



LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCHELLE PLANÉTAIRE

DOSSIERS MONDIAUX

REVUE ÉLECTRONIQUE DU DÉPARTEMENT D'ÉTAT DES ÉTATS-UNIS

OCTOBRE 2006



Dossiers mondiaux: Volume 11, Numéro 3

Directeur de la rédaction	Merle Kellerhals
Rédactrice en chef	Cheryl Pellerin
Rédactrice adjointe	Charlene Porter
Rédactrices	Jenifer Bochner Kara Breissinger Eileen Kane Cynthia LaCovey Rhobyn Costen-Sykes Geri Williams
Révision	Kathleen Hug
Documentalistes	Lynne Scheib Joan Taylor
Recherche photographique	Maggie Johnson Sliker
Conception graphique	Tim Brown
<hr/>	
Éditrice	Judith Siegel
Directeur de la publication	George Clack
Réviseur exécutif	Richard Huckaby
Chef de la production	Christian Larson
Chef adjoint de la production	Chloe Ellis
Traduction	Service linguistique IIP/G/AF
Maquette de la version française	Africa Regional Services, Paris
<hr/>	
Conseil de rédaction	Jeremy Curtin Janet Garvey Jeffrey Berkowitz

Couverture : L'équipage de la mission de la navette spatiale STS-71, de *Mir-18* et de *Mir-19* se réunit pour une photo en cours de mission dans le module scientifique Spacelab en juin 1995. Construit par l'Agence spatiale européenne et mis sur orbite par la navette spatiale de la NASA, Spacelab sert à des activités scientifiques spatiales variées. Photo NASA.

Le Bureau des programmes d'information internationale du département d'État des États-Unis publie cinq revues électroniques sous le logo « eJournal USA » – *Perspectives économiques*, *Dossiers mondiaux*, *Démocratie et droits de l'homme*, *Les Objectifs de politique étrangère des États-Unis* et *La Société américaine* – qui examinent les principales questions intéressant les États-Unis et la communauté internationale ainsi que la société, les valeurs, la pensée et les institutions des États-Unis.

Une nouvelle revue est publiée chaque mois en anglais et est suivie deux à quatre semaines plus tard d'une version en français, en portugais, en espagnol et en russe. Certains numéros sont également traduits en arabe et en chinois. Chacune de ces revues est cataloguée par volume (le nombre d'années de publication) et est numérotée (numéros publiés dans l'année).

Les opinions exprimées dans les revues ne représentent pas nécessairement le point de vue ou la politique du gouvernement des États-Unis. Le département d'État des États-Unis n'est nullement responsable du contenu ou de l'accessibilité des sites Internet indiqués en hyperliens ; seuls les éditeurs de ces sites ont cette responsabilité. Les articles, photographies et illustrations publiés dans ces revues peuvent être librement reproduits en dehors des États-Unis, sauf indication contraire ou sauf mention de droit d'auteur. Les photos protégées par un droit d'auteur ne peuvent être utilisées qu'avec l'autorisation de la source indiquée.

Les numéros les plus récents, les archives ainsi que la liste des revues à paraître sont disponibles sous divers formats à l'adresse suivante : <http://usinfo.state.gov/journals/journals.htm>. Veuillez adresser toute correspondance au siège de l'ambassade des États-Unis de votre pays ou bien à la rédaction :

Editor, eJournal USA: Global Issues
IIP/T/GIC
U.S. Department of State
301 4th Street, SW
Washington, DC 20547
États-Unis d'Amérique

Courriel : ejglobal@state.gov

Avant-propos

La science est source d'innovations de toute sorte qui contribuent à améliorer la santé publique, à alléger la pénibilité du travail et à accroître notre compréhension du cosmos et du monde vivant.

La science est aussi une entreprise fondamentalement internationale. Au sein de leur communauté d'échelle planétaire, les scientifiques partagent les résultats de leur travail dans le cadre de travaux réalisés en collaboration, de journaux techniques, de conférences, de sites Internet et de réseaux informatiques performants, spécialisés dans la recherche et l'éducation.

Cette entreprise scientifique marquée au sceau d'une mondialisation croissante transcende les frontières nationales pour créer des rapports où les traditions et les cultures se fusionnent et collaborent en dépit des revers temporaires que causent parfois les inquiétudes sécuritaires et la concurrence économique.

Dans le présent numéro, des scientifiques, des ingénieurs, des chercheurs et des éducateurs qui représentent avec leurs collègues à l'étranger le fer de lance de ce mouvement mondial de partage des connaissances décrivent leurs travaux et évoquent l'avenir de la collaboration internationale.

Scott Horowitz, de la NASA, explique comment, à l'aube de l'ère spatiale, les nations

parties à la conquête de l'espace collaborent à des entreprises d'exploration spatiale qui dépasseraient les capacités financières et techniques d'un seul pays. Trois chercheurs bénéficiant de l'appui du Centre international des sciences de la santé au



Des chercheurs de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), sur un appareil faisant partie du Solénoïde compact à muons.

©CERN

sein de l'Institut national de la santé œuvrent avec leurs collaborateurs en Thaïlande, en Europe centrale et orientale et au Pérou en vue d'améliorer la santé au niveau mondial. Joseph Davila, astrophysicien à la NASA, parle d'une rare éclipse totale du Soleil et raconte comment des scientifiques libyens, américains, suisses, italiens, français et allemands se sont

retrouvés ensemble pour la première fois dans le désert libyen pour étudier la couronne du Soleil et transmettre l'événement au monde entier. Norbert Holtkamp, qui dirigera la construction de l'ITER, le plus grand réacteur expérimental à fusion nucléaire au monde, explique comment ces travaux pourraient conduire à la création d'une source d'énergie propre capable de satisfaire la demande croissante de l'économie mondiale.

Ces spécialistes et d'autres expliquent leurs points de vue dans ce numéro de Dossiers mondiaux intitulé *La coopération scientifique à l'échelle planétaire*. ■



LA COOPÉRATION SCIENTIFIQUE À L'ÉCHELLE PLANÉTAIRE

DÉPARTEMENT D'ÉTAT DES ÉTATS-UNIS / OCTOBRE 2006 / VOLUME 11 / NUMÉRO 3

<http://usinfo.state.gov/pub/ejournalusa.html>

4 Science et technologie: des passerelles entre les cultures et les nations

GEORGE ATKINSON, CONSEILLER EN SCIENCE ET
TECHNOLOGIE AUPRÈS DE LA SECRÉTAIRE D'ÉTAT

6 L'exploration internationale de l'espace

SCOTT HOROWITZ, ADMINISTRATEUR ASSOCIÉ DE
L'EXPLORATION SYSTEMS MISSION DIRECTORATE AU
SIÈGE DE LA NASA, À WASHINGTON

Au cours des cinquante dernières années, l'homme
a fait des progrès considérables dans l'exploration de
l'espace et s'est attaché à promouvoir la coopération
mondiale qui en a permis l'essor.

11 Education City

CHARLES THORPE, DOYEN DE L'UNIVERSITÉ
CARNEGIE MELLON À DOHA (QATAR)

L'université Carnegie Mellon-Qatar offre aux
étudiants du golfe Persique des programmes
d'enseignement supérieur de haute qualité dans le
cadre d'un projet qui vise à faire du Qatar un centre
d'éducation et de recherche de premier ordre.

14 Porter remède aux disparités

Pour éliminer les disparités présentes à travers le monde
dans le domaine de la santé, le Centre international
John Fogarty d'études supérieures en sciences de la
santé encourage la création de partenariats entre les
scientifiques américains et leurs homologues étrangers
par l'entremise de dons, de bourses d'études, de
programmes d'échange et d'accords internationaux.

■ Épidémiologie virtuelle

LE DOCTEUR DONALD BURKE, DOYEN ET
TITULAIRE DE LA CHAIRE JONAS SALK DE SANTÉ
MONDIALE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE SANTÉ
PUBLIQUE, UNIVERSITÉ DE PITTSBURGH

■ La salubrité de l'environnement et la santé au travail dans les démocraties en développement

LE DOCTEUR THOMAS COOK, PROFESSEUR DE SANTÉ
AU TRAVAIL ET DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE AU
CENTRE DE SANTÉ RURALE ET ENVIRONNEMENTALE
INTERNATIONALE DU COLLÈGE DE SANTÉ PUBLIQUE
DE L'UNIVERSITÉ D'IOWA

■ La santé mondiale au Pérou

LE DOCTEUR PATRICIA GARCIA, PROFESSEUR
PRINCIPAL DE L'ÉCOLE DE SANTÉ PUBLIQUE À
L'UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA AU
PÉROU ET CHEF DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA
SANTÉ DU PÉROU

20 Éclipse totale du Soleil et coopération internationale

JOSEPH DAVILA, ASTROPHYSICIEN À LA DIVISION
D'HÉLIOPHYSIQUE DU GODDARD SPACE FLIGHT
CENTER DE LA NASA (MARYLAND)

Des astrophysiciens de la NASA et des scientifiques
d'instituts de recherche de Libye ont collaboré pour la
première fois à des activités scientifiques lorsqu'ils ont
observé et analysé l'éclipse totale du Soleil du 29 mars 2006
qui atteignait sa perfection au milieu du désert libyen.

26 La télémédecine au service de l'Irak

GARY SELNOW, DIRECTEUR EXÉCUTIF DE WIRED INTERNATIONAL ET PROFESSEUR AU MARIAN WRIGHT EDELMAN INSTITUTE DE L'UNIVERSITÉ D'ÉTAT DE LA CALIFORNIE À SAN FRANCISCO

Des milliers de médecins, d'infirmières et d'étudiants en médecine irakiens améliorent leurs connaissances et réparent l'infrastructure médicale de leur pays, négligée sous l'ancien dictateur Saddam Hussein, grâce à un programme novateur qui leur permet de consulter des services hospitaliers et des banques de données médicales dans le monde entier.

29 ITER : l'avenir de la fusion nucléaire

NORBERT HOLTkamp, PRINCIPAL DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT DÉSIGNÉ D'ITER ET DIRECTEUR DE CONSTRUCTION DU PROJET

Le Réacteur thermonucléaire expérimental international (ITER) est un projet expérimental de production d'énergie qui offre aux pays participants, voire au monde entier, la possibilité de créer une source non polluante et théoriquement inépuisable d'électricité.

34 BOTUSA : partenariat de recherche médicale

BOTUSA est un projet auquel le gouvernement du Botswana et le Centre d'épidémiologie des États-Unis collaborent depuis 11 ans en vue d'assurer une assistance technique, des services de consultation et de financement ainsi que la mise en œuvre de programmes et de travaux de recherche visant à la prévention, au traitement, aux soins et à la surveillance du VIH/sida, de la tuberculose et des affections associées.

36 GLORIAD: coopération pour la recherche et l'éducation

GREG COLE, CHERCHEUR PRINCIPAL DU RÉSEAU ANNULAIRE MONDIAL POUR APPLICATIONS AVANCÉES (GLORIAD) À L'UNIVERSITÉ DU TENNESSEE ET AU LABORATOIRE NATIONAL D'OAK RIDGE DU MINISTÈRE AMÉRICAIN DE L'ÉNERGIE

GLORIAD met en place, pour les scientifiques de par le monde, des outils informatiques et de transmission de données extrêmement performants qui, en améliorant les communications et les échanges de données, leur permettent de coopérer activement et au quotidien à des projets scientifiques communs.

40 Bibliographie (en anglais)

Documentation sur la coopération scientifique internationale

42 Sites Internet (en anglais)

Documentation en ligne du gouvernement des États-Unis et d'autres sources sur les sciences et techniques

Science et technologie : des passerelles entre les cultures et les nations

George Atkinson, conseiller en science et technologie
auprès de la secrétaire d'État

George Atkinson est arrivé au département d'État en août 1981 en tant qu'associé principal de recherches pour la science, la technologie et la diplomatie, parrainé par l'American Institute of Physics. En 2003, le secrétaire d'État de l'époque, Colin Powell, l'a nommé deuxième conseiller en science et technologie auprès du secrétaire d'État. Il est détaché de l'Université de l'Arizona où il conserve son poste de professeur de chimie et de science optique.

Les progrès de la science et de la technologie ont une influence considérable et immédiate tant sur la conjoncture économique mondiale que sur les économies nationales et les relations internationales, et l'évolution d'un État se mesure largement selon son expertise en science et en technologie et selon son accès à cette expertise. Les États qui créent la technologie ont sur l'avenir des options différentes de ceux qui doivent l'acheter. La recherche scientifique définit de plus en plus l'avenir matériel en identifiant l'éventail des possibilités technologiques et elle souligne les défis que doivent relever les institutions gouvernementales et sociales pour transformer ces atouts potentiels en avantages tangibles.

Les progrès scientifiques d'aujourd'hui sont différents de ceux du XX^e siècle en ce qu'ils exercent une influence immédiate souvent énorme sur l'économie mondiale et donc sur les relations internationales. Beaucoup de pays, voire la plupart d'entre eux, ont un style de vie, une économie et une structure sociale influencés en grande partie par leur expertise en science et en



Photo département d'État

George Atkinson

technologie et, secondairement, par leur accès aux sciences et aux technologies.

Nombre des progrès scientifiques et techniques majeurs de notre époque ouvrent des débouchés remarquables mais présentent aussi des défis à nos institutions sociales et à nos principes éthiques. Dans une société de plus en plus mondialisée, l'information scientifique exacte doit informer la politique étrangère et celle-ci doit en retour promouvoir des objectifs scientifiques justifiés. Dans la mesure où ces débouchés

ont un impact mondial, le succès de l'innovation va être de plus en plus tributaire d'une coopération mondiale dans le domaine de la science et de la technologie.

À l'international, le rôle de la science et de la technologie évolue en permanence. Pendant tout le XIX^e siècle et au début du XX^e, l'Europe a été la puissance dominante dans les domaines de la recherche scientifique et du développement technologique. Depuis la seconde moitié du XX^e siècle, les États-Unis sont devenus la puissance mondiale dominante dans ces domaines.

L'histoire nous apprend que la suprématie dans la science et la technologie est transitoire. La nature essentiellement collective de l'activité scientifique liée à la tendance actuelle à l'établissement de partenariats internationaux va garantir une meilleure distribution de la primauté scientifique entre les nations.

Aujourd'hui, pourquoi la science et la technologie revêtent-elles une telle importance dans le concert mondial, au-delà de leur rôle dans l'économie? C'est parce qu'elles impliquent des changements culturels et qu'en tant que nations nous ne leur avons pas toujours accordé suffisamment d'importance. Les concepts fondamentaux



©AP/Images Joerg Sarbach

Le salon aéronautique international de Brême (Allemagne). La réussite de l'innovation est de plus en plus liée à la coopération scientifique et technique internationale.

que la plupart des chercheurs et des ingénieurs retirent de leurs études sont les mêmes que ceux qui nourrissent et soutiennent les sociétés démocratiques : la méritocratie des idées, qui transcende les frontières et les cultures ; la transparence qu'impose la publication des résultats ; enfin, l'importance de l'éducation publique, qui est le point de départ de toute conversation concernant l'innovation.

Les décisions fondées sur la science sont la voie de l'avenir et nos choix seront probablement limités. Nous ne pouvons pas légiférer le temps qu'il fera non plus que les principes d'ingénierie ou les maladies infectieuses. Nous devons donc nous assurer et rassurer nos ressortissants que nous partons d'informations justifiées et que nous sommes prêts à les partager sans tenir compte des frontières nationales.

Nos entreprises scientifiques et techniques doivent reposer sur une assurance de stabilité politique et économique parce que l'innovation n'est payante que lorsque ses objectifs à long terme sont réalisables. Si nous nous souvenons que la science est idéalement une activité partagée, nous saurons mieux la faire progresser. Dans l'entreprise scientifique et technique mondiale de demain, la collaboration sera le meilleur gage de réussite. ■

L'exploration internationale de l'espace

Scott Horowitz



©AP Images/NASA

L'équipage de la station spatiale internationale et de la navette spatiale *Discovery* dans le laboratoire *Destiny* de la station. Dirigé par les États-Unis, le programme de la station spatiale utilise les ressources scientifiques et techniques de seize pays : le Brésil, le Canada, les onze pays de l'Agence spatiale européenne, le Japon, la Russie et les États-Unis.



Scott Horowitz

L'exploration spatiale a débuté quand les habitants de la Terre ont tourné leurs regards vers le ciel et commencé à repérer les mouvements des étoiles et des planètes. À ce jour, douze hommes ont marché sur la Lune et plus de quatre-vingts pays ont œuvré de concert pour

Avec l'aimable autorisation de la NASA

envoyer des engins spatiaux robotisés vers la plupart des planètes de notre système solaire. À l'aube d'une nouvelle ère spatiale, les astronautes collaborent pour permettre des réalisations dépassant les moyens financiers ou techniques d'un pays donné.

Scott Horowitz, PhD, est administrateur associé de l'Exploration Systems Mission Directorate (<http://exploration.nasa.gov>) au siège de la NASA, à Washington. Colonel en retraite de l'armée de l'air américaine, M. Horowitz a participé à quatre missions de la navette spatiale et occupé le poste d'administrateur adjoint de la NASA pour la sécurité des missions.

Au cours des cinquante dernières années, l'homme a fait des progrès considérables dans l'exploration de l'espace. Les détails de ces réalisations sont dominés par les efforts et la coopération qui les ont rendues possibles. Je pense que l'esprit croissant de collaboration ainsi que le nombre grandissant de pays et d'organisations qui s'intéressent à l'espace et l'ampleur croissante des activités spatiales internationales fourniront le cadre nécessaire à des réalisations encore plus importantes.

Les pays participant à l'exploration de l'espace appartenaient à un petit groupe fermé, à partir des années 1950, alors qu'à présent, plus de quatre-vingts États ont des programmes conçus pour utiliser l'exploration spatiale dans l'intérêt de leur société. L'avenir de l'exploration spatiale reposera sur une telle participation internationale et avant tout sur une collaboration internationale conçue dans l'intérêt de tous les peuples.

L'exploration spatiale a une longue histoire. C'est en 1609 que les hommes ont commencé à explorer visuellement le ciel grâce aux améliorations apportées au télescope par l'astronome italien Galilée. Considéré comme le premier homme à avoir utilisé le télescope à des fins astronomiques, Galilée a rendu possible l'observation des montagnes et cratères situés à la surface de la Lune.

Avec ces débuts, le rêve de l'exploration de la Lune et des planètes était né. À ce jour, douze hommes ont marché sur la Lune et toute une série de missions sans équipage vers la Lune et plusieurs planètes ont été menées à bien. Rien que dans les dix dernières années, cent cinquante planètes ont été découvertes au-delà de notre système solaire. Les habitants de la Terre ont tiré d'énormes avantages de l'exploration spatiale grâce aux satellites qui assurent les communications, la navigation, l'observation météorologique et autres disciplines commandées à distance. Les technologies et connaissances scientifiques liées à l'espace ont contribué à une informatique à haute performance et à la robotique, à la fabrication de lentilles

optiques résistant aux éraflures, à l'imagerie du cancer du sein et à bien d'autres réalisations.

En ce qui concerne le proche avenir, des projets d'exploration spatiale encore plus ambitieux sont en cours d'élaboration. Avec l'achèvement de la mission Nouveaux Horizons, le premier survol par un engin spatial de la planète naine Pluton et de son satellite Charon, en 2016-2017, les pays qui explorent l'espace auront envoyé un engin spatial robotisé vers toutes les planètes de notre système solaire. Nous nous attendons à ce que des hommes marchent de nouveau sur la Lune dès 2020. L'ampleur croissante de l'exploration spatiale s'accompagne de la progression de la collaboration internationale dans ce domaine.

Un bon exemple des débuts de la coopération spatiale



©AP Images

L'astronaute Donald Slayton, le cosmonaute Aleksey Leonov et l'astronaute Thomas Stafford (de gauche à droite) dans le module orbital soviétique Soyouz, lors du projet conjoint américano-soviétique Apollo-Soyouz, en juillet 1975.

est l'étude de la comète de Halley lors de son approche du Soleil, en 1986. Cinq ans plus tôt, en 1981, les agences spatiales de l'Union soviétique, du Japon, d'Europe et des États-Unis avaient formé le Conseil consultatif interagences (Inter-Agency Consultative Groupe, ou IAGG) pour coordonner officiellement les activités liées aux missions spatiales prévues pour observer cette comète. En 1986, cinq engins spatiaux de ces pays ont rejoint la comète de Halley. Les informations très importantes échangées grâce à la collaboration des membres du IAGG



La station spatiale internationale se détache de l'obscurité de l'espace tandis qu'elle s'éloigne de la navette spatiale *Discovery*, le 6 août 2005.

des échanges d'équipages et à des livraisons d'approvisionnements et d'équipement. Le programme navette-*Mir* a montré que l'exploration spatiale n'avait plus besoin d'être définie comme une compétition entre deux pays et elle a aidé les Américains et les Russes à acquérir l'expertise nécessaire pour construire et entretenir la station spatiale internationale.

La station spatiale internationale est, à ce jour, le fruit de la plus vaste collaboration scientifique internationale dans l'espace. Les États-Unis, le Japon, le Canada, la Russie et onze pays représentés par l'Agence spatiale européenne se sont associés

se sont avérées d'une valeur inestimable pour l'étude de la comète.

Dans les vols spatiaux habités, la collaboration internationale est passée du lancement des premiers programmes tels que Skylab, le projet expérimental Apollo-Soyouz et le programme conjoint navette spatiale-*Mir*, à la station spatiale internationale actuelle, l'une des réalisations techniques les plus extraordinaires de l'histoire.

Le projet expérimental Apollo-Soyouz, qui s'est déroulé du 15 au 24 juillet 1975, a été le premier vol spatial habité international. Cette mission avait pour but de tester la compatibilité des systèmes de rendez-vous spatial et d'arrimage des engins spatiaux américain et soviétique et de préparer la voie à des missions internationales de sauvetage dans l'espace ainsi qu'à de futurs vols habités conjoints.

Le programme conjoint navette spatiale-*Mir* de février 1994 à juin 1998 a dépassé de loin l'ampleur des programmes de collaboration précédents, avec onze vols de la navette spatiale et sept séjours d'astronautes américains à bord de la station spatiale russe *Mir*. Les navettes spatiales ont également procédé à

pour construire et habiter la station. Grâce aux travaux scientifiques qui y seront réalisés, ces pays chercheront à améliorer la vie sur la Terre et à préparer la voie à une nouvelle exploration de l'espace. La force et l'engagement



Une image télévisée des membres de l'équipage de la station spatiale internationale: (de l'avant à l'arrière) l'astronaute Jeff Williams, l'astronaute de la station spatiale européenne Thomas Reiter et le cosmonaute Pavel Vinogradov, avant une marche prévue dans l'espace, le 12 septembre 2006.

de ce partenariat sont illustrés par la persévérance dont ses membres ont fait preuve en dépit de diverses tensions, dont les répercussions de la perte de la navette spatiale américaine *Columbia*, en 2003.

De telles entreprises fondées sur la coopération sont une source d'inspiration pour l'avenir. Quand de grandes nations tentent de grandes entreprises, elles rencontrent plus de succès avec leurs alliés et partenaires. L'exploration spatiale est la grande entreprise de notre ère.

Tandis que nous tirons une grande fierté de nos réalisations passées, une nouvelle ère spatiale pointe à l'horizon. Je pense que, dans un temps relativement court, les habitants de notre planète observeront la Lune avec

leur télescope pour y voir des preuves d'activités humaines et robotisées qui profiteront à tous.

Ils verront peut-être à sa surface une station de recherche habitée par une équipe internationale qui s'emploiera à tirer des ressources utiles de la couche régolithique de pierres reposant sur le sol de la Lune, dans le cadre d'activités visant à permettre

à des équipes de vivre de façon plus indépendante de la Terre. Des antennes pourront être déployées sur la face cachée de la Lune et reliées entre elles pour former le plus vaste télescope jamais construit, un télescope affranchi de l'interférence des bruits radio-électroniques de la Terre. D'autres astronautes pourront être des explorateurs géologiques qui chercheront à découvrir des indices de l'origine du système Terre-Lune et de la vie elle-même. Pendant ce temps, d'autres techniciens procéderont peut-être à la mise au point d'un engin spatial de 500 tonnes en vue du premier voyage de l'homme à destination de Mars.

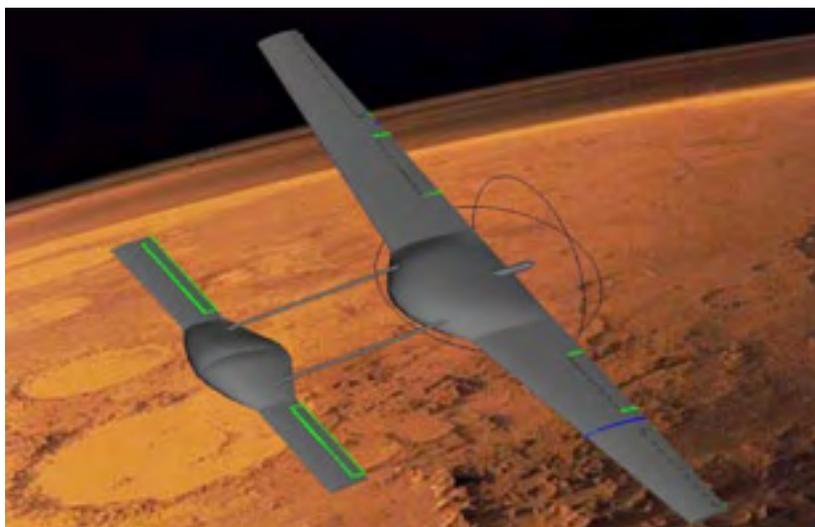
De nombreux pays ont déjà entrepris des programmes d'exploration lunaire. La petite mission de recherche sur des technologies de pointe (Small Mission for Advanced Research in Technology) de l'Agence spatiale européenne

a décrit des orbites autour de la Lune en 2004. Dans les années qui viennent, d'autres engins spatiaux suivront, notamment les sondes Selenological and Engineering Explorer (Japon), *Chandrayan* (Inde), *Chang'e* (Chine), ainsi que la sonde Lunar Reconnaissance Orbiter et son second emport, le Lunar Crater Observation and Sensing Satellite des États-Unis. Chacune de ces missions comporte un degré de collaboration internationale.

En 2006, les pays qui explorent l'espace ont commencé à discuter de la façon dont ils collaboreront pour promouvoir le progrès scientifique et économique ainsi que l'exploration de la Lune. Cette initiative débute dès maintenant avec la planification et l'exécution de

missions robotisées préliminaires. Ces interactions sont les graines de futurs programmes de collaboration.

La NASA compile les données recueillies par divers groupes, dont les agences spatiales étrangères, pour élaborer une stratégie internationale relative aux objectifs de l'exploration lunaire. Elle a présenté cette stratégie en août



© AP Images/Agence japonaise d'exploration aérospatiale

Interprétation, par un artiste de l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, d'un engin spatial survolant la surface de Mars.

2006 à sa Next Generation Exploration Conference, réunion de nouveaux dirigeants internationaux de l'exploration spatiale.

Tandis que les pays qui explorent l'espace se réunissent pour élaborer une conception des intérêts communs et particuliers relatifs à la Lune, nous posons les bases d'un progrès considérable dans l'exploration spatiale. Certains d'entre nous peuvent concevoir la Lune comme une fin en soi, un lieu unique à partir duquel on enquêtera sur l'origine de notre système solaire et un lieu proche de la Terre où des établissements humains autarciques pourront préparer le terrain au peuplement d'autres mondes dans lesquels l'homme pourra vivre et travailler. D'autres peuvent considérer la Lune comme un terrain d'essai pour les technologies et techniques opérationnelles qui

s'appliqueront un jour à l'exploration par l'homme de Mars et d'autres corps célestes. D'autres peuvent voir dans la Lune une ressource incroyable qui pourra nous aider à résoudre nos problèmes énergétiques et autres sur la Terre. Une exploration lunaire soutenable à long terme exigera des efforts de nous tous, avec nos nombreuses idées sur rôle de la Lune dans l'exploration et le développement humains.

Lorsque j'étais astronaute, j'ai fait de première main l'expérience des avantages de la coopération internationale dans l'exploration spatiale. Je suis convaincu de la grande valeur que revêt l'exploration spatiale pour tous les peuples de la Terre. Les premiers pas de l'homme dans un autre monde ont été faits par une douzaine d'explorateurs américains, mais nous aurons besoin de la collaboration de toutes les nations pour procéder à la grande exploration de l'espace qui nous attend et permettre aux générations futures d'explorateurs de réaliser des exploits que nous ne pouvons qu'imaginer à l'heure actuelle. ■

Education City

Charles Thorpe



Avec l'aimable autorisation de l'Université Carnegie Mellon-Qatar

Sur le campus de Doha (Qatar) de l'Université Carnegie Mellon de Pennsylvanie, cinquante étudiants représentant de nombreuses nationalités se sont inscrits en 2006.

En 2004, l'université Carnegie Mellon, établissement d'enseignement supérieur privé spécialisé dans la recherche et situé à Pittsburgh, (Pennsylvanie), a ouvert son premier campus international (<http://qatar.cmu.edu>) à Doha, capitale du Qatar, où elle offre aux étudiants du golfe Persique des programmes d'enseignement supérieur de premier niveau en informatique et en hautes études commerciales. À l'invitation de la Fondation du Qatar pour l'éducation, la science



Charles Thorpe

Photo offerte par l'Université Carnegie Mellon-Qatar

et le développement communautaire, Carnegie Mellon s'est associée à plusieurs autres universités américaines dans le cadre d'Education City, programme qui vise à faire du Qatar un centre d'éducation et de recherche de premier ordre.

Charles Thorpe, PhD, est doyen de l'Université Carnegie Mellon-Qatar, membre du corps enseignant et ancien directeur de l'Institut de robotique de Carnegie Mellon à Pittsburgh, où il dirigeait un groupe de recherche qui a mis au point des véhicules de recherche non habités. Il enseigne également l'introduction à la robotique mobile à Carnegie Mellon-Qatar.

L'université Carnegie Mellon a des programmes internationaux en Australie, en République de Corée, au Japon et en Grèce et sa collaboration s'étend au monde entier. Dans notre campus de Pittsburgh, le quart de nos étudiants sont étrangers. Mais c'est à Doha, au Qatar, que Carnegie Mellon-Qatar a son premier programme complet. à l'étranger, d'enseignement supérieur de premier niveau. Le Qatar est un lieu idéal car il possède la volonté et les ressources nécessaires pour promouvoir une éducation de haut niveau international. À Carnegie Mellon-Qatar, quarante étudiants viennent de terminer leur deuxième année, cinquante leur première année et une quarantaine d'autres sont inscrits dans la classe de 2006. Nous admettrons jusqu'à cent étudiants chaque année lorsque nous posséderons notre propre bâtiment, en 2008.

La Fondation du Qatar nous a demandé de faire dans ce pays tout ce que nous faisons à Pittsburgh, ce qui signifie que notre enseignement y est dispensé en anglais et que nos classes sont mixtes (des membres des deux sexes suivent les mêmes cours). Nous enseignons un programme américain conforme aux normes américaines et 73 % de nos nouveaux élèves cette année sont de sexe féminin. Nous sommes également au Qatar pour faire de la recherche et de la consultation et pour prendre part à la vie de la société. La présence d'Américains amis dans une partie insolite du monde rapproche les gens. Nous sommes sensibles à l'accueil amical que nous réservent nos collègues du Qatar, qui, eux, prennent conscience de l'expertise que nous leur apportons et de la vaste gamme d'opinions politiques qui existe chez les Américains. Il s'agit là d'un échange très fructueux.

Notre présence au Qatar profite de bien des façons à Carnegie Mellon. Nous faisons connaissance avec les étudiants, nous découvrons les possibilités de recherche et apprenons à travailler avec les gens de la région du Golfe. Nous faisons en outre connaître Carnegie Mellon dans cette partie du monde et élargissons la base de notre

corps étudiantin - les quatre-vingt-dix étudiants que nous avons eus jusqu'à présent appartiennent à dix-huit nationalités différentes.

Des professeurs et étudiants de Pittsburgh vivent, travaillent et étudient à Doha et cinq étudiants de Doha ont vécu et étudié à Pittsburgh durant la première moitié de l'été 2006. Ce brassage des bases de Pittsburgh et Doha profite aux uns comme aux autres.

L'un des cours les plus intéressants que nous avons donnés en 2005 s'intitulait « U.S.-Arab Encounters ». À Pittsburgh et à Doha, des étudiants lisaient des textes sur les relations entre les États-Unis et les pays arabes et deux fois par semaine, nous branchions le grand écran de la vidéoconférence et les étudiants discutaient entre eux. Il était intéressant de les entendre exprimer des opinions préconçues et des idées fausses sur ce qui se passait de part et d'autre. Ces réunions donnaient lieu à des échanges d'idées très animés et ce cours a été jugé excellent par les étudiants, les professeurs et les visiteurs.

Notre présence scientifique s'élargit rapidement, après des débuts assez lents. La première année, la plupart des professeurs de Doha avaient un programme d'enseignement mais pas de programme de recherche. Au fur et à mesure de notre croissance, en particulier maintenant que nous avons des classes junior et senior, notre établissement a un corps professoral davantage orienté vers la recherche.



Avec l'aimable autorisation de l'Université Carnegie Mellon-Qatar
Des experts de Carnegie Mellon-Qatar ont aidé les élèves d'une école secondaire locale qui participaient au Second International Botball Robotics Challenge à Doha.

Un exemple de recherche appliquée qui aura des répercussions à court terme au Qatar se rapporte au diabète et aux soins médicaux. Le taux de diabète au Qatar atteint le troisième rang mondial et on aimerait savoir pourquoi. On peut l'attribuer au patrimoine héréditaire restreint, au régime alimentaire, au type d'exercice physique des habitants de cette partie du monde. Avant de me rendre à Doha, j'étais directeur de l'Institut de robotique de Carnegie Mellon à Pittsburgh. L'un de mes étudiants en doctorat à cet institut est maintenant au Qatar pour enquêter sur la question en utilisant des méthodes informatiques de traitement des données pour suivre les diabétiques et les aider à déterminer leur médication, leur régime alimentaire et leur programme d'exercice physique.

Un autre de mes étudiants en doctorat est au Qatar pour faire un travail de robotique de base à l'aide d'un robot mobile qui dresse des cartes à haute définition de la ville. Tout, au Qatar, est constamment en construction et, en suivant l'évolution de ces travaux, on peut rapidement mettre les cartes à jour, ce qui est très utile.

Nous enseignons deux cours de robotique dans le cadre de notre programme d'informatique et tous nos étudiants en informatique et la plupart de ceux qui font des études commerciales suivent au moins un de ces cours. L'étude de la robotique les amuse mais ils apprennent aussi la programmation d'ordinateur. Nous les divisons en équipes et ils font ensemble des exposés au public sur les robots qu'ils ont construits, si bien qu'ils acquièrent également des capacités en matière de présentation.

Sur le campus d'Education City, la Fondation du Qatar a commencé à mettre en place une université polyvalente. Carnegie Mellon-Qatar y enseigne le commerce et l'informatique. Georgetown University (Washington) la politique étrangère, Cornell University (Ithaca, État de New York) a un programme d'enseignement préparatoire aux études de médecine et une école de médecine, Texas A&M University (College Station, Texas) enseigne l'ingénierie et l'Université du Commonwealth de Virginie (Richmond, Virginie) le design. Nous sommes tous à proximité les uns des autres et avons commencé à permettre aux étudiants de s'inscrire simultanément dans plusieurs de ces établissements. Nous nous associons également à des programmes de l'université du Qatar, située à quelques kilomètres du campus. Il s'agit d'un éventail très intéressant de cours qu'on ne saurait trouver dans aucun autre campus universitaire, où que ce soit dans le monde. ■

Les opinions exprimées dans cet article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement américain.

Porter remède aux disparités

Donald Burke, Thomas Cook et Patricia Garcia



Avec l'aimable autorisation de Thomas Cook

Des stagiaires de huit pays d'Europe centrale et de l'Est qui participent à un projet de l'université d'Iowa financé par le Centre international Fogarty de formation et de recherche en santé environnementale et de santé au travail assistent à une réunion en Slovaquie.

Pour éliminer les disparités présentes à travers le monde dans le domaine de la santé, le Centre international John Fogarty d'études supérieures en sciences de la santé, qui s'insère dans l'Institut national de la santé des États-Unis, encourage la création de partenariats entre les scientifiques américains et leurs homologues étrangers par l'entremise de dons, de bourses d'études, de programmes d'échange et d'accords internationaux à l'appui de toute une gamme d'activités. Des chercheurs pris en charge par le centre nous livrent leurs réflexions sur leurs travaux: l'un parle de la formation des épidémiologistes en Thaïlande auxquels on apprend à modéliser les maladies infectieuses, un autre des moyens d'aider les démocraties naissantes d'Europe centrale et de l'Est à construire leur capacité en matière de santé environnementale et de santé au travail, et une autre des moyens de rehausser le concours et la participation de chercheurs péruviens au programme relatif à la situation sanitaire dans le monde.

Porter remède aux disparités : Épidémiologie virtuelle

LE DOCTEUR DONALD BURKE

Doyen et titulaire de la chaire Jonas Salk de santé mondiale de l'École supérieure de santé publique, Université de Pittsburgh



Donald Burke

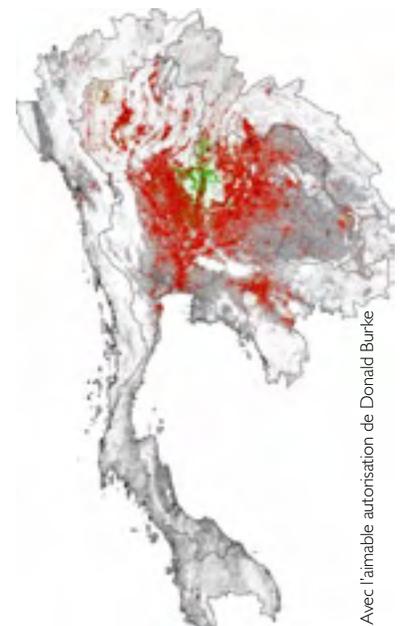
Depuis deux ans, je suis le principal responsable d'un projet qui vise à mettre au point, avec un soutien financier de l'Institut national de la santé (NIH), des modélisations épidémiologiques appliquées aux épidémies de maladies infectieuses susceptibles d'avoir une incidence importante sur la sécurité nationale. Mon équipe a choisi de se concentrer sur la grippe, à nos yeux une haute priorité, et nous avons mis au point deux types de modèles. Dans un premier temps, en liaison avec des collaborateurs en Thaïlande, nous avons créé des simulations d'une hypothétique épidémie en Asie du Sud-Est. Ensuite, nous nous sommes servis du modèle pour déterminer si l'application de stratégies d'intervention pourrait permettre d'enrayer l'épidémie dès son apparition en Asie avant qu'elle ne gagne le reste du monde.

À cette fin, nous avons créé une simulation démographique pour l'Asie du Sud-Est en nous concentrant sur la Thaïlande. Nous avons réparti 85 millions d'individus sur une carte en fonction de la densité de la population. Nous leur avons donné chacun sa place dans des ménages, dans des écoles et sur des lieux de travail – bref, nous avons créé une société virtuelle. Nous avons ensuite libéré un virus virtuel de la grippe dans cette population afin d'en étudier la transmission. Nous avons ensuite examiné ce qui se passerait si la Thaïlande traitait des cas individuels, si elle traitait les familles, si elle fermait les écoles ou si elle restreignait la liberté de déplacement des individus. Dans notre simulation, nous mettons à l'essai diverses mesures (plans, procédures et actions) visant à promouvoir un objectif gouvernemental précis, en l'occurrence la maîtrise d'une épidémie : on peut parler d'une « épidémiologie virtuelle ».

Certes, il faut attendre le déclenchement de l'épidémie pour vraiment mettre les mesures à l'épreuve, mais en se référant à une simulation relativement fidèle aux tendances naturelles on peut s'interroger sur les combinaisons de mesures susceptibles de se révéler plus efficaces que d'autres en fonction des circonstances. Nous avons publié nos conclusions dans la revue *Nature* (7 septembre 2005). Notre constat principal est le suivant : si l'on réagit à une épidémie naissante relativement tôt – quand le nombre de cas décelés est inférieur à la cinquantaine – et que l'on traite énergiquement aux antiviraux tous les individus dans une aire géographique donnée, qu'ils soient infectés ou non, on peut contenir la propagation de l'infection avant qu'elle ne prenne l'ampleur d'une épidémie.

La deuxième étape de notre modélisation, publiée dans le numéro du 26 juillet 2006 de la revue *Nature*, consistait à faire la même chose aux États-Unis – créer une simulation de la densité démographique, des mouvements de population, des ménages, des lieux de travail, des écoles, des voyages en avion et des déplacements locaux. La différence, aux États-Unis, c'est qu'on ne s'attend pas à enrayer complètement une épidémie. Quand une pandémie mondiale de grippe bat son plein, le pourcentage des voyageurs porteurs du virus ou au stade de l'incubation est tellement élevé que même en interdisant l'entrée de 99 % d'entre eux aux États-Unis, à l'aéroport, on laisse passer un grand nombre de personnes contaminées.

Ces modèles informatiques sont soumis à des tests intensifs. Nous les reproduisons des milliers de fois parce qu'à chaque utilisation nous obtenons



Simulation informatique de la transmission de cas de grippe aviaire en Thaïlande. Les zones colorées en rouge indiquent la présence de nouveaux cas. Les zones en vert représentent celles où l'épidémie a pris fin.

des résultats légèrement différents, tout comme le hasard modifie la donne dans la vie réelle. Pour évaluer une politique donnée, on doit répéter une simulation des milliers de fois si l'on veut déterminer l'effet de telle ou telle stratégie d'intervention sur l'évolution de l'épidémie. En fonction des paramètres, chaque simulation peut prendre jusqu'à une demi-heure sur un superordinateur.

Vers le milieu de l'année 2005, nous étions sur le point de conclure nos travaux de modélisation concernant l'Asie du Sud-Est quand une occasion s'est présentée à nous, par le biais du centre Fogarty, d'accroître la participation des Thaïlandais. Ces derniers possèdent un haut niveau d'expertise sur le plan de la formulation des orientations, mais il en va autrement quand il est question de modélisation parce que la plupart des épidémiologistes thaïlandais n'ont pas été formés aux simulations informatiques. Avec l'appui du centre Fogarty et par le biais du ministère de la santé, nous avons œuvré en liaison avec le programme thaïlandais de formation épidémiologique pour combler cette lacune. Notre principal collaborateur en Thaïlande est le docteur Kumnuan Ungchusak, directeur du Bureau d'épidémiologie, lequel relève de la division de la lutte contre les maladies au ministère de la santé publique.

Notre groupe travaille avec les Thaïlandais à trois niveaux. Premièrement, nous travaillons directement avec eux, c'est-à-dire entre collègues, à la formulation de modèles. Leur concours nous a été particulièrement précieux – sans leur aide, nous n'aurions jamais pu mener à bien la première étape de notre projet de modélisation. Deuxièmement, nous avons travaillé dans un contexte plus didactique en donnant l'occasion à des groupes, en salles de classe, non seulement de se familiariser avec la technologie en jeu, mais aussi de découvrir des approches computationnelles relatives aux modélisations épidémiologiques. En sus d'un cours classique d'épidémiologie, l'un de mes collègues, le docteur Derek Cummings, a organisé une série de travaux pratiques auxquels ont pris part vingt-cinq à trente stagiaires. Troisièmement, et c'est une phase qui est encore en cours parce que nous n'en sommes qu'au stade des balbutiements, nous nous proposons d'identifier les futurs diplômés qui participeront à des projets liés en partie aux techniques de modélisation et de simulation.

Porter remède aux disparités : La salubrité de l'environnement et la santé au travail dans les démocraties en développement

LE DOCTEUR THOMAS COOK

Professeur de santé au travail et de santé environnementale au Centre de santé rurale et environnementale internationale du Collège de santé publique de l'université d'Iowa.



Thomas Cook

Avec l'aimable autorisation de Thomas Cook

C'est en 1996 que nous avons commencé, à l'université d'Iowa, à travailler avec des professionnels de la santé d'Europe centrale et de l'Est pour aider ces pays à revenu faible et intermédiaire à construire leur capacité d'amélioration de la santé au travail et de la santé environnementale. Aujourd'hui, des professionnels de Hongrie, de Pologne, de Slovaquie et de Roumanie œuvrent de concert avec nous dans le cadre du programme international de formation et de recherche en santé environnementale et au travail du centre Fogarty, et à ce jour treize pays de la région ont participé aux activités qui ont été menées.

Les questions de salubrité environnementale portent, entre autres, sur la qualité de l'eau et les effets d'une mauvaise qualité de l'eau sur la santé, sur la pollution aérienne et industrielle ainsi que sur la pollution des sols par les engrais, les pesticides, les métaux lourds et d'autres contaminants. Les questions de santé au travail concernent les blessures et les traumatismes subis sur le lieu de travail, les blessures à caractère industriel ou agricole et

l'exposition à des produits chimiques sur le lieu de travail.



Avec l'aimable autorisation de Thomas Cook

Un stagiaire du Centre international Fogarty/Université d'Iowa spécialiste de la santé au travail effectue une étude sur la qualité de l'eau de puits en Roumanie.

Les questions de santé au travail et de santé environnementale sont étroitement liées, en particulier en milieu rural. C'est la santé en milieu rural qui nous intéresse ici, à l'université d'Iowa. Dans les années 1950, nous avons été parmi les premiers à établir un centre de médecine agricole aux États-Unis. C'est dire à quel point les questions de santé en milieu rural nous intéressent et nous pouvons nous targuer d'un certain niveau d'expérience et d'expertise en ce qui concerne, par exemple, les empoisonnements par insecticides et la contamination de l'eau en milieu rural.

Il y a des gens qui pensent qu'on mène une vie saine et idyllique à la campagne, mais les données recueillies à l'échelle mondiale brossent un tableau différent – un grand nombre de graves problèmes de santé affligent les populations rurales et isolées. Citons notamment

la pénurie de soins préventifs et d'urgence pour les personnes qui sont éloignées des installations médicales ou encore la contamination de l'eau par les pesticides et les engrais. Dans plusieurs pays d'Europe centrale et de l'Est, l'approvisionnement en eau est contaminé par des substances chimiques ou biologiques dans 80 % des villages.

Nous aidons les populations de la région à faire face aux problèmes liés à l'environnement et à la santé au travail en formant des médecins et des professionnels de la santé publique dans toute une gamme de spécialités : il faut que les gens sachent tester l'eau des puits, reconnaître les problèmes de santé et collecter des données qui serviront le cas échéant à justifier la modification de la politique, des règlements et des lois. Nous avons formé du personnel infirmier, des ingénieurs, des médecins, des épidémiologistes et des médialogues spécialistes des questions de santé publique.

Dans chaque pays, nous identifions au moins une institution qui est responsable de la santé rurale et environnementale et nous nous employons avec elle à sélectionner et à former le personnel dont elle a besoin. Par exemple, l'institut Nofer de la santé au travail sis à Lodz, en Pologne, est le principal organisme du pays qui traite de ces questions. Nous allons accueillir prochainement le septième professionnel de la santé de cette institution qui va participer à notre programme de formation à l'université d'Iowa. Nous utilisons un modèle de formation à moyen terme, pour reprendre la terminologie du centre international Fogarty, ce qui signifie que nous faisons venir nos stagiaires pour une période de quinze semaines. Avec nos collaborateurs, nous identifions le stagiaire que nous ferons venir aux États-Unis pour lui faire suivre des cours de deuxième cycle universitaire à la faculté de santé publique ou dans un autre établissement. Cette personne est mise en relation avec un membre du corps enseignant dont le domaine de spécialité est également celui du stagiaire.

Pendant son séjour à l'université d'Iowa, le stagiaire formule un projet de recherche de petite envergure qu'il devra appliquer à son retour au pays et pour lequel il bénéficiera d'un financement. Dans l'année qui suit son retour, le professeur qui lui a servi de mentor se rend dans son pays et ils présentent ensemble un programme de formation continue aux collègues du stagiaire et à d'autres professionnels de la région. C'est une façon de mettre en valeur l'expertise du stagiaire et de lui donner l'occasion de partager les connaissances qu'il a acquises. Nous pensons que c'est un excellent programme.

Il faut attendre quelques années pour que la formation porte pleinement ses fruits, le temps de disposer d'une masse critique d'experts dans chaque pays. Dans le nord-ouest de la Roumanie, par exemple, la troisième ville du pays par la taille de sa population, Cluj-Napoca (350 000 habitants), se situe dans une région très rurale. À ce jour, nous avons accueilli cinq stagiaires de Cluj, des médecins jeunes et énergiques qui se dépensent sans compter pour promouvoir la santé publique dans leur pays. Nous avons dégagé les ressources nécessaires pour faire venir en Roumanie des experts capables d'animer des séminaires et des ateliers, et nous avons considérablement élargi notre recours aux programmes d'éducation en ligne afin d'appuyer la construction de la capacité dans l'ensemble de la région.



Avec l'aimable autorisation de l'Universidad Peruana Cayetano Heredia

Des stagiaires participent à des travaux pratiques dans le cadre d'un cours sur les concepts fondamentaux en santé mondiale à l'université Cayetano Heredia du Pérou.

Porter remède aux disparités : la santé mondiale au Pérou

LE DOCTEUR PATRICIA GARCIA

Professeur principal de l'École de santé publique à l'Universidad Peruana Cayetano Heredia au Pérou et chef de l'Institut national de la santé du Pérou



Le docteur Patricia Garcia

Avec l'aimable autorisation de Patricia Garcia

Mon université s'emploie à formuler un cadre d'amélioration de la santé mondiale et à former à cette fin une nouvelle génération de théoriciens et d'investigateurs avec l'appui de l'initiative du centre international Fogarty en faveur de la santé mondiale.

Mes collègues de l'université Cayetano Heredia – les docteurs Eduardo Gotuzzo, Hector Garcia et Bob Gillman – et moi-même sommes en train de mettre au point un programme multidisciplinaire lié à la santé mondiale et aux maladies infectieuses qui fera participer des spécialistes issus des facultés de médecine, de santé publique, de sciences (biologie, chimie et mathématiques) et de santé mentale. En outre, nous faisons appel à des collègues qui travaillent dans d'autres domaines et qui peuvent apporter un concours précieux à l'étude des vastes questions sociales et économiques se rapportant à la santé. Des spécialistes des sciences sociales, de l'éducation et de la médecine vétérinaire

et dentaire participent à notre programme, de même que des économistes, des sociologues, des avocats et des communicateurs en santé.

Nous avons l'intention de proposer à nos étudiants du premier cycle un cursus qui débouchera sur l'obtention d'une maîtrise en santé mondiale et nous invitons les personnes intéressées à venir s'informer sur les aspects de la santé mondiale qui touchent à la santé publique tels que nous les abordons dans notre institution.

Le programme de démonstration en santé mondiale que nous avons mis en place au Pérou est le seul, à l'extérieur des États-Unis, à avoir été financé entièrement par le centre Fogarty pendant trois ans.

En formant une nouvelle génération de théoriciens de la santé à l'université Cayetano Heredia, nous voulons non seulement renforcer l'intégration de la recherche à la politique et aux pratiques sanitaires, mais aussi mettre en valeur les contributions et la participation des chercheurs de pays en développement au programme de santé mondiale. En gros, nous proposons d'élaborer un cursus multidisciplinaire destiné aux étudiants du premier et du deuxième cycles ainsi que de créer une maîtrise en santé mondiale en mettant l'accent dans un premier temps sur les maladies infectieuses, sans négliger pour autant d'autres domaines que nous considérons comme importants, telles les maladies chroniques.

En outre, nous voulons créer et offrir des programmes de téléenseignement, élargir nos programmes d'échanges en faveur d'enseignants étrangers et développer dans notre université l'expertise en santé mondiale qui fait actuellement défaut au Pérou.

La première année de notre programme touche à sa fin. Elle visait la mise au point d'un système administratif qui permettrait aux diverses facultés de collaborer – une situation généralement très compliquée dans une institution – et aux étudiants de suivre des cours dans plusieurs facultés, et ce dans le souci de promouvoir les approches multidisciplinaires.

Cette année, nous avons également créé un site web (<http://www.globalhealthperu.org>) et deux cours pilotes, l'un qui s'intitule «Prémises de la santé mondiale» et l'autre «Concepts fondamentaux en santé mondiale». En juillet 2006, nous avons fini le cours sur les concepts fondamentaux que nous avons proposé, une semaine durant, aux étudiants de premier cycle, avec la participation d'un parterre de professionnels issus de milieux différents. Cette façon d'envisager la santé mondiale sous un angle général couvre les aspects économiques, les aspects sociaux, diverses maladies d'importance mondiale et des travaux pratiques sur le terrain. Nous passons une journée dans les Andes pour que les stagiaires puissent placer les questions de santé dans le contexte de l'environnement. L'année prochaine, nous envisageons de prolonger le cours d'une semaine et d'inviter des étudiants étrangers à le suivre.

Par ailleurs, durant cette première année, nous avons organisé une conférence internationale, dite Première conférence internationale sur les problèmes de santé ayant une incidence et une pertinence à l'échelle mondiale. Elle s'est tenue à Lima (Pérou) en août 2006 au profit des étudiants et des professionnels dans le domaine des sciences de la santé.

En ce qui concerne notre deuxième année, qui a débuté en septembre 2006, notre objectif consiste à organiser notre programme de maîtrise en santé mondiale et à promouvoir la recherche dans le cadre de ce programme. Nous poursuivons cet objectif pendant notre troisième année. Dès cette année et encore l'année prochaine, nous ferons participer des étudiants étrangers – les interactions entre ces derniers et les étudiants péruviens constituent une composante clé de ce thème.

Le gouvernement de Taïwan a financé le lancement du portail péruvien de la santé (<http://portal.globalhealthperu.org>). Ce site s'adresse aux personnes qui souhaitent se rendre au Pérou ou se familiariser avec les maladies présentes dans ce pays. Pour le moment, nous nous en tenons aux maladies infectieuses, mais nous avons l'intention d'inclure les troubles mentaux et d'autres sujets. Nous faisons des recommandations sanitaires aux voyageurs et sommes en train de créer une banque de données regroupant les études effectuées par des chercheurs péruviens sur diverses maladies répandues au Pérou.

Les étudiants de deuxième cycle peuvent suivre le cours sur les prémises de la santé mondiale, auquel sont inscrites environ 80 personnes, en tant qu'auditeurs libres. Nous voulons évaluer l'intérêt porté à ces questions et créer un forum de discussion des questions de santé mondiale. À la fin du cours, les étudiants présentent une monographie sur un thème pertinent et nous publierons les meilleurs travaux dans un livre à paraître en janvier 2007.

Nous sommes ravis non seulement de promouvoir le développement de la santé mondiale et les interactions entre les chercheurs péruviens et leurs collègues étrangers, mais aussi d'intéresser les étudiants du premier cycle et au-delà à la santé mondiale.

J'invite les étudiants d'autres pays intéressés par le programme à consulter notre site sur la toile pour se renseigner sur les moyens de participer à ces cours et, à terme, à la recherche qui sera effectuée dans le cadre de ce programme. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

Éclipse totale du Soleil et coopération internationale

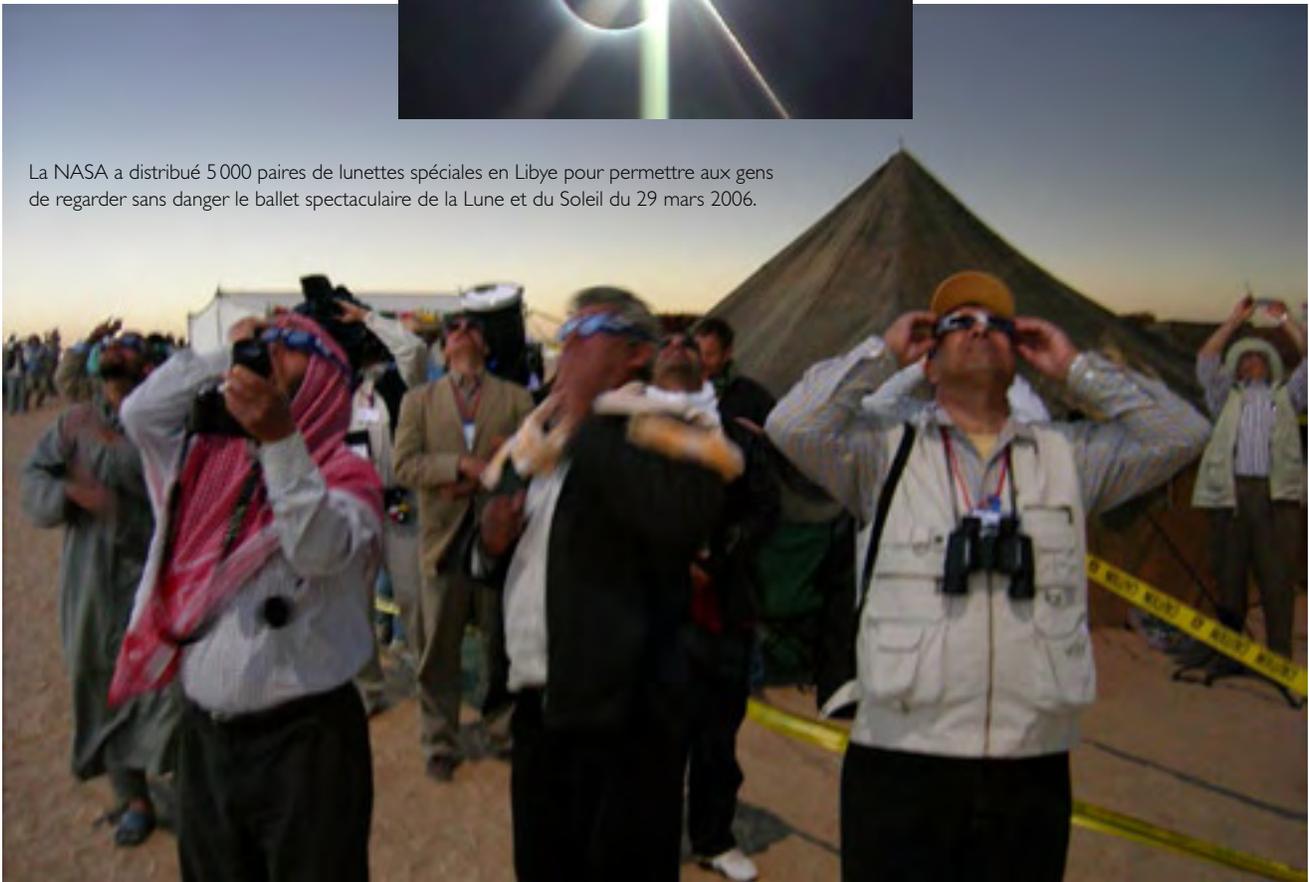
Joseph Davila

Avec l'aimable autorisation de Nat. Gopalswamy



Juste avant le début et après la fin d'une éclipse totale du Soleil, les bords de l'astre semblent brisés par des grains de lumière, appelés grains de Baily, d'après l'astronome britannique Francis Baily qui les a découverts en 1836. Ils sont causés par les irrégularités (dus au relief lunaire) des bords de la Lune. Lorsqu'un seul grain est visible, on a l'impression de regarder une bague avec un diamant. La photo a été prise après l'éclipse totale en Anatolie, dans le sud de la Turquie.

La NASA a distribué 5 000 paires de lunettes spéciales en Libye pour permettre aux gens de regarder sans danger le ballet spectaculaire de la Lune et du Soleil du 29 mars 2006.



Avec l'aimable autorisation de la NASA



Joseph Davila

Avec l'autorisation de Joseph Davila

M. Joseph Davila est astrophysicien à la Division d'héliophysique du Goddard Space Flight Center de la NASA (Maryland). Ses recherches portent sur les interactions entre les vagues et les particules solaires, la structure tridimensionnelle de la couronne et le champ magnétique solaire.

En mars 2006, lors d'une rare éclipse solaire totale de 4 minutes, des astrophysiciens de la NASA et des scientifiques d'instituts de recherche de Libye ont collaboré pour la première fois à des activités scientifiques dans ce pays d'Afrique du Nord. Se rendant dans le désert du sud libyen à la recherche de l'endroit offrant la meilleure visibilité de l'éclipse, les chercheurs ont étudié la couronne du Soleil et ont aidé à diffuser l'événement partout dans le monde.

Il y a en moyenne une éclipse totale du Soleil chaque année quelque part sur la Terre. Le 29 mars, l'éclipse totale du Soleil de 4 minutes et 6 secondes est arrivée lorsque, vue de la Terre, la Lune est passée devant le Soleil et a semblé le recouvrir à peu près totalement. Au cours des 50 dernières années, les scientifiques ont beaucoup appris sur la couronne du Soleil – sur l'origine de son énergie et comment elle s'inscrit dans le reste du milieu interplanétaire – mais de nombreux détails restent mystérieux.

Beaucoup de gens ne se rendent pas compte que le Soleil n'est pas seulement cette boule jaune dans le ciel. Son atmosphère s'étend dans tout le système solaire – la Terre s'y déplace – jusqu'à l'héliopause, limite extrême du champ magnétique solaire et de la poussée du vent solaire, située entre 18 et 22 milliards de kilomètres du Soleil.

La prochaine éclipse totale sera visible le 1er août 2008 dans le nord du Canada, au Groenland, en Sibérie, en Mongolie et dans le nord de la Chine. Elle durera environ deux minutes. Une des plus longues éclipses connues se produira le 22 juillet 2009 lorsque la totalité durera plus de 6 minutes dans un endroit de l'océan Pacifique.

Il est plus facile de prédire les éclipses que le temps qu'il fera dans l'espace, qui ressemble au temps sur Terre mais qui a son origine dans le Soleil. L'activité à la surface du Soleil, comme par exemple une éruption solaire, peut causer une forte augmentation des radiations dans l'espace qui se manifestent sous forme d'émissions de plasma (particules) ou de radiations électromagnétiques (lumière). Sur terre, les orages spatiaux peuvent causer des interférences dans les émissions radiophoniques à ondes courtes et dans les réseaux électriques. Dans l'espace, ils peuvent causer une dégradation de l'orbite des satellites et posent des risques d'irradiation des satellites et des spationautes pendant certaines phases des missions spatiales.

Grâce à nos études du Soleil et de sa couronne, nous espérons améliorer nos capacités d'observation et de prévision météorologique spatiales de manière à pouvoir prédire le temps qu'il fera dans l'espace lorsque nous y enverrons des personnes ou des robots. Pour ce faire, nous avons besoin de bien plus d'informations que nous n'en avons aujourd'hui. À l'heure actuelle, nous avons une connaissance générale de la manière dont les choses fonctionnent et le mystère n'est donc pas complet. Mais nous n'en sommes pas encore au point où nous pouvons vraiment prédire le temps qu'il fera dans l'espace demain.

L'éclipse est spéciale car elle nous donne l'occasion de tester des instruments sur terre dans des conditions semblables à celles qui existent dans l'espace. Il est moins coûteux de se rendre sur le site d'observation d'une éclipse pour y essayer des instruments que de construire un vaisseau spatial pour les essayer dans l'espace. Pour ce genre de déplacement, il faut compter des centaines de millions



Avec l'aimable autorisation de la NASA

À l'université libyenne Al-Fateh où 7000 étudiants étudient pratiquement toutes les disciplines de l'ingénierie et des sciences, Joseph Davila, de la NASA (à gauche) offre à Hadi A.A. Omar, doyen de la faculté des sciences, un ouvrage sur l'histoire des vols spatiaux de la NASA pour la bibliothèque universitaire.

de dollars pour l'espace contre des dizaines de milliers sur terre. Ni l'un ni l'autre des deux options n'est bon marché, mais essayer au sol un instrument tout neuf revient nettement moins cher que de l'emporter dans l'espace.

Après le premier tour du monde par l'explorateur portugais Ferdinand Magellan, le monde a rétréci et, d'un seul coup, il a fallu inventer une science des océans, des courants océaniques, des jet-streams, des vents dominants et des alizés. Puis, on a eu besoin de connaître les grandes caractéristiques de l'atmosphère terrestre parce qu'on a commencé à s'y déplacer. Il en est de même pour l'espace : nous venons tout juste d'y mettre le bout du nez, mais dans 50 ou 100 ans nous allons y voyager, aussi avons-nous besoin de mieux le connaître.

Pour tester les nouvelles techniques d'observation de l'atmosphère du Soleil et essayer les prototypes d'instruments de futures missions spatiales, avec nos collaborateurs libyens nous avons mené deux expériences pendant l'éclipse.

Dans la première, nous avons installé un petit télescope muni d'une caméra utilisant des filtres pour capter la lumière coronale du Soleil et la répartir entre les diverses couleurs du spectre. Dans la seconde, nous avons utilisé un spectrographe – MACS ou multi-aperture coronal spectrometer (spectromètre coronal à multiples ouvertures) – pour séparer la lumière en ses différentes couleurs. La technique des filtres est plus facile à utiliser mais celle du spectrographe est plus exacte. Nous les comparerons lorsque la récolte des données sera terminée. De longues analyses seront nécessaires avant que les conclusions ne puissent être présentées à la communauté scientifique mais les premiers résultats sont très encourageants.

Grâce à ces expériences, nous pouvons mesurer les propriétés des électrons qui diffusent la lumière – leur densité, leur température et leurs flux dans la couronne, toutes informations dont nous avons besoin pour améliorer nos modèles informatisés du système solaire.

Le lendemain de l'éclipse, je me suis rendu à l'université de Sebha, à 800 kilomètres au sud de Tripoli, pour parler de la participation scientifique à des programmes de l'Année héliophysique internationale 2007, visant à réunir la communauté scientifique des 191 États membres des Nations unies dans une entreprise commune d'étude de la Terre, du Soleil et du système solaire.

Pendant tout notre séjour en Libye la réaction des habitants à notre présence a été très positive. Les jeunes cherchaient à nous parler et étaient très ouverts. Certaines personnes plus âgées étaient plus hésitantes à notre égard, mais tout le monde connaissait la NASA et tout le monde voulait un souvenir avec le logo de la NASA. Nous avons distribué tous nos crayons ainsi que des boutons et des autocollants de la NASA.

Ci-dessous des photos de divers aspects de notre visite en Libye. ■



Avec l'aimable autorisation de la NASA
Après une conférence sur la météorologie spatiale, les connaissances de la NASA sur le Soleil et l'influence du Soleil sur l'environnement terrestre, l'équipe de la NASA déjeune avec des professeurs, des administrateurs et des visiteurs de l'université Al-Fateh. Ensuite, les chercheurs de la NASA et de l'université ont discuté de domaines de coopération scientifique possibles.

L'équipe des chercheurs libyens et de la NASA arrive par hélicoptère à Eclipse City, à Waw an Namus, près de la ville d'Awbari dans le sud-ouest du désert, trois jours avant l'éclipse.

Avec l'aimable autorisation de la NASA



À des centaines de kilomètres à l'intérieur du Sahara, des chercheurs d'universités et d'organismes de recherche des États-Unis, de Libye, de Suisse, d'Italie, de France et d'Allemagne ont participé au Symposium international sur la physique solaire et les éclipses solaires. L'Année héliophysique internationale, le gouvernement libyen et l'Institut d'astronomie de l'Institut fédéral suisse de technologie de Zurich parrainaient la conférence.

Avec l'aimable autorisation de la NASA



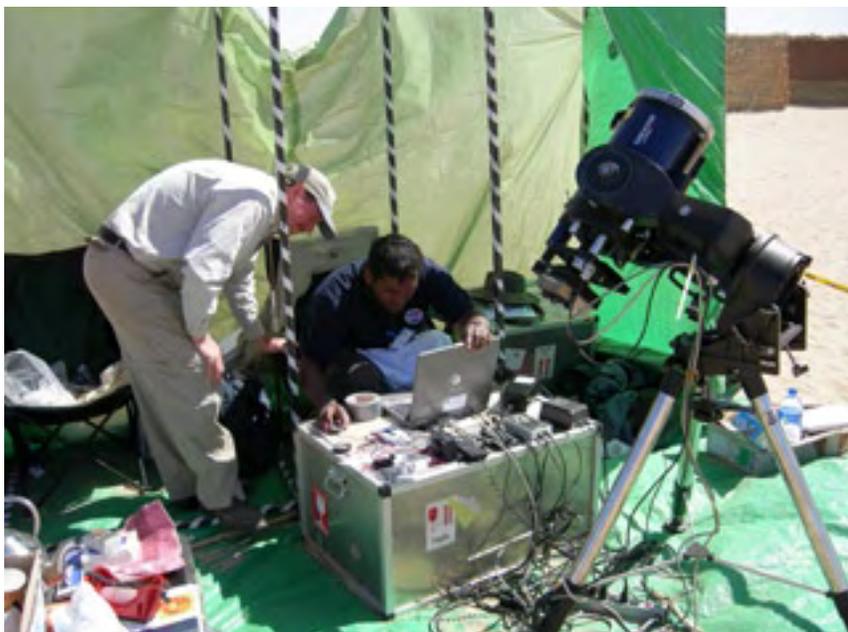
Avec l'aimable autorisation de la NASA

Dans cette ville temporaire de tentes, on trouvait des douches, des toilettes, des installations réfrigérées de stockage de vivres, une boutique de cadeaux-souvenirs, des cuisines et des tentes-réfectoires ainsi que des installations de communications satellitaires. Les logements consistaient en huttes de paille tressée, au sol couvert de tapis et de gros matelas en caoutchouc mousse.

Avec l'aimable autorisation de la NASA
Eclipse City, dont la planification et la construction ont demandé deux ans, était le camp de base temporaire et le siège fournis par le gouvernement libyen. Plus de 150 scientifiques et auxiliaires ont vécu sur le site. Les tentes principales, les tentes réfectoires, la tente communautaire et les logements sont à droite ; les tentes des soldats libyens qui maintenaient un périmètre de sécurité autour du camp sont à gauche.



Avec l'aimable autorisation de la NASA



Avec l'aimable autorisation de la NASA

Joseph Davila : «Le gouvernement libyen a organisé un service téléphonique et d'accès sans fil à l'internet et une tente de communications abritait le matériel qui nous reliait au reste du monde par satellite. Une liaison séparée de la télévision libyenne nous permettait de transmettre les images du site de l'éclipse à la NASA aux États-Unis et au reste du monde. La télévision libyenne transmettait les nouvelles du camp à la population libyenne.»

Orville Chris St Cyr (à gauche), astrophysicien de la NASA Solar Physics Branch du Goddard Space Flight Center, et Nelson Reginald, professeur assistant de recherches en physique de l'Institute for Astrophysical and Computational Sciences de la Catholic University of America de Washington, mettent en place une des deux expériences destinées à tester les nouvelles techniques d'observation de l'atmosphère du Soleil.



Éclipse totale

Avec l'aimable autorisation d'Olivier Garde, Grenoble (France)



Avec l'aimable autorisation de la NASA
La direction de la coopération scientifique et technique du département d'État, la NASA et le gouvernement libyen ont travaillé de concert pour rendre possible cette expédition historique d'étude d'une éclipse solaire.

La télémédecine au service de l'Irak

Gary Selnow



Avec l'aimable autorisation de WIRED International

Médecins et étudiants en médecine de Bagdad ont accès aux bibliothèques électroniques du Centre d'information médicale de WIRED International au Medical City Center, la plus grande école de médecine et le plus grand centre hospitalier universitaire de l'Irak.

Une organisation de San Francisco aide les médecins irakiens à se remettre à niveau après 20 ans d'isolement et de censure sous le régime de Saddam Hussein; elle tire parti pour ce faire des ressources de l'informatique et de l'internet afin de permettre aux écoles de médecine du pays d'accéder rapidement aux connaissances techniques actuelles et aux bibliothèques de recherche électroniques et d'établir des liaisons vidéo avec des professeurs de médecine américains.



Gary Selnow

Avec l'autorisation de Gary Selnow

M. Gary Selnow est directeur exécutif de WiRED International (<http://www.wiredinternational.org>) et professeur au Marian Wright Edelman Institute de l'université d'État de la Californie à San Francisco.

Vingt années de censure ont eu pour effet d'isoler les médecins irakiens et de leur fermer l'accès aux informations sur les progrès de la médecine.

Sous Saddam Hussein, le courrier électronique et l'accès à l'internet étaient bloqués, la participation aux conférences professionnelles internationales était interdite, et l'accès aux périodiques et manuels médicaux était coupé. Le résultat de ces mesures est que la médecine irakienne, qui figurait à une époque parmi les meilleures, a rejoint les rangs des moins informées au monde.

Ceci est apparu de manière évidente en 2003, peu après l'arrivée en Irak de notre petit groupe de WiRED International, sur les talons des forces de la coalition. WiRED est une organisation non gouvernementale qui a été la première à établir des programmes informatiques d'information médicale en 1997, après les guerres des Balkans. Lors de notre visite en Irak, parrainée par le département d'État des États-Unis, nous nous sommes demandé comment nous pourrions tirer parti des techniques de l'information pour aider les écoles de médecine irakiennes à accéder rapidement aux informations actuelles. Un technicien américain et moi avons fait équipe avec des médecins et techniciens irakiens pour mettre en place des bibliothèques électroniques dans les centres hospitaliers universitaires de la région de Bagdad. En un seul jour, nous avons converti des salles vides en des bibliothèques de recherche dites « Centres d'information médicale » (CIM).

Les CIM se composent d'un réseau d'ordinateurs interconnectés qui puisent leur information à deux sources. Lorsque les liaisons par satellite sont disponibles, ils accèdent aux riches ressources en ligne des grandes écoles de médecine et des instituts de recherche du monde entier, de l'Organisation mondiale de la santé et des organismes du gouvernement américain spécialisés dans le domaine de la santé. Il y a là des bases de données précieuses pour tout usager, mais dans les lieux où les publications médicales sont rares et où les manuels de médecine sont plus âgés que certains des étudiants, l'internet est une source abondante de connaissances techniques.

Lorsque l'internet n'est pas disponible, ou trop coûteux, WiRED dote les bibliothèques électroniques de tous les périodiques, textes et rapports de recherches d'accès public qu'il peut charger sur un

disque dur d'ordinateur. Les CIM sont ainsi équipés de cette bibliothèque autonome, utilisable sans connexion à l'internet.

WiRED a installé les quatre premiers CIM à Bagdad en juin 2003 et, en juin 2006, avait établi 39 de ces centres dans des hôpitaux répartis dans tout l'Irak.

Nous avons récemment accru les capacités des CIM des écoles de médecine de Bagdad, de Bassora, d'Erbil et de Mossoul en les équipant de matériel de vidéoconférence. Ce matériel assure des communications audiovisuelles directes à haut débit entre les médecins irakiens et américains pour leur permettre de participer conjointement à des conférences, à des séminaires et à des évaluations de patients. Les partenaires du consortium de WiRED du Centre médical national pour enfants de Washington, de l'université de Californie à San Francisco et du Collège d'infirmier de l'université d'État de San Francisco fournissent la majorité du contenu médical. C'est le seul programme qui fournisse en Irak aux professeurs de médecine irakiens des liens directs avec la communauté médicale extérieure. Ces passerelles électroniques de télémedecine, ainsi que les CIM, apportent aux médecins irakiens la possibilité de mettre un terme à l'isolement dont ils souffrent depuis de longues années.

Les résultats escomptés de ce programme sont immenses et l'équipe de WiRED est particulièrement sensible aux remarques telles que celle du docteur Kahalid Mayah de l'Hôpital universitaire de Bassora : « L'intervention de WiRED est peut-être la meilleure chose qui soit arrivée à l'Irak. Beaucoup d'organisations sans but lucratif sont venues dans le pays ; certaines y sont restées,



Une liaison par satellite relie les médecins de l'université d'État de San Francisco en Californie à ceux du Centre d'information médicale de Bagdad.

d'autres en sont reparties, mais vos efforts qui ont ouvert aux médecins irakiens la porte de la recherche scientifique et des systèmes d'information mondiaux sont d'une valeur inégalée.»

À WiRED, nous sommes tous des bénévoles. Nous espérons que nos travaux en Irak, comme dans tous les pays que nous desservons, démontrent la profonde bonne volonté du peuple américain. WiRED cherche à unir les communautés médicales de par le monde au moyen de communications améliorées. Nous croyons qu'une quête universelle de la santé peut devenir le lien qui nous solidarise tous. ■

Les opinions exprimées dans le présent article ne reflètent pas nécessairement les vues ou la politique du gouvernement des États-Unis.

ITER : l'avenir de la fusion nucléaire

Interview de Norbert Holtkamp, le chercheur qui, avec Kaname Ikeda, directeur général d'ITER, dirigera la construction du plus grand réacteur à fusion nucléaire du monde.

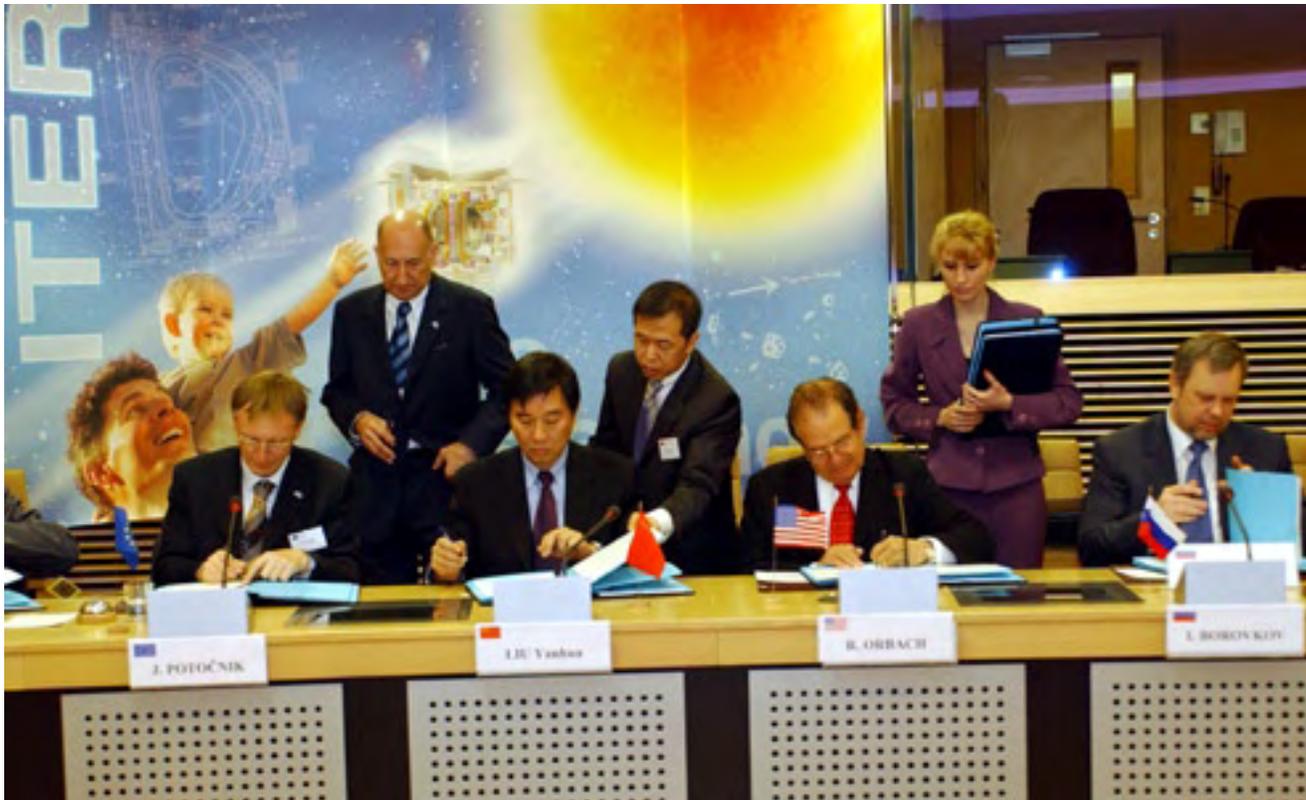


Photo AP Images/Thierry Charlier

Des ministres de l'Union européenne, de la République populaire de Chine, des États-Unis et de la Fédération de Russie signent l'accord constitutif de l'International Thermonuclear Experimental Reactor au siège de la Commission européenne à Bruxelles en mai 2006.

L'International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER, <http://www.iter.org>) [réacteur thermonucléaire expérimental international] est un projet de recherche-développement mené par sept parties pour prouver la faisabilité scientifique et technique de la fusion nucléaire – qui se produit lorsque l'on combine les noyaux, ou centres, de deux atomes – comme source d'énergie pour faire face à la croissance rapide de la demande mondiale. L'ITER sera construit à Cadarache (France) et devrait entrer en service aux environs de 2016.



Avec l'aimable autorisation d'ITER

Norbert Holtkamp

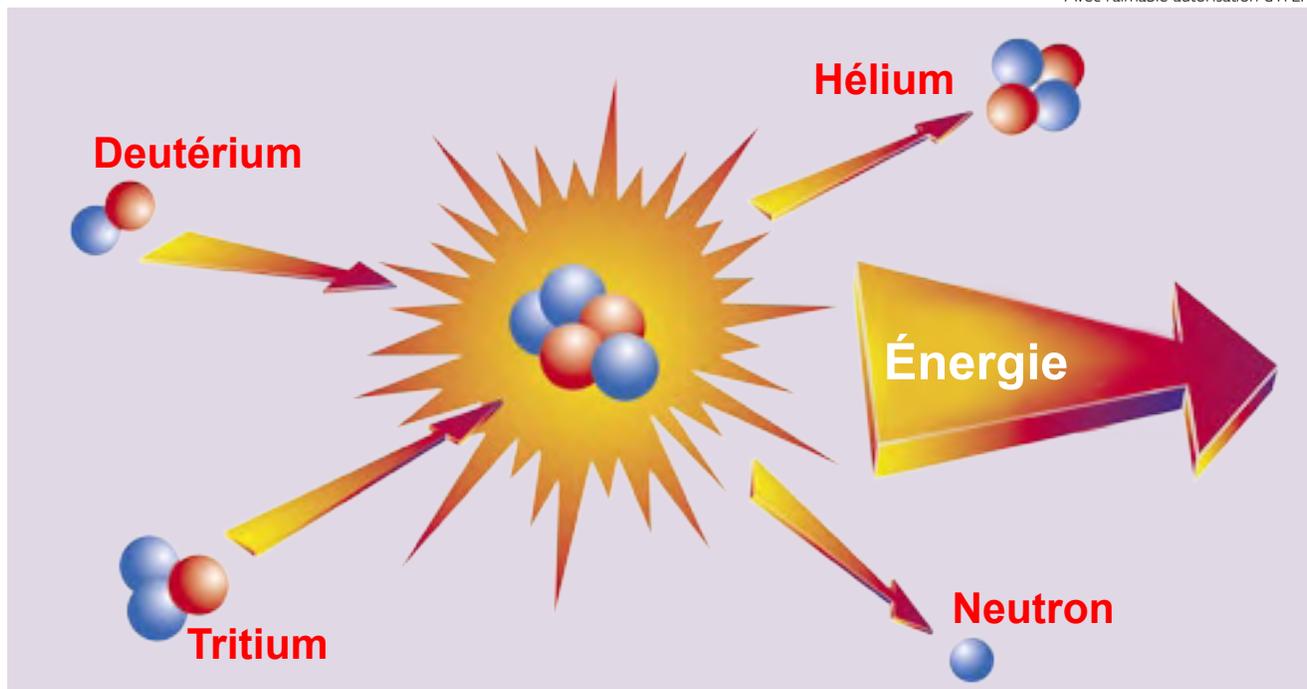
Norbert Holtkamp, Ph.D., principal directeur général adjoint désigné d'ITER, est directeur de construction du projet. Né en Allemagne, il a travaillé au Deutsches Elektronen Synchrotron de Hambourg (Allemagne) et au Fermi National Accelerator Laboratory dans l'Illinois (États-Unis). En 2001, il a commencé à coordonner et à diriger la planification et la construction du Spallation Neutron Source (SNS) du Laboratoire national du ministère américain de l'énergie à Oak Ridge. Terminé en mai 2006 pour un coût de 1,4 milliard de dollars, le SNS fait passer des particules subatomiques appelées neutrons dans un accélérateur pour produire les faisceaux émetteurs de neutrons les plus intenses au monde à des fins de recherche scientifique et de développement industriel.

Dans un monde où les besoins énergétiques progressent beaucoup plus rapidement que l'approvisionnement disponible, les chercheurs partout tentent de maîtriser l'énergie du soleil et des étoiles et de l'utiliser pour répondre à la demande croissante. L'Union européenne, la République de Corée, l'Inde, la Chine, la Russie et les États-Unis ont constitué l'Organisation ITER pour élaborer les moyens de produire cette énergie. Dans cette interview, le directeur général adjoint désigné d'ITER et le scientifique qui dirigera la construction du plus grand réacteur à fusion nucléaire du monde, le Dr. Norbert Holtkamp, parle d'ITER et des progrès dans la recherche sur la fusion. Il répond aux questions de Cheryl Pellerin, correspondante scientifique des Dossiers mondiaux.

Question : Qu'est ce que le projet ITER ?

M. Holtkamp : ITER est l'abréviation d'« International Thermonuclear Experimental Reactor » (réacteur thermonucléaire expérimental international) et c'est aussi un mot latin signifiant la voie. ITER symbolise la volonté de construire le plus grand réacteur à fusion au monde. Une version beaucoup plus petite en existe déjà : le JET (Joint European Torus ou Tore européen commun) – le plus grand réacteur à fusion nucléaire existant – fonctionne depuis 1983 près de Culhan (Angleterre). ITER représente l'étape suivante dans la construction de réacteurs à fusion pour produire de l'énergie.

Avec l'aimable autorisation d'ITER



La fusion en bref : Cet article présente le fonctionnement de l'atome - cette minuscule particule dont la matière est composée. Les atomes contiennent trois particules « subatomiques » : des protons, des neutrons et des électrons. Les protons et les neutrons sont plus lourds que les électrons et existent au centre de l'atome, le noyau. Les électrons existent dans un nuage qui entoure le noyau. Le poids de chaque atome correspond à la somme du poids de ses neutrons et de ses protons. L'hydrogène est l'atome le plus léger, avec un proton et aucun neutron : son poids atomique est 1. Le fer est un exemple d'élément lourd, avec 26 protons et 30 neutrons : son poids atomique est 56. La fusion dans les atomes plus légers que ceux du fer produit de l'énergie et la fusion dans les atomes plus lourds requiert de l'énergie. Le nombre de protons de tout élément donné est constant mais le nombre de ses neutrons peut changer. Les atomes d'éléments qui ont le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons sont appelés isotopes. L'hydrogène a trois isotopes : le protium (un proton, pas de neutron), le deutérium (un proton et un neutron) et le tritium (un proton et deux neutrons). Dans ITER, la fusion combinera deux de ces atomes légers, le deutérium et le tritium, pour former un atome stable plus lourd, l'hélium, et un neutron, tous deux dotés d'énergie cinétique. Leur fusion libérera de l'énergie.

Q: Quelle différence y a-t-il entre fission et fusion ?

M. Holtkamp: La fission consiste à casser des noyaux atomiques lourds pour produire de l'énergie. La fission est contrôlée dans un réacteur nucléaire et incontrôlée dans une bombe atomique. La fusion consiste à fusionner ensemble deux noyaux légers. Dans le cas d'ITER, ce sont deux noyaux d'hydrogène qui fusionnent ensemble. Lorsque cela arrive, il y a libération d'énergie

Q: Pourquoi la fusion est-elle meilleure dans ce projet que la fission ?

M. Holtkamp: Beaucoup de réacteurs nucléaires à fission sont opérationnels et produisent de l'électricité; la fission a donc un avantage: elle est exploitée aujourd'hui. La fusion n'est pas encore exploitable, c'est un projet de recherche. La fission et la fusion sont toutes deux des réactions nucléaires mais elles sont fondamentalement différentes. L'avantage de la fusion est que l'un de ses sous-produits, l'hélium, n'est pas radioactif et que l'autre, un neutron, est utilisé pour fabriquer un isotope d'hydrogène, le tritium, à partir des matériaux porteurs de lithium entourant le plasma (gaz ionisé). Dans un réacteur à fission, lorsque l'on casse les noyaux, les deux morceaux restants sont tous les deux radioactifs. Dans le processus de fusion, cela ne se produit pas – la chambre qui entoure les noyaux devient légèrement radioactive mais les sous-produits ne le sont pas.

Le grand avantage de la fusion est que le deutérium et le lithium, qui est utilisé pour produire le tritium, employés dans le processus existent en grandes quantités – ils sont abondants sur terre et dans les océans. Cela n'est pas vrai du processus de fission: les réacteurs doivent utiliser de l'uranium, qui n'existe qu'en quantité limitée, ou un matériau semblable pour fonctionner. Mais il ne serait pas juste de dire que le processus de fusion est meilleur, parce que les appareils de fusion existants sont des appareils de recherche expérimentale, pas des réacteurs – les chercheurs essaient de découvrir comment utiliser la fusion pour produire de l'énergie. Si ITER réussit, ce sera le premier réacteur à fusion nucléaire capable de produire sensiblement plus d'électricité qu'il n'en consomme. Ce sera une étape majeure.



Photo AP Images/Maison-Blanche

Le président américain Ronald Reagan (à gauche) et le président soviétique Mikhaïl Gorbatchev lors de leur réunion de novembre 1985, au Sommet de Genève (Suisse), où, avec le président français François Mitterrand, ils sont convenus de travailler ensemble pour trouver de nouvelles sources d'énergie.

Q: Comment est née l'idée d'ITER ?

M. Holtkamp: Elle est née de la coopération internationale appliquée à la recherche sur la fusion; c'est le président soviétique Mikhaïl Gorbatchev qui l'a d'abord proposée au président français François Mitterrand lors d'une réunion, puis au président américain Ronald Reagan au sommet de Genève de 1985. Ces trois présidents se sont rencontrés et ont décidé qu'il fallait faire avancer le dossier des ressources énergétiques et voir quelles autres sources d'énergie la science pourrait mettre à disposition une fois épuisés le charbon et le pétrole. La fusion a toujours été un sujet de recherches internationales et, lors des sommets, l'énergie est toujours un grand sujet de discussion. Cela n'a pas été une discussion scientifique mais ils se sont rencontrés et ont décidé que c'était quelque chose que nous devions faire. Nous devons réunir les cerveaux du monde entier, travailler ensemble et partager les résultats des recherches.

Q: Quels sont les objectifs scientifiques et techniques d'ITER et qu'est ce qu'il va prouver ?

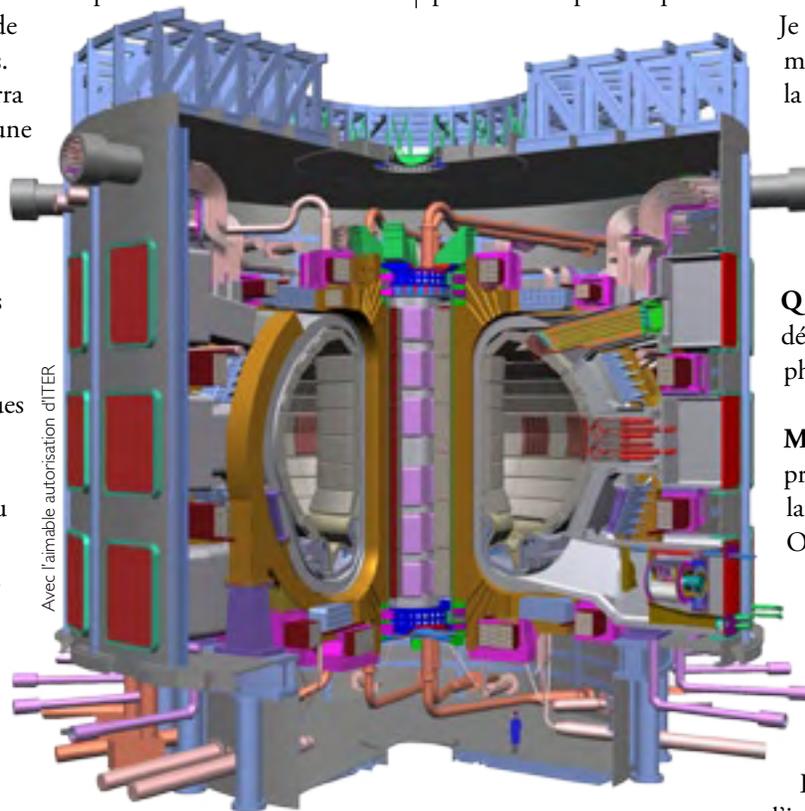
M. Holtkamp: ITER sera le premier réacteur à fusion nucléaire à produire plus d'énergie qu'il ne consomme. Les scientifiques mesurent cela selon un quotient qu'ils appellent Q. Si ITER atteint tous ses objectifs scientifiques, il créera 10 fois plus d'énergie qu'il n'en absorbera. Le dernier appareil, le JET anglais, est un prototype plus

petit qui à son dernier stade a atteint un Q presque égal à 1, c'est-à-dire qu'il a produit autant d'énergie qu'il n'en a absorbé. ITER permettra d'aller plus loin – démontrant la création d'énergie dans le processus de fusion – et d'atteindre un Q de 10. Il s'agit de lui fournir quelque 50 mégawatts et d'en retirer 500. Un des objectifs scientifiques d'ITER est donc de montrer d'abord qu'il peut atteindre un Q de 10.

Un deuxième objectif scientifique consiste à faire en sorte qu'ITER ait une durée de combustion très longue – une pulsion d'une durée pouvant aller jusqu'à une heure. ITER est un réacteur expérimental de recherche et ne peut pas produire de l'énergie tout le temps.

Une fois lancé, il pourra fonctionner pendant une heure puis il faudra l'arrêter. Cela est important parce que, jusqu'à présent, les machines que nous avons construites ont un temps maximal de combustion de quelques secondes voire de quelques dixièmes de seconde. JET a obtenu un Q de 1 avec une combustion d'environ 2 secondes dans une pulsion de 20 secondes. Mais plusieurs secondes ne représentent pas une constante. C'est comme le fait de démarrer une voiture – faire tourner le moteur, puis l'arrêter, ce n'est pas vraiment conduire. En revanche, conduire une voiture pendant une demi-heure, voilà une opération constante qui prouve qu'on peut vraiment la conduire.

Alors ce qu'ITER doit prouver techniquement et scientifiquement, c'est qu'il a un Q de 10 et une combustion de longue durée.



Avec l'aimable autorisation d'ITER

Illustration en coupe du réacteur ITER. Celui-ci se fonde sur le concept du tokamak, dans lequel un gaz chaud est confiné dans un tore (enceinte en forme d'anneau) grâce à un champ magnétique. Le gaz chauffé à plus de 100 millions de degrés produira 500 mégawatts d'énergie de fusion. Une personne au pied de l'illustration donne une idée de la taille du réacteur.

Q: Quel est le calendrier du projet ITER?

M. Holtkamp: Tout va dépendre de la rapidité avec laquelle nous allons pouvoir constituer l'équipe de Cadarache et de la réussite des différentes parties au plan de la construction des éléments qu'ils doivent livrer. Cela va de pair avec un financement annuel approprié du projet; il va donc falloir se mettre d'accord sur le financement requis. En gros, on vise 2016 comme date de mise en service d'ITER. Je ne peux pas vous dire si cela est réaliste parce que cela devra être confirmé par la planification précise qui sera arrêtée l'année prochaine.

Je ne peux donc pas m'engager absolument sur la date de 2016. Une fois terminé, ITER devrait rester en service pendant 25 ou 30 ans.

Q: Pourriez-vous nous décrire les différentes phases d'ITER?

M. Holtkamp: La première phase précède la construction.

Officiellement, ITER n'existe pas encore en tant qu'organisation parce que les sept parties n'ont ni signé ni ratifié les documents voulus.

Elles devraient le faire d'ici la fin de l'année. Les parties sont convenues de la forme d'ITER en tant qu'organisation internationale. Cela est déjà un succès remarquable. Il a fallu plus ou moins

quatre ans pour finaliser les négociations sur la manière de procéder et pour décider qu'ITER serait construit en France. Et en même temps, quand on examine les discussions, tout le dossier de l'accord ne fait guère plus de deux centimètres d'épaisseur. Que sept parties aient réussi à se mettre d'accord pour fonder un nouveau laboratoire

international et que ce document ne fasse que quelque deux centimètres d'épaisseur, c'est impressionnant.

Nous commençons maintenant la phase de construction – construction de la machine, des bâtiments et des éléments du tokamak [chambre en forme d'anneau (toroïdale) utilisée dans les recherches sur la fusion pour chauffer le plasma et le contenir par des champs magnétiques. Le terme tokamak est l'association de mots russes signifiant «chambre toroïdale de bobines magnétiques»], puis installation et mise en service du tokamak.

La phase d'exploitation, pendant laquelle seront menées les expériences, couvrira les 25 à 30 années suivantes. Réacteur expérimental, ITER n'atteindra pas sa vitesse de croisière le lendemain de sa mise en service : les chercheurs devront apprendre à l'utiliser, quelles sont ses spécificités, les problèmes qu'il pose, et ils devront le pousser pour atteindre les objectifs fixés ou même les dépasser.

Ensuite commencera la phase de désaffectation ; un volet des phases de construction et d'exploitation consiste à préparer la désaffectation. J'ai dit tout à l'heure que les sous-produits de la fusion ne sont pas très radioactifs, mais la chambre – l'endroit où se passe ce processus – devient très radioactive. Elle devra être décontaminée et démantelée d'une manière compatible avec la sécurité de l'environnement comme n'importe quel autre produit radioactif. Cela fait partie de la phase de désaffectation qui durera environ 5 ans.

Q: Pourquoi la coopération internationale est-elle tellement importante pour ITER?

M. Holtkamp: L'énergie est un problème qui touche tout le monde. Et si l'on prend les sept parties au projet – l'Union européenne, la République de Corée, l'Inde, la Chine, la Russie et les États-Unis – et si l'on compte leurs habitants, on voit qu'ils représentent plus de la moitié de la population du monde. Leur intérêt est clair et s'explique facilement. De mon point de vue, la coopération scientifique s'explique tout aussi facilement. Il y a des experts en fusion partout dans le monde et, pour être couronnée de succès, la construction d'un appareil aussi compliqué et d'une telle grandeur exige que l'on fasse appel aux personnes les plus qualifiées. En outre, la coopération internationale apporte un grand plus, parce que les individus de cultures différentes ont des idées différentes et, dans un environnement scientifiquement concurrentiel, cela permet de construire de meilleurs appareils scientifiques.

Q: Que se passera-t-il à la fin du projet ITER?

M. Holtkamp: Le programme de fusion est très vaste et très international. Certains prévoient déjà qu'ITER va réussir et ils pensent à la prochaine étape – un prototype commercial de réacteur à fusion nucléaire nommé DEMO. Pour qu'on puisse le construire, il faut qu'ITER marche. Nous devons atteindre nos objectifs scientifiques parce qu'alors nous aurons montré que les concepts que nous avançons sont réalisables. Je pense cependant qu'il faut toujours penser à l'avenir et aussi que pendant les 25 à 30 années d'exploitation d'ITER nos connaissances vont s'améliorer et s'accroître et que nous pourrons ainsi mieux définir l'étape suivante. ■

Les opinions exprimées dans cet article ne représentent pas nécessairement le point de vue ou la politique du gouvernement américain ou des parties au projet ITER.

BOTUSA: partenariat de recherche médicale



Au Botswana, une infirmière du Programme de thérapie préventive à l'isoniazide s'entretient avec un client.

Avec l'aimable autorisation de BOTUSA



Margarett Davis

Photo offerte par l'auteur

Mme Margaret Davis, docteur en médecine et titulaire d'une maîtrise en santé publique, est directrice de BOTUSA, partenariat établi entre le ministère de la santé du Botswana et le Centre d'épidémiologie des États-Unis.

Le Botswana, pays enclavé d'Afrique subsaharienne, se trouve à l'épicentre de la pandémie mondiale de VIH/sida. Environ 24 % de la population de 15 à 49 ans sont porteurs du virus, l'une des prévalences les plus élevées du monde.

Le *Rapport sur l'épidémie mondiale de sida 2006*, publié en mai 2006 par le Programme commun des Nations unies sur le VIH/sida, fait état de la survenue l'année dernière de 18 000 décès dus à cette maladie au Botswana. Ces dernières années, la mort de jeunes adultes a fait 120 000 orphelins dans ce pays, soit près de 7 % de la population.

Le sida est, on le sait, une maladie mortelle, mais la cause précise de la mort d'un grand nombre de ses victimes est la tuberculose, qui est la maladie opportuniste la plus fréquente à laquelle le système immunitaire affaibli des porteurs du VIH résiste mal. En fait, une étude conjointe du Centre d'épidémiologie (CDC) des États-Unis et de chercheurs botswanais a permis de conclure que 38 % des décès attribués au sida au Botswana étaient dus en réalité à la tuberculose.

La survenue concomitante de la tuberculose et de l'infection par le VIH constitue ce que l'on appelle une coépidémie. Elle impose un pesant fardeau à ce petit pays de 1,7 million d'habitants, mais les pouvoirs publics botswanais sont reconnus pour la politique progressiste et de grande envergure qu'ils mettent en œuvre pour faire face à la maladie.

Depuis 1995, le ministère de la santé du Botswana et le CDC collaborent dans le cadre de programmes divers et de recherches pour riposter à la crise du sida. Leur partenariat, baptisé BOTUSA (prononcé « botousa »), réunit plus de 170 personnes de capacités diverses - professionnels et auxiliaires internationaux et locaux - qui assurent une assistance technique, des services de consultation et de financement ainsi que la mise en œuvre de programmes et de travaux de recherche visant à la prévention, au traitement, aux soins et à la surveillance du VIH/sida, de la tuberculose et des affections associées.

Le principal objectif de la recherche à BOTUSA sur la tuberculose et le VIH est d'analyser les relations entre la tuberculose épidémique et les effets du VIH dans un contexte où les ressources sont rares, aux fins d'élaborer de meilleures stratégies de prévention de la tuberculose et de lutte contre cette maladie au Botswana et dans des environnements analogues.

Ces plus de dix ans de recherches en collaboration ont abouti à un résultat majeur, l'élaboration d'un programme de thérapie préventive. Au moyen de l'isoniazide, agent thérapeutique de prévention de la tuberculose qui a fait ses preuves, ce programme vise à prévenir la survenue de cette maladie chez pas moins de 60 % des gens vivant avec le VIH. Le programme de thérapie préventive à l'isoniazide, dit programme IPT (Isoniazid Preventive Therapy), constitue une première mondiale et s'est fixé pour objectif de traiter tous les Botswanais séropositifs et sidéens par un régime d'isoniazide afin de prévenir la tuberculose.

La participation au programme IPT a également eu pour effet d'apporter aux personnes infectées par le VIH un meilleur accès aux soins et aux médicaments antirétroviraux.

Cependant, comme les responsables de la santé espéraient que le traitement à l'isoniazide permettrait de protéger plus de 60 % des sujets et offrirait une protection de plus longue durée contre la tuberculose active, le CDC et le ministère de la santé procèdent actuellement à un essai sur 2 000 personnes afin de déterminer si le régime préventif continu à l'isoniazide a une action supérieure au traitement prophylactique de six mois au moyen du même médicament.

BOTUSA dispense également une formation plus complète au personnel soignant, tant urbain que rural, du Botswana, de façon à améliorer la surveillance de la maladie, le dépistage et le traitement des patients.

Le Botswana est aussi l'un des 15 pays cibles à recevoir de l'aide au titre du Plan d'aide d'urgence du président des États-Unis en matière de lutte contre le sida. Les États-Unis fournissent des financements pour l'achat d'antirétroviraux et contribuent à la conception et à la mise en place de systèmes nationaux de formation, d'assurance qualité et d'application de directives pour l'administration clinique de traitements aux antirétroviraux, les analyses de laboratoires spécialisées pour le VIH, et le suivi et l'évaluation des thérapies antirétrovirales. Ces contributions sont venues renforcer le succès de la stratégie nationale du Botswana contre le sida. ■

GLORIAD : coopération pour la recherche et l'éducation

Greg Cole, chercheur principal



Le centre de contrôle du CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire), fréquent usager du réseau, réunit toutes les salles de contrôle des accélérateurs, du système cryogène et de l'infrastructure technique.

©CERN

La Chine, les États-Unis et la Russie participent à un programme commun visant à construire et à administrer un réseau à fibre optique autour de l'hémisphère Nord, qui créera un système de communication à large bande destiné à relier entre eux des scientifiques, enseignants et étudiants de par le monde. Désigné « Réseau annulaire mondial pour applications avancées » (GLORIAD - Global Ring Network for Advanced Applications, <http://www.gloriad.org>), cette sorte d'« internet » a pour ports d'attache l'université du Tennessee et le Laboratoire national



Avec l'autorisation de Greg Cole

Greg Cole

d'Oak Ridge du ministère de l'énergie des États-Unis. Il est financé par des organismes publics des trois pays et bénéficie de partenariats avec les infrastructures de recherche et d'éducation les plus avancées au monde du Canada, de la République de Corée, des Pays-Bas et de cinq pays scandinaves.

Greg Cole est chercheur principal attaché au programme de la Fondation nationale des sciences (NSF) des États-Unis qui a établi GLORIAD ainsi que le prédécesseur de ce programme, baptisé NaukaNet, sur un financement de 9,5 millions de dollars (1998-2009). Il a dirigé avec Natacha Bulachova, à présent cochercheuse principale de GLORIAD, le programme américano-russe de réseau civique financé par la Fondation

Ford et a dirigé d'autres programmes d'infrastructure de réseau et de développement communautaire américano-russes financés par des organismes tels que l'OTAN, le département d'État des États-Unis, la Fondation Eurasia, Sun Microsystems, et d'autres.

GLORIAD est issu d'une initiative américano-russe financée par les deux pays remontant à 1997 et qui a abouti à la création du premier réseau internet à haute performance entre les communautés scientifiques américaine et russe. Ce projet, dénommé MirNET (rebaptisé ultérieurement NaukaNet), était une

optique traversant l'Atlantique, l'Europe et l'Amérique du Nord et connectant les deux pôles de Chicago et de Moscou, nous avons relié pour la première fois la plupart des grandes institutions de recherche et d'éducation des deux pays.

Au cours des années qui ont suivi, les partenariats entre les milieux scientifiques américain et russe se sont développés et l'utilisation du réseau s'est accrue dans des proportions considérables. En 2003, nous avons obtenu la permission de la NSF d'établir une autre connexion avec la Russie, en passant par l'océan Pacifique cette fois et, chose importante, par la République populaire de Chine. Nous avons trouvé des partenaires reliés à Hongkong



Circuit d'une version précédente du réseau GLORIAD passant par Chicago, Amsterdam, Moscou, Novossibirsk, Zabaïkalsk, Manzhouli, Pékin et Hongkong.

Avec l'aimable autorisation de la NSF/T.Schindler

avec nos partenaires de l'Académie chinoise des sciences, qui ont alors assuré la connexion du circuit depuis Hongkong par Pékin et jusqu'à la frontière russe près de Khabarovsk. Nos partenaires russes ont prolongé leur réseau jusqu'à Khabarovsk et, pour la première fois, la Russie et la Chine ont traversé leurs frontières au moyen d'un circuit de télécommunications. C'est ainsi qu'a été bouclé le réseau annulaire faisant le tour de l'hémisphère Nord.

Ce réseau fonctionnait au début 2004. Dans le courant

entreprise en collaboration entre la Fondation nationale des sciences (NSF) des États-Unis, l'université du Tennessee, l'Académie des sciences de Russie, le ministère russe de l'industrie, de la science et de la technologie et le Centre de recherche/institut Kurtchatov russe.

Le principe consistait à relier les établissements de recherche et d'éducation des États-Unis, au moyen d'un grand central de réseau implanté à Chicago, dit STAR TAP (aujourd'hui dénommé StarLight), avec un central du même type établi à Moscou, qui reliait entre eux quasiment tous les établissements de recherche et d'éducation de Russie. En établissant un circuit à fibre

de l'année, la NSF et ses partenaires russes et chinois sont convenus de financer notre nouveau programme quinquennal baptisé GLORIAD, visant à accroître les capacités de service du circuit circumterrestre et à mettre en place une nouvelle architecture pour établir un internet avancé. La nouvelle architecture nous permet de mettre à la disposition de collaborateurs scientifiques des circuits spécialisés qu'ils peuvent utiliser pendant des heures, des jours ou des mois, en sus des services partagés tels que le courriel et la vidéoconférence que nous continuons de fournir.

Ces dernières années, les applications scientifiques se

sont développées dans des proportions telles que certains groupes ont à présent besoin de leur propre internet pendant un certain temps, soit pour véhiculer un gros volume de données, soit pour assurer une haute qualité en vidéo haute définition à lecture en direct ou pour la télécommande d'un microscope électronique. L'internet partagé convient aux applications qui ne présentent pas d'exigences particulières de temps ou de qualité. Mais si vous effectuez le réglage d'un microscope électronique à distance, la réaction doit être immédiate. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous mettons en place avec GLORIAD une architecture hybride qui nous permet d'offrir aux scientifiques des circuits spécialisés ainsi qu'un réseau internet partagé pour leur courriel et leurs applications Web.

L'étape suivante du développement de GLORIAD a consisté à y accueillir l'Institut des sciences et des technologies de l'information de la République de Corée en tant que quatrième membre. Cet organisme s'est joint au projet en 2005 et il a conçu et financé, grâce au ministère des sciences et technologies de Corée, un circuit de 10 gigaoctets reliant Hongkong, la Chine, Taejon (République de Corée) et Seattle (État de Washington). Ce circuit est le premier élément de GLORIAD conçu pour fournir des services hybrides. Notre objectif est de faire en sorte que le réseau opère autour de notre planète à 10 gigaoctets par seconde, et nous avançons pas à pas vers ce but. À un tel débit, par exemple, nous pourrions mener 25 000 vidéoconférences simultanément, ou près d'un million d'appels téléphoniques par l'internet. À l'heure actuelle, entre les États-Unis et la Chine et entre les États-Unis et la Russie, nous sommes parvenus au quart environ de ce débit.

La plus grande application tournant à l'heure actuelle sur GLORIAD est une connexion entre un institut de physique des particules à haute énergie en Italie et un détecteur de rayonnements cosmiques implanté en altitude dans les montagnes du Tibet, exploité par l'Académie chinoise des sciences. En Chine comme en Italie, les chercheurs recueillent d'immenses volumes de données pour les analyser. Le flux

d'information est véhiculé 24 heures par jour et, durant l'heure que je viens de passer à écrire cet article, quelque 4 gigaoctets de données ont été échangés entre les sites.

Notre deuxième application par ordre de grandeur est un transfert de données d'une division de la NASA, celle de l'ingénierie des systèmes complexes, vers l'Académie chinoise des sciences. Il transite de forts volumes de données scientifiques portant sur la recherche spatiale, en particulier des données d'imagerie satellitaire et des données atmosphériques. Les chercheurs en sciences de l'atmosphère, climatologues et spécialistes des prévisions météorologiques figurent parmi les plus gros usagers du réseau, notamment le Centre national de recherche atmosphérique du Colorado, l'Académie chinoise des sciences de Pékin et le Centre russe d'hydrométéorologie de Moscou.

Nous avons rencontré récemment nos partenaires de GLORIAD à Moscou, où ils nous ont fait part d'applications de télémédecine intéressantes. Nos partenaires russes ont mis au point des dispositifs qui, sur la base de données d'imagerie de résonance magnétique, permettent de fabriquer des maquettes en polymère reproduisant les organes des patients, notamment le cerveau. Cela exige une énorme quantité de données. Ces maquettes servent à l'analyse et à l'élaboration de plans d'intervention chirurgicale.



©CERN

Les scientifiques américains, russes et chinois associés aux travaux du Solénoïde compact à muons du CERN font usage du réseau GLORIAD à haute capacité pour se transmettre les résultats de leurs expériences.

Ce ne sont là que quelques exemples parmi tant d'autres des applications qui dépassent les capacités actuelles de l'internet, même avec une liaison à large bande. Cet internet-là ne fournit ni la qualité ni le débit dont nos communautés scientifiques ont besoin.

L'un des problèmes que nous devons tous prendre en considération est celui de la cybersécurité et tous les pays participant au GLORIAD s'efforcent de l'aborder conjointement. Nous avons développé certaines applications intéressantes qui nous permettent de surveiller l'usage qui est fait du réseau et nous sommes en train d'en développer d'autres pour surveiller les abus éventuels. Nous sommes parfois exposés au problème des attaques par déni de service, technique par laquelle des gens envoient des flux énormes de données vers un site, Moscou, par exemple, simultanément à partir d'une multitude de sites répartis dans le monde entier. Le site reçoit ainsi un volume excessif de données, qu'il ne peut pas absorber et qui le paralyse. Il y a de nombreux exemples de mésusage des réseaux de communications et un aspect important de notre travail, aux États-Unis, est d'élaborer et de mettre en place des moyens de protection contre ces pratiques abusives.

Tout au long du développement du projet, l'accès au réseau a été réservé aux communautés de la recherche et de l'enseignement. La plupart de nos clients sont des chercheurs universitaires, mais la majorité de notre trafic provient de laboratoires nationaux et d'autres établissements de recherche bénéficiant de subventions fédérales, notamment la NASA, le ministère de l'énergie, l'Administration océanique et atmosphérique nationale et l'Institut national de la santé.

Plus de la moitié de notre trafic actuel avec la Russie et la Chine provient d'établissements subventionnés sur fonds fédéraux, qui possèdent de grandes archives de données. La plupart des communications sont orientées vers nos partenaires internationaux et proviennent d'eux: la Russie, la Chine, la Corée du Sud, et aujourd'hui les Pays-Bas, le Canada et les pays scandinaves. Grâce à un réseau dénommé NORDU_{net}, nos partenaires les plus récents sont le Danemark, la Suède, la Norvège, la Finlande et l'Islande. Le groupe du NORDU_{net} est l'un des groupes de création de réseaux les plus novateurs au monde. Ses concepteurs ont participé au développement du premier internet international et ils ont continué d'innover pour développer des services de réseau avancés. Ils apporteront à GLORIAD une longueur d'onde (circuit de 10 gigaoctets par seconde) partant des Pays-Bas, traversant l'Europe et arrivant aussi près de la frontière russe qu'il est possible.

En un sens, le réseau fait deux choses: il relie des ordinateurs et des instruments qui permettent aux scientifiques d'échanger des idées et des données, mais il accroît également notre capacité à communiquer.

Il est un fait certain, s'agissant de GLORIAD, c'est que si rapides que soient nos progrès et l'accroissement des capacités et des services du réseau, les divers groupes scientifiques au travail avancent plus rapidement que nous. Les transferts de données actuels se chiffrent en plusieurs téraoctets (billions, soit 10 puissance 12 octets) par mois et ils atteindront les pétaoctets (trillions, soit 10 puissance 18 octets) dans un avenir relativement proche. Il y a là un défi réel à relever, mais c'est un défi intéressant. ■

Bibliographie (en anglais)

Documentation sur la coopération scientifique internationale

Behrens, Carl E. *Space Stations*. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress, IB93017, March 20, 2006.

Cusimano-Love, Maryann K. *Beyond Sovereignty: Issues for a Global Agenda*. Florence, KY: Thomson Wadsworth, April 2006.

Davila, Joseph M., Arthur I. Poland, and Richard A. Harrison. "International Heliophysical Year: A Program of Global Research Continuing the Tradition of Previous International Years." *Advances in Space Research*, vol. 34, no. 11 (December 2004): pp. 2453-2458.

De La Mothe, John. *Science, Technology and Governance*. New York: Routledge, May 2005.

Eiseman, Elisa, and Donna Fossum. *The Challenges of Creating a Global Health Resource Tracking System*. Santa Monica, CA: Rand, 2005.
<http://www.rand.org/pubs/monographs/MG317>

Frank, Lone. "Qatar Taps Wells of Knowledge." *Science*, vol. 312, no. 5770 (April 7, 2006): pp. 46-47.

Freshwater, Dawn, Gwen Sherwood, and Vicki Drury. "International Research Collaboration: Issues, Benefits and Challenges of the Global Network." *Journal of Research in Nursing*, vol. 11, no. 4 (2006): pp. 295-303.

Greenaway, Frank. *Science International: A History of the International Council of Scientific Unions*. New York: Cambridge University Press, June 2006.

Hutchinson, Ian H. "Fusion Research: What About the U.S.?" *Technology Review*, vol. 108, no. 9 (September 2005): p. 43.

Juma, Calestous, and Lee Yee-Cheong. "Reinventing Global Health: The Role of Science, Technology, and Innovation." *The Lancet*, vol. 365, no. 9464 (March 19-25, 2005): pp. 1105-1107.

Kleinman, Daniel Lee. *Science and Technology in Society: From Biotechnology to the Internet*. Malden, MA: Blackwell Publishing, Inc., September 2005.

Knobler, Stacey, Adel A.F. Mahmoud, and Stanley Lemon, eds. *The Impact of Globalization on Infectious Disease Emergence and Control: Exploring the Consequences and Opportunities*. Washington, DC: National Academies Press, March 2006.
<http://newton.nap.edu/catalog/11588.html>

Krishna-Hensel, Sai Felicia, ed. *Global Cooperation: Challenges and Opportunities in the Twenty-First Century*. Aldershot, UK: Ashgate Publishing, Ltd., February 2006.

Krupnik, Igor, et al. "Social Sciences and Humanities in the International Polar Year 2007-2008: An Integrating Mission." *Arctic*, vol. 58, no. 1 (March 2005): pp. 91-97.

Lautenbacher, Conrad C. "The Global Earth Observation System of Systems: Science Serving Society." *Space Policy*, vol. 22, no. 1 (February 2006): pp. 8-11.

Lewis, Rosalind, et al. *Building a Multinational Global Navigation Satellite System: An Initial Look*. Santa Monica, CA: Rand, 2005.
<http://www.rand.org/pubs/monographs/MG284>

Margolis, Mac. "Brain Gain; Sending Workers Abroad Doesn't Mean Squandering Minds. For Many Countries, Diaspora Talent Is the Key to Success." *Newsweek International* (March 8, 2004): p. 30.

McPherson, Ron. "International Cooperation in Weather, Water, and Climate." *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 85, no. 9 (September 2004): pp. 1395-1396.

Morring, Frank, Jr., ed. "Science Cooperation." *Aviation Week & Space Technology*, vol. 162, no. 12 (March 21, 2005): p. 17.

Mullan, Fitzhugh, Claire Panosian, and Patricia Cuff, eds. *Healers Abroad: Americans Responding to the Human Resource Crisis in HIV/AIDS*. Washington, DC: National Academies Press, July 2005.
<http://newton.nap.edu/catalog/11270.html>

O'Brien, Linda. "E-Research: An Imperative for Strengthening Institutional Partnerships." *EDUCAUSE Review*, vol. 40, no. 6 (November/December 2005): p. 64.

O'Neil, Edward. *Awakening Hippocrates: A Primer on Health, Poverty, and Global Service*. Chicago, IL: American Medical Association, February 2006.

Peter, Nicolas. "The Changing Geopolitics of Space Activities." *Space Policy*, vol. 22, no. 2 (May 2006): pp. 100-109.

Rexroad, Caird E., Jr. "Crisis Calls, Science Responds." *Agricultural Research*, vol. 54, no. 5 (May 2006): p. 2.

Robinson, Nicholas A. "IUCN As Catalyst for a Law of the Biosphere: Acting Globally and Locally." *Environmental Law*, vol. 35, no. 2 (Spring 2005): pp. 249-310.

United Nations Office for Outer Space Affairs. *Highlights in Space 2005: Progress in Space Science, Technology and Applications, International Cooperation and Space Law*. Vienna: United Nations Publications, March 2006.

Wolter, Detlev. *Common Security in Outer Space and International Law*. New York: United Nations Publications, March 2006.

Le département d'État décline toute responsabilité quant au contenu et à l'accessibilité des ressources listées ci-dessus provenant d'autres agences et organisations. Tous les hyperliens étaient actifs en août 2006.

Sites Internet (en anglais)

Documentation en ligne sur la coopération scientifique internationale

American Association for the Advancement of Science (AAAS)

Award for International Scientific Cooperation
<http://www.aaas.org/aboutaaas/awards/int/index.shtml>

AAAS annually awards a \$5,000 prize to an individual or small group that has made an outstanding contribution to international cooperation in science or engineering.

Bill & Melinda Gates Foundation

<http://www.gatesfoundation.org/GlobalHealth>

The Gates Foundation provides grants to established international organizations working to solve urgent health challenges in the developing world.

Carnegie Mellon University-Qatar Campus

<http://www.qatar.cmu.edu>

Carnegie Mellon, a highly regarded U.S. research university, offers undergraduate programs in business and computer science in Qatar. The university aims to provide an interdisciplinary, culturally sensitive course of study that will be among the leading programs in the region.

GlobalHealth.gov

<http://www.globalhealth.gov>

GlobalHealth.gov is an Internet gateway produced by the Office of Global Health of the U.S. Department of Health and Human Services. The site presents information on U.S. and international activities in this area, along with funding, employment, and training opportunities in global health.

International Council for Science (ICSU)

<http://www.icsu.org/index.php>

The council is a nongovernmental organization representing 107 national scientific bodies and 29 international scientific unions. ICSU sponsors international and regional networks of scientists working in related areas, acts as a discussion forum, and sometimes represents the global scientific community.

International Heliophysical Year (IHY)

<http://ihy2007.org>

The 50th anniversary of space exploration will be celebrated in 2007. In honor of this event, IHY has created a "Great Observatory" to advance understanding of the interconnected system of Earth, sun, and heliosphere.

International Space University

<http://www.isunet.edu>

The International Space University offers graduate training to future leaders of the global space community at its central campus in Strasbourg, France, and in locations around the world.

International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER)

<http://www.iter.org>

ITER is an international research and development partnership designed to demonstrate the potential of fusion power.

Millennium Science Initiative (MSI)

<http://www.msi-sig.org>

MSI is a partnership of organizations and individuals promoting world-class science and engineering capacity in developing countries.

NASA

International Space Station—Science Operation News

<http://scipoc.msfc.nasa.gov>

Visit the International Space Station's NASA Science Command page for a variety of features on topics such as space science, mission status updates, expedition pages, astronaut biographies, video, Webcams, and partnership links.

Science.gov

<http://www.science.gov>

Science.gov is a gateway to authoritative science information provided by U.S. government agencies.

SciTechResources.gov

<http://www.scitechresources.gov>

SciTechResources.gov is a U.S. government database catalog that provides access to government resources focused on science, technology, and engineering topics.

U.S. Department of Energy Office of Policy and International Affairs

<https://ostiweb.osti.gov/iaem>

The Department of Energy International Agreements Database provides access to multilateral and bilateral science agreements involving the United States and other countries. The site also offers access to a publications library, speeches and testimony, and information about international scientific initiatives.

U.S. Department of Energy Office of Science Fusion Energy Sciences Program

<http://www.ofes.fusion.doe.gov/internationalactivities.shtml>

This site covers the international activities of the Fusion Energy Science Program, with related links to conferences and meetings, reports, and presentations. Also available on the site is information about the International Thermonuclear Experimental Reactor partnership and other international collaborations involving the Department of Energy.

U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information (OSTI)

<https://www.osti.gov>

OSTI aims to advance the diffusion of scientific knowledge and creativity at the national and international levels.

U.S. Department of State Bureau of Oceans and International Environmental and Scientific Affairs (OES)

<http://www.state.gov/g/oes>

The OES Bureau of the State Department has an extensive portfolio of issues including oceans, climate change, sustainable development, environment, science, technology, space, and international health. The Office of the Science and Technology Adviser to the Secretary of State is also located in this bureau.

U.S. Geological Survey Biology Partnerships

<http://biology.usgs.gov/partnership/international.html>

The Biological Resources Division of the U.S. Geological Survey is developing international partnerships in three key areas: sharing biological data, standardizing methodologies, and offering training and assistance to facilitate scientific exchange.

U.S. Global Climate Change Science Program

<http://www.usgcrp.gov/usgcrp/about/international.htm>

With support from the U.S. Global Climate Change Research Program, U.S. scientists and research institutions coordinate program activities with their counterparts in other nations. The United States is also party to several climate change cooperation agreements, both bilateral and multilateral.

U.S. National Institutes of Health (NIH)

John E. Fogarty International Center for Advanced Study in the Health Sciences

<http://www.fic.nih.gov>

The Fogarty International Center advances the NIH mission through international partnerships and addresses global health challenges through collaborative research and training programs.

WiRED International

<http://www.wiredinternational.org>

WiRED International is a nongovernmental organization dedicated to providing health information and communications resources to developing and post-conflict areas of the world, now serving nearly 1 million people in 11 countries on four continents.

World Space Week

<http://www.spaceweek.org/index.html>

Established by the United Nations General Assembly in 1999, World Space Week is designed to foster international space cooperation and educate people about the benefits of space exploration. Participants in 50 nations celebrate the week October 4-10 each year with a variety of events.

Le département d'État décline toute responsabilité quant au contenu et à l'accessibilité des ressources listées ci-dessus provenant d'autres agences et organisations. Tous les hyperliens étaient actifs en août 2006.



©AP Images/NASA

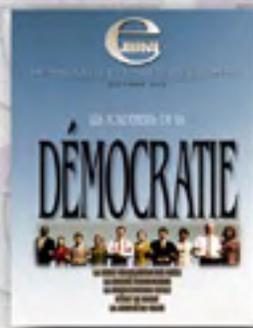
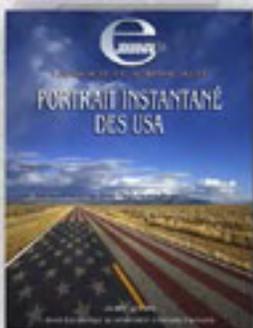
À l'extérieur de la station spatiale internationale, l'astronaute de la NASA Joseph Tanner salue sa collègue Heidemarie Stefanyshyn-Piper, qui le prend en photo, au cours d'une sortie dans l'espace le 14 septembre 2006.



**UNE REVUE MENSUELLE
PROPOSÉE DANS
DIFFÉRENTES LANGUES**

Cinq éditions thématiques :

- Perspectives économiques
- Objectifs de politique étrangère
- Dossiers mondiaux
- Démocratie et droits de l'homme
- La société américaine



CONSULTEZ LA LISTE COMPLÈTE DES TITRES
<http://usinfo.state.gov/pub/ejournalusa.html>