

*Chers lecteurs,  
aidez-nous à développer cette rubrique  
en nous faisant parvenir  
les informations scientifiques ou industrielles les plus innovantes  
dont vous avez connaissance.*

## CO<sub>2</sub> sous haute pression : une méthode de désinfection des aliments

Cette méthode de désinfection utilise le CO<sub>2</sub> comme gaz inerte sous haute pression dans une chambre pressurisée hermétique pour expulser l'oxygène qui est vital pour les nuisibles et les insectes. La pression maximale utilisée durant la désinfection est de 30 bar. Le CO<sub>2</sub> va tuer les insectes, les germes, les nuisibles et leurs œufs. Ce procédé garantit 100 % de mortalité. La méthode de CO<sub>2</sub> sous haute pression est considérée par plusieurs instituts techniques européens comme la méthode la plus efficace en remplacement du CH<sub>3</sub>Br et PH<sub>3</sub>. Il s'agit d'une méthode rapide, respectueuse de l'environnement et fiable en comparaison à des méthodes existantes appliquées. Elle permet de traiter 1\*40ft ou 2\*20ft containers par cycle. Elle évite des manipulations supplémentaires à l'arrivée et au départ pour le traitement des produits. Le chargement peut rester dans le container pendant la désinfection. Le temps total de désinfection est approximativement de deux heures, temps de manipulation des containers compris. Il s'agit de la première installation jamais construite à cette échelle dans le monde. Avec cette taille d'installation, une large gamme de produits peut être traitée par cette méthode, y compris des produits à faible valeur ajoutée.

Principaux avantages : 100 % de mortalité ; désinfection rapide : maximum 2 heures ; procédé respectueux de l'environnement ; applicable sur des produits finis et semi-finis ; le container complet peut être traité sans déchargement.

Type de partenaires recherchés : un brevet est en cours de dépôt. Des partenaires sont recherchés pour des accords de licence.

• **Contact : Ernst-Jan Van Hattum, Senter, Grote Markstraat 43, Postbus 30732, NL-2500 Den Haag, Netherlands. Tél. : +31 (70) 3610 217. Fax : +31 (70) 3610 915. E-mail : e.j.m.vanhattum@senter.nl**

**Commentaires du CRIAA (INRA) :** le CRIAA n'a pas évalué la qualité technique de ce projet mais l'enjeu pour les industriels nous paraît suffisamment important pour que nous le diffusions.

Information transmise par Hervé This, physico-chimiste INRA, attaché à la direction scientifique Nutrition Humaine et Sécurité des Aliments.

E-mail : hthis@paris.inra.fr

## Les superalliages à base de nickel se diversifient

Début 1999, le marché des superalliages pour l'aérospatial connaissait une embellie très relative, avant de finalement s'effondrer au cours de la deuxième moitié de l'année, quand la demande globale en métaux pour l'aérospatial chutait de 11 % à 67 600 tonnes. Au cours de l'année 2000, plus marquée par la consommation d'importants stocks constitués que par une réelle nouvelle demande, le marché devrait se situer au moins à 20 % en-dessous du pic de 1998, et ce malgré la très belle remontée des commandes d'avions commerciaux. Dans ce contexte en demi-teinte, les superalliages à base de nickel, représentant de 55 à 58 % du marché des superalliages, semblent tirer leur épingle du jeu : leur utilisation n'a chuté que de 6 % en 1999 avec 41 500 tonnes et devrait atteindre cette année 42 400 tonnes. L'explication vient de nouvelles applications, notamment militaires. Grâce à l'entrée sur ces nouveaux marchés, le niveau d'utilisation devrait en 2002 rattraper le niveau de 1998 avec 43 100 tonnes. La combinaison des bonnes prévisions de commandes pour les avions commerciaux ainsi que cette pénétration sur de nouveaux marchés devrait porter la part des alliages à base de nickel à 60 % par rapport à tous les superalliages en 2004, prenant des parts de marché aux alliages à base de titane. Malgré ces bonnes nouvelles, les prix ne devraient pas chuter avant longtemps. À la fin de l'année, le prix du kilogramme de nickel devrait atteindre une moyenne de 8,60 \$, soit une augmentation de 39 % par rapport à 1999.

La variation dans la concentration en nickel permet d'obtenir tout un éventail de propriétés, exploitables pour les utilisations hors aérospatial. On peut citer les alliages cuivre-nickel-chrome contenant entre 32 % et 42 % de nickel (Alloy 800), combinant une bonne résistance à la corrosion et à la chaleur. Ceux contenant de 60 % à 75 % de nickel (Alloy 600) possèdent une haute résistance à l'écaillage. Ces types de superalliages sont notamment utilisés dans l'industrie pétrochimique et pour les chaudières. Les superalliages nickel-chrome avec de 55 % à 75 % de nickel contiennent des éléments comme l'aluminium, le niobium, et le titane, facilitant le durcissement par précipitation ; ils ont une haute résistance au fluage, au travail en fatigue, aux chocs thermiques et à l'oxydation. Ces alliages sont par exemple utilisés pour les composants critiques dans les turbines et dans l'industrie nucléaire.

Parmi les nouveaux domaines où ces superalliages pourraient se développer, on peut citer l'industrie chimique dont les process nécessitent une résistance à la température et à la corrosion, pour confiner les transferts de gaz ou de fluides corrosifs. De même, l'industrie du traitement des déchets pourrait l'utiliser dans ses centres de traitement. Du côté de l'industrie de l'électronique, on exploite les alliages à base de nickel pour les connexions, les résistances, le packaging. Un important nouveau marché serait celui des turbines à gaz pour la cogénération d'électricité. Ces turbines, délivrant une puissance de 50 à 30 000 MW, représentent désormais 15 % de la demande globale en superalliage. La demande devrait augmenter grâce notamment au projet Advanced Turbine Systems du Department of Energy qui tend à développer de nouveaux alliages, en particulier pour travailler à plus haute température.

L'industrie automobile est un autre acteur clé potentiel qui a commencé par utiliser les superalliages, les jugeant comme de meilleurs matériaux face à la détérioration pendant la vie du véhicule. C'est désormais pour les attaches et dans les systèmes d'échappement que l'on retrouve ces superalliages à base de nickel.

• **Information recueillie dans *La Lettre des Matériaux de Washington*, décembre 2000, 103 (<http://www.france-science.org/publications/materiaux/103/LM103.htm>). Source : *High Tech Material Alert*, novembre 2000.**

## Plus petit, plus vite pour les semi-conducteurs

Les connexions en micro-électronique sont actuellement et depuis un certain temps faites en aluminium et isolées par de la silice (matériau diélectrique isolant avec une constante diélectrique  $k = 4,2$ ). Aujourd'hui, la taille minimale atteinte approche  $0,18 \mu\text{m}$ . Pour assurer la même taille pour le câblage comme pour le transistor, il ne reste plus que deux améliorations à effectuer : le métal de connexion et le matériau isolant.

Trois métaux de remplacement, l'or, l'argent et le cuivre, avaient été suggérés au Consortium de la Technologie d'Élaboration des Semi-Conducteurs en 1990. IBM avait opté en 1997 pour le cuivre, et tout le monde a suivi. La machine commerciale IBM avait lancé dans un premier temps, en 1998, la fabrication des semi-conducteurs de  $0,22 \mu\text{m}$  en utilisant du cuivre à la place de l'aluminium, associé à la silice. Une nouvelle fois, IBM a choisi, en avril 2000, le successeur de la silice : un hydrocarbure polymère aromatique SiLK ( $k = 2,65$ ). Ce choix s'est accompagné d'un accord avec l'entreprise Dow à l'origine de la découverte de ce nouveau diélectrique. Le SiLK possède une stabilité thermique à  $450 \text{ }^\circ\text{C}$ , une faible constante diélectrique, un bon pouvoir d'adhésion, une compatibilité chimique avec les autres composants de la puce et une facilité de gravure ; il est aussi disponible dans le commerce. IBM a prévu de produire des semi-conducteurs de taille  $0,13 \mu\text{m}$  avec ces nouveaux matériaux cuivre et SiLK d'ici 2001 ; le groupe a investi 2,5 milliards de dollars dans une nouvelle usine pour produire ce type de produits. Le SiLK est déposé par une méthode, appelée déposition par rotation (« spin-on »), plus compliquée que la CVD classique. Cette nouvelle technique donne une moins bonne dureté, un fort coefficient d'expansion thermique, et elle est très coûteuse, mais IBM et Dow pensent qu'à long terme, elle sera compétitive. Le projet est de baisser  $k$  à 2 en jouant sur la porosité avec le remplacement de l'oxygène de la silice par un groupe méthyle. D'autres sociétés, telles que Novellus utilisent toujours le procédé CVD pour déposer les couches minces diélectriques, pouvant aussi bien déposer de la silice que d'autres matériaux. Novellus a ainsi élaboré un nouveau diélectrique appelé Coral (matrice d'oxyde de silicium très poreux,  $k = 2,7$ ), déposé par plasma CVD. La société Dow Corning innove à la fois sur la voie CVD, mais aussi sur la nouvelle technique « spin-on ». Le procédé « spin-on » permet à Dow Corning d'obtenir les diélectriques HSQ ( $k = 2,9$ ) et XLK poreux à base de silicium (ou  $k < 2,5$  et dépend de la taille des cavités). Une autre société Honeywell Electronic Materials produit à la fois des matériaux inorganique et organique par la technique « spin-on », leur permettant d'atteindre de bon coefficient diélectrique ( $k < 2,8$ ). D'après cette dernière compagnie, la méthode CVD semble engendrer une perte de 0,5 sur le coefficient diélectrique. La question est de savoir quel matériau diélectrique est le plus performant. Le diélectrique Teflon du groupe DuPont, connu pour son très bas coefficient diélectrique ( $k = 2$ ), ne peut pas s'adapter techniquement pour l'élaboration des semi-conducteurs. La question est donc de trouver le matériau diélectrique valable intrinsèquement et technologiquement.

Même s'il reste quelques années avant le grand bouleversement, les sociétés fabriquant des produits auxiliaires (produits chimiques, gaz, supports et nettoyants) doivent aussi s'adapter à toutes ces évolutions. En effet, il faut voir quels produits ou procédés seront désuets, incompatibles ou inaptes. La forte utilisation du cuivre dans le domaine de la micro-électronique devrait conduire à de nouvelles ouvertures de marché, d'innovations et de partenariats. Mais le choix des nouvelles directions restent encore entre les mains des grands décideurs, même si les fournisseurs peuvent jouer un certain rôle. Les moins affectés par ce grand changement auraient dû être les sociétés qui élaborent les produits chimiques (acides, bases et solvants) pour la préparation et le nettoyage des substrats. Mais l'augmentation globale du marché du semi-conducteur a trois fois moins touché le secteur des produits chimiques. Comme les fabricants ont une sérieuse tendance à produire plus par anticipation, certaines sociétés se sont retrouvées dans le rouge. On parle de reconversion pour certaines et de nouvelles collaborations pour d'autres (par exemple, alliance Honeywell Specialty Chemicals et Mitsubishi Chemical en juillet 2000, n° 2 mondial après Ashland Specialty Chemical). Même si les choses n'avancent pas vite, il faut anticiper mais de manière intelligente.

• **Information recueillie dans *La Lettre des Matériaux de Washington*, janvier 2001, 104.**

(<http://www.france-science.org/publications/materiaux/104/LM104.htm>). Source : <http://pubs.acs.org/cen/coverstory/7847/7847bus1.html>

## Trois pour le prix d'un

L'équipe de Robert Grubbs (California Institut, États-Unis), est reconnue pour le développement de complexes organométalliques utilisés dans la synthèse de molécules complexes et, en particulier, de produits naturels. Les complexes au ruthénium, spécialités du laboratoire, ont trouvé bien des applications et quelques unes de leurs variantes permettent aujourd'hui de rendre plus efficace certaines réactions de copolymérisation.

L'idée de base est d'utiliser une seule et même famille de molécules pour catalyser trois étapes distinctes d'une copolymérisation séquencée. Dans une première étape, le complexe au ruthénium peut activer le branchement d'unités de méthyle métacrylate pour former un polyméthyle métacrylate (PMMA). Une variante de ce premier complexe facilite la coupure de cycles hydrocarbonés pour former des polyoléfines comme le polycyclooctadiène (PCOD). Le mélange des deux monomères de base (méthyle métacrylate et cyclooctadiène) en contact avec le ruthénium produit en moins d'une journée un copolymère séquencé de PMMA et de PCOD. La cerise sur le gâteau, c'est une troisième réaction qui se déclenche sous l'action de l'hydrogène et qui transforme le PCOD, dans le copolymère, en polyéthylène. Cette famille de molécules devrait donc permettre de catalyser une grande gamme de réactions en une manipulation unique, augmentant ainsi leur efficacité et leur facilité d'utilisation.

• **Information recueillie dans *La Lettre des Matériaux de Washington*, janvier 2001, 105.**

<http://www.france-science.org/publications/materiaux/105/LM105.htm>. Source : *JACS*, 2001, 122, p. 12872-12873.

## Les polymères à mémoire de forme pourront-ils bientôt remplacer les alliages à mémoire de forme ?

Une collaboration entre le Professeur Robert Langer du MIT (Massachusetts Institut of Technology, États-Unis) et un laboratoire allemand (GWRI) a conduit à la mise au point d'un polymère à mémoire de forme. Beaucoup d'avantages accompagnent cette découverte : un meilleur coût, une facilité de mise en forme, une déformation plus importante, une température de transformation plus basse, un temps de réponse rapi-

de et de plus la biodégradabilité, la biocompatibilité et des facultés d'autoréparation. Une société allemande MnemoScience (<http://www.mnemoscience.de>) devrait assurer la mise sur le marché de ces nouveaux PMF.

• **Information recueillie dans *La Lettre des Matériaux de Washington*, février 2001, 106.**

<http://www.france-science.org/publications/materiaux/106/LM106.htm>. Source : Langer R., Lendlein A., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2001, 98, p. 842.

## La corrosion des métaux précieux en milieu réducteur. Transformation du palladium et du platine

La corrosion des métaux ferreux est un phénomène connu de tous. À l'inverse, les métaux nobles sont considérés comme inaltérables.

Des métaux comme le palladium ou le platine, métaux précieux par excellence, étaient jusqu'à présent connus pour être inaltérables en présence de réducteurs. Pour la première fois, des chercheurs ont pu montrer que la polarité négative de ces métaux (alors utilisés comme cathode) permet, dans certaines conditions, d'obtenir une corrosion en masse avec insertion de sels (cations et anions) utilisés comme électrolytes dans le processus électrochimique. De nouvelles phases sont alors formées.

L'insertion des sels dans les métaux précieux se fait sous courant électrique. Elle demande en général un électron pour deux atomes de métal. Le nouveau matériau est un réservoir d'électrons à caractère de semi-conducteurs. La très large palette des ions pouvant être insérés et la réversibilité du processus au plan chimique permettent d'envisager un nouveau mode d'effet mémoire ou la formation de nouvelles surfaces fortement modifiées pour la catalyse.

• **Information recueillie dans *CNRS Info*, janvier 2001, n° 389. Contact chercheur : Jacques Simonet, Unité « Synthèse et électrosynthèse organiques », CNRS-Université Rennes I. Tél. : 02.99.28.62.92. E-mail : [jacques.simonet@univ-rennes1.fr](mailto:jacques.simonet@univ-rennes1.fr)**

## Soins dentaires sans roulette

Il est tout à fait possible de soigner les dents cariées sans utiliser la fraise. En effet, l'utilisation de la roulette pour éviter les parties cariées d'une dent est une méthode rapide, mais qui risque aussi de faire disparaître les zones voisines non atteintes. La nouvelle méthode, brevetée, a été mise au point par une équipe de chercheurs des instituts d'odontologie et de biomatériaux des universités de Goeteborg et de Malmoe en Suède. Il s'agit d'un gel à base de trois acides aminés qui est mélangé avec de l'hypochlorite de soude. Le gel est appliqué sur la zone abîmée et les parties cariées de la dent sont ensuite enlevées par grattage. Cette méthode chimio-mécanique ne peut pas être utilisée dans tous les cas : elle est parfaite tant que la lésion ne se trouve pas sous l'émail ou entre deux dents.

• **Information recueillie dans *Sciences & Technologies en Suède*, 16 février 2001, n° 145 (revue de presse éditée par l'Association Franco-Suédoise pour la Recherche (AFSR), Box 5203, SE-102 45 Stockholm (e-mail : [info@afsr.se](mailto:info@afsr.se)), en collaboration avec le Service Culturel et Scientifique de l'Ambassade de France en Suède). Source : *Vetskap* n° 1.**

## Vers l'abandon du cathéter au profit de l'IRM pour le diagnostic des maladies cardiovasculaires ?

L'équipe de recherche en résonance magnétique médicale (CNRS-Université Paris XI) mène plusieurs projets de recherche sur les techniques d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. Il a été montré que l'utilisation de gaz hyperpolarisé par un laser permet de visualiser et de quantifier la fonction ventilatoire pulmonaire. De nombreux travaux tendent à explorer par IRM les fonctions cardio-vasculaires et cette méthode devrait, à moyen terme, supplanter le cathétérisme cardiaque encore trop invasif et traumatique.

L'IRM ne permet pas encore de mesurer la pression mais seulement ses variations dans l'espace et le temps, témoin notamment de la capacité du cœur à éjecter le sang qu'il contient.

Afin de montrer la validité clinique des méthodes IRM, différents protocoles de comparaison avec le cathétérisme sont en cours de réalisation. Cette méthode devrait trouver une application importante dans la mesure de l'hypertension artérielle pulmonaire. Cette maladie nécessite en effet un suivi régulier par des cathétérismes répétés au niveau de l'artère pulmonaire. L'IRM des pressions devrait ainsi permettre d'éviter ces traumatismes.

• **Information recueillie dans *CNRS Info*, février 2001, n° 390. Contact chercheur : Jacques Bittoun, Unité de recherche en résonance magnétique médicale (U2R2M), CNRS-Université Paris XI. Tél. : 01.45.21.27.53. E-mail : [jacques.bittoun@cierm.u-psud.fr](mailto:jacques.bittoun@cierm.u-psud.fr)**

## Toute la lumière sur... l'effet photovoltaïque

La découverte des polymères conjugués conducteurs a valu en 2000 l'attribution du prix Nobel de Chimie à Alan J. Heeger, Alan G. MacDiarmid et Hideki Shirakawa. Ces plastiques conducteurs offrent de nouvelles perspectives dans le domaine de l'électronique : conception d'afficheurs de téléphones portables, préparation de dispositifs électroluminescents (capables de transformer l'énergie électrique en énergie lumineuse, phénomène appelé effet photovoltaïque)... Le coût de production de ces polymères est faible, leur mise en forme est relativement aisée et l'énergie solaire apparaît comme une source inépuisable. Les enjeux économiques des dispositifs photovoltaïques plastiques sont donc évidents.

Des chercheurs du Groupe des matériaux organiques de l'Institut de physique et chimie des matériaux (CNRS-Université Strasbourg I) ont mis au point une molécule hybride qui sert à convertir de l'énergie solaire en énergie électrique. L'un des grands avantages de cette approche originale est la possibilité d'établir une relation entre la structure du composé hybride et son activité. Il sera ensuite facile de faire varier la structure de la molécule pour en moduler ses propriétés électroniques afin de favoriser la production du photocourant.

• **Information recueillie dans *CNRS Info*, décembre 2000, n° 388. Contact chercheur : Jean-François Nierengarten, Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg, CNRS-Université Strasbourg I. Tél. : 03.88.10.71.63. E-mail : [nierang@ipcms.u-strasbg.fr](mailto:nierang@ipcms.u-strasbg.fr)**