. Les tatouages amateurs présentent une distribution plus hasardeuse.

2. Les suites du tatouage

La pénétration dermique par le dermatographe entraîne immédiatement des altérations micro- et macroscopiques avec la rupture des capillaires sanguins, une réaction inflammatoire douloureuse et la production d'un exsudat. L'épiderme nécrose alors que, dans le derme, l'œdème et les foyers hémorragiques peuvent mettre plusieurs semaines pour régresser.

Durant la première semaine, l'épiderme desquame, éliminant les pigments épidermiques. La majorité des pigments dermiques de taille inférieure à environ 40 nm sont phagocytés et drainés par voie lymphatique (ce qui n'est pas sans poser question sur les conséquences pour l'organisme). Les autres pigments se fixent dans les fibroblastes et le tissu conjonctif, donnant à un mois l'aspect final du tatouage. Ils restent aussi parfois dans les macrophages péri-vasculaires, laissant un aspect bavant des contours.

À terme, il persiste souvent des cicatrices cutanées qu'il convient de repérer avant toute procédure de détatouage.

Couleur du tatouage	Pigments
Noir	Carbone Oxyde de fer Extrait de <i>bloodwood</i>
Bleu	Aluminate de cobalt
Vert	Oxyde de chrome Vert de malachite Vert de Brunswick Oxyde de fer, cyanure Vert de curcuma, etc.
Rouge	Sulfure de mercure (cinabre) Sélénure de cadmium (rouge de cadmium) Ocre (hydroxyde et sulfate de fer)
Jaune	Sulfure de cadmium (jaune de cadmium) Ocre Jaune de curcuma
Marron	Ocre
Violet	Violet de manganèse
Blanc	Dioxyde de titane Oxyde de zinc
Chair	Oxyde de fer (variante de l'ocre)

Tableau I : Les pigments.

Le détatouage

Historiquement, depuis que l'humanité se tatoue, elle se détatoue. Les premières techniques de détatouage par salabrasion sont décrites par Aetius dès 500 avant J.-C. et furent utilisées jusqu'au xx^e siècle [4]. Puis, lui ont succédé les traitements par dermabrasion, exérèses chirurgicales, traitements à l'acide lactique ou acide trichloracétique [5]. Enfin, grâce à l'avènement des premiers lasers, on enlève des tatouages aux lasers CO_2 et argon [6]. Mais aucune de ces méthodes n'est sélective du traitement pigmentaire et les conséquences cicatricielles sont donc majeures [7].

1. Le laser déclenché Q-switched

Dès 1965, Goldman *et al.* [8] ont publié la première recherche sur l'interaction entre les pigments de tatouage bleu nuit et le laser Ruby Q-switché. Les lasers déclenchés ont ensuite été commercialisés dans les années 1980 pour réaliser une photothermolysé sélective des pigments. La photothermolysé est la destruction d'une cible prédéterminée appelée chromophore, entraînant le moins de diffusion de chaleur possible afin d'épargner les tissus adjacents [9].

>>> Durée de pulse et longueur d'onde

Les lasers déclenchés ont un temps de tir du laser, communément appelé durée de pulse, de l'ordre de la nano-seconde (5 à 100 milliardièmes de seconde), ce qui permet le confinement de l'énergie au chromophore. La cible est donc détruite par effet photo-mécanique.

Dans le cas du détatouage, le chromophore est le pigment. Une fois détruit en fines particules, il pourra être résorbé (*fig. 2*) ou être rendu optiquement invisible par perte de réfraction de la lumière. Si la taille de la cible est importante, un phénomène de cavitation peut se produire, à l'origine de la formation d'une bulle gazeuse.

La photodestruction des pigments de tatouage par traitement laser est une tâche complexe. Puisqu'il existe de nombreux types de pigments avec un spectre d'absorption qui leur est propre, la première difficulté est de déterminer la longueur d'onde du laser à utiliser. Celle-ci doit être suffisamment absorbée par le pigment, mais aussi suffisamment peu absorbée par les autres chromophores

principaux de la peau que sont l'eau, l'hémoglobine et la mélanine pour que le faisceau laser pénètre jusqu'au pigment et qu'il ne lèse pas la peau environnante. C'est le principe de photothermolysé sélective (*fig. 3 et 4*).

Les longueurs d'ondes les plus fréquemment utilisées sont le laser Nd:YAG à 1064 nm, le laser KTP à 532 nm, le laser

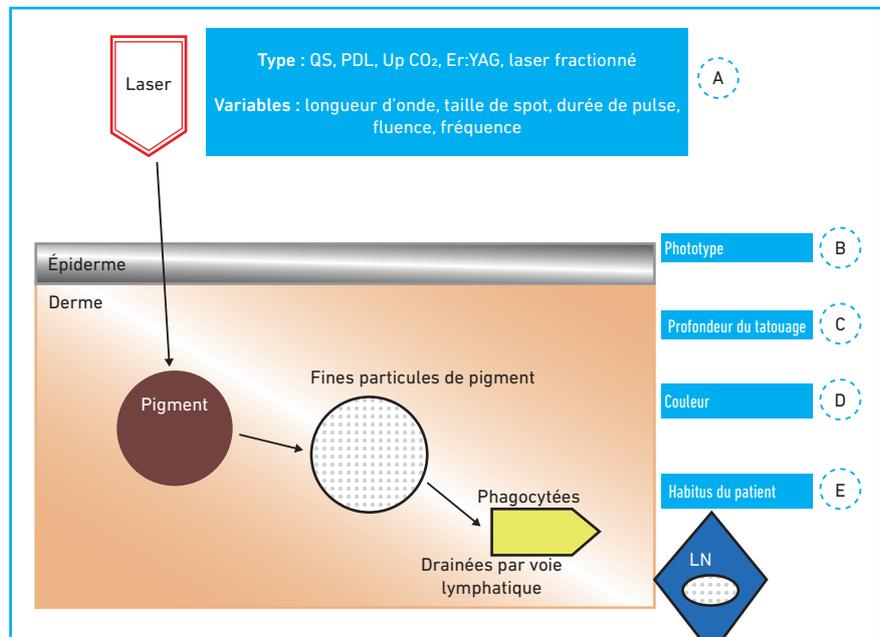


Fig. 2 : Principe du détatouage (d'après Sardana K, Ranjan R, Ghunawat S, Department of Dermatology, Maulana Azad Medical College, Delhi, India).

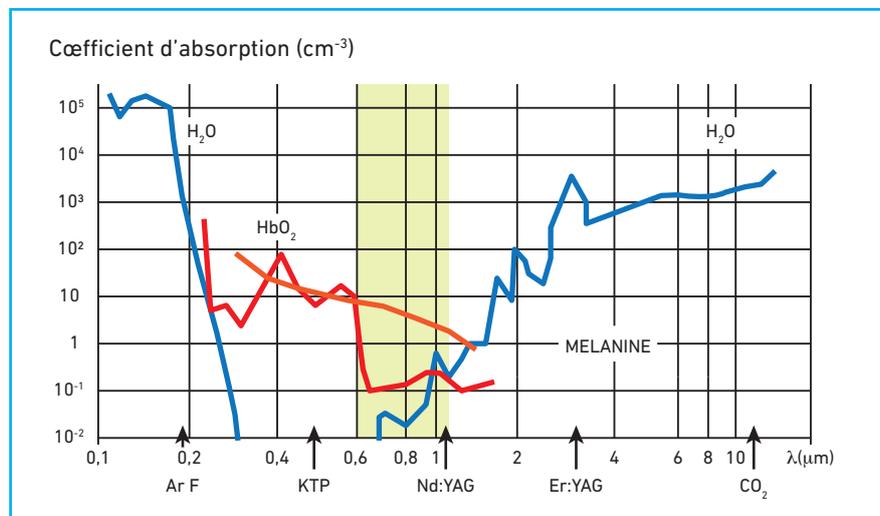


Fig. 3 : Coefficient d'absorption.

Esthétique

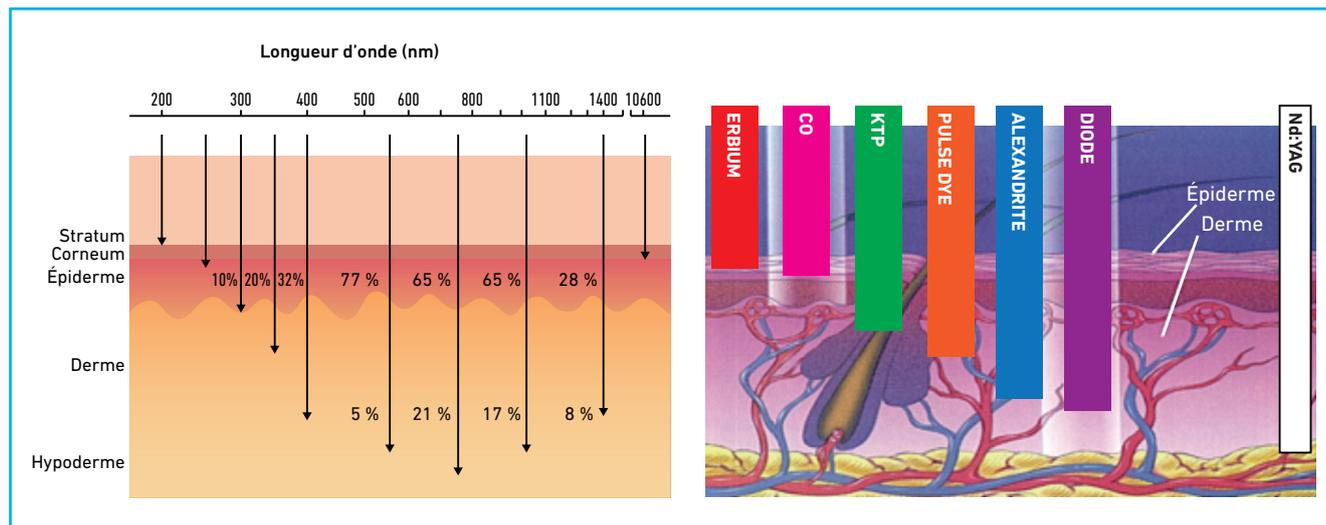


Fig. 4 : Pénétration.

alexandrite à 755 nm et le laser rubis à 694 nm. Plusieurs études ont cherché à démontrer la supériorité d'une de ces longueurs d'ondes sur les tatouages noirs et bleu nuit les plus répandus [10, 11] (fig. 5). En pratique, il semble que le laser rubis soit plus efficace mais avec un risque pigmentaire et cicatriciel plus important. Émettant à 694 nm, il est à proscrire sur les phototypes élevés.

On peut empiriquement dresser un tableau d'efficacité de destruction des pigments selon la longueur d'onde choisie (tableau II) mais, en pratique, il convient de tester sur une petite zone du tatouage du patient si la longueur d'onde

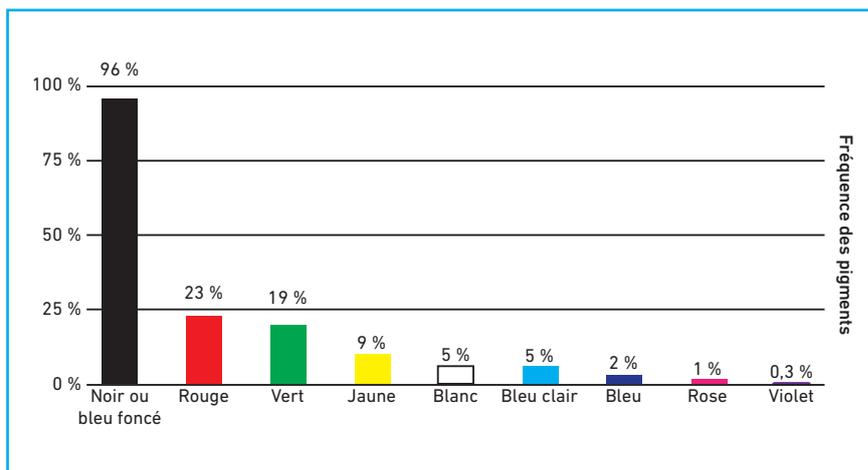


Fig. 5 : Fréquence des pigments.

		Noir ou bleu foncé	Rouge	Vert	Jaune	Blanc	Bleu clair	Bleu	Rose	Violet
Alexandrite	755 nm	+++		++			+			
Ruby	694 nm	+++		+++	+		+	+		
Nd:YAG	1064 nm	+++			+		+	+		
	532 nm	+	+++							
	659 nm			+++						
	473 nm				+++					

Tableau II : Tableau d'efficacité de destruction des pigments. Le laser Nd:YAG est potentiellement efficace sur les 4 couleurs de tatouage les plus communes.

choisie permet une photodestruction sélective du pigment sans souffrance cutanée associée. Si la longueur d'onde n'est pas adaptée à la fois au pigment, aux chromophores naturels et au phototype, le traitement perd sa sélectivité. Les risques pigmentaires et trophiques sont dans ce cas importants.

Selon le phototype cutané des patients, la fenêtre thérapeutique peut-être réduite aux longueurs d'ondes élevées. En raison des différences de concentration et de taille de la mélanine chez les sujets aux phototypes élevés et à cause du filtre d'absorption de la mélanine, les longueurs d'onde en deçà de 1 000 nm sont à éviter.

L'autre paramètre majeur est la durée de pulse. Elle doit être inférieure au temps de relaxation thermique (TRT) de la cible. Le TRT représente la vitesse à laquelle le pigment transmet la chaleur absorbée aux tissus environnants. En effet, si la durée de pulse dépasse le TRT, le pigment diffusera la chaleur qu'il obtient du faisceau laser aux structures qui l'entourent, risquant de les léser. D'où l'usage de lasers émettant en nanosecondes et picosecondes.

>>> Fluence

Une séance test est nécessaire pour déterminer la fluence (quantité d'énergie délivrée au tissu par unité de surface) minimale efficace pour laquelle le pigment blanchit, parfois accompagné d'un purpura. Pour déterminer la fluence initiale, le praticien se base principalement sur l'observation clinique. Si la densité pigmentaire est faible ou si le tatouage est superficiel, le traitement peut débiter d'emblée à des fluences relativement élevées. Si le pigment est dense ou d'aspect plus profond avec des contours bavants, le traitement doit débiter à des fluences faibles. En effet, l'usage de fluences trop élevées sur une densité importante de pigment provoquera un effet de cavitation majeure, causant des plaies pouvant laisser des cicatrices. L'avancement des séances diminuant la densité de pigments du tatouage, les sessions suivantes de traitement pourront être réalisées à des fluences de plus en plus élevées.

Le risque de cavitation est également associé à la grande taille des particules de pigments, mais il s'agit là d'un paramètre non contrôlable pour le praticien.

>>> Taille de spot

L'usage de petites tailles de spot, bien que de pénétration plus superficielle, permet un traitement moins douloureux et une meilleure cicatrisation cutanée (fig. 6). Les spots de plus grande taille sont en effet pourvoyeurs d'un plus grand nombre de cicatrices. En pratique, il est déconseillé d'utiliser des spots de plus de 3 mm de diamètre.

>>> Association au laser fractionné ablatif

Les lasers fractionnés ablatifs sont généralement utilisés pour le *resurfacing* et pour le traitement des cicatrices. Leur usage en association avec les lasers déclenchés permet un meilleur taux de clairance pigmentaire. Ils permettent également une meilleure évacuation gazeuse et donc une amélioration de la récupération cutanée post-traitement, diminuant ainsi les risques cicatriciels et pigmentaires [12]. Une étude comparative au laser déclenché seul a montré que la réalisation du laser CO₂ fractionné après le passage du laser déclenché donnait un résultat supérieur dans 40 % [13].

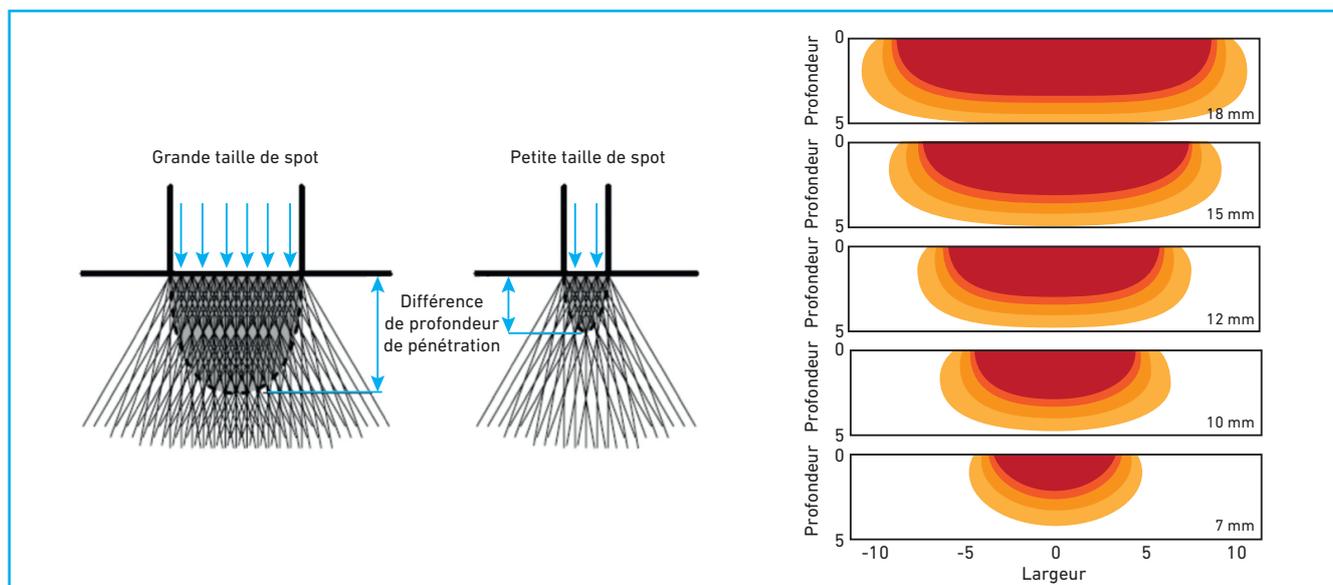


Fig. 6 : Taille de spot (d'après Pope K. *Comparative Monte Carlo examination of energy. Penetration for different hair removal lasers*. Candela Corporation, 2000).

Esthétique

POINTS FORTS

- 18 % des Français sont tatoués. 50 % des sujets tatoués consultent pour un retrait.
- La sélectivité du traitement dépend de la longueur d'onde et de la durée de pulse.
- Il existe une grande variété de pigments, au spectre d'absorption qui leur est propre. Il faut donc trouver la longueur d'onde absorbée sélectivement par le pigment cible.
- Les lasers déclenchés émettent des tirs d'une durée de l'ordre de la nanoseconde, inférieure au temps de relaxation thermique du pigment, permettant une destruction des pigments par photothermolyse sélective.
- La fluence est déterminée cliniquement par l'obtention d'un blanchiment associé parfois à un purpura.
- L'association avec le laser fractionné ablatif améliore les résultats et diminue le risque cicatriciel.
- Les lasers picosecondes, avec une durée de pulse 10 fois inférieure, n'ont pour le moment pas permis d'amélioration significative des résultats malgré leur coût.
- Le traitement nécessite en général 4 à 6 séances pour les tatouages amateurs, et 10 à 15 séances pour les tatouages foncés professionnels. L'intervalle entre les séances est classiquement de deux mois.
- Les complications les plus courantes sont pigmentaires et cicatricielles.

2. Les lasers picosecondes

L'industrie du laser a cherché à diminuer encore la durée de pulse des lasers, pour obtenir un effet de destruction photomécanique plus pur des pigments et réduire l'effet thermique. Ces nouveaux lasers déclenchés n'émettent plus sur des durées de l'ordre de la nanoseconde, mais de la picoseconde.

La première étude chez l'homme utilisant un laser dit picoseconde date de 1998 [14]. Dans cette étude, un laser émettant des pulses de 35 ps était comparé à un laser déclenché Nd:YAG délivrant des pulses de 10 ns, soit un facteur 285 de différentiel. Elle concluait à une

efficacité significativement supérieure du laser émettant à 35 ps sur les tatouages foncés.

Dès 2012, les premiers lasers picosecondes furent commercialisés. Ils émettent avec des durées de pulse de quelques centaines de picosecondes (350 à 800 ps), soit 10 fois plus longues que celles du laser utilisé dans l'étude de Ross [14]. La première allégation des lasers picosecondes est d'augmenter le nombre de particules impactées, en impactant des particules plus petites. Le deuxième intérêt de la réduction de la durée de pulse est de concentrer dans le temps le pic de puissance et donc de nécessiter

moins d'énergie pour être efficace. Ces lasers seraient donc théoriquement plus efficaces sur les tatouages. Ils seraient aussi moins délétères sur le tissu environnant, autorisant donc un rapprochement des séances de traitement.

Quelques autres études *ex vivo* ont démontré la supériorité des lasers picosecondes sur les lasers déclenchés nanosecondes classiques. Mais la première étude comparative contrôlée randomisée *in vivo* n'a montré aucune différence en termes d'efficacité entre les deux types de lasers [15]. La limite majeure de cette étude est qu'elle ne portait que sur deux sessions de traitement.

Plus récemment, une publication a affirmé une discrète différence d'efficacité sur les tatouages foncés en faveur des lasers picosecondes par rapport aux lasers nanosecondes. Cette publication est en fait une synthèse de deux études comparatives qui ne montrent individuellement pas de différence significative [16]. Les deux études comparatives ne portent d'ailleurs pas sur le même laser picoseconde.

3. Discussion nano-pico

Les lasers déclenchés sont des lasers de détatouage efficaces qui ont désormais fait leurs preuves. Les lasers émettant en nanosecondes sont devenus très accessibles pour les praticiens, permettant l'accès aux soins à de nombreux patients. L'arrivée sur le marché des lasers picosecondes n'a pour le moment pas permis d'amélioration significative des résultats malgré leur coût. En outre, les améliorations espérées sur certains pigments colorés ne sont pour le moment pas confirmées.

Les raisons de l'absence majeure d'amélioration clinique malgré l'amélioration technique sont encore mal connues, même s'il est vrai qu'il y a plus de différence de durée de pulse entre les lasers déclenchés émettant à 100 ns et ceux à 5 ns qu'entre ceux émettant à 5 ns et

500 ps. Le différentiel n'est finalement que d'un facteur 10, alors que l'étude de référence de Ross présentait un facteur 235 de différence entre les lasers déclenchés [14].

L'effet thermique provoqué par les lasers déclenchés nanosecondes pourrait avoir une utilité dans le processus de détatouage.

Une autre hypothèse envisagée pour expliquer l'absence d'amélioration notable serait la contrainte technique d'une diminution conséquente d'énergie accompagnant la réduction des durées de pulses.

A contrario, les lasers picosecondes ont une efficacité plus importante sur les pigments de petite taille et par conséquent un intérêt supérieur dans les dernières séances du processus de détatouage. Ils permettent aussi de réduire l'intervalle de temps entre les séances, offrant donc une durée totale de suivi plus courte, mais avec un plus grand nombre de séances et au prix d'un risque hypochromique significatif. En pratique, les lasers picosecondes sont utiles pour traiter quelques cas de tatouages résistants encore aux lasers nanosecondes.

Mais le tarif de commercialisation des lasers picosecondes est bien plus important. En conséquence, le prix du traitement est également plus élevé pour les patients.

■ La séance en pratique (fig. 7 à 9)

La séance se déroule de façon similaire pour tous les lasers déclenchés. Elle débute par l'application d'une anesthésie topique. Puis, le traitement à proprement dit est réalisé par impacts jointifs de laser ayant pour *endpoint*, c'est-à-dire le résultat cliniquement visualisé après chaque tir, un blanchiment de la peau, parfois accompagné d'un purpura et d'une odeur de poudre. Le *stacking* (plusieurs tirs au même endroit) est à



Fig. 7A: Avant. B: après 2 séances, laser Multiline, Linline.



Fig. 8A: Avant. B: après 5 séances, laser Multiline, Linline.



Fig. 9A: Avant. B: après 3 séances. C: après 6 séances. Collection Dr Naouri, laser Curas Ilooda.

éviter, mais cependant peu risqué du fait même de ce blanchiment qui empêche le faisceau d'atteindre les pigments sous-jacents.

Il est possible de réaliser un passage de laser fractionné ablatif immédiatement à la suite un traitement. Pour favoriser la cicatrisation, il convient d'appliquer des pansements gras jusqu'à la dispa-

rition des croûtes. Il est attendu que la zone traitée présente un saignement, des croûtes, un œdème inflammatoire et un érythème pendant plusieurs jours, secondaires à l'effet de vacuolisation et aux dommages tissulaires causés par les ondes de choc [17].

Classiquement, les séances doivent être espacées de deux mois. Comme exposé

Esthétique

précédemment avec l'avancement des séances, la densité pigmentaire diminue et il convient d'augmenter les fluences de traitement. Le nombre de séances et le résultat final sont difficiles à estimer et varient selon les cas. On prédit en général 4 à 6 séances pour les tatouages foncés amateurs et de 10 à 15 séances pour les tatouages foncés professionnels. Les pigments colorés nécessitent parfois plus de séances et sont régulièrement résistants. La taille et la nature des pigments est prépondérante dans le pronostic final de la procédure. La densité pigmentaire est également un paramètre pronostique important : plus elle est faible et plus le résultat sera rapide et satisfaisant.

Les complications

Il existe un risque de virage pigmentaire lié à la réduction des oxydes de fer et de titane, l'intérêt d'un test préalable est donc majeur. Mais le risque le plus redouté est cicatriciel, souvent secondaire à l'utilisation de fluences inadaptées, une trop grande taille de spot, voire simplement à des séances trop rapprochées [18]. Parfois, lors de traitements correctement réalisés, une ombre cicatricielle blanche est résiduelle. Dans tous les processus cicatriciels, l'habitus du patient et le tabagisme sont impliqués.

Le risque pigmentaire est également important en raison de l'interaction mélanocytaire. De fait, seule la longueur d'onde à 1064 nm pourra être utilisée sur les phototypes élevés. Le risque est surtout hypochromique, mais une hyperpigmentation post-inflammatoire transitoire peut survenir. Le risque d'hypochromie est plus important avec les lasers picosecondes.

Les zones distales telles que les membres sont à risque de syndrome des loges si le tatouage est circonférentiel et traité entièrement dans la même séance. Ce sont aussi des zones à mauvais pronostic clinique.

Les pistes d'amélioration

Les lasers déclenchés nano- et picosecondes présentent toujours des limites majeures. Il est aujourd'hui impossible de promettre aux patients une disparition totale des pigments, quelle que soit leurs couleurs, ni de leur assurer l'absence d'effets indésirables.

D'après des simulations informatiques, pour minimiser le risque de dommages cutanés, la durée de pulse idéale serait comprise entre 10 et 100 ps [19], ce qui est à mettre en relief par rapport aux lasers commercialisés actuellement. Théoriquement, avec ces durées de pulse, les tirs du laser n'entraînent plus aucun effet thermique. Par effet plasma, les pigments seraient détruits rapidement. Mais les premières expériences tendent à montrer qu'en diminuant autant les durées de pulse, une partie importante du faisceau laser est absorbée par un mélanocyte, avec une énergie de l'ordre de 10-12 W/cm², provoquant ainsi une vacuolisation trop superficielle et *de facto* une barrière de plasma rendant inaccessible les pigments au faisceau laser. Ce phénomène s'appelle le *laser induced optical breakdown* (LIOB) (fig. 10).

La théorie retenue actuellement pour expliquer le manque d'efficacité des lasers déclenchés est la suivante : il est illusoire de penser que tous les pigments sont déposés à la même profondeur. Ainsi, les pigments les plus superficiels absorbent le faisceau laser,

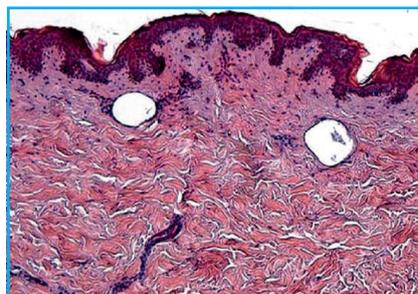


Fig. 10 : Phénomène de *laser induced optical breakdown* (LIOB), d'après [20].

devenant l'épicentre des ondes de choc créées. De par leur destruction, les propriétés optiques de cette strate sont modifiées, augmentant son absorption et rendant l'accès aux pigments plus profonds impossible. Aussi, il est vain d'augmenter la fluence de tir qui ne ferait qu'augmenter les dommages cutanés. Or, la réaction inflammatoire et œdémateuse rend impossible tout traitement rapproché. On attend donc classiquement une durée de deux mois et la cicatrisation complète avant de refaire un traitement.

La solution serait donc d'utiliser des trains de pulses dans un même tir. Les pigments sont plus sensibles aux effets photomécaniques que les tissus cutanés, ils nécessitent donc moins d'énergie à détruire. En réalisant des trains de pulses d'énergie suffisamment importante pour détruire le pigment sans léser les éléments environnants et suffisamment rapprochés pour que les propriétés optiques n'aient pas encore été modifiées, ni que l'œdème ne soit apparu, il serait possible d'éliminer les pigments par plusieurs couches fines dans le même train. C'est ce qu'expérimente une société française.

Une autre expérimentation récente utilise les propriétés de la perfluorodécane qui, en application topique après un passage de laser déclenché, permet de faire disparaître en quelques secondes le blanchiment, offrant la possibilité d'un second passage de laser immédiat [21].

Conclusion

Les lasers déclenchés ont permis de traiter efficacement la demande croissante de détatouage. Mais il existe encore de nombreuses limites aux traitements. Certains tatouages résistent encore malgré les évolutions technologiques récentes. Il est nécessaire de connaître les indications à bon pronostic et les suites de la prise en charge pour informer et satisfaire au mieux les patients.

BIBLIOGRAPHIE

1. ASLAM A, OWEN CM. Fashions change but tattoos are forever: time to regret. *Br J Dermatol*, 2013;169:1364-1366.
2. BENCINI PL, CAZZANIGA S, TOURLAKI A *et al*. Removal of tattoos by q-switched laser: variables influencing outcome and sequelae in a large cohort of treated patients. *Arch Dermatol*, 2012;148:1364-1369.
3. LATRELLE J, LEVY JL, GUINOT C. Decorative tattoos and reasons for their removal: a prospective study in 151 adults living in South of France. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2011;25:181-187.
4. HORN W. [Effects of tattoo removal and results after salabrasion]. *Z Hautkr*, 1983;58:336-342.
5. PIGGOT TA, NORRIS RW. The treatment of tattoos with trichloroacetic acid: experience with 670 patients. *Br J Plast Surg*, 1988;41:112-117.
6. Reid R, Muller S. Tattoo removal by CO laser dermabrasion. *Plast Reconstr Surg*, 1980;65:717-728.
7. VEYSEY E, DOWNS AM. Adverse side-effects following attempted removal of tattoos using a non-laser method. *British J Dermatol*, 2004;150:770-771.
8. GOLDMAN L, ROCKWELL RJ, MEYER R *et al*. Laser treatment of tattoos. A preliminary survey of three year's clinical experience. *JAMA*, 1967;201:841-844.
9. ANDERSON RR, PARRISH JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*, 1983;220:524-527.
10. LEUENBERGER ML, MULAS MW, TISSA RH *et al*. Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG and ruby laser in treating blue-black tattoos. *Dermatol Surg*, 1999;25:10-14.
11. LEVINE VJ, GERONEMUS RG. Tattoo removal with the Q-switched ruby laser and the Q-switched Nd:YAG laser: a comparative study. *Cutis*, 1995;55:291-296.
12. WEISS ET, GERONEMUS RG. Combining fractional resurfacing and Q-switched ruby laser for tattoo removal. *Dermatol Surg*, 2011;37:97-99.
13. NAOURI M. Détatouage par traitement combiné Laser Q-Switched/CO2 fractionné: étude comparative vs Laser Q-Switched seul et analyse de l'impact de l'ordre des traitements Laser. *Ann Dermatol Venereol*, 2014;141:S68-S69.
14. ROSS V, NASEEF G, LIN G *et al*. Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium: YAG lasers. *Arch Dermatol*, 1998;134:167-171.
15. PINTO F, GROSSE-BUNING S, KARSAI S *et al*. Neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) 1064-nm picosecond laser vs. Nd:YAG 1064-nm nanosecond laser in tattoo removal: a randomized controlled single-blind clinical trial. *Br J Dermatol*, 2017;176:457-464.
16. LORGEOU A, PERRILLAT Y, GRAL N *et al*. Comparison of two picosecond lasers to a nanosecond laser for treating tattoos: a prospective randomized study on 49 patients. *J Eur Acad Dermatol Venereol*, 2018;32:265-270.
17. FERGUSON JE, ANDREW SM, JONES CPJ *et al*. The Q-switched neodymium YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser-tattoo interactions. *Br J Dermatol*, 1997;137:407-410.
18. ALORA BT, ARNDT K, TAYLOR CR. Scarring following Q-switched laser treatment of double tattoos. *Arch Dermatol*, 2000;136:269-270.
19. HO DD, LONDON R, ZIMMERMAN GB *et al*. Laser-tattoo removal--a study of the mechanism and the optimal treatment strategy via computer simulations. *Lasers Surg Med*, 2002;30:389-397.
20. HABBEEMA L, VERHAGEN R, VAN HAL R *et al*. Minimally invasive non-thermal laser technology using laser-induced optical breakdown for skin rejuvenation. *J Biophotonics*, 2012;5:194-199.
21. REDDY KK, BRAUER JA, ANOLIK R *et al*. Topical perfluorodecalin resolves immediate whitening reactions and allows rapid effective multiple pass treatment of tattoos. *Lasers Surg Med*, 2013;45:76-80.

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