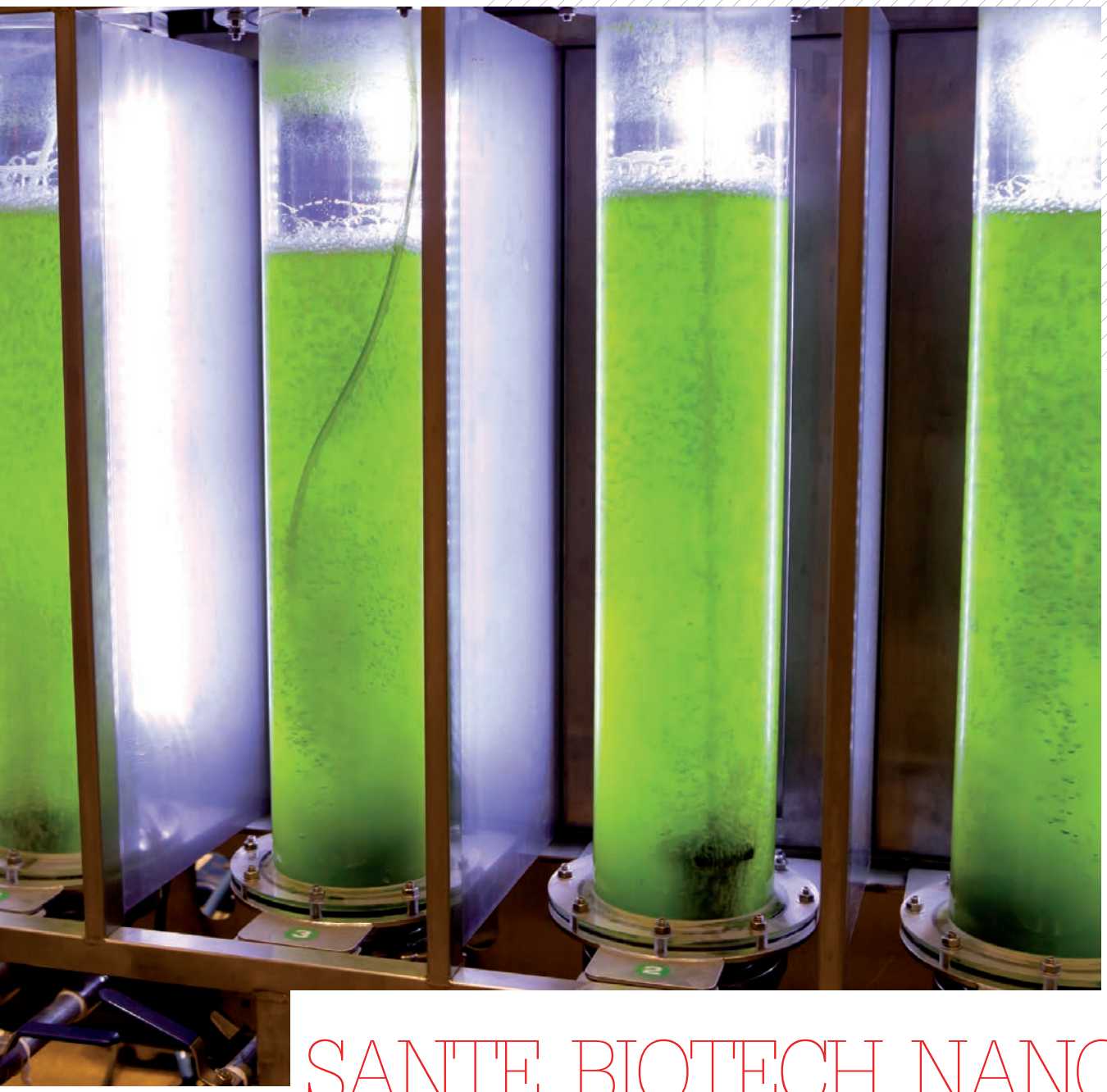
Techniques de l'Ingénieur

LES FOCUS TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR



SANTE, BIOTECH, NANO, 3 INNOVATIONS MARQUANTES EN 2015

Octobre / 2015

Découvrez 3 innovations significatives récemment publiées dans notre collection.

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2

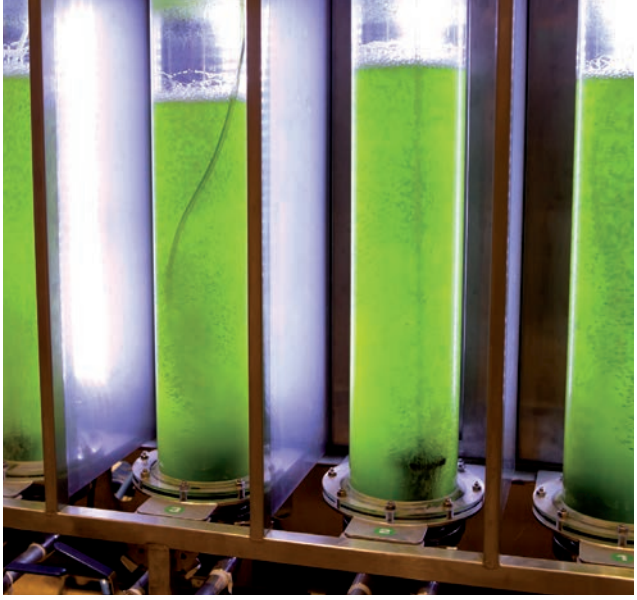
AVANT-PROPOS 3

NANOPARTICULES D'OR POUR L'IMAGERIE ET LA THERAPIE 4

NEZ ELECTRONIQUES POUR LA DETECTION DE PATHOLOGIES 6

CARBURANTS A BASE D'ALGUES OLEAGINEUSES 8

POUR EN SAVOIR PLUS 10



AVANT-PROPOS

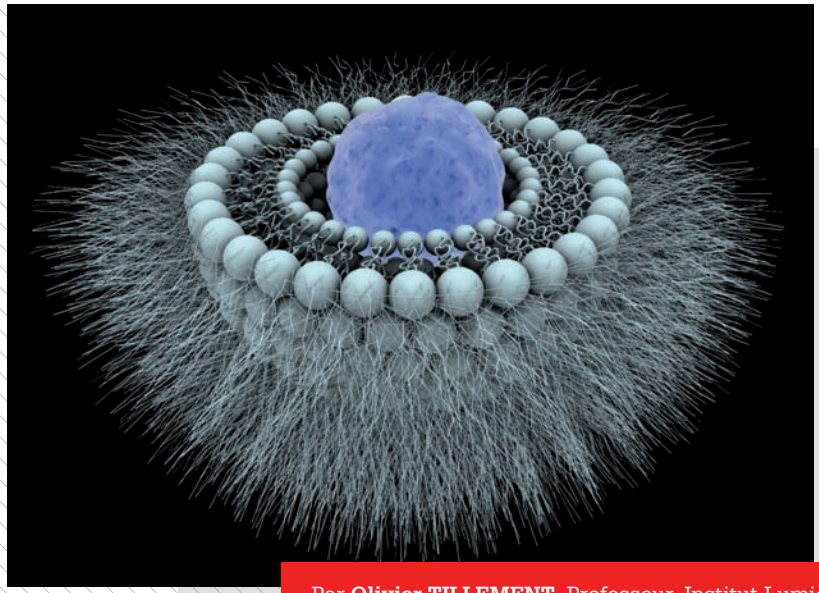
A travers ce libre blanc, nous vous proposons de découvrir 3 innovations marquantes dans le domaine des biotechnologies, de l'environnement et de la santé sous la forme d'extraits d'articles de notre collection publiés au cours de ces 2 dernières années.

Ces innovations représentent à nos yeux des avancées significatives, portées par l'ambition de développer une industrie plus viable, plus sûre et plus responsable. Elles reflètent les solutions proposées par les chercheurs et ingénieurs pour relever les grands défis technologiques de demain en termes d'environnement, de durabilité et de santé.

Ce livre blanc est extrait des ebooks (au format ePub) : Innovations marquantes, [IN2000], [IN2001] et [IN2002]. Retrouver l'intégralité du contenu sur http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/innovations-th10/innovations-marquantes-e-pub-42624210/

NANOPARTICULES D'OR POUR L'IMAGERIE ET LA THERAPIE

Bien qu'elles ne soient pas biodégradables, les nanoparticules d'or sont au centre de nombreuses recherches visant à les utiliser comme agents d'imagerie et/ou de thérapie. Ce vif intérêt pour les applications biomédicales des nanoparticules d'or s'explique par une combinaison originale de propriétés qui dépendent de leur composition, de leur taille et de leur forme.



Par **Olivier TILLEMENT**, Professeur, Institut Lumière Matière, UMR 5306 CNRS – Université Lyon 1, Villeurbanne

Et **Stéphane ROUX**, Professeur, Institut UTINAM, UMR 6213 CNRS – Université de Franche-Comté, Besançon

VERS UNE MÉDECINE PERSONNALISÉE

Face à la difficulté de traiter certains types de cancer, l'exploration de voies originales a été entreprise en s'appuyant sur les avancées des nanosciences et des nanotechnologies. En raison de leurs dimensions réduites et de leur capacité à réunir en leur sein de multiples propriétés complémentaires, les nanoparticules ont, depuis les années 2000, été au centre de nombreux travaux visant à démontrer leur potentiel à éradiquer les tumeurs solides. En jouant sur les différents paramètres physico-chimiques des nanoparticules et en profitant des caractéristiques particulières de l'environnement des tumeurs solides, il est possible de concevoir des agents d'imagerie et/ou de thérapie commandée à distance. Cependant, s'il est désormais relativement aisé de combiner différentes modalités d'imagerie et une activité thérapeutique, le développement des nanoparticules pour des applications biomédicales bute souvent sur le contrôle de leur comportement après administration (accumulation dans la tumeur, élimination rénale).

Parmi la variété de nanoparticules multifonctionnelles, les nanoparticules d'or paraissent particulièrement attractives pour les applications biomédicales. Leur potentiel prometteur repose sur les propriétés optiques modulables et sur la capacité à produire des espèces cytotoxiques réactives après absorption d'un rayonnement ionisant utilisé en radiothérapie, avec un rendement d'autant plus élevé que la taille des nanoparticules est réduite. En outre, la palette de propriétés peut être élargie par la fonctionnalisation des nanoparticules d'or (pendant ou après la synthèse) dans le but de contrôler leur biodistribution après administration,

d'adjoindre des modalités d'imagerie complémentaires et/ou de renforcer l'arsenal thérapeutique. Il est alors possible de concevoir des agents thérapeutiques dont l'activité est commandée à distance par un stimulus physique (rayonnement électromagnétique) au moment le plus opportun déterminé à partir des données recueillies par l'imagerie. À condition de maîtriser la biodistribution et l'élimination des nanoparticules, une telle stratégie devrait constituer une avancée importante vers la médecine personnalisée dont le but est d'adapter le traitement à chaque patient pour une meilleure efficacité et un plus grand confort.

POURQUOI LES PARTICULES D'OR ?

Parmi le grand nombre de nanoparticules développées pour des applications biomédicales, les nanoparticules d'or paraissent extrêmement attrayantes. Tout d'abord, l'élément or est un métal noble par excellence, très peu sensible aux agressions chimiques extérieures. Ensuite, il est connu pour présenter une biocompatibilité adaptée aux applications biomédicales, bien que la question de la toxicité liée à la taille nanométrique puisse se poser dans certains cas. Ensuite, les nanoparticules d'or possèdent des propriétés optiques modulables dépendant de la taille, de la forme et de l'environnement diélectrique. Cette propriété est beaucoup utilisée dans le cadre de la thérapie photothermique et de l'imagerie. De plus, l'or, en raison d'un numéro atomique élevé (Z(Au) = 79), est caractérisé par une densité et une section efficace d'absorption des photons X et γ très élevées.

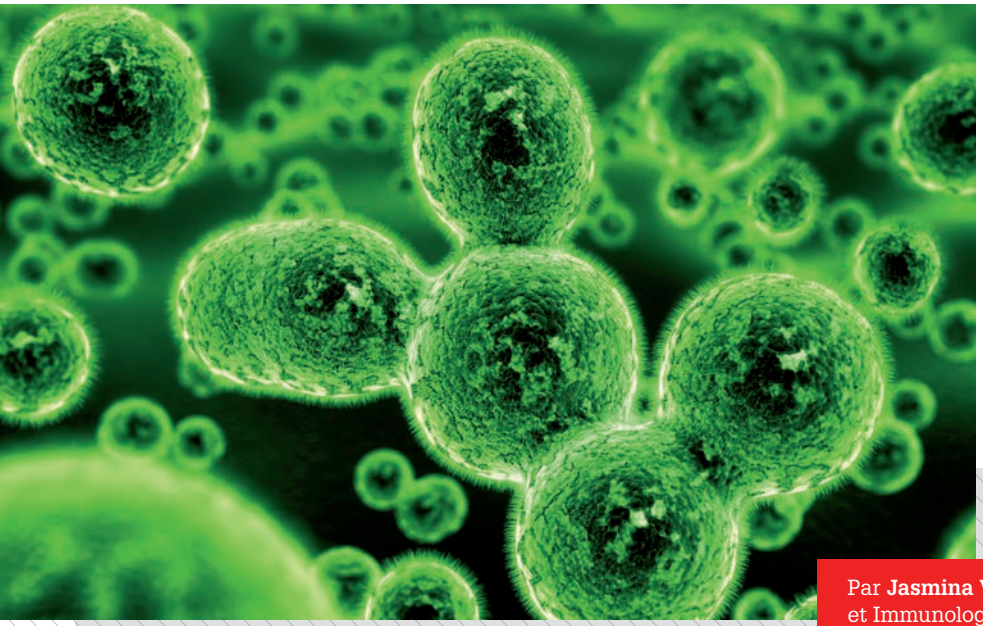
Cette propriété, indépendante de la taille, confère aux nanoparticules d'or un comportement d'agent de contraste pour la tomodensitométrie X et un effet radiosensibilisant exploitable pour la radiothérapie. Enfin, les deux méthodes de synthèse principales sont relativement simples à mettre en œuvre. La première consiste en une réduction d'un sel d'or par un réducteur fort en présence de ligands thiolés, alors que la deuxième conduit à la formation de nanoparticules stabilisées par des ions citrates en utilisant le réducteur citrate de sodium sur le sel d'or. La fonctionnalisation de ces nanoparticules d'or, qui peut être réalisée relativement aisément pendant ou après la synthèse, permet d'enrichir la palette de propriétés. Par un choix approprié des constituants utilisés pour la synthèse de nanoparticules d'or multifonctionnelles, il est alors possible, malgré la taille réduite, d'intégrer au sein d'un même objet une activité thérapeutique et des fonctions d'imagerie. La conception de tels objets ouvre la voie à la thérapie guidée par imagerie, qui devrait permettre une adaptation du traitement à chaque cas particulier.

FONCTIONNALISATION DES NANOPARTICULES D'OR : UNE STRATÉGIE EFFICACE POUR DES PROPRIÉTÉS COMPLÉMENTAIRES

En plus des propriétés propres à l'élément or et aux nanoparticules d'or, des fonctions supplémentaires et complémentaires peuvent être apportées par les ligands : ciblage actif, transport de principes actifs, agent de contraste multimodal CT/IRM/imagerie nucléaire. La fonctionnalisation des nanoparticules d'or peut être réalisée au cours de la synthèse (méthode de Brust) ou après la synthèse (post-fonctionnalisation) par remplacement des ions citrate (nanoparticules d'or obtenues par la méthode de Turkevitch ou Frens) ou d'une partie des ligands apportée lors de la synthèse.

En particulier, la conception de nanoparticules d'or recouvertes de chélates de gadolinium ouvre la voie à la radiothérapie guidée par l'IRM. Ce formidable potentiel, révélé par de nombreux travaux de recherche pluridisciplinaire, a stimulé quelques études de preuve de concept, dont certaines ont récemment débouché sur des essais cliniques (cas des nanoshells AuroLase© dans le cadre de la thérapie photothermique). Sans préjuger des essais en cours, de la rentabilité économique impliquant une réflexion en amont sur la synthèse de nanoparticules multifonctionnelles et des pathologies ciblées, l'utilisation en clinique de nanoparticules d'or requiert un compromis, car la gamme de taille favorisant à la fois l'accumulation préférentielle, voire sélective, des nanoparticules d'or dans la tumeur, et l'élimination par la voie rénale, un point incontournable en raison de leur caractère non biodégradable, est réduite.

NEZ ELECTRONIQUES POUR LA DETECTION DE PATHOLOGIES



Le diagnostic et le suivi de pathologies, dont les cancers et les pathologies infectieuses, représentent des enjeux majeurs dans le domaine de la santé. De nouveaux nanobiocapteurs, dont les éléments sensibles sont des récepteurs olfactifs, donnent la possibilité de développer des dispositifs de détection performants, bon marché, permettant une mesure quantitative et directe, sans marqueur.

Par **Jasmina VIDIC**, Ingénieur de recherche INRA, Virologie et Immunologie Moléculaires, UR892, INRA Jouy-en-Josas

Et **Édith PAJOT-AUGY**, Directrice de recherche INRA, NeuroBiologie de l'Olfaction, UR1197, INRA Jouy-en-Josas

DES CAPTEURS MIMANT LE SYSTÈME OLFACTIF NATUREL

Les odorants participent aux arômes, ils peuvent constituer une signature des états métaboliques ou pathologiques, ils émanent de drogues ou d'explosifs, signalent des polluants domestiques et environnementaux. Par conséquent, il y a un intérêt croissant pour l'émergence de technologies permettant l'évaluation rapide et non invasive des composés odorants volatils. Les dispositifs actuels de nez électroniques basés sur des semi-conducteurs d'oxyde de métaux ou des polymères conducteurs qui identifient spécifiquement des odorants gazeux sont en général lourds et coûteux et donc inadaptés pour l'élaboration de micro et nanocapteurs qui pourraient mimer le système olfactif naturel. Par ailleurs, ils n'impliquent pas l'identification moléculaire des odorants, leur fonctionnement est perturbé en présence d'eau, et ils nécessitent une taille conséquente d'échantillon pour assurer une interaction optimale avec la surface du capteur. Il est donc extrêmement tentant de développer de nouveaux biocapteurs à base de récepteurs olfactifs, pour remplacer les éléments sensibles physico-chimiques des capteurs chimiques. Cela fournirait une nouvelle plate-forme capable de contourner les inconvénients des dispositifs bioélectroniques actuels. Avec la mise en évidence des récepteurs olfactifs et de la grande famille de gènes qui les codent, Axel et Buck (prix Nobel de physiologie et médecine en 2004) ont ouvert la porte à de multiples voies de recherche tant fondamentales qu'appliquées. Les récepteurs olfactifs comme

de nombreux composés biologiques ont des propriétés électriques, ce qui rend possible l'élaboration de capteurs basés sur ces biomolécules.

LE POTENTIEL CONSIDÉRABLE DES NANOTECHNOLOGIES

L'approfondissement des connaissances sur l'olfaction est accompagné du développement rapide des nanotechnologies et de leur influence significative dans les divers secteurs médicaux. Les avancées des nanotechnologies offrent un potentiel considérable pour améliorer la vie des malades surtout lorsqu'elles se concentrent sur l'identification de la maladie, de sa cible, le choix des traitements, l'administration des médicaments et le suivi des effets de la thérapie.

Historiquement, le premier biocapteur a été créé pour mesurer la concentration en glucose dans le sang. Pour la première fois, une protéine, l'enzyme glucose-oxydase, a été utilisée comme élément sensible du capteur. Depuis, une centaine d'autres enzymes ont été utilisées pour les biocapteurs enzymatiques. Le domaine des biocapteurs s'est élargi ensuite avec d'autres protéines solubles ou membranaires, les oligomères, les lipides... ainsi que de nouvelles molécules synthétiques, comme les aptamères. Les nanotechnologies ont impacté ce développement en synergie avec les recherches multidisciplinaires permettant des stratégies émergentes, qu'il s'agisse de nouveaux matériaux, ou de systèmes de reconnaissance utilisés dans les points d'intervention (*point-of-care*), qui sont encore plus rapides et plus robustes et améliorent la qualité et la facilité du diagnostic.

Les nanotechnologies ont accéléré significativement ce développement en améliorant la biocompatibilité, en proposant de nouvelles approches pour l'immobilisation des biomolécules, et pour l'amplification des signaux générés par la bioreconnaissance. Une des principales applications de ces nouvelles technologies est dans le domaine de nouveaux biosenseurs de diagnostic médical. En effet, grâce aux nanotechnologies, la sensibilité et la sélectivité des dispositifs sont augmentées, l'intégration de la microfluidique est devenue possible et les performances analytiques en termes de répétabilité et fiabilité sont améliorées. De réelles perspectives s'ouvrent, du fait de la miniaturisation, pour interagir de façon ciblée avec les entités biologiques, telles que les récepteurs olfactifs. Le concept de biocapteur olfactif désigne un dispositif de détection d'une ou de quelques odeurs cibles. Les caractéristiques recherchées pour de tels dispositifs concernent essentiellement leur spécificité, leur sensibilité, voire la dose-dépendance de leur réponse pour quantifier la présence de l'odorant à détecter. Les capteurs bio-inspirés peuvent utiliser des récepteurs olfactifs, greffés sur des nanostructures (nanotubes de carbone ou de polymère conducteur, etc.) sur lesquelles sont basés des transistors à effet de champ ou des dispositifs électrochimiques ou optiques. Les signaux générés sont ensuite analysés et traités statistiquement afin de caractériser les échantillons.

PERSPECTIVES

Les biocapteurs dont les éléments sensibles sont des récepteurs olfactifs peuvent déboucher sur des dispositifs médicaux de détection performants, bon marché, permettant une mesure quantitative et directe, sans marqueur. Ils pourront en particulier servir au diagnostic médical non invasif et précoce. Les applications ciblées peuvent être aussi bien des pathologies largement répandues dans des pays aux ressources limitées manquant d'équipements lourds et de support technique pour le diagnostic (tuberculose), que des cancers dont le dépistage systématique se met en place dans les pays développés (cancer de la prostate, du poumon...). Pour chaque application, il s'agit tout d'abord d'identifier un marqueur odorant spécifique de cette pathologie, puis de trouver le ou les récepteurs olfactifs pertinents pour cet odorant, et d'intégrer cet élément sensible dans un dispositif hybride permettant la détection du marqueur odorant, et donc le diagnostic de la pathologie. Les biocapteurs olfactifs sont particulièrement prometteurs dans la mesure où ils exploitent les propriétés intrinsèques des récepteurs olfactifs en termes de détection spécifique à haute sensibilité, et de discrimination fine entre composés odorants de structure chimique très proche.

CARBURANTS A BASE D'ALGUES OLEAGINEUSES

Certains organismes photosynthétiques sont capables de capturer le CO_2 atmosphérique et de produire une biomasse riche en huile. Cette huile est considérée, de ce fait, comme une ressource renouvelable qui pourrait devenir une alternative aux hydrocarbures fossiles.



Par **Eric MARECHAL**, Directeur de recherche CNRS, chef de l'équipe Homéostasie des glycérolipides, Laboratoire de physiologie cellulaire et végétale, Institut de recherche en sciences et technologies pour le vivant, CEA Grenoble

LE DÉFI ÉNERGÉTIQUE

Un défi, pour les deux prochaines décennies, est de réussir à proposer une alternative technologique pertinente et économiquement viable aux énergies fossiles. Le diagnostic n'est pas nouveau et des espoirs sont nourris sur les biocarburants au sens large du terme, dérivés en particulier des algues, comme substituts au pétrole.

Les biocarburants peuvent être de natures diverses. Les définitions assez larges de ce que l'on entend par « biomasse » et « biocarburants » entraînent une confusion entre ce que nous pouvons faire aujourd'hui et ce que nous pourrons faire demain. En effet, la production et l'utilisation des biocarburants semblent techniquement acquises puisque des voitures circulent chaque jour avec une part d'agro-éthanol (par exemple avec le supercarburant sans plomb à 10 % d'éthanol SP95-E10) et que des avions volent avec une part de biocarburants. Cependant, nous parlons dans ce cas de biocarburants dérivés de la transformation des sucres, plus précisément du bioéthanol, alors que demain nous envisageons des biocarburants dérivés des huiles, plus proches des hydrocarbures fossiles, permettant de produire ce que l'on appelle des « biodiesels » et des « biokérosènes », voire des assemblages de carburants liquides de diverses sources. Les technologies à développer ne sont donc pas la simple amélioration des technologies existantes. L'exploitation de nouvelles ressources, comme les micro-organismes photosynthétiques, nécessite d'une part des connaissances biologiques que nous n'avons pas et, d'autre part, des rup-

tures technologiques pour leur maîtrise et conversion en biocarburants.

BIOCARBURANTS ET ALGUES

Les algues semblent idéales pour plusieurs raisons. À la différence des plantes oléagineuses telles que le colza ou le palmier à huile, leur culture n'entre pas en concurrence avec des surfaces agricoles dédiées à l'alimentation humaine et animale. Elles sont abondantes dans les écosystèmes marins et elles ont une diversité biologique remarquable qui permet d'envisager des stratégies de criblage de la biodiversité et de sélection variétale. Les algues sont cultivables dans l'eau et fixent le CO_2 atmosphérique par la photosynthèse, intégrant ensuite le carbone dans des molécules organiques riches en énergie. De ce fait, alors que la combustion de pétrole émet dans l'atmosphère du CO_2 piégé il y a plusieurs millions d'années, ce qui enrichit dramatiquement l'atmosphère en carbone, la combustion d'un biocarburant d'origine algale n'émet pas plus de CO_2 que ce qui a été capturé au cours de la culture par la photosynthèse. Réussir à produire en masse des microalgues riches en molécules organiques qui puissent remplacer les hydrocarbures fossiles, nous doterait donc d'une solution virtuellement inépuisable et sans les impacts néfastes sur l'environnement liés à l'usage du pétrole. Par ailleurs, la structure de certaines molécules produites par les algues correspond à des précurseurs ou à des intermédiaires utilisés en chimie industrielle. Les développements biotechnologiques dans le secteur des algo-industries s'orientent donc aussi vers la chimie verte et l'exploitation de cette ressource biologique comme une des alternatives à la pétrochimie.

Le potentiel des microalgues ne se cantonne pas à servir de ressource pour les énergies renouvelables. Les microalgues peuvent en effet être exploitées pour une vaste gamme d'applications, allant de la nutrition des poissons d'élevage à l'extraction de substances pour les secteurs de la cosmétique, de la nutrition humaine, du biomédical ou pour la chimie verte. Les algo-technologies et les algo-industries sont à mettre en place avec le niveau d'intégration que nous connaissons pour l'agriculture et les industries qui en dépendent. Cette diversité d'applications a motivé le lancement de nombreux programmes de recherche qui nous obligent ainsi à avoir une vision d'ensemble.

PERSPECTIVES

Les microalgues oléagineuses sont une ressource prometteuse pour l'avenir, mais les efforts sont encore importants pour lever plusieurs verrous technologiques. Côté biologie, la recherche amont doit être soutenue afin de combler les lacunes de connaissances sur les nouveaux modèles d'organismes photosynthétiques, de cribler la biodiversité marine et d'en exploiter au mieux le potentiel, de développer et mettre en œuvre des méthodes d'ingénierie génétique pour maîtriser les microalgues comme des usines cellulaires, cela par des approches de biologie synthétique, de concilier production de biomasse et accumulation d'huile et enfin de produire une huile de qualité appropriée. Les questions à résoudre sont nombreuses. Comment améliorer l'efficacité de la photosynthèse ? Comment améliorer la capture de CO_2 par les cellules ? Comment réduire le besoin en nutriments dont l'azote et le phosphate ? Comment améliorer la pénétration de la lumière dans des cultures denses ? Comment orienter le métabolisme carboné vers les huiles ? Comment mener les cellules à sécréter de l'huile ? Comment favoriser l'autofloculation de la biomasse pour aider à la récolte ?

Côté procédés, les systèmes de culture sont à optimiser pour assurer la production en masse en maîtrisant les paramètres eau, lumière et gaz, ainsi que la récolte. La mise en place de fermes de production s'intègre à l'échelle des territoires dans des problématiques de gestion et de qualité des eaux usées. L'extraction de l'huile, enfin, est une des questions les plus difficiles, partant d'un matériel hydraté et intégré à l'intérieur de cellules biologiques, en tentant de limiter l'utilisation de solvants, la production d'émulsion ou la destruction des coproduits. Il est aujourd'hui évident que la production de biocarburants à partir de microalgues nécessitera encore de nombreuses années, dans un contexte plus général qui est celui de la chimie verte.

POUR ALLER PLUS LOIN :

- *Innovations marquantes – Environnement et énergie (ePub),* Techniques de l'Ingénieur, [IN2000] (sept. 2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/innovations-th10/innovations-marquantes-e-pub-42624210/innovations-marquantes-in2000/

- *Innovations marquantes – TIC et électronique (ePub),* Techniques de l'Ingénieur, [IN2001] (sept. 2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/innovations-th10/innovations-marquantes-e-pub-42624210/innovations-marquantes-in2001/

- *Innovations marquantes – Biotechnologies et santé (ePub),* Techniques de l'Ingénieur, [IN2002] (sept.2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/innovations-th10/innovations-marquantes-e-pub-42624210/innovations-marquantes-in2002/

- LAURENT (G.), JIMENEZ SANCHEZ (G.), BAZZI (R.), LUX (F.), PERRIAT, (P.), TILLEMENT (O.), ROUX (S.). – *Nanoparticules d'or multifonctionnelles pour l'imagerie et la thérapie,* Techniques de l'Ingénieur, NM4025 (déc. 2014), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/biomedical-pharma-th15/nanotechnologies-et-biotechnologies-pour-la-sante-42608210/nanoparticules-d-or-multifonctionnelles-pour-l-imagerie-et-la-therapie-nm4025/

- VIDIC (J.), PAJOT-AUGY. (E.). – *Nanobiocapteurs olfactifs pour la détection de pathologies*, Techniques de l'Ingénieur, RE238 (nov. 2014), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/analyse-et-mesure-en-biotechnologie-42160210/nanobiocapteurs-olfactifs-pour-la-detection-de-pathologies-re238/

- MARECHAL (E.). – *Carburants à base d'algues oléagineuses – Principes, filières, verrous* – Techniques de l'Ingénieur, IN186 (févr. 2015), http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/innovations-th10/innovations-en-nouvelles-energies-42503210/carburants-a-base-d-algues-oleagineuses-in186/

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

QUI SOMMES-NOUS ?

Fondées en 1946 et membres du groupe Weka depuis 1996, les Éditions T.I. sont un leader incontesté de l'information scientifique et technique. Intégrées depuis leur création au paysage mondial de la documentation francophone, elles se déclinent aujourd'hui en deux grandes activités :

- La publication de ressources documentaires de référence (Dossiers fondamentaux, Fiches et outils pratiques », Services associés, articles de Veille & Actualités, etc.)
- Un service de conseil en ingénierie technologique : « Conseil et Formation »

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR C'EST :

- La plus importante collection documentaire technique et scientifique en langue française,
- Un département dédié à la formation, externe et interne,
- Un acteur majeur du conseil pour l'industrie française et la recherche,
- Le partenaire de référence qui accompagne les industriels français dans leurs projets depuis 60 ans.

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR EN QUELQUES CHIFFRES :

- Une référence pour les ingénieurs depuis plus de 60 ans,
- Plus de 400 bases documentaires,
- Un réseau de 3 500 experts,
- Plus de 8 000 articles de base documentaire (ou scientifiques), dont 3 000 articles d'archives,
- Près de 2 000 articles d'actualité,
- Plus de 700 fiches de mise en application pratique,
- Un bouquet de 9 services,
- Plus de 300 000 utilisateurs,
- Plus d'un million de pages vues chaque mois sur www.techniques-ingenieur.fr.

LES THÉMATIQUES COUVERTES :

Sciences fondamentales | Génie industriel | Procédés Chimie Agro Bio | Mesures Analyse Matériaux | Mécanique | Énergies | Électronique Photonique | Technologies de l'information Construction | Innovation | Environnement

EDITIONS TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR (E.T.I.)
IMMEUBLE PLEYAD 1 – 39, BOULEVARD ORNANO 93200 SAINT-DENIS FRANCE
TÉLÉPHONE : 01 53 35 20 00
MAIL : ACTUS@TECHING.COM
WWW.TECHNIQUES-INGENIEUR.FR

TECHNIQUES
DE L'INGÉNIEUR

Gagnez du temps et sécurisez vos projets en utilisant une source actualisée et fiable

RÉDIGÉE ET VALIDÉE PAR DES EXPERTS

MISE À JOUR PERMANENTE

100 % COMPATIBLE SUR TOUS SUPPORTS NUMÉRIQUES

SERVICES INCLUS DANS CHAQUE OFFRE

- + de 340 000 utilisateurs chaque mois
- + de 10 000 articles de référence et fiches pratiques
- Des Quiz interactifs pour valider la compréhension

SERVICES ET OUTILS PRATIQUES

Questions aux experts*
Les meilleurs experts techniques et scientifiques vous répondent

Articles Découverte
La possibilité de consulter des articles en dehors de votre offre

Dictionnaire technique multilingue
45 000 termes en français, anglais, espagnol et allemand

Archives
Technologies anciennes et versions antérieures des articles

Info parution
Recevez par email toutes les nouveautés de vos ressources documentaires

*Questions aux experts est un service réservé aux entreprises, non proposé dans les offres écoles, universités ou pour tout autre organisme de formation.

Les offres Techniques de l'Ingénieur

INNOVATION
- Éco-conception et innovation responsable
- Nanosciences et nanotechnologies
- Innovations technologiques
- Management et ingénierie de l'innovation
- Smart city – Ville intelligente

MATÉRIAUX
- Bois et papiers
- Verres et céramiques
- Textiles
- Corrosion – Vieillissement
- Études et propriétés des métaux
- Mise en forme des métaux et fonderie
- Matériaux fonctionnels. Matériaux biosourcés
- Traitements des métaux
- Élaboration et recyclage des métaux
- Plastiques et composites

MÉCANIQUE
- Frottement, usure et lubrification
- Fonctions et composants mécaniques
- Travail des matériaux – Assemblage
- Machines hydrauliques, aérodynamiques et thermiques
- Fabrication additive – Impression 3D

ENVIRONNEMENT – SÉCURITÉ
- Sécurité et gestion des risques
- Environnement
- Génie écologique
- Technologies de l'eau
- Bruit et vibrations
- Métier : Responsable risque chimique
- Métier : Responsable environnement

ÉNERGIES
- Hydrogène
- Ressources énergétiques et stockage
- Froid industriel
- Physique énergétique
- Thermique industrielle
- Génie nucléaire
- Conversion de l'énergie électrique
- Réseaux électriques et applications

GÉNIE INDUSTRIEL
- Industrie du futur
- Management industriel
- Conception et production
- Logistique
- Métier : Responsable qualité
- Emballages
- Maintenance
- Traçabilité
- Métier : Responsable bureau d'étude / conception

ÉLECTRONIQUE – PHOTONIQUE
- Électronique
- Technologies radars et applications
- Optique – Photonique

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION
- Sécurité des systèmes d'information
- Réseaux Télécommunications
- Le traitement du signal et ses applications
- Technologies logicielles – Architectures des systèmes
- Sécurité des systèmes d'information

AUTOMATIQUE – ROBOTIQUE
- Automatique et ingénierie système
- Robotique

INGÉNIERIE DES TRANSPORTS
- Véhicule et mobilité du futur
- Systèmes aéronautiques et spatiaux
- Systèmes ferroviaires
- Transport fluvial et maritime

MESURES – ANALYSES
- Instrumentation et méthodes de mesure
- Mesures et tests électroniques
- Mesures mécaniques et dimensionnelles
- Qualité et sécurité au laboratoire
- Mesures physiques
- Techniques d'analyse
- Contrôle non destructif

PROCÉDÉS CHIMIE – BIO – AGRO
- Formulation
- Bioprocédés et bioproductions
- Chimie verte
- Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique
- Agroalimentaire

SCIENCES FONDAMENTALES
- Mathématiques
- Physique Chimie
- Constantes physico-chimiques
- Caractérisation et propriétés de la matière

BIOMÉDICAL – PHARMA
- Technologies biomédicales
- Médicaments et produits pharmaceutiques

CONSTRUCTION ET TRAVAUX PUBLICS
- Droit et organisation générale de la construction
- La construction responsable
- Les superstructures du bâtiment
- Le second œuvre et l'équipement du bâtiment
- Vieillissement, pathologies et réhabilitation du bâtiment
- Travaux publics et infrastructures
- Mécanique des sols et géotechnique
- Préparer la construction
- L'enveloppe du bâtiment
- Le second œuvre et les lots techniques

www.techniques-ingenieur.fr

CONTACT : Tél. : + 33 (0)1 53 35 20 20 - Fax : +33 (0)1 53 26 79 18 - E-mail : infos.clients@teching.com

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

BON DE COMMANDE

TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR
RESSOURCES DOCUMENTAIRES
Pleyad 1 - 39, bd Ornano - 93200 Saint-Denis
+33 (0)1 53 35 20 20

S.A.S. au capital de 1.375.000 Euros
RCS Paris B 380 985 937 - SIRET 380 985 937 000 24
NAF 5814Z - TVA FR 33 380 985 937

OFFRE



Innovations technologiques

La veille technologique comme moteur d'innovation pour anticiper les prochaines évolutions de marché
Ref : TIP958WEB

PRÉSENTATION

Un outil de veille technologique pour identifier les enjeux industriels de demain:

les dernières avancées scientifiques et techniques: description **des grands projets de R&D et des innovations en cours** dans le secteur de la recherche privée et publique,
les grandes tendances technologiques: panoramas de **réalisations au stade industriel ou pré-industriel,**
des études sectorielles et des analyses prospectives pour anticiper les prochaines évolutions de marché,
l'ensemble **des outils et des méthodes** pour maîtriser les grandes étapes du **processus de l'innovation**: de l'analyse des besoins au management de projet innovant, jusqu'au financement et à la protection de l'innovation,
l'ensemble **des pratiques d'éco-conception** à disposition des professionnels, sans oublier les aspects marketing et de financement, ainsi que de nombreuses études de cas.

VOTRE COMMANDE :

Référence	Titre de l'ouvrage	Prix unitaire H.T	Qté	Prix total H.T
TIP958WEB	Innovations technologiques	**1 410 €**	1	**1 410 €**

Total H.T en €	**1 410 €**
T.V.A : 5,5%	**77,55 €**
Total TTC en €	**1 487,55 €**

VOS COORDONNÉES :

Civilité ☐ M. ☐ Mme
Prénom
Nom
Fonction
E-mail
Raison sociale
Adresse
Code postal
Ville
Pays

Date :

Signature et cachet obligatoire

UTM /72/WO/WCE5001

CONDITIONS GÉNÉRALES DE VENTE
Conditions générales de vente détaillée sur simple demande ou sur www.technique-ingenieur.fr
Si vous n'étiez pas totalement satisfait, vous disposeriez d'un délai de 15 jours à compter de la réception de l'ouvrage pour le retourner à vos frais par voie postale. Livraison sous 30 jours maximum.