



Exposé LASER

# Détatouage laser



Ce rapport a été rédigé par :

Sébastien DUBOIS  
Isabelle LOIRET  
Promotion 10

# Sommaire

<b>Introduction</b>	page 1
<b>I. Principe du tatouage</b>	page 2
<b>II. Principe du détatouage</b>	page 3
1. Les premières techniques de détatouage	page 4
2. Le détatouage laser	page 5
<b>III. La technologie laser utilisée</b>	page 8
1. Les lasers abrasifs	page 8
2. Les lasers pigmentaires	page 9
a. Description	page 9
b. L'efficacité des lasers pigmentaires	page 11
c. La tolérance	page 12
<b>IV. Aspect commercial</b>	page 13
1. Le coût	page 13
2. La rentabilité	page 13
3. L'avenir	page 14
<b>Conclusion</b>	page 15

# Introduction

Avec l'émergence du tatouage dans nos sociétés contemporaines, la demande en détatouage n'a cessé d'augmenter ces dernières années. Avec cette demande est née la nécessité de trouver une alternative moins contraignante et surtout moins douloureuse aux techniques de détatouage déjà existantes. La technologie laser a pu répondre à cette demande dans les années 90 : tout d'abord avec les lasers CO<sub>2</sub> et erbium puis avec les lasers pigmentaires, qui sont en passe de devenir la véritable référence dans ce domaine.

Nous allons commencer ce rapport en vous présentant la technique du tatouage ainsi que l'historique du détatouage. Puis dans une seconde partie, nous détaillerons les techniques de détatouage à l'aide de lasers, avec en particulier les applications des lasers pigmentaires. Enfin, nous analyserons les aspects commerciaux de cette technique à travers l'étude de son coût, de sa rentabilité et de son avenir.

# I. Principe du tatouage

Afin de mieux comprendre la technique du détatouage, il convient tout d'abord de rappeler dans cette première partie ce qu'est le principe du tatouage. Cette forme d'art millénaire consiste à injecter des pigments de couleur à environ 1 millimètre de profondeur dans le derme, une couche non renouvelable de la peau (V. Figure 1). Ces pigments dessinent donc un motif qui est visible à travers l'épiderme.

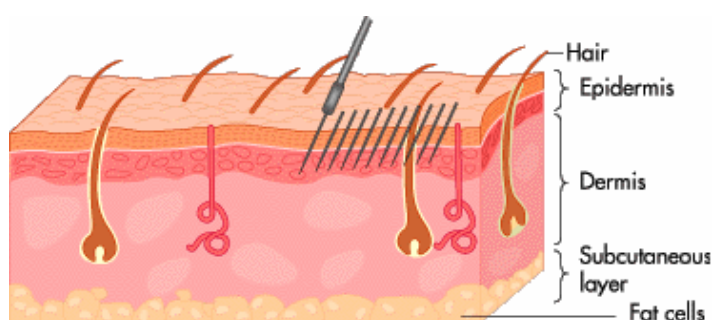


Figure 1

Le tatouage « moderne » est apparu en 1891 avec l'invention de la première machine à tatouer électrique (V. Figure 2). Cette machine fait vibrer verticalement une tige d'acier sur laquelle sont fixées de très fines aiguilles (entre 0,10 / 0,12 mm de diamètre) qui « perforent » la peau à une cadence de 50 à 3000 fois par minute. Ces aiguilles stérilisées sont au préalable trempées dans de l'encre spéciale, composée de pigments insolubles de la taille du micromètre qui se retrouveront emprisonnés au milieu des cellules du derme.



Figure 2

Pour réaliser un tatouage, le tatoueur procède tout d'abord à un nettoyage antiseptique de la partie à tatouer puis reproduit le tracé du motif soit avec un crayon à main levée, soit au moyen d'un calque transfert. « L'opération » peut alors commencer. Le contour du motif se pique avec un faisceau de une ou trois aiguilles selon la finesse du trait désirée puis le tatoueur procède à l'ombrage et enfin au remplissage des couleurs avec des faisceaux de 6 à 8 aiguilles assemblées en "rond" ou en "peigne". Une fois achevé, le tatouage est à nouveau nettoyé à l'antiseptique et enduit d'une pommade cicatrisante. Pendant les 3 jours suivants, le tatouage sera recouvert d'une compresse stérile non adhérente qu'il faudra renouveler 2 fois par jour.

## II. Principe du détatouage

### 1. Les premières techniques de détatouage

Avant que les techniques de détatouage laser ne deviennent populaires à la fin des années 80, plusieurs méthodes chirurgicales plus au moins douloureuses et esthétiques étaient alors pratiquées. Ces méthodes plutôt expéditives sont nées de la volonté des patients de retirer à tout prix leurs tatouages (communauté juive après l'holocauste, anciens bagnards, militaires etc...).

- **L'abrasion du derme** : la peau est « décapée » pour retirer les premières couches de la peau (V. Figure 3).

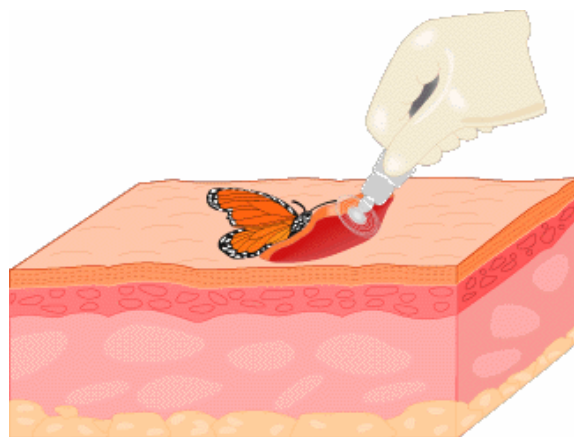


Figure 3

- **La cryochirurgie** : la zone tatouée est gelée à l'aide de gaz liquide puis retirée (V. Figure 4).

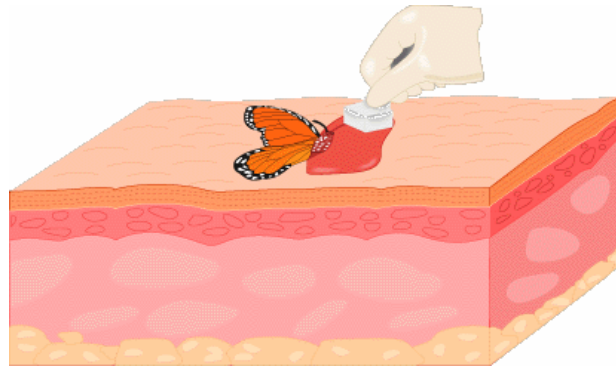


Figure 4

- **L'excision** : le chirurgien dermatologue retire la zone tatouée avec un scalpel et referme la zone en la recousant (V. Figure 5). Dans le cas de tatouages de grande taille, une greffe de peau est pratiquée.

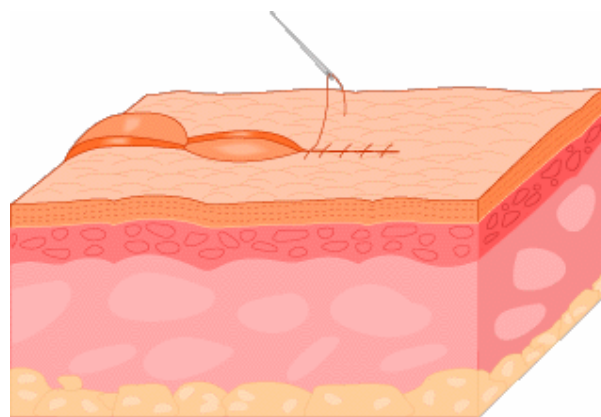


Figure 5

Comme expliqué précédemment, les premiers patients du détatouage étaient uniquement soucieux de se débarrasser de traces d'un passé douloureux ou révolu et acceptaient de vivre le reste de leur vie avec une cicatrice post-opératoire.

Mais avec la propagation et l'intégration du tatouage dans les sociétés contemporaines, un nouveau marché est rapidement apparu à la fin des années 80. Il s'agissait donc de permettre aux patients de faire disparaître en douceur et sans effets secondaires un tatouage effectué sur un coup de tête ou qui ne correspond plus à leur état d'esprit.

## 2. Le détatouage laser

Bien que les techniques détaillées précédemment soient toujours utilisées dans certains cas (et dans certains pays), l'utilisation des lasers est devenue un standard dans le traitement du détatouage car elle évite les effusions de sang et minimise les effets secondaires.

Il existe deux traitements lasers différents pour le détatouage. La première méthode, la plus ancienne, consiste à se servir d'un laser comme d'un bistouri pour l'exérèse (terme médical pour ablation) des tatouages. Il s'agit en fait d'abréser (phénomène photo-ablatif) toutes les couches de la peau jusqu'à celle contenant les pigments. L'avantage principal de cette première méthode est la rapidité du traitement puisque celui-ci est réalisé le plus souvent en une seule fois. L'inconvénient est que ce type de détatouage nécessite un suivi et une convalescence post-opératoire importante pour permettre une bonne cicatrisation. De plus, il n'est malheureusement pas impossible qu'une cicatrice post-opératoire apparaisse malgré tout.

Cette dernière méthode a fortement périclité depuis l'apparition du détatouage par les lasers pigmentaires. En effet ces lasers émettent de courtes impulsions de lumière très intenses qui traversent (sans aucune action) les premières couches de la peau pour être ensuite sélectivement absorbées par les pigments du tatouage situés dans le derme (V. Figure 6). L'avantage des lasers pigmentaires est donc leur sélectivité : leur action est ciblée uniquement sur les gouttelettes d'encre ou de pigment et ne détériore donc pas les cellules du derme et la périphérie de la zone.

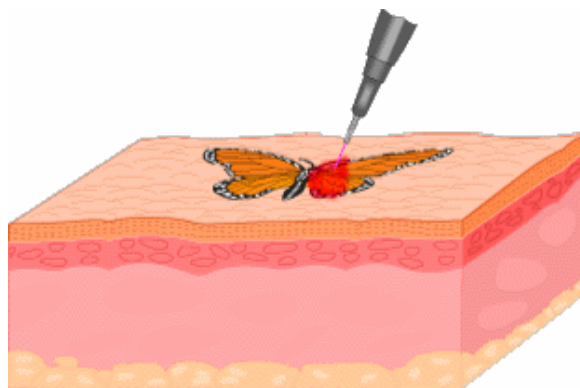


Figure 6

La "poussière" pigmentaire ainsi obtenue est éliminée par phagocytose progressive par le système macrophagique (système immunitaire du corps). L'avantage pratique de cette méthode est la qualité de la cicatrisation, sans cicatrice réelle, ni même achromie (absence de pigmentation de la peau) séquellaire.

Cette méthode comporte tout de même un certain inconvénient : plusieurs séances s'avèrent nécessaires pour effectuer un détatouage complet. Tout dépend alors de la nature du tatouage et des méthodes employées pour le réaliser :

- Pour un tatouage polychrome (multicolore), un seul laser (correspondant à une seule panoplie de couleur traitable) peut être utilisé par séance. Il est donc nécessaire de laisser passer plusieurs semaines entre chaque traitement de panoplies de couleurs différentes.
- Les pigments d'un tatouage ne se situent jamais à la même profondeur et il arrive même très souvent que plusieurs couches de pigments se superposent. Or lors de chaque séance, les lasers pigmentaires ne sont efficaces que sur la première couche de pigments rencontrée par le faisceau et il faut donc laisser plusieurs semaines au corps pour détruire les fragments résiduels entre chaque séance avant de traiter la couche de pigments inférieure et ainsi de suite...

A la première venue du patient chez un praticien, il est donc difficile de prédire le nombre exact de séances nécessaires au détatouage. Mais les statistiques nous apprennent que les praticiens effectuent en moyenne 3 à 6 séances pour un tatouage amateur, et 5 à 10 pour un tatouage professionnel.

Les photos suivantes représentent des exemples de patients ayant effectué un détatouage à l'aide de lasers pigmentaires :



# III. La technologie LASER utilisée

Le potentiel des lasers en matière de détatouage a été découvert lors des recherches effectuées par les laseristes dans le domaine des lasers vasculaires. Les lasers abrasifs ont tout d'abord été utilisés jusqu'à la moitié des années 90 et ont ensuite été détrônés par les lasers pigmentaires qui s'apprêtent à devenir la véritable référence dans ce domaine.

Tous les lasers utilisés sont dits de classe IV, c'est à dire qu'ils émettent plus de 500 mW en continu et que seul un médecin qualifié est autorisé à les utiliser.

## 1. Les lasers abrasifs

Le principe de ces lasers est donc d'« abraser » les premières couches de la peau pour atteindre celles qui contiennent les pigments à détruire. Etant donné que cette méthode est de moins en moins utilisée, une simple description des lasers est présentée ci-dessous :

- **Le laser à CO<sub>2</sub> :**

Ce laser a été le tout premier utilisé pour réaliser les détatouages. Celui-ci émet dans le domaine infrarouge à 10600 nm et est utilisé soit en régime continu soit en régime impulsif. Ce laser est préférentiellement utilisé dans le cas de tatouages profonds car il permet une abrasion rapide des différentes couches de la peau.

Le principal intérêt de ce laser est qu'il permet l'hémostase de la zone traitée, c'est à dire que le sang coagule aussitôt au passage du faisceau. Son inconvénient est de provoquer un échauffement et une sensation de brûlure assez aigüe pendant la séance et jusqu'à quelques jours suivant l'opération.

- **Le Laser Erbium :**

Ce laser émet dans le domaine proche infrarouge à 2940 nm et est utilisé soit en régime continu soit en régime impulsionnel. Ce laser est préférentiellement utilisé dans le cas de tatouages peu profonds car il permet d'éviter l'utilisation du laser à CO<sub>2</sub> qui est assez douloureuse et nécessite donc un traitement anesthésique plus important. Mais même si le laser Erbium chauffe moins la peau celui-ci provoque des saignements qui nécessitent un traitement cicatriciel post-opératoire non négligeable.

## **2. Les lasers pigmentaires**

### **a. Description**

Les ingénieurs laseristes spécialisés dans le traitement des lésions cutanées définissent les lasers pigmentaires comme des lasers visant à traiter les tâches mélaniques et les tatouages.

De nos jours, trois types de lasers sont utilisés : le laser à Rubis, le laser Alexandrite et le laser Nd:YAG (doublé ou non en fréquence pour ce dernier). Ces trois lasers sont alors utilisés en mode *Q switched*, déclenché. Leurs longueurs d'onde diffèrent : 694 nm pour le laser à RUBIS, 760 nm pour le laser ALEXANDRITE et 1 064 nm ou 532 nm pour le laser Nd:YAG.

Le principe est simple : à chaque couleur de pigment correspond une couleur de laser adapté pour le fragmenter. En d'autres termes, la couleur du laser utilisé doit être complémentaire de la couleur du pigment. Ainsi, l'action de ces lasers sur les pigments est variable suivant leurs longueurs d'onde des lasers.

Sur le pigment noir-bleu du tatouage considéré comme "classique", les trois lasers, Rubis, Alexandrite et Nd:YAG (à 1 064 nm) sont actifs. En ce qui concerne les autres types de tatouage, dits polychromes, le détatouage est obtenu par des traitements successifs avec ces trois lasers. Chaque praticien possède alors son appréciation lors du traitement et décide des lasers à utiliser ainsi que de leur l'ordre d'application.

Voici ci dessous les différents lasers et leurs couleurs de pigments associées :

Type de laser	Longueur d'onde	Couleur du faisceau	Couleurs des pigments réactifs
Laser Nd:YAG	532 nm	Verte	Noire-bleue, rouge et orange
Laser à rubis	694 nm	Rouge	Noire-bleue, verte et jaune
Laser Alexandrite	760 nm	Rouge	Noire-bleue, verte et jaune
Laser Nd:YAG	1064 nm	Proche Infrarouge	Noire-bleue

Il est important de préciser que ce tableau est théorique : il existe un nombre infini de pigments différents dans le monde et même si aucun n'est réfractaire au traitement par les lasers pigmentaires, il se peut que pour une même couleur mais des pigments différents, les lasers utilisés donnent des résultats différents. Le praticien doit aussi tenir compte de ce paramètre pour réussir un détatouage parfait.

Chaque tatouage étant différent, les laseristes ont conçu des lasers pigmentaires dont les faisceaux ont des caractéristiques réglables. Le praticien peut alors adapter son faisceau laser à la sensibilité de la zone à traiter et à la profondeur des pigments. Les principales caractéristiques réglables sont la durée des impulsions et leur fréquence ainsi que la puissance et la taille du faisceau :

- Typiquement, les fluences requises pour un détatouage sont de l'ordre de 4,5 J/cm<sup>2</sup> pour un laser Nd:YAG à 1064 nm et de 2 à 3 J/cm<sup>2</sup> pour un laser Nd:YAG à 532nm. Ces valeurs correspondent à une durée d'impulsions comprise entre 10 et 80 ns.

- Le diamètre du « spot » sur la zone à traiter est typiquement réglé de 2 à 3mm. Le praticien effectue son réglage selon la profondeur des pigments, sachant que plus la surface du faisceau est grande et plus la lumière descend profondément.
- La fréquence des impulsions est affinée selon la vitesse avec laquelle le praticien décide de traiter la zone tatouée. Pour une zone importante à détatouer, le praticien règlera typiquement la fréquence des impulsions entre 5 et 10 Hz afin de pouvoir traiter la zone dans une durée optimale.

### **b. L'efficacité des lasers pigmentaires**

Les praticiens professionnels reconnaissent une bonne efficacité aux trois lasers pigmentaires et ce après plusieurs séances. Le délai proposé entre deux traitements varie de 2 semaines à 12 semaines suivant la capacité du système immunitaire à faire disparaître les fragments de pigments. Un délai supérieur à 6 semaines semble favoriser la tolérance et pourrait diminuer le nombre total de traitements.

Le taux d'excellents résultats, défini par une régression complète du tatouage, est élevé, sans que nous puissions proposer un chiffre précis (de l'ordre de 80 %), du fait de l'insuffisance des données à ce sujet. Le principal facteur variable est le nombre de séances nécessaires. Mais les résultats varient en fonction du type de tatouage : caractère amateur ou professionnel, couleur plus ou moins foncée, densité et profondeur du pigment.

Les études comparatives (réalisées entre le laser ALEXANDRITE et le laser Nd:YAG) n'ont pas permis de montrer une supériorité d'un laser par rapport aux autres, du moins pour les tatouages bleu-noir.

### c. La tolérance

Les risques apparaissent extrêmement faibles avec les trois lasers déclenchés YAG, Alexandrite et Rubis. Néanmoins, des effets indésirables peuvent subvenir et il est très important de les connaître et de les étudier. Les principaux effets secondaires ont été répertoriés par les praticiens et sont décrits ci-dessous:

- Les achromies et hypochromies transitoires. Elles sont rares, exceptionnelles même avec le laser Nd:YAG à 1 064nm dont la lumière est la moins absorbée par la mélanine. Selon une étude récente, le laser YAG déclenché à 1 064 nm doit donc être utilisé en première intention sur une peau fortement pigmentée.
- Les anomalies texturales sont minimales et rares avec les trois types de lasers pigmentaires. Des études histologiques ont précisé l'absence de fibrose et de réaction granulomateuse dans les suites du traitement par laser YAG. Certaines publications ont montré la rareté de cet effet indésirable, mais aucune n'a conclu sur un pourcentage précis. Celui-ci est sans doute inférieur à 3 %.
- Lorsqu'un laser, quel qu'il soit, est utilisé sur un tatouage contenant un oxyde ferrique, celui-ci peut se transformer en oxyde ferreux. L'oxyde ferrique est utilisé dans les tatouages beiges, couleur chair, et dans les pigments rouges. Or l'oxyde ferreux est responsable d'une coloration noire. Ce phénomène de "virage" de l'oxyde ferrique rouge en oxyde ferreux noir est quasi immédiat, et est très préjudiciable, car très durable. Ce risque doit être systématiquement dépisté par la pratique d'un microtest: le praticien effectue un seul impact sur la zone traitée, puis attend quelques minutes avant de reprendre le traitement.
- Un seul cas de cicatrice hypertrophique a été rapporté avec le laser Nd:YAG déclenché.

# IV. Aspect commercial

## 1. Le coût

Comme ceci a été précisé plus-haut, chaque tatouage étant différent il est impossible de définir un prix de référence pour un détatouage complet. Malgré des fourchettes de prix très larges, le détatouage reste une opération assez coûteuse pour le patient. En France, les prix pratiqués par les professionnels se sont uniformisés depuis quelques années et les différences notables ne s'établissent maintenant qu'avec les autres pays où le détatouage est pratiqué : par exemple, le prix d'un détatouage est de 10 à 15% moins cher lorsqu'il est pratiqué aux Etats Unis.

Le seul paramètre qui influe sur le prix de la séance de détatouage est la surface de la zone à traiter. En France, chaque séance de détatouage coûte au minimum 70 euros et en moyenne 130 euros. Le prix d'un détatouage complet peut donc avoisiner 2000 euros dans certains cas.

## 2. La rentabilité

Le prix d'achat des lasers pigmentaires est élevé : 100 000 euros en moyenne. De très nombreuses marques de lasers proposent des lasers pigmentaires destinés à une utilisation médicale. Cependant, nous pouvons citer deux marques qui sortent du lot en terme de réputation et de nombre de lasers vendus : la marque CANDELA pour les lasers Alexandrite et la marque CONTINUUM pour les lasers Nd:YAG. Mais les lasers pigmentaires proposés par ces entreprises n'occupent qu'une petite place dans leur gamme complète. En effet, la politique de ces entreprises est plutôt de se spécialiser dans un type de laser (Alexandrite, Nd:YAG) et de proposer ensuite des lasers destinés à plusieurs applications différentes : scientifiques, médicales etc.

Cette politique de polyvalence est parfaitement adaptée au marché actuel. Les lasers pigmentaires étant commercialisés par de nombreuses marques, une entreprise qui ne mettrait en vente que ce type de laser serait rapidement en difficulté par rapport à la concurrence, à moins de détenir le monopole, ce qui est pratiquement impossible de nos jours.

Les lasers pigmentaires sont vendus pour fonctionner au minimum une dizaine d'année et le coût de leur entretien n'est pas très élevé (par rapport au prix d'achat). En effet, ces lasers sont systématiquement vendus avec des contrats d'entretien qui prennent en compte toutes les réparations et les remplacements qui pourraient advenir.

Le détatouage est proposé dans des instituts spécialisés dans les traitements médicaux à base de lasers. Le plus souvent, ces instituts pratiquent aussi les traitements vasculaires ou bien encore l'épilation laser. Et même si le détatouage est un traitement de plus en plus demandé et que les professionnels le pratiquant en reconnaissent la rentabilité, celui-ci ne suffirait pas à « faire vivre » un institut à lui seul, du moins pour le moment. En effet, dans la majorité des instituts, le détatouage laser ne correspond qu'à seulement 5-10% du chiffre d'affaire annuel, très loin derrière l'épilation laser et les traitements vasculaires.

### **3. L'avenir**

Aux dires des spécialistes, les lasers pigmentaires représenteraient l'étape finale dans le traitement des tatouages par les lasers. Il est vrai qu'aucune recherche visant à mettre au point une nouvelle technique de détatouage laser n'a été entreprise jusqu'à présent.

Le détatouage laser est donc étroitement lié aux avancées technologiques dans le domaine des lasers pigmentaires. Mais dans ce secteur aucune révolution n'est prévue pour le moment. Les ingénieurs laseristes se concentrent donc sur l'amélioration des performances des lasers pigmentaires déjà existants : nouveaux matériaux, miniaturisation des appareils et baisse des coûts de production.

En ce qui concerne la demande des instituts en lasers pigmentaires, celle-ci dépend directement de la demande des clients désireux de se séparer de leurs tatouages. Il est malheureusement impossible de se procurer des informations sur le nombre de tatouages effectués chaque année, mais rien qu'en France, le nombre de salons de tatouage a doublé en l'espace de trois ans. De plus, une étude statistique a montré qu'une personne tatouée sur deux regrette son geste au bout d'un an. Ce qui permet donc de penser que le détatouage laser va poursuivre son expansion dans les années à venir.

# Conclusion

Les lasers pigmentaires apparaissent donc comme l'étape technique finale dans le traitement des tatouages par les lasers. Les entreprises proposant ce genre de lasers se concentrent actuellement sur le perfectionnement des techniques établies mais dans la plupart des cas, les modifications apportées sont très minimes. Enfin, il apparaît que de fabriquer uniquement des lasers pigmentaires ne suffit pas au développement économique d'une entreprise.

Même si les demandes en détatouage ne cessent d'augmenter, il est fort probable que celles-ci se stabilisent dans les dix années à venir, une fois que cette technique se sera répandue et qu'elle sera devenue la référence universelle. Et à moins que le tatouage devienne une pratique interdite, la demande en détatouage existera toujours.

Pour notre part, nous ne sommes pas tentés d'investir nos fonds dans une telle technique. Etant promis à une carrière d'ingénieur, nous souhaiterions plus investir notre argent et surtout notre travail dans une nouvelle technologie, qui ouvrirait potentiellement plus de portes à de nouvelles applications.