

AMBASSADE DE FRANCE AUX ETATS-UNIS

MISSION POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE



LA LETTRE DES MATERIAUX



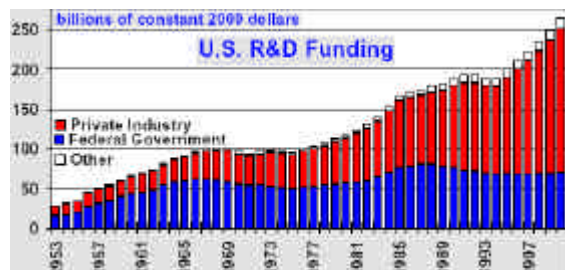
Numéro 122 - Washington, 15 Septembre 2002

EDITORIAL

Chères lectrices, chers lecteurs,

« Governments everywhere are sowing the seeds of economic growth by funding basic research and enticing multinationals to their shores to set up R&D facilities ».

D. Kramer, Science & Government Report, sept 02



Les Etats-Unis sont, et resteront pour quelque temps encore, le plus grand pourvoyeur de fonds R&D dans le monde : En 1999, l'état fédéral, l'industrie et les universités ont investi 44%, soit US\$ 243,5 milliards, de l'ensemble des sommes dépensées (US\$ 553 milliards) par les 30 nations industrialisées de l'OCDE. Toujours en 1999, les Etats-Unis ont dépensé autant que l'Europe (US\$ 156,4 milliards) et le Japon (US\$ 94,7 milliards) réunis. En 1979, la contribution de l'industrie à la R&D des Etats-Unis avait dépassé celle du gouvernement fédéral, et n'a fait que continuer sur sa lancée. En 2000, elle est le double de celle de l'état.

Les vingt dernières années avaient vu le budget civil de la R&D rattraper celui du militaire. Pour la dernière année de la Présidence Clinton ces lignes s'étaient rejointes. L'administration républicaine et l'après-11 Sept. ont inversé les tendances. Dans la partie civile, l'effort extraordinaire en Sciences de la Vie a mené le budget de la R&D en Santé à près de la moitié. Les 25-30 milliards restant sont à partager pour tout le reste et c'est évidemment ce « tout le reste » qui stagne dans le budget depuis bien longtemps.

Beaucoup de nanos encore dans ce numéro avec une volonté de pérenniser les efforts des dernières années en les dirigeant vers de nouveaux secteurs comme l'Energie.

Bonne lecture

Serge Hagège

SOMMAIRE

1. L'ACTUALITE SCIENTIFIQUE

Sécurité du Territoire
Le DOE et les nanos

A suivre

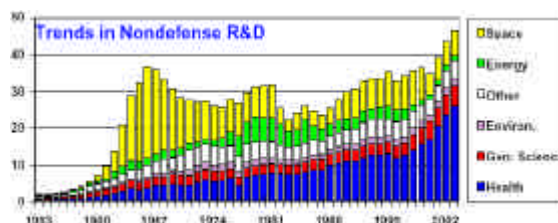
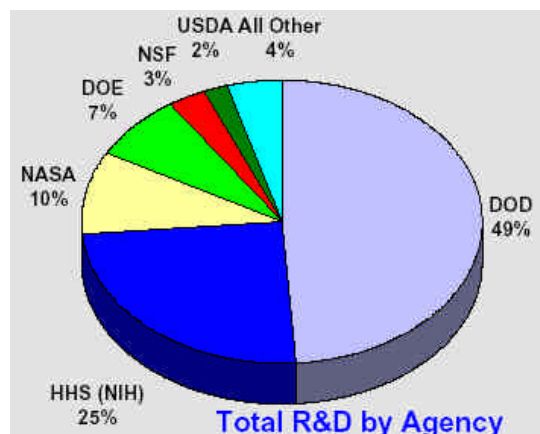
Les neutrons aux USA
Le top 100 en R&D

2. LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES

Une petite chaîne d'or
La première molécule électroluminescente

En bref ...

Le succès des diodes organiques
Niobate de lithium : la mémoire du son
MgB₂, suite
Les matériaux pour l'armée



<http://www.aaas.org>

1. L'ACTUALITE SCIENTIFIQUE

SECURITE DU TERRITOIRE

Dès les lendemains du 11 septembre, la communauté scientifique s'est mobilisée pour aider la nation américaine dans la lutte contre le terrorisme. Les Académies des Sciences, les Agences de Recherche, le milieu universitaire ont rivalisé en terme de réunions de travail et documents de synthèse pour proposer à la Maison Blanche et à l'OSTP (Office of Science and Technology Policy) de mieux faire connaître les possibilités de la Science et la Technologie. Le milieu politique a très vite compris que l'aide des chercheurs dans la lutte contre le terrorisme pouvait constituer un apport important. Dans les discussions qui ont accompagné la proposition de création d'un Département pour la Sécurité Intérieure (Homeland Security Department) il a été accepté sans conteste que son contenu en terme de S&T devait être fort. Les limites de ce contenu, et les budgets y afférant, sont encore l'objet d'une controverse entre le Congrès et la Maison Blanche.

Avant la pause estivale, la Chambre des Représentants avait déjà approuvé une proposition du Comité pour la Science pour créer un poste d' « Under-Secretary » afin d'assurer la coordination des efforts en Science et Technologie et gérer les budgets en Recherche et Développement au sein du Département pour la Sécurité Intérieure. Il serait entouré d'un Comité Consultatif qui l'aiderait à mieux identifier les domaines d'études qui pourraient bénéficier à la sécurité du territoire. Dans le même esprit, la Chambre propose la création d'un Institut de la Sécurité Intérieure, financé sur fonds fédéraux et dont le champ d'action couvrirait la simulation et la modélisation des infrastructures civiles et militaires, la mise en place d'analyses économiques et politiques pour évaluer les besoins en moyens de sécurité, améliorer l'inter-opérabilité des moyens de premier secours.

Le Sénat n'avait pas encore finalisé sa version avant la pause estivale, mais avait déjà approuvé la nomination d'un « Under-Secretary » pour la S&T mais avec des pouvoirs plus larges, dépassant les frontières du Département. Il aurait aussi la charge de coordonner les efforts de recherche et développement menés par les autres Agences de Recherche dans la mesure où ceux-ci relèvent de la Sécurité Intérieure. Dans la version du Sénat, le Comité Consultatif serait un Conseil pour la S&T qui comprendrait des représentants des autres Agences de Recherche. Le rôle joué par un Institut serait dévolu, dans la version du Sénat, à une agence spécifique : la SARPA (Security Advanced Research Projects Agency), à l'image de la DARPA du Département pour la Défense qui finance des projets de recherche à haut risques mais dont les bénéfices pourraient être très importants dans un avenir à moyen ou long terme. Un fonds spécial serait plus précisément orienté sur les projets plus en aval en liaison avec le milieu industriel.

La question essentielle restée en suspens pendant l'été est la définition du contour du porte-folio S&T du nouveau Département. Dans la première proposition du Président, \$3,4 milliards de dollars devaient être consacrés à la recherche et au développement, soit un peu moins de 10% du budget global de ce Département. Le Congrès a

dramatiquement réduit ces montants à moins de \$500 millions préférant laisser sous la responsabilité des NIH (National Institute of Health) et du CDC (Center for Disease Control) toute la R&D liés au bioterrorisme.

Dans l'état actuel des négociations entre le Congrès et la Maison Blanche, le nouveau Département aurait quatre divisions auxquelles seraient associées un volet R&D :

- **Information Analysis and Infrastructure Protection** : On y retrouverait le NISAC (National Infrastructure Simulation and Analysis Center) du Département pour l'Energie en liaison avec les laboratoires nationaux de Sandia et Los Alamos. Il n'est pas encore évident que la division Sécurité Informatique du NIST (National Institute of Standards and Technology) rejoigne l'ombrelle du nouveau Département ; le NIST dans son ensemble dépend du Département pour le Commerce.
- **Chemical, Biological, Radiological and Nuclear Countermeasures** : La R&D dans cette division aura la responsabilité de répondre aux menaces posées par les armes de destruction massives et serait la composante majeure dans les programmes en Sciences et Technologies du nouveau Département. Une bonne partie des activités en recherche informatique du Lawrence Livermore Laboratory du Département de l'Energie serait affectée à cette division. Il en serait de même pour d'autres programmes de non-prolifération biologique ou nucléaire, à l'origine au DoE. Les programmes équivalents localisés au NIH ou au CDC ne seraient pas inclus dans cette division même s'il est fortement recommandé une forte interaction avec le HHS (Health and Human Services). Quelques programmes de recherche du Département pour l'Agriculture et du Département pour la Défense pourraient rejoindre cette division mais ceux-ci représentent des volants budgétaires faibles.
- **Border an Transportation Security** : Cette division hériterait des programmes de recherche des Agences qui la composent : Naturalisation, Douanes, Garde Côte et surtout, en terme de R&D, la sécurité des transports.
- **Emergency preparedness and response** : Cette division couvre toute l'assistance fédérale en réponse aux catastrophes, naturelles ou autres, et attaques domestiques de toutes origines. Il n'y aurait pas de R&D significative associée à cette division.

Source : <http://www.aaas.org/spp/rd/>

LE DOË ET LES NANOS

Richard Smalley, Prix Nobel pour son travail sur les fullerènes, a présenté récemment son point de vue sur les applications des nanosciences à l'énergie, un des plus grands problèmes actuels de l'humanité. L'utilisation des nanomatériaux, en plus d'améliorer les systèmes de catalyse et de filtration, pourrait à terme permettre de trouver des alternatives au pétrole, aux combustibles fossiles et au nucléaire, en facilitant l'utilisation de l'énergie solaire ou géothermique.

C'est donc aux membres du Congrès que Richard Smalley s'est adressé, demandant une hausse des subventions allouées à l'Office of Sciences du Department of Energy dans le budget 2003. Evoquant les sommes investies dans les nanotechnologies par le Japon (\$650 millions, prévision de \$2 milliards en 2005), la Corée, la Chine et l'Europe, Richard Smalley demande le lancement d'un nouveau programme au DoE sur les sources d'énergie, d'un budget de \$1 milliard, qui atteindrait environ \$10 milliards en cinq ans.

D'autres scientifiques, comme Wade Adams, Directeur du Center for Nanoscale Science and Technology à Rice University, ou James Von Her, Président de la société Zyvex, ont aussi apporté leur support pour un financement élevé des nanosciences, comparant ce travail aux projets Manhattan (la première bombe atomique) ou Apollo (le premier homme sur la lune).

Connaissant les opinions de la présidence sur les questions de l'énergie et l'éventuelle nécessité de développer et utiliser des énergies alternatives, le succès de tels argumentaires est incertain.

Sources :

http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=4502
http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=4262
http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=4595

A noter sur le même thème, une conférence sur la production et les applications des matériaux nanostructurés pour les dispositifs d'énergie, qui se tiendra à Miami, Floride, du 11 au 13 décembre 2002.

Plus d'informations sur le site <http://www.knowledgefoundation.com>

A SUIVRE...

• Les neutrons aux USA

L'Office of Science and Technology Policy (OSTP) de la Maison Blanche vient de publier un rapport présentant un état de l'art des instruments et installations de diffusion des neutrons aux Etats-Unis.

Les Etats-Unis possèdent trois installations de diffusion de neutrons : trois sont sous la responsabilité du DoE (Department of Energy), le quatrième est au NIST (National Institute of Standards and Technology). Un cinquième centre, le Spallation Neutron Source (SNS) est en construction au Oak Ridge National Laboratory du DOE.

D'après ce rapport, seul le NIST dispose d'équipements de classe mondiale, et de façon générale l'accès à ce type d'installations est trop limité. La construction du nouveau centre résoudra en partie ce problème, mais ces équipements doivent être exploités de façon plus efficace, notamment à travers des accords et partenariats entre les différentes agences, et l'accent doit être porté sur la recherche et la technologie des sources neutroniques.

Source :

http://www.nist.gov/public_affairs/releases/ostp.htm
 Le rapport est disponible en format pdf à www.ostp.gov/html/neutron.pdf

• Le top 100 en R&D

La revue IEEE Spectrum fait sa une avec un titre d'actualité scientifico-économique : « They might be Giants ». On y retrouve un classement 2001 des 100 meilleures entreprises mondiales en terme de dépenses R&D. Pas de surprise, seuls les Etats-Unis, le Japon et l'Europe apparaissent. Avec un peu de soin on retrouve Aventis (23), Alcatel (32), Renault (50), Peugeot (55) et Sanofi-Synthelabo (78). L'automobile se taille la part du lion avec Ford (1), General Motors (2) et Daimler-Chrysler (4). Le classement est fait en montant brut dépensé, mais apparaît aussi en pourcentage des ventes et par employé.

Top 100 R&D Spenders

Source :

<http://www.spectrum.ieee.org/WEBONLY/publicfeature/sep02/0902introt1.pdf> et <http://www.spectrum.ieee.org/index.html>

2. LES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES

UNE PETITE CHAÎNE D'OR

Les chercheurs de l'University of California à Irvine ont pu observer la transition entre les propriétés d'un atome unique et celles du volume, en construisant une chaîne d'or atome par atome, et en observant simultanément ses propriétés.

La formation d'un cristal, à partir d'atomes individuels, est accompagnée de changements radicaux des propriétés chimiques et physiques du matériau résultant. Ceci est en grande partie lié à la structure électronique du matériau : les niveaux d'énergie discrets des atomes isolés se partagent et s'élargissent dans le cas d'amas d'atomes. La structure de bande détermine la propagation et la mobilité des électrons à l'intérieur du cristal, et influence par conséquent la plupart des propriétés. L'ajustement des propriétés d'un matériau en fonction des applications passe en général par le contrôle des structures électroniques. Si la connaissance de la structure de bande a fait de gros progrès dans la technologie des semi-conducteurs, la fabrication de nano-structures métalliques et leur contrôle électronique sont encore balbutiants, on sait cependant que la haute densité électronique des métaux amène la transition atomique/volumique à des distances beaucoup plus faibles que pour les semi-conducteurs.

Wilson Ho et ses collègues ont utilisé un microscope à effet tunnel pour assembler un à un des atomes d'or, et étudier dans le même temps ses propriétés électroniques. Au fur et à mesure que des atomes sont ajoutés, ceux-ci partagent leurs électrons et perdent leurs caractéristiques individuelles pour endosser celles de l'ensemble de la structure, et les propriétés s'en trouvent fortement modifiées. Cette transition est observée alors que le cinquième ou sixième atome est ajouté. Les chercheurs ont ajouté jusqu'à vingt atomes : après la transition observée au sixième atome, seules de petites variations sont observées dans la structure électronique, celle-ci convergeant pour atteindre les propriétés typiques des solides constitués d'un grand nombre d'atomes.

Ces mesures permettent de déterminer la taille minimale que peuvent atteindre des structures métalliques, et, même si une chaîne d'or nanométrique n'est pas encore envisageable pour la production à grande échelle de composants électroniques, ces résultats procurent une connaissance de base pour le développement des nanotechnologies.

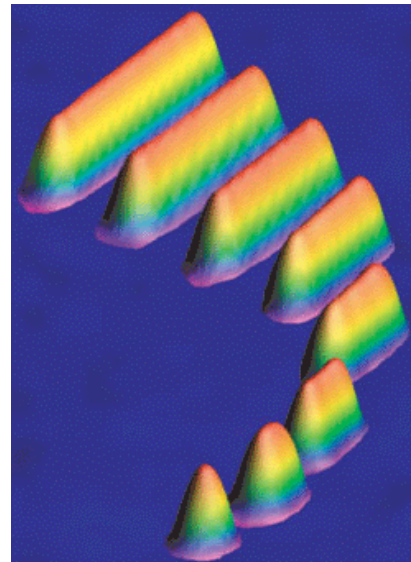


Image obtenue par microscopie à effet tunnel : chaînes d'or à 1, 3, 5, 8, 11, 14, 17 et 20 atomes.

Sources :

http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=4530

<http://today.uci.edu/releases/126tv02.html>

www.sciencexpress.org, 22 août 2002

Contact : Wilson Ho, UCI, wilsonho@uci.edu

Chad Mirkin, de l'université de Northwestern, présente une autre application des nanoparticules d'or : il répartit sur une micropuce des brins d'ADN choisis pour se lier avec des segments génétiques de certains agents biologiques (l'anthrax par exemple). Puis la puce est mise en contact avec des particules d'or, auxquelles ont été associées des chaînes d'ADN se liant avec les chaînes de ces mêmes agents. Les particules d'or s'associent donc d'elles-mêmes à la puce si elles rencontrent l'agent recherché. Les chercheurs ont dopé les particules d'or avec des traceurs colorés, qui diffusent la lumière laser, permettant de révéler automatiquement la présence de la molécule recherchée. En utilisant des traceurs de couleur différente, cette technique permet donc de mettre en évidence rapidement et simultanément la présence de molécules différentes.

Source :

<http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2002/903/2>

Science, **297**, 1536 (2002)

Contact : Chad Mirkin,
camirkin@chem.northwestern.edu

LA PREMIERE MOLECULE ELECTROLUMINESCENTE

Une équipe du Georgia Institute of Technology a observé l'électroluminescence de petits amas d'argent. C'est la première fois que l'on observe cette propriété à partir d'un si faible nombre d'atomes.

Robert Dickson et ses collègues ont appliqué un courant d'environ un ampère à un film fin d'oxyde d'argent non électroluminescent, observant alors « l'activation » de quelques amas, qui apparaissaient dans des régions « décolorées » du film. En appliquant deux électrodes et un courant alternatif au film, on peut voir une fine ligne d'amas d'argent briller d'une couleur qui dépend de la taille des amas. L'étude plus précise du film permet d'observer que les émissions proviennent de groupements de quelques atomes.

Le phénomène d'électroluminescence se produit quand un électron interagit avec une molécule chargée positivement. Un électron est d'abord arraché, puis est réinjecté, à un niveau d'énergie différent : la recombinaison de cet électron est la cause du relâchement d'un photon.

Les chercheurs ont observé que l'effet est multiplié avec l'utilisation d'un courant alternatif au lieu d'un courant continu : un courant d'environ 150 MHz provoque une réponse 10 000 fois plus importante. Dickson suggère que cet effet est dû à la rapide recombinaison à l'intérieur des molécules individuelles dans une section très étroite de l'échantillon, effet impossible dans une réponse globale du matériau, trop lente. Le courant alternatif permet d'injecter un électron juste au bon moment, minimisant la perte en production de chaleur. Le taux de courant nécessaire est alors inférieur, et la durée de vie des amas d'atomes prolongée.

Cette expérience a été menée sur des amas d'argent composés de deux à huit atomes, mais les chercheurs ont aussi montré une électroluminescence semblable dans des amas de cuivre, on peut donc espérer étendre cette propriété à d'autres métaux.

Cette découverte peut mener, à terme, à de nouvelles connections optiques nanométriques, et pourra être utilisée pour la microscopie optique à haute résolution, la lithographie à l'échelle nano, et toute autre application qui requiert de très petites sources lumineuses.

Ce travail se base sur une étude préalable réalisée par Dickson et ses collègues, publiée dans Science en janvier 2001 : les chercheurs y démontraient le stockage binaire optique en inscrivant et lisant des images simples enregistrées sur des films de

nanoparticules d'oxyde de cuivre activées par de la lumière à une fréquence spécifique.

Source :

<http://gtresearchnews.gatech.edu/newsrelease/NANOLIGHT.htm>

Contact : Robert Dickson, téléphone,
robert.dickson@chemistry.gatech.edu

EN BREF ...

Quelques nouvelles :

• Le succès des diodes organiques

Les écrans fabriqués avec des diodes électroluminescentes organiques (OLEDs) s'avèrent de plus en plus efficaces et pourraient remplacer les écrans à cristaux liquides (LCDs). Plus fins, plus flexibles, et consommant moins d'énergie, ces écrans pourraient atteindre un chiffre d'affaire de \$2.5 milliards en 2006, d'après Barry Young, vice-président de DisplaySearch. Plusieurs sociétés commercialisent déjà des produits : Kodak, en partenariat avec Sanyo Electric Co. Ltd, fabrique des écrans pour autoradios et téléphones portables, Universal Displays Corp. a annoncé le 12 août que le Department of Energy lui avait alloué \$100,000 dans le cadre des contrats Small Business Innovation Research (SBIR), pour le développement de ses technologies OLEDs, et DuPont Displays a lancé le 16 août, avec RiTdisplays à Taiwan, la production en grande quantité d'écrans OLED.

Les propriétés des OLEDs ont pu être améliorées, notamment la durée de vie des écrans, qui, de 2,000 heures il y a quelques années, est passée à 10,000 heures, et pourrait atteindre 20,000 heures d'ici un an ou deux. Le prix de ces écrans, aujourd'hui plus élevé que celui des LCDs, pourrait lui aussi diminuer fortement dans les prochaines années. Enfin, le contraste, le temps de réponse et l'angle de vue sont meilleurs pour les OLEDs, qui consomment aussi moins d'énergie. Sony annonce ainsi la commercialisation d'une télévision à écran OLED pour l'année prochaine.

Source :

http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=4510

• Niobate de lithium : la mémoire du son

Les chercheurs de l'University of Mississippi viennent de découvrir une nouvelle propriété au niobate de lithium (LiNbO_3) : Ce matériau, déjà connu pour ses propriétés ferroélectriques, piézo-électriques et photo-réfractives, est utilisé pour les dispositifs d'onde acoustique de surface pour les filtres de signaux de télévision et de téléphones mobiles. LiNbO_3 a aussi été envisagé pour la

mémoire d'hologrammes, et ses propriétés optiques non linéaires l'ont rendu particulièrement attirant pour la recherche en photonique.

Michael McPherson et ses collègues ont observé, en étudiant la propagation d'ondes de son haute fréquence à travers un monocristal, que les ondes sonores semblaient être stockées dans le matériau puis ré-émises. Le temps moyen entre le signal original et le signal copie est de l'ordre de 70 μ s, est indépendant de l'amplitude du signal, et augmente avec sa fréquence. L'amplitude du signal copie varie linéairement avec celle de l'original, décroît avec la température, et est maximale pour une fréquence originale de 36MHz. La taille de l'échantillon, de l'ordre de quelques centimètres, ne modifie pas l'effet observé. Les chercheurs attribuent cet effet à des déformations et relaxations des domaines ferroélectriques, et à une redistribution des charges électriques dans ces domaines causée par les propriétés piézo-électriques du matériau.

- **MgB₂, suite**

Comme évoqué dans la Lettre 121, MgB₂ est un supraconducteur dont on étudie de près les caractéristiques : moins cher que les oxydes de cuivre, sa température de transition est plus haute que celle des matériaux de structure similaire. Les chercheurs de Pennsylvania State University présentent une méthode permettant d'obtenir un film fin de haute qualité de MgB₂. Deux méthodes avaient été précédemment testées : la première consistait à chauffer des films de bore en présence

de vapeur de magnésium ; les films obtenus présentaient de bonnes propriétés supraconductrices mais des surfaces rugueuses. Pour la deuxième méthode, on dépose simultanément les vapeurs de magnésium et de bore, on obtient alors un film à la surface lisse, mais imparfait, avec des températures de transition plus basses. L'équipe de Xiaoxing Xi utilise une spirale chauffante pour évaporer des blocs de magnésium à environ 700°C. La vapeur de magnésium se combine ensuite avec du diborane, un composé de bore et d'hydrogène, dans une atmosphère d'hydrogène à haute pression. Les films fins de MgB₂ croissent sur des disques de matériaux durs tels que l'alumine ou le carbure de silicium.

Source :

<http://www.nature.com/nsu/020902/020902-2.html>

Contact :

Xiaoxing Xi, xxx4@psu.edu

- **Les matériaux pour l'armée**

La revue *Advanced Materials & Processes* consacre son numéro de Septembre aux matériaux développés pour des applications militaires. Les techniques de fabrication des matériaux sont détaillées, comme celles des alliages de titane, de faible densité et forte robustesse, utilisés pour les véhicules de combat.

Plus de détails sur le site

<http://www.asminternational.org>

LA MISSION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

COMITE DE REDACTION :

Serge Hagège, Attaché Matériaux
serge.hagege@ambafrance-us.org
Tel : +1 202 944 6216

Céline Farvacque, Chargé de Mission,
sciences_physiques.vi@ambafrance-us.org
Tel : +1 202 944 6241

Phuong Pham, Assistante de Rédaction,
phuong.pham@diplomatie.gouv.fr
Tel : +1 202 944 6220

Pascal Couti, Assistant de Rédaction
webadmin@france-science.org
Tel : +1 202 944 6227

Fax : +1 202 944 6244

ABONNEMENT : Pour vous inscrire sur notre liste de diffusion gratuite, envoyez un message à sciences_physiques.vi@ambafrance-us.org

Le Site Internet de la Mission Scientifique et Technologique aux Etats-Unis est <http://www.france-science.org/>

Vous y trouverez un archivage de la "Lettre Matériaux de Washington" ainsi que les autres publications de la Mission Scientifique et Technologique aux Etats-Unis:

Etats-Unis Espace usa-espace@ambafrance-us.org

Etats-Unis Microélectronique ataj.science@consulfrance-sanfrancisco.org

S&T Presse subscribe.be.usa@adit.fr

Par ailleurs, la Mission Scientifique et Technologique prend part à la rédaction d'autres lettres d'informations en collaboration avec les services de l'Ambassade de France aux Etats-Unis :

Flash Télécommunications et Nouvelles Technologies de l'Information
(subscribe.telecom.usa@adit.fr)

La Lettre de l'Environnement (gael.gregoire@dree.org) ;

Le Flash Santé (guillaume.costecalde@dree.org)

Ambassade de France aux Etats-Unis - 4101 Reservoir Road, N.W. - Washington, D.C. 20007-2173 – USA