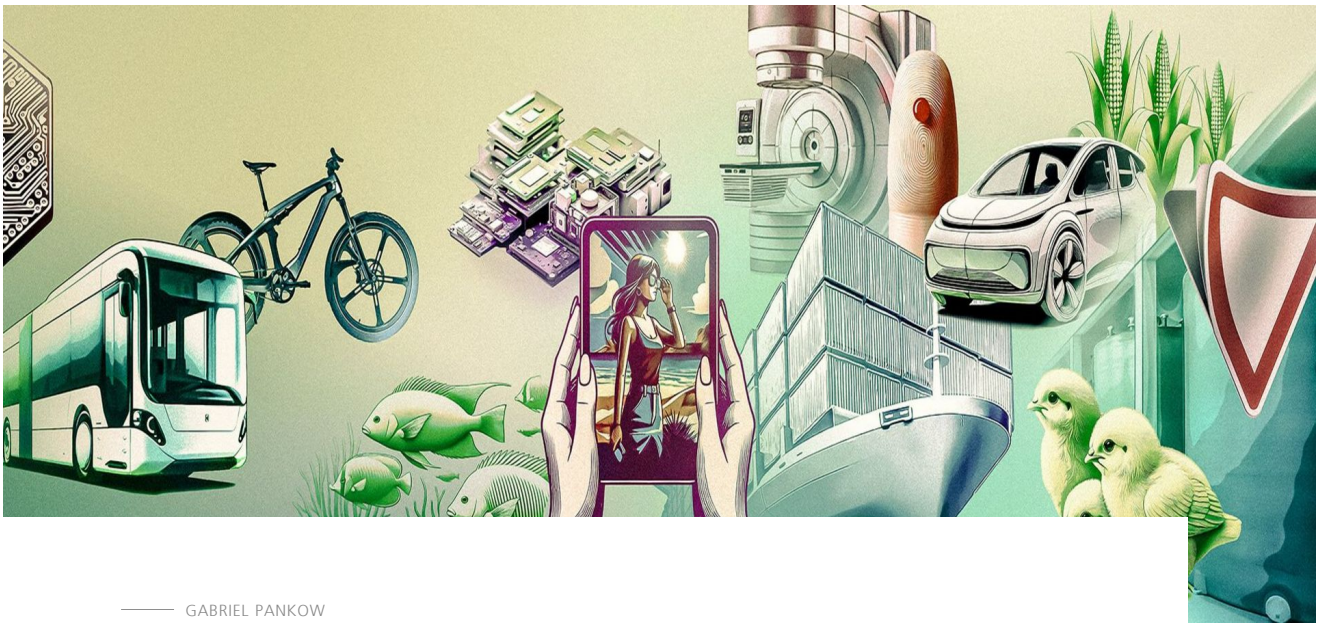


GABRIEL PANKOW

Les superpouvoirs du laser : 6 applications pour plus de durabilité

La durabilité est sur toutes les lèvres. Avec le laser, elle est concrète : dans les innovations axées sur la durabilité, les lasers ne font pas qu'augmenter l'efficacité, ils jouent un rôle clé pour la transition écologique de l'industrie. Découvrez six exemples d'applications laser innovantes, économiques et parfois même surprenantes, pour porter avec succès le projet d'un monde meilleur.

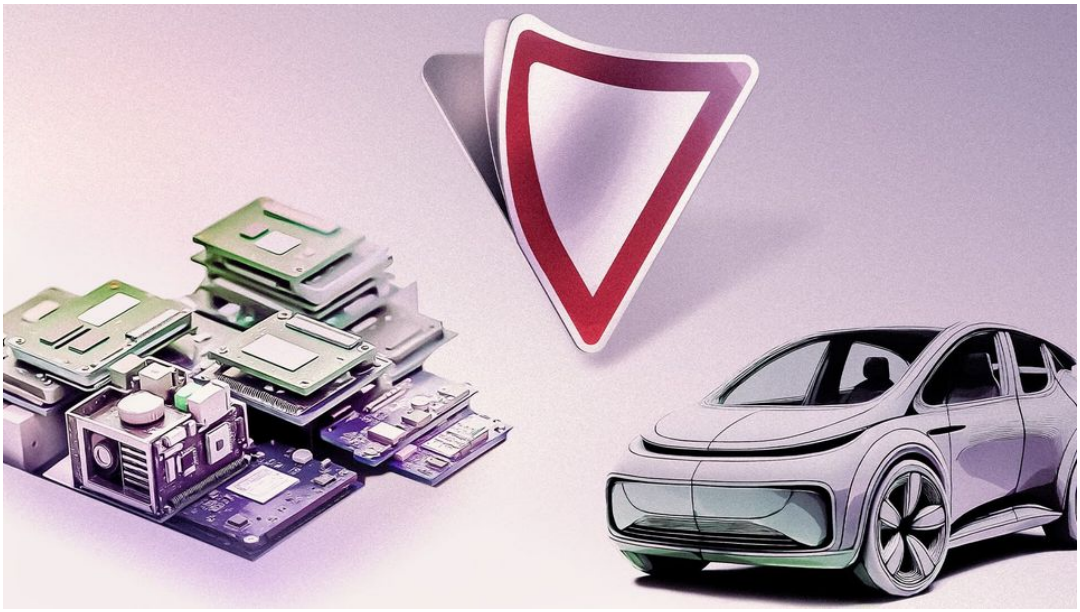
Le gros problème du recyclage est le tri. Plus les appareils et objets usés peuvent être décomposés correctement et dans le détail, plus il est possible d'en récupérer des matières premières. Malheureusement, beaucoup de ce qui est assemblé ne permet pas un tri aussi facile :

QUAND LA FERRAILLE LIVRE SES TRÉSORS

En théorie, les objets destinés au recyclage sont décomposés en leurs différents éléments et les matériaux sont réintégrés au cycle de production sans perte de qualité. En réalité, on se retrouve face à un énorme tas de ferraille. Comment trier tout cela proprement ? L'institut Fraunhofer pour la technologie laser (ILT) a développé un nouveau procédé à cet effet : un capteur placé au-dessus d'une bande transporteuse où circule la ferraille identifie la constitution chimique de celle-ci par spectroscopie d'émission laser. Des personnes ou bien une installation automatique assistée par IA se chargent ensuite du tri. Cette méthode laser convient également aux déchets plus sophistiqués comme la ferraille électronique et les pièces automobiles. Elle permet de détecter des quantités infimes ou même de simples teneurs en alliage de précieuses matières premières comme le molybdène, le cobalt ou le tungstène. A l'avenir, il sera possible de recycler bien plus de matériaux que jusqu'à présent grâce à ce détective laser.

Deux autres exemples : lors de la fabrication d'électrodes pour les batteries de véhicules électriques, les entreprises appliquent des films de revêtement à base de lithium, de cobalt et de nickel, qui sont de précieux éléments. Tout ne franchit pas l'étape du contrôle de qualité. Un faisceau laser retire alors la couche extrêmement mince par enlèvement de matière, la précieuse poussière est récupérée et est réintégrée dans le cycle de production. Les panneaux de signalisation en aluminium qui ne sont plus actuels ou ont perdu de leur éclat sont eux aussi mis au rebut. En cause : les films spéciaux imposés qui ne s'enlèvent

plus. Ces derniers pourraient cependant être retirés rapidement et sans le moindre résidu avec un laser CO_2.



Les lasers peuvent aider au recyclage, qu'il s'agisse de revaloriser des panneaux de signalisation ou des déchets issus de batteries de véhicules électriques ou bien de détecter des trésors dans la ferraille.

Le principe d'une utilisation optimale des ressources a toujours été d'en utiliser le moins possible pour obtenir au moins le même résultat. Il ne fait aucun doute que l'usinage laser incarne ce principe d'efficacité depuis déjà des décennies.

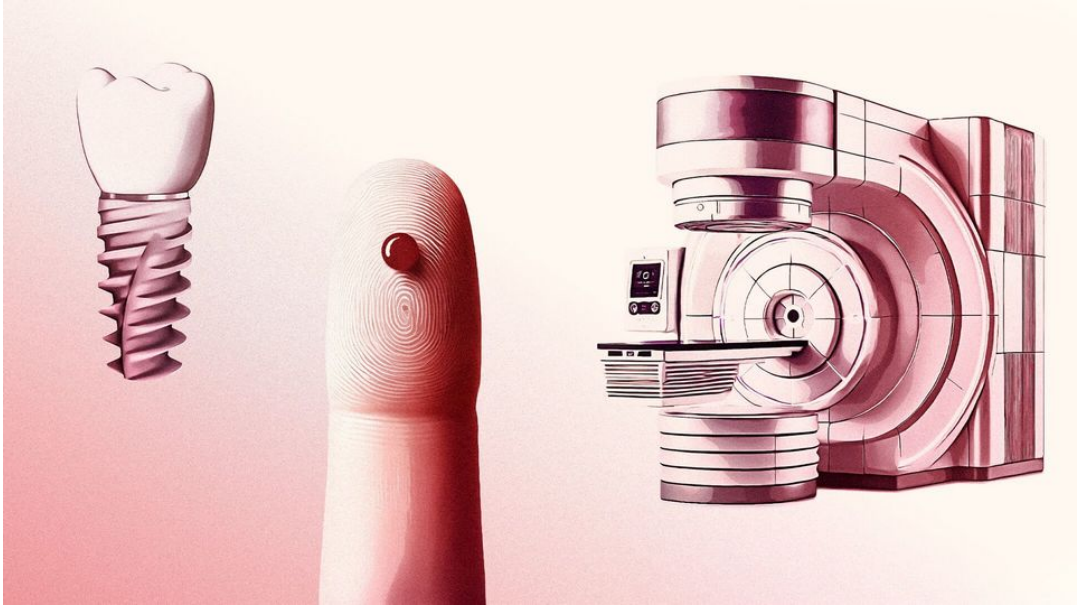
L'efficacité des installations photovoltaïques et du transport maritime peut également être optimisée. Un module photovoltaïque dans le désert perd en à peine un mois jusqu'à 30 % de ses performances en raison de l'accumulation de poussière. La superposition de faisceaux laser permet d'obtenir une structure de surface aux propriétés de résistance active à la poussière. Quant aux coques des navires, des micro-organismes, algues, plantes, coquillages et cirripèdes s'y accumulent, entraînant une augmentation de la consommation de carburant pouvant atteindre 60 %. Les faisceaux d'un laser à diodes peuvent assurer une élimination sûre et complète de cette accumulation sous-marine.

La technologie laser préserve les ressources : elle des économies de carburant dans le transport maritime et des modules photovoltaïques propres.

DES TRAITEMENTS PLUS ACCESSIBLES

Les rayons X durs sont efficaces contre les cellules cancéreuses. Mais le traitement est également lourd pour les personnes qui le subissent. Le recours à des faisceaux d'électrons à des fins thérapeutiques serait non seulement plus doux mais aussi plus prometteur. En effet, ces faisceaux peuvent être focalisés de manière plus précise et atteignent donc les cellules cancéreuses de façon plus ciblée, sans affecter les tissus environnants. Malheureusement, les générateurs de faisceaux d'électrons sont rares car ils sont à la fois très volumineux et extrêmement coûteux. La méthode laser de la « vague d'étrave » vient apporter une solution à ces deux problèmes en accélérant les électrons d'une manière totalement différente. Elle rend possibles des méthodes de traitement du cancer plus fiables et plus douces pour bien plus de personnes qu'auparavant.

Les lasers peuvent aussi améliorer dans d'autres domaines l'accès à des soins de santé de qualité dans le monde. En effet, bien que le recours à la microscopie holographique numérique assistée par laser relève bien de méthodes totalement high-tech, Bahram Javidi, professeur à l'université du Connecticut, est parvenu à fabriquer un appareil d'analyse de sang rapide à partir de matériaux les moins coûteux et les plus résistants possible, destiné en particulier aux régions ne disposant pas de bonnes infrastructures médicales. Par ailleurs, les prothèses dentaires de haute qualité sont inabordables pour de nombreuses personnes. Les progrès considérables du rechargement par dépôt laser, de l'impression 3D métal, permettent de réduire leurs coûts et ainsi de les rendre accessibles au plus grand nombre.



Industrial lasers not only lead to improved medical equipment. They also mean that more people worldwide have access to good healthcare.

DES PILES À COMBUSTIBLE PERFORMANTES

La transition énergétique ne consiste pas simplement en la mise en place massive d'installations photovoltaïques, éoliennes et hydroélectriques (qui est bien entendu nécessaire !). Il s'agit également de rendre le réseau électrique opérationnel et flexible face à la nouvelle production d'électricité et d'améliorer l'utilisation d'autres sources d'énergie comme l'hydrogène.

Les véhicules volumineux, comme les camions, les engins de construction ou les bus, nécessitent un stockeur d'énergie à plus grande densité de puissance pour l'alimentation en électricité de leur moteur : par exemple, de l'hydrogène ou des piles à combustible. Les piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PEM) sont une bonne solution, mais la principale difficulté de ce type de structure réside dans le maintien à long terme d'un transport d'eau et de gaz efficace au sein de la pile. C'est là que les lasers à impulsions ultracourtes entrent en jeu : ils apportent des structures fonctionnelles et des microperçages à l'intérieur de la pile. Cela rend les piles à combustible PEM plus performantes et plus efficaces et leur permet de tenir plus longtemps.

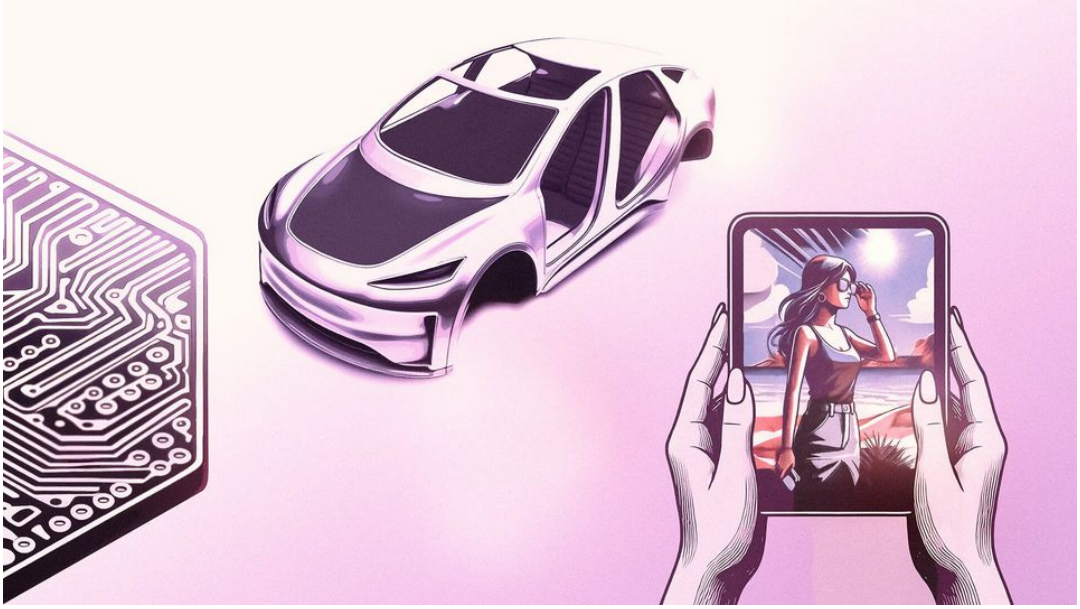
Les cellules solaires à hétérojonction hautement efficaces nécessitent de l'argent, un métal précieux, pour leurs pistes conductrices et leurs contacts. Une start-up allemande a développé une méthode permettant de remplacer l'argent par du cuivre. Le procédé utilisé combine des processus de galvanoplastie et de structuration laser. Et pour que les exploitants d'installations photovoltaïques et éoliennes puissent assurer la stabilité de leurs réseaux électriques jour et nuit, des stockeurs intermédiaires flexibles, comme les batteries à flux redox, sont nécessaires. Une nouvelle méthode de soudage laser utilisant des VCSEL rend désormais la production de ces systèmes de stockage nettement moins coûteuse.

La technologie laser pourrait améliorer les performances des piles à combustibles, réduire les coûts des installations photovoltaïques et contribuer à la production de stockeurs intermédiaires pour des réseaux électriques stables.

DES ECRANS NON TOXIQUES

Les écrans des smartphones, des tablettes et des liseuses doivent toujours fournir une image optimale, même en cas de lumière vive. Autrement dit, ils ne doivent pas présenter de reflets et doivent être dépolis. Jusqu'à présent, le seul moyen d'obtenir ce résultat était d'immerger le verre de l'écran dans le produit chimique probablement le plus vicieux et le plus dangereux que l'industrie connaisse : l'acide fluorhydrique. Mais les ingénieurs de TRUMPF développent actuellement un procédé laser qui bannira définitivement l'acide fluorhydrique de la production. Le verre de l'écran est soumis à des impulsions laser ultracourtes, un procédé propre qui a le même effet dépolissant que cette bombe de poison. Les résultats sont impeccables et il ne reste plus qu'à faire passer le processus laser à une échelle supérieure.

Le laser permet également des procédés propres dans d'autres domaines. Dans le cas de composants recouverts de cambouis, de crasse ou d'une couche d'oxydation, par exemple, des faisceaux laser génèrent l'évaporation des impuretés ou éliminent simplement les couches d'oxydation par enlèvement de matière. Si seules quelques surfaces de contact sont concernées, le laser agit de manière ciblée. Aucun déchet chimique à éliminer avec ce nettoyage « lumineux ». Il est également courant, pour conserver les circuits imprimés, de retirer par décapage chimique la couche conductrice supérieure (généralement en or ou en cuivre). Il en résulte des déchets toxiques difficiles à éliminer. Avec le laser en revanche, des impulsions ultracourtes éliminent par enlèvement de matière le cuivre ou l'or autour des pistes conductrices de façon ciblée, de sorte qu'aucune chaleur ne pénètre dans la matière sous-jacente, et le procédé n'utilise aucun produit chimique corrosif.



Le nettoyage à la lumière laser permet une production sans produits chimiques, qu'il s'agisse de composants recouverts de cambouis, de reflets sur les écrans de smartphone ou des couches à base de cuivre des circuits imprimés.

DES FILTRES CONTRE LES MICROPLASTIQUES

Les microplastiques sont des particules dont la taille est inférieure à cinq millimètres et peut descendre jusqu'à l'échelle nanométrique. On les retrouve aujourd'hui partout, des grands fonds à l'Antarctique, dans les poissons comme dans le système sanguin humain. Les répercussions sur les êtres vivants et les écosystèmes ne sont pas encore connues avec précision mais les premières découvertes de la recherche sont inquiétantes. Il apparaît donc important de filtrer au moins les microplastiques des eaux usées, afin de réduire l'ampleur de la pollution. Le problème des microplastiques, c'est justement qu'ils sont petits. Les mailles des filtres doivent donc être aussi minuscules que ces particules. Un groupement d'entreprises et de scientifiques est maintenant parvenu à percer des trous par millions pour un cyclofiltre à l'aide d'un laser à impulsions ultracourtes. Pour rentabiliser le processus, le faisceau laser est fractionné pour permettre le perçage de plus de cent trous à la fois. Le filtre bloque les particules de plastique de plus de dix micromètres.

Des centres de recherche, universités, entreprises et associations agricoles européens se sont réunis pour construire un prototype d'engin de désherbage au laser : cet engin autonome est doté d'un système de reconnaissance d'images assisté par IA qui identifie les mauvaises herbes. Une impulsion d'énergie est émise par une source laser à fibre au millimètre près et adieu la mauvaise herbe. Le laser peut également être utile pour identifier le sexe de l'embryon dans les œufs de poule. Coq ou poule ? La réponse à cette question est décisive. Broyer vivants tous les poussins mâles est en effet une pratique courante. Un procédé laser automatisé met désormais un terme à cette pratique cruelle en permettant la détection du sexe de l'animal dès le stade embryonnaire, dans l'œuf.

Global warming poses a key threat to our ecosystems, yet there remain many other “classic” conservation and animal welfare issues to be resolved in areas such as agriculture, livestock rearing and marine pollution.

GABRIEL PANKOW
PORTE-PAROLE TECHNOLOGIE LASER