



Organisation
des Nations Unies
pour l'éducation,
la science et la culture

Loin de la
nanomanie, p. 2



Planète SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 5, No. 2
Avril – juin 2007

SOMMAIRE

ÉDITORIAL

IN FOCUS

- 2 Loin de la nanomanie

ACTUALITÉS

- 8 Avis de tempête sur le réchauffement planétaire
- 9 « Diversité » cartographie le corridor biologique de la Mésoamérique
- 10 Colonie de vacances avec des robots
- 10 Le programme mondial de l'eau se délocalise en Italie
- 11 Les Palestiniens acquièrent une chaire de math et de physique
- 11 L'Afrique s'engage en faveur de la recherche
- 12 Un prêt de 30 millions de dollars pour la réserve du pays maya
- 13 Surveillance sismique à plein temps des mers d'Europe
- 13 Un demi million de dollars pour des scientifiques prestigieuses

INTERVIEW

- 14 Igor Vasilievich Severskiy sur la fonte des glaciers en Asie centrale

HORIZONS

- 16 Sauver ce qui reste de la faune au Darfour
- 21 Dénombrer les femmes scientifiques : un véritable casse-tête

EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

Le plafond de verre

L'UNESCO a entrepris depuis une dizaine d'années un programme d'activités « Femmes, science et technologie ». Ne s'agit-il pas d'une question secondaire au regard de problèmes majeurs tels l'extrême pauvreté, le réchauffement climatique et les pandémies, pour ne citer que quelques exemples ? Alors que la planète est confrontée à des enjeux cruciaux pour sa survie, n'aurait-on pas mieux à faire que d'attribuer des prix et des bourses spécifiquement aux femmes ou de se préoccuper de l'éducation scientifique des filles ?

Prenons le temps d'examiner la situation. Les dernières données publiées par l'Institut des statistiques de l'UNESCO, et présentées dans ce numéro, montrent que la science et la technologie restent des domaines majoritairement investis par les hommes. Les femmes représentent seulement le quart des chercheurs dans le monde, environ 10% des professeurs d'université et moins de 5% des membres des académies des sciences, sans parler de leur quasi absence des Prix Nobel scientifiques, avec moins de 3% d'attributions.

Et même si le nombre de femmes impliquées dans les sciences de la vie dépasse souvent celui de leurs collègues masculins, il n'empêche que, dans ces domaines aussi, le « plafond de verre » se fait sentir dès qu'on atteint les postes de décision. « Nos collègues masculins n'acceptent pas facilement les femmes », regrette le Professeur Ameenah Gurib-Fakim, l'une des cinq lauréates du Prix L'ORÉAL-UNESCO de cette année. Elle ajoute : « Pour qu'une femme réussisse, son bagage doit être dix fois plus lourd que celui de son homologue masculin. »

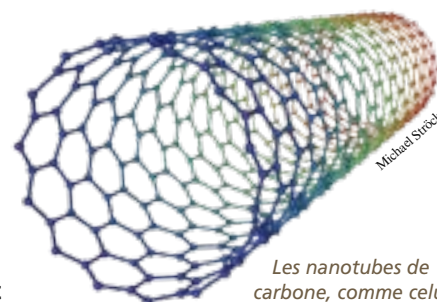
Même dans des pays comme l'Argentine, la Thaïlande et le Kazakhstan, où s'est instaurée la parité entre les sexes, le plafond de verre demeure une réalité. Cependant, comme il est habituel avec l'arrivée de toute population nouvelle, l'afflux des femmes dans les professions scientifiques commence à modifier, lentement mais sûrement, la physionomie de ces professions. Les femmes apportent avec elles des approches et des points de vue nouveaux qui ne peuvent que bénéficier au progrès. L'influence des femmes se traduit déjà dans l'agenda de la science, grâce à leur présence plus importante dans les conseils scientifiques. Elles confèrent à l'innovation une valeur ajoutée, du fait qu'elles détiennent, par leur statut d'« initiées », des informations privilégiées en matière de besoins et d'aspirations des consommatrices, qui pourraient être précieuses dans l'élaboration de produits et de services.

Le plafond de verre ne se brisera pas du jour au lendemain. Mais je suis fier de penser que le partenariat de l'UNESCO avec L'ORÉAL, qui a déjà honoré 350 femmes scientifiques durant les neuf premières années de son existence, aura contribué à le fissurer.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Loin de la nanomanie



Les nanotubes de carbone, comme celui-ci « cultivé » en laboratoire, ont un diamètre environ 50 000 fois inférieur à celui d'un cheveu humain mais peuvent atteindre une longueur de plusieurs millimètres. Ces molécules cylindriques de carbone sont non seulement remarquablement solides et légères mais sont d'excellents conducteurs de la chaleur. Ce qui en fait des éléments idéaux pour les composites renforcés et les systèmes nanoélectromécaniques. La recherche actuelle s'oriente, entre autres, vers la construction de micro-engins spatiaux; parmi les autres applications potentielles, on pourrait imaginer que des tubes de carbone servent un jour à réchauffer les ailes des avions, pour éviter qu'elles ne se recouvrent de glace

Plus de quatre milliards de dollars ont été consacrés ces dernières années à une technologie qui ne repose, dans une large mesure, que sur des hypothèses. « Nous voici à l'aube d'une nouvelle ère, celle de la nanofabrication, où des systèmes et des dispositifs seront construits en laboratoire, atome par atome », a fait remarquer Belita Koiler en recevant son prix L'ORÉAL-UNESCO pour les Femmes et la science en 2005. Aussi longtemps que nous ne saurons pas assembler des atomes entre eux, une part importante de la recherche et du développement (R&D) en nanotechnologie ne dépassera pas le domaine de la théorie, en n'opérant que par la modélisation et l'interprétation de la théorie des quanta. En dépit de leur fascinant potentiel, nanomachines, nanorobots et autres inventions demeurent pour l'essentiel une promesse pour l'avenir.

Si la nanotechnologie fait encore l'objet de travaux de recherche, elle soulève déjà d'importantes questions éthiques. Elle alimente, par ailleurs, un débat passionné entre nanophiles et nanophobes. Des peurs qui se font jour dans le public, lesquelles sont justifiées, lesquelles ne le sont pas ?

En octobre prochain, les représentants de 192 pays examineront le rapport *Nanotechnologies et éthique : Politiques et actions* au cours de la Conférence générale de l'UNESCO. Elaboré par la Commission mondiale d'éthique des connaissances scientifiques et des technologies (COMEST) et par le programme de l'UNESCO sur l'Éthique des sciences et des technologies à la suite d'une large consultation, ce document suggère des stratégies visant à encadrer le développement des nanotechnologies à l'échelle mondiale de façon à en optimiser les avantages et en minimiser les dangers, loin de la « nanomanie » qui s'est emparée du débat.

Au même titre que toute nouvelle technologie, la nanotechnologie soulève des questions d'ordre éthique, certaines étant communes à d'autres domaines de la technologie, d'autres étant plus spécifiques. À l'heure actuelle, le grand public n'est pas très informé sur cette technologie en plein essor alors que sur la scène internationale le débat fait rage. Des voix s'élèvent déjà pour prédire de possibles dérives de l'utilisation de cette technologie et réclamer un moratoire sur la R&D en ce domaine, voire carrément une interdiction. Dans le camp adverse, la nanotechnologie est présentée comme la panacée à tous les maux. La vérité se situe quelque part entre les deux extrêmes.

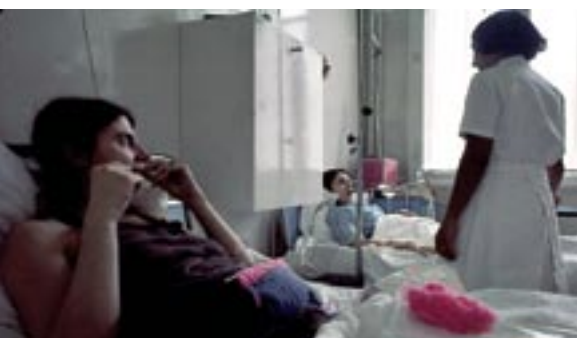
La nanotechnologie se développe bien plus rapidement que le débat éthique, juridique et social qu'elle suscite. Les scientifiques, les ingénieurs et les décideurs devront se pencher sur toutes les conséquences éthiques et sociétales de la nanoscience aussi bien que de la nanotechnologie s'ils veulent éviter d'être en butte aux mêmes difficultés qui ont

entravé le développement de certaines technologies, comme la biotechnologie végétale, par exemple.

Qu'est-ce que la nanotechnologie ?

La question n'est pas aussi simple qu'elle n'y paraît. La définition de la nanotechnologie fait l'objet d'une vive controverse, car la question ne relève pas seulement de la technique mais aussi de la politique et de l'éthique. Dans sa plus simple acception, la nanotechnologie est un terme général qui s'applique à la recherche et à l'ingénierie à l'échelle nanométrique, autrement dit, au niveau atomique ou moléculaire de la matière. Un nanomètre (nm) vaut un milliardième de mètre, soit la taille de dix atomes d'hydrogène juxtaposés. Etant donné qu'un cheveu humain mesure environ 20 000 nm de diamètre, les objets de quelques centaines de nm sont invisibles pour l'œil humain ou même pour les microscopes fonctionnant à la lumière visible. D'où l'importance des nouvelles technologies optiques, comme celles du microscope à effet tunnel ou du microscope à force atomique, pour la recherche en ce domaine.

Les applications escomptées de la nanotechnologie couvrent des domaines aussi vastes que la médecine, la gestion de l'environnement, les procédés de fabrication, le renseignement et la défense, le transport, la technologie spatiale et les télécommunications. La nanotechnologie fournit des outils innovants permettant de concevoir et fabriquer, à l'échelle moléculaire, des nanostructures et des nanodispositifs, et de les assembler de façon économique en un système fonctionnel doté



Chambre d'hôpital en France. On pourrait un jour voir la chirurgie assistée par nanomachines, la réparation du corps humain au niveau moléculaire, l'acheminement des médicaments sur leur cible précise, la destruction des cellules malignes, l'élimination des toxines corporelles et même l'allongement de la vie humaine

de capacités innovantes. Le terme de nanotechnologie est souvent réservé aux matériaux inorganiques, bien qu'il soit possible de combiner ceux-ci à des molécules organiques, ce qui donne lieu aux technologies dites « convergentes¹ » qui peuvent être porteuses de nombreux risques potentiels et de problèmes éthiques.

Une technologie pas si nouvelle

Même la date de naissance de la nanotechnologie a été controversée. On s'accorde à en attribuer la paternité à Richard Feynman qui, dès 1959, décrivait en visionnaire les possibilités de la nanotechnologie dans son article *Plenty of Room at the Bottom*.

En fait, c'est au scientifique japonais Norio Taniguchi que nous devons le terme de nanotechnologies, qu'il a créé en 1974 pour qualifier l'ingénierie opérant à une échelle inférieure au micromètre (un millionième de mètre).

Il a fallu attendre 1986 pour que l'idée séduise l'imagination populaire, lors de la parution de l'ouvrage d'anticipation d'Eric Drexler *Engins de Création*. Drexler inventait dans ce roman le terme de « grey-goo (gelée grise) » pour évoquer un scénario hypothétique de fin du monde par suite d'une mutation accidentelle, où des nanorobots répliquants et déchaînés épuisent toute la matière vivante de la planète terre. Ce terme est toujours en usage, mais le plus souvent dans le domaine de la science fiction.

Autre date marquante, l'invention en 1981, du microscope à effet tunnel par Gerd Binnig et Heinrich Rohrer, du laboratoire de recherches d'International Business Machines (IBM) à Zurich (Suisse), exploit qui leur valut en 1986 le prix Nobel de physique. La découverte des nanotubes de carbone, en 1991, par Sumio Iijima, de la NEC Corporation (anciennement Compagnie d'électricité japonaise) fut tout aussi importante.

Un nouveau bond en avant devait être réalisé par Bill Clinton, Président des États-Unis, avec le lancement, en l'an 2000, de l'Initiative nationale de nanotechnologie. Elle fut suivie de démarches similaires de la part du Japon et de l'Europe.

La nanotechnologie fait-elle déjà partie de notre vie ?

Si la nanotechnologie est encore balbutiante pour ce qui est de ses applications, son immense potentiel en fait l'un des



Une raquette de tennis ordinaire. Les ingénieurs du Groupe de développement technologique de Fraunhofer (TEG), en Allemagne, ont mis au point une raquette avec insertions de nanotubes de carbone. Elle offre des qualités exceptionnelles de résistance aux contraintes et d'absorption des chocs. Selon Physorg.com (2006), Fraunhofer TEG a également mis au point une méthode pour fabriquer sa raquette à l'échelle industrielle. C'est d'autant plus remarquable que, comme le souligne Physorg.com, « s'il n'est plus difficile de fabriquer des nanotubes de carbone en tant que matière première, il n'existe presque pas de produits finis, car ce matériau présente un grave inconvénient : les nanotubes de carbone ne se lient pas facilement avec d'autres matériaux et refusent obstinément de se laisser incorporer dans la majorité des procédés de production »

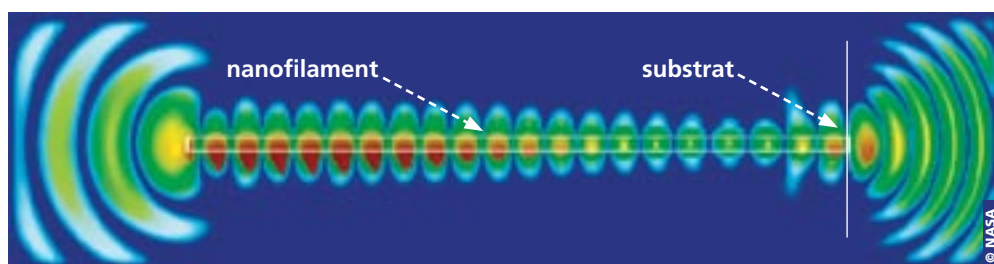
domaines de recherche les plus prometteurs, au même titre que la biotechnologie et les TIC.

L'industrie a des avantages évidents à tirer de la possibilité de créer de minuscules éléments – il suffit de se rappeler comment l'invention de la puce électronique a ouvert la voie à la radio à transistors et aux ordinateurs personnels.

Les applications de la nanotechnologie à l'industrie et à tout autre domaine de fabrication de matériaux actuels restent encore assez largement de l'ordre de la spéculation, car même si l'on peut déjà voir et manipuler des atomes, on ne peut pas réellement les assembler. La recherche s'oriente vers l'industrie de précision, le recyclage des matériaux, la miniaturisation et les avantages que présentent les nanotubes de carbone pour la fabrication de matériaux légers, robustes et souples, utilisables par exemple pour les engins spatiaux, la sécurité des véhicules routiers ou de chemin de fer, ou les bâtiments antisismiques. Les nanotubes de carbone pourraient aussi permettre de réduire la production de déchets toxiques indésirables et de recycler ceux qui existent déjà ; ils pourraient également entrer dans la fabrication de nouveaux matériaux biodégradables et de pesticides. Les progrès réalisés dans la fabrication feraient baisser également le coût des piles solaires et des systèmes de stockage de l'énergie, réduisant d'autant la demande de charbon et de pétrole et, par conséquent, la pollution.

Leurs applications à l'environnement seraient manifestement bénéfiques pour celui-ci : recyclage des déchets, efficacité accrue de l'énergie, réduction de la consommation des ressources naturelles. On pourrait même envisager d'utiliser des nanomachines pour se débarrasser des toxines ou des déversements accidentels de pétrole.

La complexité des interactions entre la lumière et des structures de l'ordre du nanomètre, comme des fils métalliques, ouvre des perspectives de nouvelles technologies dans le domaine des dispositifs et des sondes. Des chercheurs de la Nasa étudient l'émission de lumière par un nanofilament en semi-conducteur se comportant comme un laser. Les lasers réalisés à partir d'assemblages de ces filaments présentent de nombreuses applications potentielles pour les communications et la détection

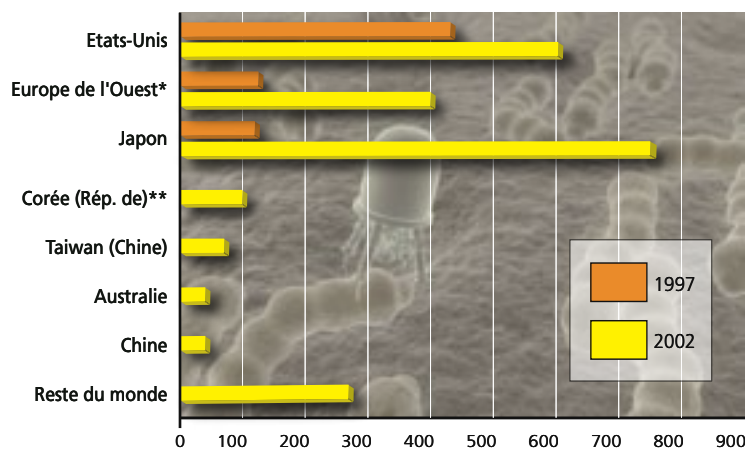


Les applications potentielles dans le domaine médical sont innombrables. Les nanotechnologies pourraient contribuer à l'élaboration de médicaments et au traitement des maladies. On pourrait un jour voir la chirurgie assistée par nanomachines, la réparation du corps humain au niveau moléculaire, l'acheminement des médicaments sur leur cible précise, la destruction des cellules malignes, l'élimination des toxines corporelles et même l'allongement de la vie humaine. Des modifications à l'échelle du nanomètre effectuées sur la surface des implants pourraient améliorer leur viabilité grâce à une adhérence accrue.

Des molécules marquées pourraient se lier à des cellules et des tissus nécrosés pour permettre un diagnostic anticipé et on pourrait envoyer des agents de contraste, de dimension nanométrique, pour obtenir une imagerie diagnostique non invasive. Des échantillons de laboratoire pourraient être examinés à de très grandes vitesses grâce à des dispositifs nanotechnologiques qui se lient à certaines séquences génétiques pour permettre d'y déceler, par exemple, des prédispositions à certaines maladies. Des scientifiques ont déjà créé un minuscule véhicule capable de passer de la circulation sanguine au cerveau pour y déposer avec succès des produits chimiques détruisant des tumeurs.²

Si la nanotechnologie offre des applications en biologie médicale, elle peut également contribuer au développement des TIC. On estime que d'ici 2015 la miniaturisation des microprocesseurs aura atteint la limite de ses possibilités techniques et économiques. La nanotechnologie pourrait nous permettre d'aller plus loin. Les transistors du futur pourraient être des molécules organiques ou des structures inorganiques de dimension nanométrique, caractérisées par une très grande vitesse, de moindres besoins énergétiques et de moindres effets

CROISSANCE MONDIALE DE LA R&D EN NANOTECHNOLOGIES
en millions de dollars



Source : Minyusiwalla, A., Daar A.S., et Singer, P.A. (2003) Mind the Gap. Science and Ethics in Nanotechnology. Nanotechnology, 14 février 2003

* valeur estimée entre 350 et 400 millions de dollars
** par an, pendant 10 ans

secondaires dus à l'échauffement du matériel. Certaines firmes revêtent déjà de couches nanométriques les lecteurs de disques pour accroître la densité de stockage de leurs données, et fabriquent des nanotubes de carbone à prix abordable, qui pourraient servir de conducteurs et de sondes microscopiques.³

Une nouvelle brèche dans le rapport Nord-Sud ?

Ces dix dernières années, les nanotechnologies ont connu un développement intense. En 2003, il existait environ 500 sociétés de nanotechnologie. La recherche occupait près de 300 départements universitaires et ses investissements aux États-Unis, au Japon et en Europe s'élevaient à environ 4 milliards de dollars. Au plan mondial, les investissements dans la R&D des nanotechnologies ont crevé le plafond, ces dernières années, bien que le nombre des principaux pays dépensiers se compte sur les doigts de la main.

Qu'en est-il des pays en développement ? Qu'est-ce que la nanotechnologie leur apportera ? La R&D est tellement imbriquée dans les échanges commerciaux que les progrès technologiques exacerbent souvent les inégalités du monde plutôt qu'ils ne les aplanissent.

Il est primordial de distinguer les différents degrés et la nature des risques et des avantages tels qu'ils se présentent aux pays développés et en développement. Certaines différences de développement entraînent un bouleversement du marché des matières premières en raison de l'apparition de nouveaux matériaux, l'arrivée d'une production industrielle de masse à bas prix, de la lenteur des transferts de technologie et de la difficulté d'accès à une propriété intellectuelle coûteuse.



UNESCO

On pourrait envisager d'utiliser des nanomachines pour se débarrasser des déversements accidentels de pétrole comme celui de la photo prise dans le port historique de Byblos, sur la côte libanaise en août dernier après le bombardement israélien de la centrale électrique de Jiyeh au cours de la courte guerre Israël-Hezbollah, qui a endommagé les réservoirs de combustible de l'usine

La production de nouveaux matériaux pourrait avoir une forte incidence sur les pays en développement dont l'économie repose sur le commerce des ressources naturelles et des minerais. On peut s'attendre à une mutation du marché des ressources mondiales, car les nouveaux nanoproduits seront en grande partie fabriqués dans les pays développés, alors que la majeure partie des ressources minérales du monde se trouvent dans les pays en développement : tungstène (Chine), platine et or (Afrique australe), aluminium (Chine, Brésil) et cuivre (Chili).

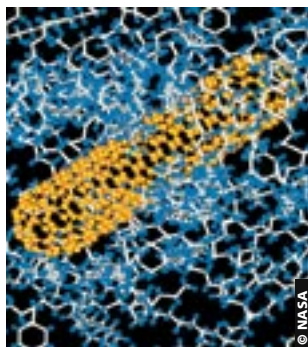
Ayant senti le danger, certains pays en développement ont commencé à faire de gros investissements dans la R&D, comme la Chine, l'Inde et le Brésil. Le gouvernement chinois a annoncé qu'il investirait dans la nanoscience et les nanotechnologies, entre 2003 et 2007, quelque 240 millions de dollars, le Brésil plus de 25 millions entre 2004 et 2007 et l'Inde 23 millions entre 2004 et 2009.⁴ D'autres pays en développement – Afrique du Sud, Argentine, Chili et Mexique – préparent, eux aussi, des plans nationaux.

Les pays en développement sont très souvent considérés comme des marchés technologiques d'un intérêt secondaire pour des applications conçues et fabriquées à l'intention des économies développées. Il serait temps que soient élaborées des politiques internationales en matière de R&D permettant aux pays en développement d'y participer pleinement, en tant que véritables partenaires, et non plus en simples marchés potentiels. C'est encore plus évident si l'on considère la recherche nanométrique visant les besoins spécifiques des pays en développement, comme le traitement de l'eau, l'énergie et l'agriculture.

Éviter le rejet par le public

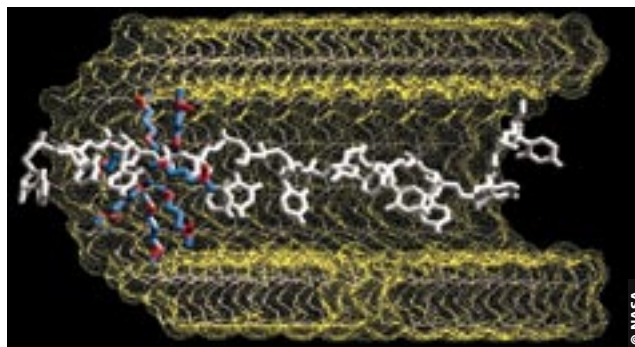
Conscients de la résistance du public aux aliments génétiquement modifiés, et de la suspicion généralisée envers certains développements nouveaux de la science, comme le clonage et le génie génétique, de nombreux gouvernements ont décidé de lancer des études et des politiques indépendantes sur les bienfaits et les risques de la nanotechnologie.

Au Royaume-Uni, la Royal Society et la Royal Academy of Engineering ont été mandatées pour imaginer comment pourrait être régulé un domaine en pleine expansion comme la nanotechnologie.



Composite polymère-nanotube de carbone. Un polymère est un composé moléculaire naturel ou synthétique, constitué de grosses molécules regroupant une série de sous-unités de molécules reliées entre elles. Toutes les matières plastiques, tous les adhésifs et les lubrifiants sont des polymères

Aux États-Unis, le 21st Century Nanotechnology Research and Development Act a été signé en décembre 2004. Il créait un bureau du programme national de nanotechnologie à la Maison Blanche doté d'une allocation immédiate de près de 3,7 milliards de dollars sur quatre ans. Le programme créait en même temps un « centre de veille » sur la nanotechnologie, chargé d'évaluer les problèmes éthiques et autres problèmes relatifs aux personnels impliqués dans la recherche.



Le voltage utilisé attire à travers un pore de dimensions nanométriques une chaîne d'ADN entourée de sa solution ionique. En mesurant la variation du courant ionique les scientifiques sont à même de distinguer les unités de la séquence d'ADN. Des nanopores à l'état solide, comme ceux de l'image, présentent un meilleur contrôle temporel du déplacement de l'ADN et un gabarit plus résistant pour les opérations d'ingénierie nanométrique que les canaux ioniques biologiques. La chimie des nanopores d'état solide se prête mieux à un réglage précis pour accroître la résolution du signal. Ces avantages permettront le séquençage du génome en temps réel. Source : Nasa

En juin 2005, la Commission européenne a adopté un Plan d'action pour 2005–2009 précisant les actions destinées à « la mise en œuvre immédiate d'une stratégie en faveur des nanosciences et des nanotechnologies qui soit sécurisée, cohérente et responsable ».

Où est le danger ?

Le public ne craint pas d'apporter son soutien à des avancées médicales qui soulagent sans danger la souffrance physique. Ce sont leurs effets inattendus et incontrôlables qui soulèvent des inquiétudes sur le plan éthique.

Exemples de substitution potentielle du métal par les nanotechnologies

Nanotechnologie	Métal
Nanotubes de carbone	Remplaceraient les métaux bons conducteurs (cuivre, argent, or)
Semi-conducteurs organiques	Remplaceraient des éléments semi-conducteurs (gallium, germanium, indium, cadmium, sélénium, arsenic, antimoine)
Céramiques nanostructurées	Remplaceraient le tungstène
Nouveaux catalyseurs	Remplaceraient les catalyseurs en métaux précieux (platine, rhénium, rhodium)

Source : Schummer, J. (2005), Identifying Ethical Issues amidst the Nano Hype. Dans : Rapport de la 1ère réunion du groupe d'experts sur la nanotechnologie et l'éthique : www.unesco.org/shs/est



Quelles seraient les implications éthiques d'une implantation de nanopuces dans le corps humain ? Ces dispositifs artificiels pourraient-ils entrer en interaction avec les gènes de manière non naturelle ?

Un aspect plus controversé de la nanotechnologie se situe à l'interface entre le génie moléculaire inorganique et la biologie. A l'avenir, des nanodispositifs pourraient être mis au point par la combinaison d'objets d'origine biologique et physique, ou bien pourraient entrer en interaction avec des molécules et des gènes biologiques par des moyens non naturels. Quelles seraient, par exemple, les implications éthiques d'une implantation de nanopuces dans le corps humain ? Comment s'assurer qu'un accident ne viendra pas donner naissance à des lignées de germes propageant des dommages génétiques ou de nouvelles souches de virus ? La nanotechnologie pourrait, par ailleurs, donner un coup d'accélérateur à des technologies médicales de pointe existantes, comme la thérapie génique qui, au plan éthique, fait déjà débat.

L'utilisation de l'ADN en tant que matériau pour ordinateurs constitue une autre possibilité impressionnante. Cette perspective soulève des questions morales inquiétantes. Est-il éthique d'utiliser un élément constitutif de la vie pour produire un composant électronique ? Ces interactions insolites entre cellules et machines sont-elles acceptables ?

Certains experts considèrent que la question éthique est brouillée par le battage publicitaire, l'imprécision de la définition et la jeunesse de la nanotechnologie.⁵ L'engouement pour la nanotechnologie, suscité par la science fiction – comme le scénario de la « grey-goo » – provoque la désinformation, donne lieu à des espoirs et des craintes injustifiées, tout en masquant les questions politiques et techniques de la gouvernance de la science, et en détournant le public d'une perception juste de ces problèmes.

Exemples de risques potentiels associés à une hypothétique exploitation militaire de la nanotechnologie

- Des cellules sanguines artificielles améliorant la performance humaine pourraient provoquer une surchauffe du corps et des accidents biologiques ; leur excrétion viendrait surcharger l'environnement.
- Une pléthore d'armes sophistiquées, notamment en forme de robots miniature, et de munitions intelligentes cherchant leur cible, pourraient causer des blessures inattendues aux combattants et aux civils, détruire les infrastructures et polluer l'environnement si elles n'étaient pas équipées de dispositifs téléguidés d'extinction.
- De petits récepteurs de stimulation destinés à accroître la vigilance et à réduire les temps de réaction des humains pourraient provoquer l'accoutumance et induire le Syndrome de fatigue chronique, aboutissant à un affaiblissement, à la destruction des neurones et à la mort.

Source : http://crnano.typepad.com/crnblog/2005/03/military_uses_o.html

Si, pour certains, il est plus réaliste de penser aux risques que représente la manipulation des molécules au niveau de l'atome, d'autres, convaincus que les contraintes de la physique et de la chimie sont trop rigides, mettent en doute la thèse des visionnaires de la nanotechnologie selon laquelle la nature peut se laisser construire atome par atome.⁶

Les questions que nous devrions poser

Les véritables questions que nous devrions poser sont : de quelles nanoscience et nanotechnologies avons-nous besoin ? Comment nous positionner sur les problèmes de politique scientifique, et à qui devrait incomber la décision ?

Au stade actuel et étant donné la jeunesse de la nanotechnologie, nous ne pouvons discerner clairement le scénario des préjudices potentiels. Nous ne savons pas, par exemple, quel est le degré de toxicité des nanoparticules, ni si elles pourraient traverser les membranes biologiques et provoquer de graves dommages.

L'absence de normes et de règlements internationaux reste à cet égard un problème d'ordre technique : du fait que nous ne savons pas comment mesurer et classifier la toxicité de la nanotechnologie, il nous est difficile d'établir des règles. La destruction des déchets de la nanotechnologie constitue un autre sujet de préoccupation quant à l'environnement.

Les dispositifs nanométriques posent un problème d'éthique dès lors que les TIC les utiliseraient dans des systèmes militaires ou de renseignement. Il est impossible de savoir, à l'heure actuelle, si sont envisagées des applications radicalement nouvelles pour améliorer la performance humaine à des fins militaires, mais un tel projet pourrait impliquer non seulement une pollution de l'environnement et des risques sanitaires, mais aussi une menace pour la dignité humaine.

Mise à part la miniaturisation des armes et des explosifs (voir tableau), d'autres modes d'exploitation de la nanotechnologie, comme l'observation et le pistage par surveillance électronique, pourraient porter atteinte à la vie privée et à d'autres droits importants du citoyen. C'est peut-être le voile de secret entourant toujours la R&D dans les domaines sensibles qui nous empêche de déceler, à ce stade, autre chose que de minimes progrès dans la miniaturisation des systèmes de calcul et d'observation.

Où l'UNESCO intervient-elle ?

Il serait vain de nier les bienfaits potentiels de la nanotechnologie. Quant à mettre fin à la R&D en ce domaine, il n'en est pas question : le génie s'est échappé de la bouteille. La nanotechnologie a commencé à imprégner de nombreux domaines de la recherche et de l'innovation, comme nous venons de le constater.

Les nations savent bien qu'il n'est point de retour possible, mais elles veulent avoir en mains toutes les données avant de

devoir prendre des décisions sur la nanotechnologie. En 1998, elles ont invité l'UNESCO à lancer un programme d'Éthique des sciences et des technologies, qui a donné lieu à la COMEST. Cette décision faisait suite à la création, cinq ans auparavant, du programme de Bioéthique de l'UNESCO.

Étant l'un des organes consultatifs de l'UNESCO, la COMEST entreprend des études sur les questions d'intérêt éthique avant qu'elles ne se posent à la société. Elle est chargée d'énoncer, sur une base scientifique, des principes éthiques susceptibles d'éclairer les débats sur les diverses options et répercussions possibles du progrès en matière scientifique et technologique. Elle fonctionne comme un forum de réflexion où échanger des idées et des expériences et déceler les premiers signes d'un danger. La COMEST favorise également un dialogue constructif sur les valeurs éthiques et conseille les décideurs.

La Commission se compose de 18 personnalités indépendantes et de 11 membres *ès qualités*, représentant diverses disciplines des sciences et des humanités et venant des différentes régions du monde. Ses travaux actuels portent sur l'éducation à l'éthique, l'éthique de l'environnement, celle des technologies nouvelles et émergentes – comme celles de l'espace extra-atmosphérique et de la nanotechnologie –, ainsi que la responsabilité éthique et sociale des scientifiques.

En 2005, la COMEST avait établi un groupe spécial pluridisciplinaire sur l'éthique et la nanotechnologie. Ce groupe d'experts avait adopté une stratégie en deux temps : une première phase couvrant la rédaction d'une étude, à la pointe des avancées en éthique et en nanotechnologie, suivie d'un document préliminaire d'orientation préconisant le type d'action réglementaire internationale exigé par la nanotechnologie. Ces travaux ont abouti à la rédaction de *Nanotechnologies et éthique*, qui affirme la nécessité d'enseigner l'éthique, d'établir des politiques de R&D et d'éveiller la conscience du public. Il a été approuvé par la COMEST lors de sa réunion à Dakar (Sénégal) en décembre 2006. C'est la première proposition substantielle qui ait jamais été faite pour guider, à l'échelle mondiale, les travaux de nanotechnologie. Des représentants des diverses sciences engagés dans la mise au point et l'application des nanotechnologies seront, dans un deuxième temps, invités à se prononcer sur la pertinence des stratégies et des options contenues dans le document. Puis auront lieu des consultations avec les principales parties prenantes quant à la faisabilité politique des stratégies retenues dans les deux phases précédentes. Au vu des résultats de la consultation, l'UNESCO mettra au point un document à soumettre en octobre à l'approbation de ses États membres.

Cette période de réflexion donnera également lieu à la publication, dès juillet prochain, d'un ouvrage intitulé « *Nanotechnologies : éthique et politique* » réunissant les articles rédigés par le groupe spécial d'experts, dans la collection de l'UNESCO sur l'Éthique de la science et des technologies. Il paraîtra également en anglais, arabe, chinois, espagnol et russe.

En 2006, l'UNESCO a publié cette plaquette de vulgarisation visant à sensibiliser le public aux questions éthiques posées par la nanotechnologie. Elle décrit la nanotechnologie et son avenir prévisible sous l'angle de la recherche, des applications et des innombrables produits auxquels elle pourrait donner lieu. Elle donne également un aperçu des questions d'ordre éthique, juridique et politique auxquelles la communauté internationale devra faire face dans un proche avenir : <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951f.pdf>



C'est la société qui déterminera l'avenir de la nanotechnologie

Nombreuses sont les initiatives internationales cherchant à susciter dès maintenant un débat public qui soit bien documenté et pluridisciplinaire. On a bon espoir que les débats publics permettront de maintenir, voire de restaurer, la confiance dans la science et la technologie.

On peut attribuer à l'absence d'un tel débat une bonne partie de la critique et de la méfiance du public auxquelles se sont heurtées d'autres percées de la science, comme les OGM et la recherche sur les cellules souches. Les gouvernements et le secteur privé devraient en tirer la leçon. La perception qu'a le public de la nanotechnologie revêt une importance primordiale. En anticipant les risques associés à la mise au point et à l'application de la nanotechnologie, et en les réduisant autant que possible, les gouvernements et le secteur privé seront en mesure de rassurer l'opinion. En optimisant les bénéfices que la société peut attendre de la nanotechnologie, ils pourront battre le rappel de l'opinion publique en faveur de la nanotechnologie.

Un arsenal juridique, la recherche, l'éducation, la réflexion éthique et des politiques adéquates sont tout aussi indispensables dans les autres champs de la science et de la technologie, mais le sont tout particulièrement en matière de nanotechnologie. S'assurer l'adhésion et une représentation appropriée des forces sociétales – qui, en fin de compte, détermineront l'avenir de la nanotechnologie – est donc une nécessité absolue.

Simone Scholze⁷

Pour en savoir plus : www.unesco.org/shslest; h.tenhave@unesco.org

1. Le terme de « *technologies convergentes* » est souvent remplacé par *NBIC*, combinaison de la nanotechnologie, de la biotechnologie, de la technologie de l'information et des sciences cognitives
2. Voir Fritz, S. (2002) *Understanding Nanotechnology*
3. *Idem*
4. Voir Hassan, M. H. A. (2005) *Nanotechnology: Small Things and Big Changes in the Developing World*. Science, vol. 309. no. 5731, p. 65–66.
5. *Rapport de la deuxième réunion du groupe d'experts sur la nanotechnologie et l'éthique* : www.unesco.org/shslest
6. Voir Schmidt, J. C. (2004) *Unbounded Technologies: Working Through the Technological Reductionism of Nanotechnology*. Dans : D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer (eds.) *Discovering the Nanoscale*, Amsterdam. Éditions IOS
7. *Chef par intérim de la Section de l'UNESCO sur l'Éthique des sciences et des technologies de mars 2003 à décembre 2006*

Avis de tempête sur le réchauffement planétaire

Devant une salle comble, le Résumé à l'intention des décideurs sur les bases scientifiques du changement planétaire a été révélé aux médias, le 2 février à l'UNESCO, par le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC).

Rédigé par plus de 600 scientifiques, et avalisé par tous les gouvernements, le rapport dissipe tous les doutes qui pouvaient subsister aussi bien sur la réalité du réchauffement planétaire que sur le fait que l'activité humaine en soit dans une grande mesure responsable.

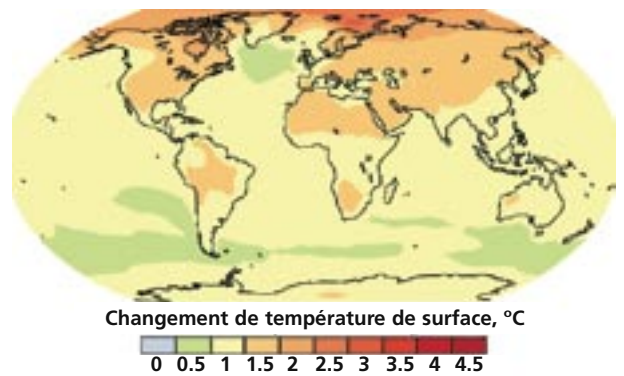
A partir d'un corpus de plus en plus important de preuves scientifiques, le rapport confirme les tendances dont faisait état l'évaluation précédente (2001), auxquelles s'ajoutent de nouveaux résultats d'un niveau de fiabilité inégalé à ce jour. « Le réchauffement du système climatique est sans équivoque », affirme-t-il, prévoyant que la température globale moyenne de la planète augmentera durant le siècle de 1,8 à 4°C selon que se réalise tel ou tel des six scénarios socio-économiques envisagés (voir carte).

« Quiconque persisterait dans une dangereuse inaction après les preuves exposées ici » a déclaré Achim Steiner, Directeur exécutif du PNUE, au cours de la présentation, « sera un jour considéré devant l'Histoire comme un irresponsable ».

Le rapport révèle que la concentration du dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère s'élevait, en 2005, à 379 molécules par millions de molécules d'air sec (ppm). « Ce taux dépasse de loin celui des 650 000 dernières années (180 à 300 ppm), calculé à partir des carottes de glace ». La dernière longue période où les régions polaires ont été nettement plus chaudes qu'aujourd'hui remonte à environ 125 000 ans ; la perte de volume de la glace polaire a alors provoqué une élévation du niveau de la mer de 4 à 6 m. D'après ce que révèlent les carottes de glace, la température moyenne aux pôles était, à l'époque, de 3 à 5 °C plus élevée qu'aujourd'hui.⁸

Le réchauffement planétaire survenu il y a 125 000 ans était dû à des excentrations de l'orbite de la terre autour du soleil, qui ont instauré en été dans l'hémisphère nord, un réchauffement solaire supérieur de 10 % à celui que nous connaissons aujourd'hui. Le réchauffement planétaire actuel est dû à un changement du bilan énergétique de la terre. Les principales causes en sont, d'une part les gaz à effet de serre, qui agissent en réchauffant le système climatique, et d'autre part les aérosols, qui le refroidissent.

Grâce à des observations plus poussées sur le terrain et par satellites, qui ont contribué à affiner et diversifier les modèles, les scientifiques comprennent mieux qu'il y a six ans comment les variations de concentration de chacun des facteurs dans l'atmosphère agissent sur le bilan énergétique de la planète (exprimé en forçage radiatif). Les données montrent que le facteur de réchauffement des gaz à effet de serre émis par l'activité humaine (surtout le CO₂, le protoxyde d'azote et le méthane, mais aussi l'ozone troposphérique et les halocarbones) est bien plus important aujourd'hui que le facteur anthropologique de refroidissement par les aérosols (dû essentiellement à la combustion des matières fossiles et de la biomasse) ou la variation de l'intensité du rayonnement solaire renvoyé dans l'espace par suite



Prévisions de l'élévation des températures mondiales jusqu'en 2020-2029 selon le scénario A1B (modéré) du GIEC (augmentation de 2,8°C, concentration du CO₂ à 850 ppm). Selon ce scénario, le monde connaît une rapide croissance économique, la population mondiale culmine au milieu du siècle avant de décliner, des technologies nouvelles et plus efficaces sont rapidement adoptées et l'équilibre s'établit entre toutes les sources d'énergie (fossiles et renouvelables). Le scénario d'augmentation extrême (élévation de la température de 4°C, CO₂ à 1 550 ppm) est identique à l'A1B, à l'exception notable qu'il intègre une utilisation intensive des combustibles fossiles. Si la concentration du CO₂ pouvait être maintenue constante au niveau de l'an 2000, le réchauffement planétaire en 2100 ne dépasserait pas les 0,6°C

des changements opérés par l'homme dans l'utilisation des sols, comme la déforestation ou le revêtement des sols urbains.

Les nouvelles connaissances sur les aérosols naturels aident à comprendre la fluctuation des températures d'une décennie sur l'autre, au cours des siècles passés. Ainsi, « une fraction significative de cette variabilité sur les sept siècles qui ont précédé 1950 doit très probablement être attribuée aux éruptions volcaniques et à des changements du rayonnement solaire », tous deux étant des aérosols naturels.

Pour les deux prochaines décennies, un réchauffement d'environ 0,2°C est prévu tous les dix ans, quel que soit le scénario socio-économique. De combien la température globale de surface s'élèvera au cours de ce siècle, dépendra essentiellement de l'efficacité des mesures adoptées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines à partir des combustibles fossiles, de l'agriculture et des changements d'utilisation des sols. L'urgence est là : le forçage radiatif du CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 20 % entre 1995 et 2005.

Les observations effectuées depuis 1961 montrent que les océans ont absorbé plus de 80 % de la chaleur additionnelle du système climatique, ce qui a dilaté la masse des eaux de mer. L'expansion thermique explique, pour environ une moitié, l'élévation d'à peu près 17 cm du niveau de la mer au siècle passé ; les autres facteurs en sont la fonte des glaciers, des calottes glaciaires et du manteau neigeux. Le rapport prévoit que le niveau de la mer aura monté de 60 cm à la fin du 21^e siècle, prévision qui ne prend pas du tout en compte l'éventualité d'une modification du flux dynamique des glaces du Groenland et de l'Antarctique, jugée trop incertaine pour être quantifiée.

Autres changements auxquels nous pourrions nous attendre au cours du siècle : le rétrécissement de la couverture neigeuse et la fonte continue du pergélisol. Plus chauds, les océans injecteront davantage de vapeur d'eau dans l'atmosphère ; plus chaud, l'air pourra l'absorber, ce qui alimentera d'intenses cyclones tropicaux et la formation de nuages. Le système des vents et des tempêtes en sera modifié et donnera lieu à de plus longs épisodes d'importantes chutes de pluie. Les hautes latitudes deviendront plus humides et les régions subtropicales plus sèches. Les journées seront plus chaudes, les jours et les nuits froids moins nombreux

sur la plupart des terres. Les températures douces, les épisodes de sécheresse et les vagues de chaleur deviendront plus fréquents.

Les façades orientales de l'Amérique du Nord et de l'Amérique latine, de l'Europe du Nord et certaines régions de l'Asie du Nord et du centre souffrent déjà des effets de l'augmentation substantielle des précipitations subie au cours du siècle passé. Pendant ce temps, un regain de sécheresse a été observé au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans certaines régions de l'Asie du Sud.

Ce premier volume du 4^e Rapport d'évaluation du GIEC sera suivi, le 6 avril à Bruxelles (Belgique), de la présentation d'un second, qui traitera des *Impacts, adaptation et vulnérabilité*. Le 3^e volume, sur l'*Atténuation des effets du changement climatique*, sera présenté à Bangkok (Thaïlande) le 4 mai, suivi enfin du *Rapport de synthèse*, le 16 novembre à Valence (Espagne). Le GIEC est parrainé par le PNUE et l'OMM.

Lire le rapport : www.ipcc.ch ; sur les 30 programmes de l'UNESCO relatifs au climat : <http://lioc3.unesco.org/unesco-climatel>

8. A titre de comparaison, une baisse de la température moyenne actuelle de la planète de 4 à 5 °C précipiterait la terre dans une nouvelle période glaciaire

« Diversité » cartographie le **corridor biologique** de la Mésoamérique

Sous le nom de code de « Diversité », un nouveau projet, coordonné par l'Agence spatiale européenne (ASE) et l'UNESCO, vise à mettre la télédétection au service de la conservation de la nature en Mésoamérique.

Le coup d'envoi du projet a été donné à Frascati (Italie) lors d'une réunion qui, du 11 au 15 décembre, a précisé, de concert avec les représentants de la Comisión Centramericana de Ambiente y Desarrollo, les besoins de sa sous-région.

Le corridor de la Mésoamérique comprend tous les pays situés entre le sud du Mexique et le nord du Panama : Mexique, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua et Panama. Cette région abrite de nombreux sites naturels et culturels du patrimoine mondial, ainsi que des réserves de biosphère.

D'une durée de deux ans, « Diversité » observera les territoires protégés et leur évolution, en établissant une cartographie assistée par satellites, afin de décider lesquels seraient susceptibles d'être rattachés au corridor biologique de la Mésoamérique. Ce corridor respecterait les schémas migratoires des espèces menacées d'extinction, comme le jaguar et la harpie féroce, qui actuellement vivent dans des écosystèmes fragilisés par les changements intervenus dans l'utilisation des terres.

Dans une phase initiale et jusqu'en juin 2007, le projet établira des cartes à grande échelle de cinq sites du patrimoine mondial et des réserves de

biosphère en Mésoamérique. Elles comporteront des cartes de la mangrove permettant d'évaluer l'état de ses forêts. Les autorités chargées de la protection de la nature ont également suggéré de délimiter des zones affectées à l'étude des sources terrestres de la pollution marine.

L'un des objectifs du projet consistera à identifier, évaluer et définir un corridor marin entre les quatre sites du patrimoine mondial : Malpelo, Coiba, îles Cocos et îles Galapagos, ce dernier étant, en outre, une réserve de biosphère. L'imagerie satellitaire donnera lieu à des modèles permettant d'analyser la température de surface de la mer, la qualité de l'eau, les courants de surface et les autres conditions océanographiques du corridor biologique marin. L'état de santé des récifs coralliens et la qualité de l'eau de mer baignant les récifs feront, eux aussi, l'objet d'observations.

Le projet s'intéressera également aux schémas migratoires de certaines espèces comme les tortues luth marines et les requins-marteaux, entre les Galapagos et les îles Cocos.

Il participera à la mise en œuvre de la Convention des Nations unies sur la biodiversité, par laquelle les États parties s'engagent à « obtenir d'ici 2010 un ralentissement significatif du rythme actuel de la perte de biodiversité, au plan mondial, régional et national, à titre de contribution à la réduction de la pauvreté et dans l'intérêt de toute vie sur terre ». A l'aide de diverses technologies de télédétection et de données spatiales, de photos aériennes et d'images numériques terrestres, et en coordination avec les travaux réalisés sur le terrain, l'UNESCO identifiera des indicateurs de la biodiversité dans le but de savoir si des progrès ont bien été réalisés dans le sens des objectifs de la Convention.

La somme de 250 000 dollars allouée par l'ASE est directement répartie entre les concessionnaires européens du consortium : GeoVille, la société autrichienne qui prend la direction de l'équipe et assumera la responsabilité des projets sur la terre ferme ; la société française Collecte Localisation Satellites, spécialiste de l'océanographie ; le Centre Nansen de Norvège pour l'environnement et la télédétection, chargé de tout ce qui concerne la qualité de l'eau ; et enfin l'Université d'Exeter, du Royaume-Uni, spécialiste des récifs de corail.

Les utilisateurs seront les principaux bénéficiaires du consortium : il s'agit des responsables de l'environnement de la Mésoamérique, soutenus par des ONG telles que MarViva, très impliquées dans les activités locales et régionales de protection de la nature.

Pour en savoir plus : ma.hernandez@unesco.org



Très isolées dans le Pacifique oriental, les îles Galapagos se situent à 1 000 km de la métropole équatorienne. Elles sont connues pour la richesse de leurs espèces endémiques, comme celle de l'iguane terrestre mesurant en moyenne 1,2 m de long. Les deux espèces d'iguane terrestre (*Conolophus cristatus* et *C. pallidus*) sont menacées d'extinction depuis l'introduction d'espèces envahissantes – cochons et chèvres – qui ont dévoré le sous-bois, abri naturel des jeunes lézards contre les oiseaux de proie. Les protecteurs de la nature facilitent la reproduction en captivité des *C. subcristatus* et éradiquent ou limitent la prolifération des espèces envahissantes

Colonie de vacances avec **des robots**



Le Dr Sato montre à des enfants comment programmer le mouvement d'un robot sur ordinateur, puis télécharger le programme de l'ordinateur sur le robot par un câble USB

Vingt-neuf enfants de 12 à 15 ans venus de Malaisie, du Japon et de Brunei Darussalam ont passé une semaine ensemble, du 11 au 17 décembre, à fabriquer des robots. Ils participaient à une colonie de vacances à l'Université de Brunei Darussalam, organisée par le ministère de l'éducation et le bureau régional de l'UNESCO pour la science, situé à Djakarta (Indonésie).

Cette colonie de vacances avait pour objectif «l'apprentissage actif» de la science, donnant à celle-ci un aspect ludique.

La mallette de robotique avait été conçue et produite par le Dr Jin Sato et sa société à capital de risque JS-Robotics, qui coparrainait la colonie de vacances. JS-Robotics collabore avec l'Institut national japonais « Advanced Industrial Science and Technology » dans la mise au point de petits robots humanoïdes. C'est le Dr Sato qui a choisi une technologie de pointe plutôt que des modèles plus simples, afin de placer les enfants devant une technologie fascinante qu'ils ne seraient pas près d'oublier. Les autres parrains en sont Shell Petroleum, Royal Brunei Airlines et des fonds en dépôt du Japon.

Dès leur arrivée, les enfants ont assisté à des conférences sur les rudiments de la robotique, de la mécanique et de la programmation informatique. Ils ont également été initiés à l'utilisation des laboratoires de physique et de la bibliothèque de l'université à des fins de recherche sur le thème qui leur était proposé, la S&T pour le développement durable.

Les enfants ont été répartis en cinq groupes combinant les différentes nationalités, pour qu'ils commencent à fabriquer par eux-mêmes des robots. Une vingtaine d'étudiants volontaires avaient été mis à leur disposition par l'Université qui les hébergeait et par l'Institut de technologie de Brunei, par l'Institut de technologie de Tokyo et par l'Université de Keio. Etaient également présents des membres du personnel du Centre japonais d'enseignement de la robotique pour la science du futur (CREFUS), qui avaient déjà aidé le Centre de partenariat en science, technologie et environnement du ministère de l'éducation à établir le programme d'études de la colonie de vacances. Le dernier jour, les cinq groupes ont présenté les résultats de leurs recherches et les performances des robots.

Brunei Darussalam est devenu membre de l'UNESCO en mars 2005. A l'époque, les ministères du développement et de l'éducation ont exprimé leur inquiétude devant le manque de personnel technique du pays, ce qui réduit sévèrement ses capacités à explorer les nouvelles technologies. Cette préoccupation a refait surface dans

le *Science and Technology Policy Review* du pays, publié par l'UNESCO fin 2005. Brunei n'a qu'une seule université, qui, en 2004, comptait 4917 étudiants (15% des jeunes de 18 à 25 ans), dont moins de 10 % étaient inscrits dans les disciplines scientifiques (300) et en ingénierie (170).

Jeunes filles avec leur robot presque terminé. Chaque robot se compose de multiples modules identiques, qui permettent aux enfants de fabriquer des robots différents en faisant varier les combinaisons

« Dans les pays en développement, la science appliquée et l'ingénierie sont en général moins souvent choisies par les étudiants que les sciences théoriques », explique Masami Nakata, du bureau de l'UNESCO à Djakarta, « car l'apprentissage de la théorie n'exige pas d'équipement coûteux. L'absence d'accompagnement expérimental des sciences est apparemment l'une des causes du désintérêt pour les sciences et techniques en Asie et de la chute des inscriptions ».

Le bureau de l'UNESCO à Djakarta projette d'organiser une seconde colonie de vacances sur le thème des robots, peut-être au Cambodge en collaboration avec le ministère de l'éducation, de la jeunesse et des sports, ainsi qu'avec le bureau de l'UNESCO à Phnom Penh. La Thaïlande, la République de Corée, l'Indonésie et Singapour ont déjà fait connaître leur désir d'y participer. A cette fin, l'UNESCO recherche des collaborateurs, des volontaires, des sponsors et des sociétés de robotique.

Pour en savoir plus : www.stepan.org/robotcamp; m.nakata@unesco.org

Le programme mondial de l'eau se délocalise en Italie

Le Secrétariat du Programme mondial des Nations unies pour l'évaluation des ressources en eau (WWAP) va quitter le siège de l'UNESCO à Paris pour s'installer en Italie près de la ville de Pérouse.

L'accord a été signé le 2 février, au siège de l'UNESCO, par Koichiro Matsuura, Directeur général de l'UNESCO, et Alfonso Pecoraro Scanio, ministre italien de l'environnement, du territoire et de la mer.

Depuis son lancement en 2000, le programme est hébergé par l'UNESCO et financé en majeure partie par les Fonds en dépôt du Japon, ainsi que par des contributions du Danemark, de l'Espagne et du Royaume-Uni, entre autres.

L'accord de février prévoit une enveloppe annuelle de 2,5 millions d'euros pendant trois ans et le transfert du secrétariat du programme à Pérouse. L'accord sera suivi par d'autres, notamment avec le gouvernement régional de l'Ombrie, qui a proposé d'héberger le nouveau bureau.

Ce dernier doit être pleinement opérationnel dans quelques mois afin de permettre au secrétariat du programme d'élaborer le troisième *Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau*, qui sera présenté lors du 5^e Forum mondial de l'eau, en mars 2009 à Istanbul (Turquie). Publié tous les trois ans par 24 agences des Nations unies, ce rapport représente l'évaluation des ressources en eau douce de la planète la plus complète à ce jour.

Pour en savoir plus : www.unesco.org/water/wwap/; c.fernandez-jauregui@unesco.org

Les Palestiniens acquièrent une chaire **de math et de physique**

Le 1^{er} décembre, Marcio Barbosa, Directeur général adjoint de l'UNESCO, et Nabeel Kassi, Président de l'Université de Birzeit, ont signé un accord créant une chaire UNESCO de mathématiques et de physique théorique dans cette université palestinienne. Henry Jaqaman, son titulaire, entrera en fonctions en septembre. Il est actuellement professeur de physique à l'Université de Bethlehem.

La chaire élaborera un système intégré de recherche, formation, information et documentation en mathématiques et physique théorique. Elle facilitera la collaboration entre des chercheurs éminents de renommée internationale et le personnel enseignant de l'Université de Birzeit ainsi que des autres institutions des Territoires palestiniens, des États arabes, d'Europe et d'ailleurs, afin d'améliorer la qualité de la recherche dans les universités palestiniennes.

Outre l'approfondissement des programmes actuels offerts par l'université, la chaire attribuera des bourses, organisera des ateliers et des conférences, invitera des personnalités internationales à donner des conférences et créera une bibliothèque de tout premier ordre dotée de services informatiques. Elle mettra également au point des équipements de recherche et des méthodologies destinées à l'enseignement secondaire.

Si la formation et la recherche de très haut niveau sont indispensables dans toute société moderne, ouverte à la technologie, elles le sont d'autant plus dans une région qui ne peut pas compter sur ses ressources naturelles pour se développer. La chaire aura un impact durable, car les étudiants seront formés dans les domaines stratégiques du marché des emplois à composantes technologiques d'aujourd'hui et de demain.

Cette chaire ouvre la voie à la création, dans l'Université de Birzeit, d'un centre d'excellence en mathématiques et en physique théorique, projet qui a été conçu par les professeurs Ulrich Eckern et Bernd Aulbach de l'Université d'Augsbourg (Allemagne) et de Saber Alaydi de Trinity University, au Texas (États-Unis). En 2003, ayant pris des contacts avec des scientifiques du monde entier, ils ont pu bénéficier rapidement d'appuis pour le projet. Encouragé par l'UNESCO, un groupe restreint d'institutions a soumis à l'UNESCO en avril 2006 la proposition de créer cette chaire : l'Université de Birzeit, l'Université d'Augsbourg, Trinity University, l'Université de Paris-Sud 11 (France) et le Réseau palestinien-européen de coopération pour l'enseignement supérieur (PEACE).

Pour en savoir plus : www.physik.uni-augsburg.de/lfk/leccel/ ; d.chitoran@unesco.org

Cultures irriguées au Mali grâce à une pompe à énergie solaire. Le Sommet d'Addis-Abeba a donné le coup d'envoi au Mur vert pour l'Initiative du Sahara, proposition née en marge du Sommet de décembre dernier à Abuja sur la sécurité alimentaire. Il vise à aider plus de 20 pays africains à s'adapter à la variabilité du climat et à son changement, à mettre un terme à la dégradation des sols, à contenir l'avancée du désert, à réduire la pauvreté, à protéger la biodiversité et à accroître à la fois la productivité agricole et la production de biens alimentaires



Stephen Hawking, célèbre cosmologiste des quanta, a exprimé son soutien à la création de la chaire, le 13 décembre, à l'occasion du cours qu'il a donné à l'Université de Birzeit. Le scientifique britannique y donnait une conférence sur les origines de l'univers, qui a attiré des centaines de professeurs et d'étudiants

L'Afrique s'engage en faveur de la recherche

Les chefs d'États réunis, les 29 et 30 janvier, au Sommet annuel de l'Union africaine (UA), à Addis-Abeba (Ethiopie), ont décidé d'accroître leurs dépenses de recherche et de développer l'enseignement de la science sur le continent.

L'année 2007 a été déclarée Année de défense de la science, de la technologie et de l'innovation en Afrique. Elle démarre par la création d'une Organisation panafricaine de la propriété intellectuelle, qui protégera l'innovation endogène.

Dans leur Déclaration de clôture sur la science, la technologie et la recherche scientifique pour le développement, les chefs d'États s'engagent à « augmenter le financement des programmes nationaux, régionaux et continentaux de S&T et à soutenir la création de centres nationaux et régionaux d'excellence en S&T ».

La coopération régionale, Sud-Sud et Nord-Sud en S&T sera renforcée. Pour ce faire, le Sommet a entériné la proposition avancée par les ministres africains des affaires étrangères de fournir aux scientifiques des passeports diplomatiques afin de favoriser la collaboration en matière de recherche en facilitant les déplacements entre les pays du continent. La Commission de l'UA va désormais consulter les différents pays pour décider quels scientifiques seront à même de bénéficier du système.

Les États membres sont « vivement encouragés » à consacrer, d'ici 2010, au moins 1 % de leur PIB à la R&D, cible que le Directeur général de l'UNESCO a saluée comme « une importante avancée » pour rendre les pays africains maîtres de leur destin en matière de développement socio-économique.



©ADEME

« N'est-ce pas trop peu et trop tard ? » a cependant demandé Paul Kagamé, président du Rwanda dans son intervention. Il a annoncé que le Rwanda dépenserait 1,6 % de son PIB pour la S&T pendant l'année fiscale en cours, et « prévoyait de passer à 3 % dans les cinq années à venir ». Le Rwanda avait commencé à mettre en œuvre une politique nationale de science, de technologie et d'innovation, a-t-il poursuivi, visant à porter à 70 % la proportion des étudiants en science sur l'ensemble des effectifs de l'enseignement supérieur.

Les États membres se sont engagés à revitaliser les universités africaines et les établissements de recherche scientifique « afin qu'ils deviennent de véritables foyers d'enseignement et de développement de la science, de la technologie et de l'ingénierie, et contribuent ainsi à sensibiliser le public à la S&T ». Ils ont invité les États membres « à s'intéresser tout spécialement à l'enseignement de la S&T » et se sont engagés à « encourager un plus grand nombre de jeunes Africains à choisir les études de science, de technologie et d'ingénierie ». C'est dans cet esprit que le Sommet a approuvé un plan de bourses Mwalimu Julius Nyerere-UA au bénéfice de 50 étudiants en licence, dans un premier temps. Par ailleurs, un Fonds africain pour l'éducation financera le plan d'action 2006-2015 adopté en septembre dernier à Maputo (Mozambique) par les ministres de l'éducation.

« Consternés » par les 27 % d'Africains mal nourris et « décidés à réduire les 20 milliards que le continent dépense annuellement en importation de produits agricoles », les chefs de gouvernements ont réitéré à Addis-Abeba leur engagement d'allouer au moins 10 % des budgets nationaux à l'agriculture, avant d'entériner le Programme africain sur les semences et la biotechnologie.

Ils ont adopté la Stratégie de biotechnologie, étalée sur 20 ans, qui avait été proposée en novembre dernier au Caire par les ministres de la science. Celle-ci s'articule autour de la coopération panafricaine axée sur les points forts de chaque région : industrie pharmaceutique en Afrique du Nord, lutte contre le paludisme et le VIH/sida en Afrique australe, biotechnologie agricole en Afrique de l'Ouest, recherche et technologie de l'élevage en Afrique de l'Est et enfin biodiversité en Afrique centrale.

L'une des rares propositions que les chefs d'États n'ont pas entérinée concerne un Fonds africain pour la S&T. Il répondait, à l'origine, au désir d'accélérer la mise en œuvre du Plan de l'Afrique pour la S&T à l'horizon 2010. Craignant qu'un tel Fonds n'entraîne des frais administratifs inutiles, le Sommet a décidé de lancer une étude plus approfondie sur le sujet. Il pourrait être envisagé de confier ce fonds à la Banque africaine de développement.

Dans leur Déclaration, les chefs d'États « reconnaissent le soutien apporté à la S&T par les organisations internationales comme l'UNESCO » et invitent « l'UNESCO et les autres organisations d'aide bilatérale ou multilatérales à soutenir les États membres, les communautés économiques régionales et l'UA dans la mise en place de la décision du Sommet sur la science et la technologie ».

Pour en savoir plus : m.el-tayeb@unesco.org

Lire Science en Afrique: www.unesco.org/lscience/lscience.africa.fr.pdf

Temple maya du parc national Tikal, inclus dans la réserve maya de biosphère

Un prêt de 30 millions de dollars pour la réserve du pays maya

La Banque interaméricaine de développement a accordé, le 14 décembre, un prêt de 30 millions de dollars au Guatemala pour financer un programme sexennal de protection de la réserve maya de biosphère.

Située à El Petén, à la frontière nord du Guatemala, avec ses 21130 km², soit 20 % du territoire national, la réserve est la plus vaste des zones protégées d'Amérique centrale. Elle s'enorgueillit d'un système complexe de forêts primaires, de magnifiques sites archéologiques et d'un patrimoine culturel original.

La réserve souffre cependant de la prolifération d'habitations illégales, de la déforestation, des incendies de forêt, des champs pétrolifères, de la contrebande – de bois précieux, de spécimens de la faune et d'objets archéologiques –, des excès d'activité agricole, d'élevage et d'exploitation d'espèces rares d'arbres, ainsi que de l'extrême pauvreté d'une grande partie de la population d'El Petén.

Le ministère de l'environnement et des ressources naturelles du Guatemala va mettre en œuvre le nouveau programme, très éloigné du modèle ancien qui ne laissait aucune place aux acteurs locaux. Le prêt contribuera à financer les investissements dans les zones protégées d'El Petén afin de renforcer la participation à la protection et, dans les zones de transition, de fournir à la population des sources alternatives de revenus. Le prêt servira également à encourager les investissements destinés à améliorer la gestion de l'environnement et à réduire la pollution dans le bassin versant du lac Petén Itza.

Le programme financera la création de cinq circuits touristiques approuvés par l'Institut guatémaltèque du tourisme et impliquant les communautés locales, afin de promouvoir El Petén comme une destination phare et de créer des solutions économiques alternatives qui devraient alléger les tensions dues à l'expansion de l'agriculture menaçant la réserve et les zones protégées du sud. Le programme soutiendra, en outre, la construction et l'équipement de musées et d'une école communautaire de tourisme, la restauration des sites archéologiques et un plan de signalisation des routes nationales et des circuits touristiques d'El Petén.

Pour en savoir plus : m.clusener-godi@unesco.org ; www.unesco.org/mab/BRs/LacBRlist.shtml



Surveillance sismique à plein temps des mers d'Europe

L'Italie va fournir un service ininterrompu de traitement et de transmission des données sismiques de l'Europe et des mers qui la bordent. Ces données sismiques sont indispensables pour la détection des séismes susceptibles de déclencher des tsunamis, et elles pourraient améliorer sensiblement la protection des littoraux européens, peuplés d'environ 45 millions d'habitants.

Le délégué italien a fait cette déclaration à Bonn (Allemagne) où se réunissaient les délégations de 17 pays maritimes d'Europe et d'Afrique du Nord, du 7 au 9 février, afin de définir le Système d'alerte rapide aux tsunamis et d'atténuation de leurs effets dans la région euro-méditerranéenne. Un premier système de détection devrait être opérationnel d'ici la fin 2007, et le système définitif, qui couvrira toutes les côtes de la mer Noire, la Méditerranée et l'Atlantique du Nord-Est, à partir de 2011. Ce système s'appuiera sur les dispositifs importants de surveillance des phénomènes sismiques et du niveau de la mer existant à l'échelle nationale, lesquels doivent être intégrés pour devenir un véritable système régional.

Les données sismiques seront fournies par l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INVG), l'une des plus grandes institutions de recherche européennes dans le domaine de la géophysique, la sismologie et la volcanologie. L'INVG deviendra ainsi le principal pivot du système pour la transmission et la diffusion immédiates de données. D'autres organismes de cette nature sont prêts à élargir le champ d'action, une fois que le signal aura été donné par les gouvernements.

Le quart environ de tous les tsunamis observés dans le monde se produit en Méditerranée. « Le risque de tsunamis dans cette région est relativement faible », reconnaît Peter Koltermann, qui dirige à Paris l'Unité de coordination des activités relatives aux tsunamis de l'UNESCO, organisatrice de la réunion, « mais si un tel phénomène se produisait sans que nous y soyons préparés, les dommages seraient considérables ».

Pour en savoir plus : <http://ioc.unesco.org/iocwabl/disasterMitigation.php>

Un demi million de dollars pour des scientifiques prestigieuses

Cette année, les lauréates des prix L'ORÉAL-UNESCO pour les Femmes et la science ont été honorées, le 22 février à l'UNESCO, où chacune a reçu un chèque de 100 000 dollars. La veille, 15 jeunes femmes travaillant dans les sciences de la vie et appartenant aux cinq continents s'étaient vu attribuer des bourses de recherche d'une valeur de 40 000 dollars chacune.

La lauréate pour l'Afrique, le P^r **Ameenah Gurib-Fakim**, est professeur de chimie organique et Pro Vice chancelier de l'Université de Maurice. On lui doit le premier inventaire exhaustif des plantes médicinales et aromatiques de Maurice et de l'île

voisine de Rodriguez. Le P^r Gurib-Fakim et son équipe ont étudié un melon amer (*Momordica charantia*) ainsi que d'autres plantes médicinales qui bloquent l'amidon et ralentissent la libération de glucose libre dans le sang, substances qui pourraient un jour être utilisées dans le traitement du diabète (mellitus). Le P^r Gurib-Fakim est membre fondateur de l'Association for African Medicinal Plants Standards, qui cherche à introduire sur le marché mondial des plantes médicinales répondant aux normes du commerce international.

La lauréate pour la région Asie et Pacifique, le P^r **Margaret Brimble**, occupe la chaire de chimie organique et médicinale à l'Université d'Auckland (Nouvelle-Zélande). Elle élabore et modifie des molécules bioactives rares et complexes, dérivées de plantes, de tissus animaux, de microbes ou d'organismes marins et salés présentant une activité antimicrobienne, anticancéreuse ou antivirale. Elle a consacré une grande partie de son travail à la synthèse des toxines de mollusques.

La lauréate pour l'Europe, le P^r **Tatiana Birshtein**, de l'Institut des composés macromoléculaires de l'Académie des sciences de Russie, a concentré ses recherches sur la physique statistique des polymères (voir p.5). Ses travaux ont mis en lumière les propriétés d'auto-organisation de nombreux systèmes polymériques remarquables. Elle a, par exemple, étudié dans quelle mesure les macromolécules « adhèrent » à des surfaces et comment leurs structures évoluent pour s'adapter à leur environnement.

La lauréate pour l'Amérique latine, le P^r **Ligia Gargallo**, du département de chimie physique de l'Université catholique pontificale du Chili, s'est attachée à démontrer que le comportement des polymères dans différents états (solide, liquide et interfacial) est déterminé par la flexibilité de leur chaîne et l'attraction ou la répulsion pour l'eau exprimées par les monomères qui les composent (une série de sous-unités répétées). En comprenant mieux comment ces sous-unités réagissent entre elles les chercheurs devraient pouvoir mettre au point des applications dans les domaines de la technologie, de la médecine etc.

La lauréate pour l'Amérique du Nord, le P^r **Mildred Dresselhaus**, est professeur à l'Institut de génie électrique et de physique du Massachusetts Institute of Technology. Elle a démontré en 1991 qu'un nanotube de carbone (voir p.2) pouvait se comporter comme un métal ou comme un semi-conducteur, en fonction de sa géométrie. Ses idées ont ensuite été confirmées par les expériences. Le P^r Dresselhaus a décrit son travail comme un processus orienté « de bas en haut », dans lequel elle élabore de nouveaux systèmes nanométriques et étudie leurs propriétés afin de déterminer leurs usages possibles.

Pour en savoir plus : www.forwomeninscience.com; r.clair@unesco.org



Ameenah Gurib-Fakim



Margaret Brimble



Tatiana Birshtein



Ligia Gargallo



Mildred Dresselhaus



Igor Vasilievich Severskiy

Fonte des glaciers et faiblesse des politiques font le malheur des eaux vives d'Asie centrale

Igor Vassilievich Severskiy faisait partie, en novembre dernier, des 60 experts de 13 pays qui lancèrent un appel pour la création d'un centre régional de recherche sur les glaciers, lors d'un atelier organisé à Almaty (Kazakhstan) par l'UNESCO et ses partenaires. Le Prof. Severskiy dirige le laboratoire de glaciologie de l'Institut de géographie du Kazakhstan ainsi que le Comité national kazakh au sein du Programme hydrologique international de l'UNESCO. Il explique pourquoi, ensemble, les scientifiques et les décideurs d'Asie centrale ont tout à gagner à l'établissement d'un centre régional de recherche sur les glaciers.

A quelle vitesse les glaciers reculent-ils en Asie centrale ?

Plusieurs études présentées à l'atelier de novembre démontrent qu'en Asie centrale les glaciers des régions montagneuses de l'Alatau de Dzungarie et du Pamir-Alai fondent très rapidement. Entre 1955 et 2000, ils ont perdu 0,6 à 0,8 % de leur superficie par an et 0,8 à 1 % de leur volume. Ces chiffres ne laissent place à aucun doute : c'est le réchauffement de la planète qui explique la déglaciation et le rétrécissement des surfaces enneigées et glacées d'Asie centrale.

L'observation des glaciers est-elle satisfaisante en Asie centrale ?

Elle présente de grosses lacunes. L'atelier de novembre a fait le constat que c'est l'absence d'un système de surveillance des glaciers en Asie centrale qui explique le manque d'information sur leur dynamique de masse. C'est un grave problème, car les glaciers sont des indicateurs clés du changement climatique planétaire.

Il n'existe pratiquement aucun système d'observation, par exemple, pour la couverture neigeuse de l'étage de haute montagne au-delà de 3 000 à 3 200 m ; or c'est là que, selon nos recherches, se concentre environ la moitié de la neige. C'est cette neige qui constitue la principale source de ruissellement en Asie centrale. La plupart des pays de la région n'effectuent même pas d'observations systématiques des pergélisols. L'absence de données factuelles sur les processus et les phénomènes naturels des régions de haute altitude et des montagnes froides oblige les scientifiques à utiliser des données secondaires, des méthodes indirectes et à recourir à des hypothèses pour construire leurs modèles de prévision. Ce qui explique les divergences d'opinions entre scientifiques quant à l'impact du changement climatique sur les ressources en eau de la région en général, et des glaciers en particulier.

Je crois vraiment que c'est ce qui a incité les participants à lancer un appel pour la création en Asie centrale d'un centre régional de recherche sur les glaciers, sous les auspices de l'UNESCO. Le centre favoriserait et coordonnerait l'observation afin de faire avancer notre connaissance des

changements dus au climat pour tout ce qui concerne la masse de neige et de glace des glaciers, le pergélisol et le système de ruissellement reliant l'eau de fonte aux fleuves et aux lacs des basses terres.

Les glaciers vont-ils disparaître au milieu du siècle ?

La perspective d'une disparition des glaciers au milieu du siècle actuel est présentée de façon angoissante dans la littérature scientifique. Notre recherche esquisse cependant, un scénario plus optimiste. Par exemple, le recul du glacier du versant nord du Tianshan a atteint son point maximum vers le milieu des années 1970, avant de commencer à baisser au début des années 1980. La chaîne du Gissar-Altaï a connu le même scénario. Pour prendre un autre exemple, on a même observé un regain des glaciers dans les monts du Karakoram central, où entre 1990 et 2000 ils ont avancé de 2,5 km.

Les mesures de la température moyenne actuelle du pergélisol relevées pendant une longue période près du col de Zhushalykezen (à 3 400 m) dans la chaîne de montagnes de l'Alatau de Zailiyskiy (Tianshan Nord) montrent une augmentation constante de la température entre 1974 et 1995 avant qu'elle ne se stabilise autour de $-0,2^{\circ}\text{C}$ pendant plus d'une décennie.

Qui plus est, selon notre analyse, qui prend en compte la tendance mondiale au réchauffement, l'aire des glaciers du bassin du lac Balkash pourrait perdre un tiers de son étendue, sans toutefois disparaître complètement.

Ces études de cas prouvent que les glaciers de l'Asie centrale pourraient ne pas disparaître aussi rapidement que prévu. Ceci dit, avant de nous lancer dans la moindre prévision, nous avons besoin de systèmes d'observation actualisés.

Les lacs de glaciers pourraient-ils devenir dangereux en débordant ou en fissurant leurs rivages ?

Oui, cela pourrait bien se produire. La fonte d'un glacier pourrait donner lieu à un nouveau lac dans les parages, ou gonfler le niveau du lac, ou même déstabiliser les sols meubles. Ces trois phénomènes accroîtraient considérablement la probabilité de coulées de boue.

La fonte des glaciers est-elle responsable de la pénurie d'eau des basses terres ?

La gestion des ressources en eau pose un problème aigu en Asie centrale, surtout dans le bassin de la mer d'Aral. L'eau de fonte des neiges éternelles et des glaciers alimente les deux grands fleuves de ce bassin, le Syrdarya et l'Amoudarya. Leur débit augmente surtout au printemps et pendant le dégel, en été.

Dès le début des années 1990, 150 % du débit naturel du Syrdarya et 110 % de celui de l'Amoudarya étaient épuisés. Vous vous demandez sans doute pourquoi le pourcentage dépasse les 100 % : ces chiffres tiennent compte des flux de retour en provenance des terres agricoles.

Il est intéressant de noter que le débit des principaux fleuves s'est maintenu pratiquement au même niveau ces quelque 70 à 80 années. En dépit du rétrécissement considérable de l'aire des glaciers, le ruissellement des eaux vers le système fluvial n'a pas changé. En outre, le volume cumulé des précipitations et des réserves maximales de neige n'a quasiment pas varié, non plus, sur la même période. L'aggravation de la pénurie d'eau dans la région n'est donc pas due à une diminution du volume de l'eau à la source mais à la mauvaise gestion de cette eau en aval.

De quelle façon l'eau a-t-elle été mal gérée ?

La mauvaise gestion de l'eau dans la région remonte aux années 1960, où les autorités centrales soviétiques ont décidé de détourner de l'Amoudarya et du Syrdarya des quantités massives d'eau afin d'irriguer d'énormes plantations de coton. Cela provoqua dans le bassin du Syrdarya une pénurie d'eau qui s'aggrava rapidement entre 1960 et 1990, alors que les agriculteurs étaient incités à utiliser plus d'eau et des quantités dangereuses de pesticides et d'engrais.

Cependant, déjà pendant la décennie 1960, seuls 25 % du débit naturel du fleuve atteignaient la mer d'Aral. Ceci nous indique que l'impact de l'homme sur le bassin était manifeste bien avant la culture intensive du coton. L'agriculture irriguée est une pratique bien établie dans la région depuis les années 1930.

De 1970 à 1989, les pertes en eau dans le bassin ont augmentées de 13,8 à 14,2 km³ par an. Le climat n'était pas responsable de plus de 5 km³ de perte par an (environ 35% du total), contre 8 à 9 km³ du fait des activités économiques. Cette perte était due à l'accroissement rapide des surfaces irriguées ainsi qu'à l'évaporation des nombreux réservoirs construits dans la région. Il y a actuellement environ 100 réservoirs et 24 000 km de canaux d'irrigation dans le bassin de la mer d'Aral. En outre, le réservoir d'Arnasaisk perdait, à lui tout seul, 6 km³ d'eau par an en évaporation. Dans la zone irriguée de Priaralje, au Kazakhstan, la perte est passée, pour la même période, de 2,5 km³ à 4,6 km³ par an. La mer d'Aral ne mesure aujourd'hui que 25% de sa superficie d'il y a 50 ans.

D'après les prévisions fondées sur les modèles de la circulation atmosphérique générale adoptant les scénarios climatiques les plus pessimistes, les ressources en eau de la région pourraient diminuer, au milieu du siècle, de 20 à 40 %.

Toutefois, comme je l'ai déjà dit, même si les glaciers ont reculé, le débit annuel en termes de volume et de répartition interannuelle est resté inchangé depuis plusieurs décennies. Cela donne à penser qu'il existe un mécanisme de compensation, hypothèse confirmée par des recherches récentes.

Quelle sorte de mécanisme de compensation ?

Dans le contexte du réchauffement planétaire, la hausse des températures a provoqué la fonte de la glace souterraine – celle des glaciers recouverts, des glaciers rocheux et de la glace accumulée dans la couche de pergélisol. Cela a contribué au mécanisme de compensation, si bien que le volume du ruissellement dans les bassins versants est resté constant.

Mais, une fois la glace permanente totalement fondue, le mécanisme de compensation ne jouera sans doute plus ?

Nous estimons que ce mécanisme agira pendant encore des décennies, voire un siècle, en dépit du recul des glaciers. Car les réserves de glaces souterraines contenues dans les hautes montagnes du Kazakhstan et du reste de l'Asie centrale sont équivalentes à celles des glaciers actuels. De plus, il y a dans les montagnes de Chine deux fois plus de glace souterraine que dans les glaciers de surface. Sans compter le fait que la glace souterraine fond bien plus lentement que celle des glaciers à ciel ouvert.

Nous pouvons, dès lors, prévoir que le recul actuel des glaciers ne fera pas diminuer dans la région le ruissellement, pas plus que l'approvisionnement en eau, d'ici plusieurs décennies. Cette vision optimiste demande cependant à être soigneusement vérifiée, tâche qui exigera une observation et des études scientifiques supplémentaires, coordonnées tant au niveau régional qu'international. Je suis convaincu que le centre régional envisagé de recherche sur les glaciers nous aidera à prévoir avec une plus grande précision l'impact du changement climatique sur les glaciers et les ressources en eau de la région.

Comment les gouvernements nationaux et locaux peuvent-ils se préparer à la future pénurie d'eau ?

Le problème mérite une sérieuse réflexion. De fait, ces questions politiques ont déjà fait l'objet d'un grand nombre de programmes et d'études, et même de projets à l'échelle mondiale. Ils recommandent, le plus souvent, d'améliorer le système de gestion des ressources régionales en eau. Il est conseillé, par exemple dans l'agriculture irriguée, de remplacer le coton et le riz par des cultures moins gourmandes en eau, comme le blé et d'autres céréales.

Malheureusement, malgré les efforts des gouvernements de la région et de la communauté internationale, la situation reste tendue et s'aggrave même, en ce qui concerne le partage des eaux de la région. On continue à construire des réservoirs, et les zones irriguées s'étendent de plus en plus dans le bassin. En parallèle, le taux de croissance de la population reste élevé.

La situation est aggravée par des problèmes internes. D'une part, les pays, pris individuellement, n'ont pas de stratégies nettement définies pour l'eau. D'autre part, il n'existe pas de bases juridiques sur lesquelles adosser une gestion transfrontalière des ressources en eaux partagées, ni de critères unanimement acceptés pour le partage des eaux transfrontalières.

Interview réalisée par Anil Mishra

Pour en savoir plus (à Almaty) : a.mishra@unesco.org

Sauver ce qui reste de la faune au Darfour

La réserve de biosphère de Radom se trouve dans la région des conflits du sud du Darfour, au Soudan. Pendant une période de trois ans, Tagir Tag Elsir Hassan, Ameer Awad Mohammed et Nasir Yousif Gaboush ont étudié les effets de la violence et des pratiques non durables sur la faune sauvage de la réserve, grâce à une bourse obtenue par Tagir Tag Elsir Hassan, au titre des Bourses pour jeunes scientifiques, décernées par le programme de l'UNESCO l'Homme et la biosphère (MAB).

L'étude a révélé que le nombre d'espèces animales parcourant librement la réserve est passé de 24 il y a trente ans, à seulement 11 aujourd'hui. Les éléphants, lions, gazelles et buffles ont entièrement disparu. Ceux qui ne sont pas tombés sous le feu des armes automatiques ou le poison ont fui de l'autre côté de la frontière. La désertification, quant à elle, menace non seulement la faune sauvage mais aussi les 16 000 personnes habitant la réserve, dont certaines sont des réfugiés. Les trois scientifiques prévoient que, « si les autorités concernées ne font pas des efforts soutenus », ce qui subsiste de la vie sauvage aura bientôt disparu. Ils recommandent une série de mesures à adopter d'urgence.

Couvrant un vaste territoire de 1 250 970 hectares (12 500 km²), le parc national de Radom n'est pas très éloigné de la frontière de la République centrafricaine (voir carte). Le parc a été classé en 1979 réserve de biosphère.

Deux missions d'enquête ont étudié la région dans les années 1970 : la première fut entreprise en 1974 par un expert du Fonds mondial pour la nature (WWF), la seconde par un groupe de scientifiques du Centre de recherches du Soudan sur la faune, l'année suivante. Cette dernière avait formulé de nombreuses recommandations pour la conservation et la gestion des animaux, avant la création du parc national mais, à l'époque, elles n'ont guère retenu l'attention des autorités nationales.

L'enquête actuelle a entrepris (voir tableau) d'identifier les écosystèmes de la réserve de biosphère de Radom, de quantifier la flore et la faune et de proposer des directives visant à associer les communautés locales à la gestion du parc. Un ensemble de 42 parcelles de 10 ha chacune ont été étudiées. En outre, 57 questionnaires ont été établis à l'intention des chefs des communautés Omad et Sheikh, ainsi que des habitants et des représentants du gouvernement (voir photo). Il s'agissait d'avoir une idée générale du statut socio-économique des personnes déplacées vivant dans neuf villages, afin d'améliorer leurs conditions d'existence sans mettre à mal la politique de conservation de la réserve.



Des membres de la communauté sont interviewés au cours de l'enquête. Le faible niveau de scolarité de la communauté – un quart de la population adulte est analphabète et un cinquième a terminé le cycle secondaire – donne à penser que les habitants de la réserve ont besoin d'être informés pour être clairement conscients du rôle essentiel qu'ils jouent dans la dégradation de l'environnement

Nom français (ou anglais, à défaut)	Nom scientifique	1974-1975 +	1976 ++	2002-2003 +++
Red-fronted gazelle	<i>Gazella rufifrons</i>	5	–	–
White-eared kob	<i>Kobus leucotis</i>	50	110	–
Serval	<i>Felis serval</i>	1	–	–
Tiang	<i>Damaliscus korrigum</i>	414	230	–
Buffle	<i>Syncerus caffer</i>	2	24	–
Lion	<i>Panthera leo</i>	1	–	–
Patas	<i>Erythrocebus patas</i>	*	*	2
Lycan	<i>Lycan pictus</i>	14	12	**
Dikdik de Salt	<i>Madoqua saltiana</i>	36	46	7
Hyène rayée	<i>Hyaena hyaena</i>	3	–	**
Antilope zébrée	<i>Tragelaphus scriptus</i>	16	2	–
Phacochère	<i>Phacochoerus aethiopicus</i>	232	159	7
Chacal commun	<i>Canis aureus</i>	2	**	–
Hippopotame	<i>Hippopotamus amphibius</i>	4	10	–
Riedbok de Bhor	<i>Redunca redunca</i>	72	12	1
Orebi	<i>Orebia orebi</i>	189	26	8
Antilope rouanne	<i>Hippotragus equinus</i>	225	117	–
Elan commun	<i>Taurotragus oryx</i>	50	–	–
Eléphant d'Afrique	<i>Loxodonta africana</i>	12	–	–
Cobe defassa	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>	85	59	–
Autruche	<i>Struthio camelus</i>	–	–	**
Porc-épic	<i>Hystrix cristata</i>	–	–	**
Colobus monkey	<i>Colobus abyssinicus</i>	–	–	6
Singe vert	<i>Cercopithecus aethiops</i>	–	–	6
Crocodile du Nil	<i>Crocodylus niloticus</i>	–	–	1

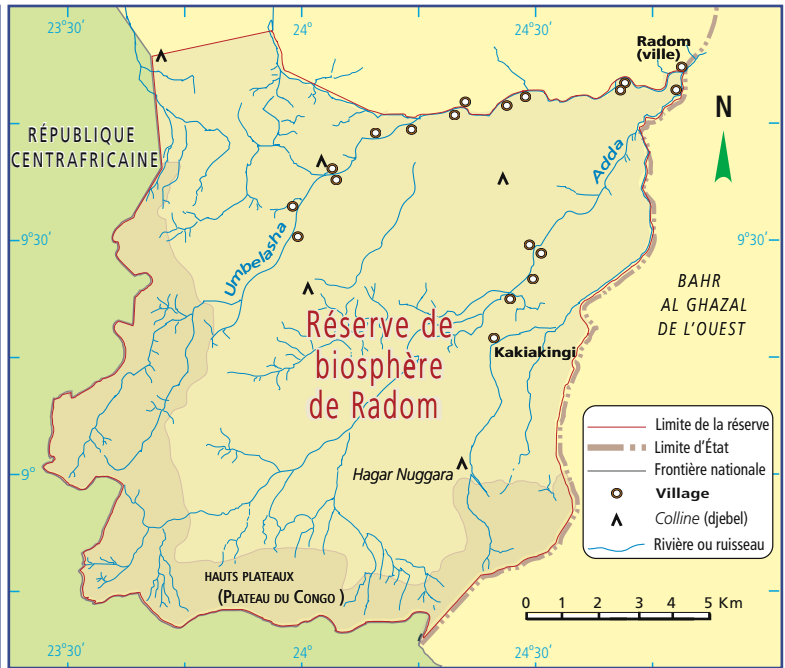
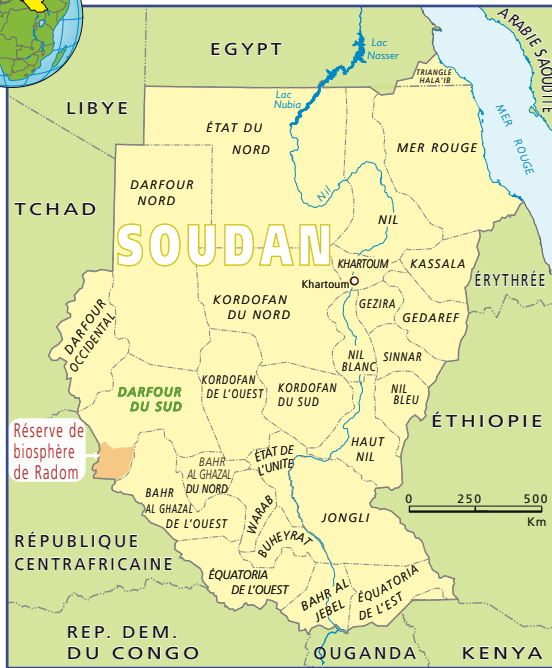
Enquêtes sur la faune de la réserve de biosphère de Radom : 1975, 1976 et 2003

(–) Pas repéré
 (*) Groupes ou troupeaux
 (**) Indices seulement

Sources:

+Rapport WWF
 ++ Nimir, M. B., Hashim, I. M., Hakim, S. (1976) Wild animals in Southwest Darfur (en arabe). Unité de recherches sur la faune sauvage. Agricultural Research Cooperation. Khartoum; et scientifiques du Centre de recherches sur la faune de Khartoum.
 +++ Hassan, T.T. E.; Awad Mohammed, A., Gaboush, N. Y. (2005) Sustainable Utilization of Wildlife Resources in Radom Biosphere Reserve. Rapport final. Khartoum.

Note : La fluctuation du nombre d'espèces d'animaux entre deux enquêtes s'explique peut-être par la différence de leur durée. A noter aussi que celle de 2002 à 2003 s'est déroulée à la fin de la saison sèche afin d'éviter de parcourir certaines zones en saison des pluies. L'aggravation de l'insécurité a également conduit à réduire la superficie initialement prévue par l'enquête actuelle.



Située au Sahel oriental, la réserve de biosphère de Radom est couverte de savanes arborées et de prairies, avec des forêts le long des rivières. Ses collines irrégulières culminent, pour la plupart, à 450 m. La réserve longe le plateau du Congo, qui constitue un bassin versant (une ligne de crête ou de partage des eaux provenant de diverses rivières.) Le plateau du Congo sépare les systèmes fluviaux de l'Afrique centrale de ceux du Soudan. Les affluents de ce bassin versant coulent en direction de la ville de Radom. Il y a deux fleuves pérennes : l'Adda et l'Umbelasha. Les 19 plus grands villages de la réserve se situent le long de ces fleuves, qui représentent le principal apport d'eau pour la réserve. Quelques petits ruisseaux (des khors) arrivent de l'est et du sud, et de nombreux puits et mares (birkas) se trouvent à proximité de l'Adda. La pluviosité annuelle varie entre 900 et 1 700 mm, l'humidité annuelle moyenne, de 57 à 65 % et la température annuelle moyenne se situe entre 16 et 27°C. Grâce à la variété du climat de la réserve et de ses habitats, le nombre d'écosystèmes était resté stable jusqu'au milieu des années 1980

Le pouvoir dévastateur des armes automatiques

Au début des années 1960, le parc avait la réputation d'assurer la vie d'une grande variété d'espèces animales, notamment après la mise en place de postes de surveillance de la chasse. Mais l'afflux de population dans la réserve pendant la famine de 1985 a opéré une ponction considérable sur les espèces animales et sur certains arbres comme l'acajou (*Khaya senegalensis*) et le santal el Radom (*Pseudocedrela kotschy*), bois d'œuvre, d'ébénisterie, de fourrage et de combustion.

C'est ainsi que les animaux qui fréquentaient le parc dans les années 1970 ont, depuis, totalement disparu, comme le bubale tora (*Alcelaphus buselaphus*) et le rhinocéros blanc du nord (*Ceratotherium simum cottoni*), espèce autrefois la plus remarquable du parc. Ont également disparu d'autres espèces, assez nombreuses à parcourir le parc autrefois en saison des pluies, comme l'éléphant (*Loxodonta africana*) et le buffle (*Syncerus caffer*).

Ces dernières décennies, il y a eu du braconnage pendant la saison sèche, dans et autour du parc. La prolifération des armes automatiques a décimé les espèces. Les arcs, flèches et pièges traditionnels avec lesquels les villageois chassaient le petit gibier pour vivre ont été remplacés par les armes automatiques et les poisons, qui ont modifié les techniques de chasse : les braconniers se sont tournés vers le gros gibier. Les marchands locaux d'armes les ont financés, dans leur désir d'accroître leurs profits grâce à la viande boucanée. Les éléphants ont été également chassés pour leurs défenses, d'autres gibiers pour le cuir et autres sous-produits.

Entre temps, l'insécurité a progressé (voir encadré p.20). Dès 2001, il était courant que les habitants de la région de

Bahr Al Arab voisine achètent des armes automatiques et des munitions sur les marchés, autant pour se protéger que pour braconner sans être inquiétés. Cela a eu pour effet de faire fuir beaucoup d'animaux par delà la frontière. La recherche désespérée d'aliments protéinés par une population en expansion, conjuguée à la facilité de détention des armes automatiques, ont instauré une situation tragique, qui a contraint de nombreuses espèces à abandonner la réserve.

Animaux contraints d'émigrer

Les animaux sont souvent obligés de traverser la frontière de la République centrafricaine où ils trouvent une protection efficace et de vastes prairies. Ils fuient également vers Bahr Al Ghazal, où ils vivent en très grand nombre dès que le fléau de la mouche tsé-tsé (*Glossina* sp.) recule vers le sud.

La réserve de biosphère de Radom est, elle aussi, infestée par la mouche tsé-tsé. Cela restreint la présence du gros bétail mais favorise celle des animaux sauvages qui, peu affectés par la mouche peuvent jouir de vastes et riches pâturages.

On peut encore souvent apercevoir des animaux dans la réserve, comme l'antilope zébrée (*Tragelaphus scriptus*), l'hyène mouchetée (*Hyaena hyaena*), le babouin (*Papioanubis* sp.),

Il ne survit qu'une dizaine de rhinocéros blanc du nord en liberté, tous en RDC



De l'insécurité et de l'utilisation non durable des ressources

Les nouveaux arrivants sont tenus pour responsables de la plupart, voire de la totalité des maux infligés par l'homme à l'environnement de la réserve. Ceux-ci sont dus à l'agriculture, au surpâturage, au braconnage généralisé, à la pêche, à l'exploitation minière et aux problèmes d'insécurité.

- Les arbres ayant une valeur marchande sont décimés sur de grands espaces, à l'intérieur et autour de la réserve, pour laisser place à l'agriculture. Ils sont détruits soit par des incendies de grande ampleur – ce qui empêche toute régénération naturelle de la végétation – soit par abattage. Ces deux méthodes finissent pas déclencher la désertification.
- Le surpâturage des animaux domestiques entre en conflit avec les besoins des bêtes sauvages. Il arrive même qu'il facilite la transmission de maladies entre animaux sauvages et domestiques.
- Le braconnage généralisé avec des armes à feu très perfectionnées massacre les animaux et nourrit un négoce d'armes florissant, qui aggrave encore l'insécurité.
- L'utilisation de poisons dans les étangs comme mode de pêche provoque souvent une mortalité massive chez les populations d'oiseaux et élimine dans l'eau les microorganismes qui jouent un rôle irremplaçable dans le cycle biologique.
- L'exploitation minière non réglementée, en cours à Hofrat El Nihass, fait des ravages dans les habitats de la faune.
- Les problèmes d'insécurité, qui exigeraient la présence de forces autres que celles de simples gardes-chasse, font souvent obstacle à l'application des lois et favorisent leur violation.



Éléphants (*Loxodonta africana*) du Kenya occidental en 2002

le phacochère (*Phacochoerus aethiopicus*), le patas (*Erythrocebus patas*), le singe vert (*Cercopithecus aethiops*) et le ratel (*Mellivora capensis*). La réserve abrite également un nombre considérable d'oiseaux sauvages africains, comme la pintade de Numidie (*Numida meleagris*), le jabiru d'Afrique (*Ephippiorhynchus senegalensis*), le bucorve abyssin (*Bucorvus abyssinicus*), le messager sagittaire (*Sagittarius serpentarius*), le turnix (*Otis kon*), la cigogne marabout (*Leptoptilos crumeniferus*), la grue couronnée (*Balearica pavonina*) et toute une série de petits oiseaux.

Les reptiles observés le plus fréquemment dans la région sont le fameux python africain (*Python sebae*), la tortue à dos étoilé (*Testudo sulcatus*), le crocodile (*Crocodylus niloticus*), le varan (*Varanus niloticus*) et de petits lézards (*Agama* spp.).

Abri estival d'un migrant incendié par un garde-chasse



Arrivée massive de voisins humains

La population de la réserve se compose de différents groupes ethniques. Ils vivent surtout aux abords des principaux fleuves saisonniers (voir carte), si bien que ce sont la faune et la flore de l'extrémité nord de la réserve qui subissent les pressions les plus vives. Des tribus comme celles des Kara, Kerish, Ndogo, Bunda, Dinka, Dajo, Berti et Tunjur habitent les rives de l'Adda. La majorité des habitants de la réserve vit cependant le long de l'Umbelasha, qui abrite non seulement des Kara et des Kerish mais aussi d'autres communautés tribales, comme les Binga, Youlou, Faur, Massaleet et Tama.

Les villages sont responsables des plus gros dégâts de la région. Ils se divisent en deux grandes catégories. Ceux dont les habitants résidaient dans la région avant qu'elle ne soit déclarée parc national. Ils sont environ 5 170, répartis entre 13 villages autour de l'Umbelasha.

La seconde catégorie est celle des personnes déplacées qui ont migré dans la zone pour des raisons socio-économiques, après sa désignation en tant que parc national. Cela a conduit un grand nombre de personnes à s'installer dans le nord et le nord-ouest du parc. En 1990, la population comptait environ 10 500 personnes. En 2001, leur nombre passait à 16 000 et celui des villages, qui avait doublé, à 28. Cette seconde vague résulte des afflux successifs de personnes déplacées et de réfugiés du Darfour, de Bahr Al Ghazal et du Tchad, en raison de la guerre civile et de l'attrait exercé par cette zone pour l'abondance de ses récoltes.

Un troisième groupe, plus restreint, revêt une importance disproportionnée : ce sont les nomades qui traversent la zone en provenance du Darfour du sud et se dirigent deux fois l'an vers

Forage d'un puits à la recherche d'eau à Kakiakingi. L'eau est toujours la principale préoccupation en saison sèche





Pont de bois construit pour donner accès à des zones protégées pendant la saison des crues

le Bahr Al Ghazal. Leurs moyens d'existence sont totalement tributaires de la réserve, alors même que la présence de la mouche tsé-tsé les en chasse fréquemment. Les nomades provoquent souvent des troubles, notamment en traversant le Bahr Al Arab vers le sud lorsque l'eau est rare et les terres cultivées de familles à demi sédentarisées.

Au cours des dernières années, des familles se sont installées dans les zones de transition, terres qu'il leur est permis de cultiver selon la loi du Soudan. Ces zones empiètent de 5 km sur la limite de la réserve afin que les habitants puissent protéger leurs cultures contre les animaux sauvages, notamment les primates. Malheureusement, une fois la récolte terminée, ces familles ne rejoignent pas leurs anciens villages. Elles ont tendance, au contraire, à occuper de façon permanente, et pour encore longtemps, les nouveaux territoires. Ce comportement dévastateur revient à confisquer des terres à leur profit et, en fin de compte, à créer de nouveaux villages surpeuplés au détriment des terres publiques.

Terres épuisées

En général, la terre est exploitée pour la culture des aliments de base et des fruits, la collecte du miel, l'élevage et l'abattage des arbres – pour la vente du bois et la fabrication du charbon. Les arbres sont également abattus afin d'agrandir les surfaces cultivées, une fois que les parcelles sont épuisées et que la productivité diminue. Par ailleurs, le nombre de bouches à nourrir augmente dans la réserve. Pour les agriculteurs locaux, les principales cultures vivrières sont le sésame, le blé et le vetch (*Vicia* sp.), suivies par le mil et le piment fort.

Le bois est la principale source d'énergie. Dans 76 % des cas, le bois sert à cuisiner, à éclairer et à célébrer des rituels. Il était autrefois ramassé dans les terres agricoles en lisière du village, ou dans la forêt entourant la réserve. Dans le passé, cela n'affectait guère le couvert végétal de la réserve, mais aujourd'hui



Abattage d'arbres pour une mise en culture. La moitié de la réserve est couverte d'un sol nu (54 %) et le quart de litère. (La litère forestière, formée d'une couche de plantes et d'animaux en décomposition, fertilise le sol.) La partie restante est couverte d'arbres et de buissons (11 %), de cailloux, de rivières et de villages (pour 3 % chacun)

Neuf remèdes aux maux de Radom

La faune de la réserve de biosphère de Radom est nettement en baisse. Elle finira par disparaître si les autorités nationales n'entament pas de sérieux efforts pour renverser la tendance. Les auteurs recommandent les remèdes suivants :

- Déplacer la population des petits villages vers les grands villages touristiques situés à l'intérieur des marges nord et nord-est de la zone protégée. Il faudrait fournir à ces villages les services de base que sont les écoles, les cliniques et les moyens de communication, et leur attribuer une zone de transition de 5 km.
- Déplacer vers le nord les agriculteurs, sur la base du volontariat, sur des terres bordant l'Umbelasha, sous la surveillance des autorités municipales locales. Des parcours de pâturage devraient également être attribués, afin de couper court aux fréquents litiges entre agriculteurs et éleveurs.
- Combattre le braconnage en intensifiant la surveillance et en multipliant le nombre de patrouilles de gardes-chasse dans les zones telles que Bab Elshaweesh et Hagar Nuggara ; encourager l'écotourisme en améliorant l'état des routes et en créant des installations de camping.
- Renforcer la sensibilisation du public par des programmes pour groupes de personnes semi-organisées : étudiants, jeunes et femmes. Par ailleurs, les conditions de vie des habitants seraient améliorées si certains d'entre eux se voyaient attribuer des emplois dans les villages touristiques par la Direction des forêts et l'Administration de conservation de la faune.
- Poursuivre les recherches concernant les hauteurs surplombant les fleuves Umbelasha et Adda, en s'intéressant particulièrement aux espèces disparues, afin d'élucider leur disparition, et aux espèces migrantes afin de préciser l'étendue de leur habitat local.
- Considérer la partie d'Hofrat El Nihass où des mines sont exploitées comme une zone de transition, à condition que la société minière offre aux responsables de la conservation son appui logistique et son aide pour ouvrir des pistes à l'intérieur de la réserve et pour améliorer les services publics dans les villages voisins.
- Créer des unités vétérinaires mobiles qui veilleraient à la santé des troupeaux et étudieraient les maladies de la faune de la zone.
- Interdire l'entrée dans la réserve à tout véhicule, notamment camions et engins lourds.
- Mettre en place un comité conjoint d'experts techniques chargé de traiter les questions clés de la nature et de la conservation de la faune, qui coordonnerait les efforts de l'Administration de conservation de la faune, du Centre de recherche sur la faune et des autorités chargées des pêches, de la forêt, du sol et de l'eau, entre autres.

Des gardes-chasse armés patrouillent autour de l'étang de Hagar Nuggara. Les étangs qui bordent les fleuves saisonniers, les fonds de vallées et les petits ruisseaux (khor) apportent leur contribution aux écosystèmes tout en servant de réservoirs en saison sèche pour les animaux domestiques et sauvages



73 % du bois provient de l'intérieur de la réserve. Le reste vient du marché (3 %) et de la forêt qui entoure la réserve. Les arbres les plus recherchés sont l'*Acacia seyal*, le *Pseudocedrela kotschy* et l'*Anogeissus* sp.

La paix, condition de tout progrès

Le conflit actuel du Darfour a de graves incidences, tant sur les êtres humains que sur l'environnement. A la migration antérieure de populations venues de Bahr Al Ghazal se sont ajoutés d'importants déplacements de citoyens de la région du Darfour. La signature du premier accord de Naivasha a jeté les bases de l'Accord général de paix signé entre le gouvernement du Soudan et l'Armée de libération du peuple soudanais (voir encadré). Ce premier accord a eu pour conséquence de ralentir l'épuisement des ressources, en raison du retour dans leurs villages des personnes originaires du sud. On peut espérer qu'un bon accord de paix au Darfour produise le même heureux effet.

La situation restera cependant catastrophique si un programme efficace et crédible de désarmement n'est pas négocié et mis en œuvre par les parties en guerre, qui garantirait un compromis politique durable. Le programme de désarmement devrait stipuler quelles zones seraient libres de toute arme. Elles constitueraient des « asiles politiques » pour les animaux sauvages placés sous la protection absolue de l'État. Étant donné les nombreuses zones reculées totalement inhabitées, le riche couvert végétal et les bonnes terres de pâturage, il serait envisageable à ce moment-là d'y réintroduire des populations animales.

Enfin, la faune de la réserve ne pourra entreprendre par elle-même la longue route de la reconquête qu'une fois que le nombre d'armes clandestines aura diminué, que la loi sera appliquée dans toute sa rigueur et que ses habitats auront pu se régénérer.

Tarig Tag Elsir Hassan¹⁰, Ameer Awad Mohammed¹¹,
Nasir Yousif Gaboush¹²

Pour télécharger le rapport (en anglais):
www.unesco.org/mab/bursaries/reports.shtml#2007

Un demi siècle de conflit

Tout au long des 50 années écoulées depuis son accession à l'indépendance en 1956, à part une parenthèse de 11 ans, le Soudan a toujours été en proie à la guerre civile.

La guerre à laquelle le gouvernement du Soudan et l'Armée de libération du peuple soudanais viennent de mettre un terme a éclaté en 1983. Au nombre des raisons profondes du déclenchement de la guerre figurent des litiges sur les ressources, sur le pouvoir, sur le rôle de la religion dans l'État et l'autodétermination.

Les 21 années qui ont suivi ont dévasté une grande partie du pays le plus étendu de l'Afrique et privé les autres régions de stabilité, de croissance et de développement. Plus de deux millions de personnes ont trouvé la mort, quatre millions ont été déracinées et 600 000 sont devenues des réfugiés par delà les frontières du Soudan.

Grâce à la médiation de l'Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD⁹), le gouvernement du Soudan et l'Armée de libération du peuple soudanais ont signé, entre 2002 et 2004, une série de six accords dont cinq à Naivasha (Kenya). La signature en 2005 d'un accord général de paix a ouvert la voie à la formation d'un gouvernement d'unité nationale.

En janvier 2007, la mission de l'ONU au Soudan a fourni aux 7 000 soldats de la mission de l'Union africaine au Darfour une première livraison de matériel et de provisions, le Darfour ayant été le théâtre d'une violence inouïe (voir encadré).

Source : Mission de l'ONU au Soudan : www.unmis.org/English/cpa.htm

Faites acte de candidature avant le 30 avril de chaque année pour une bourse MAB-Jeunes scientifiques:
www.unesco.org/mab/bursaries/mys.shtml

9. L'IGAD couvre Djibouti, l'Éthiopie, l'Erythrée, le Kenya, l'Ouganda, la Somalie et le Soudan. Le Bureau d'Addis Abeba est le Point focal pour l'UNESCO avec l'IGAD. Avec la signature d'un accord de coopération avec l'IGAD le 29 janvier 2007, l'UNESCO a formalisé ses liens avec sept des huit communautés économiques régionales reconnues par l'Union africaine

10. Université du Haut Nil, Soudan : tarigtagsir@yahoo.com

11. Centre de recherches sur la faune, Soudan : ameergadour@hotmail.com

12. Centre de recherches sur la faune, Soudan : naboush2@hotmail.com

Regain de l'insécurité au Darfour

Au cours des deux dernières années, les agences humanitaires ont réussi à sauver des centaines de milliers de civils pris dans le conflit de la région. Décembre 2006 a été la période, depuis avril 2004, où il a été le plus difficile d'avoir accès aux populations dans le besoin. Les attaques militaires à répétition, les fluctuations de la ligne de front et la fragmentation des groupes armés mettent en danger les humanitaires dans leurs interventions et contribuent à fragiliser davantage les civils en butte à ce conflit prolongé. Rien que pour les six derniers mois, plus de 250 000 personnes ont été déplacées en raison des combats, souvent pour la deuxième, voire la troisième fois. Des villages entiers ont été brûlés, pillés et arbitrairement bombardés, les récoltes et le bétail détruits. La violence sexuelle à l'encontre des femmes se répand à une vitesse inquiétante.

Le taux de malnutrition générale frôle dangereusement le seuil d'urgence et quelque 60 % des familles tributaires de l'aide alimentaire invoquent l'insécurité comme principal obstacle aux travaux des champs, à l'élevage du bétail et à toute autre activité rémunératrice.

Le personnel humanitaire est dans l'incapacité d'assurer indéfiniment la survie de la population du Darfour si l'insécurité se poursuit. Nous, membres de l'équipe de l'ONU au Soudan, accueillons avec soulagement les mesures concrètes prises aussi bien par les signataires, y compris le gouvernement, que par les non signataires de l'Accord de paix du Darfour (Ndrl : signé le 5 mai 2006). Cependant, il faut impérativement consolider ces progrès.

Extrait de la Déclaration conjointe publiée le 17 janvier 2007 par l'Équipe des Nations unies au Soudan (dont l'UNESCO) :
www.unicef.org/medialmedia_38055.html

Dénombrer les femmes scientifiques : un véritable casse-tête

Recueillir les données sur la participation des femmes à la recherche tient de la course d'obstacles. L'Institut des statistiques de l'UNESCO (ISU) en a fait l'expérience en préparant le *Bulletin Femmes et science*, en novembre dernier.¹³ Si l'Institut a pu se prévaloir de fournir pour 86 pays des données comparables entre elles, certains des hauts lieux de la recherche mondiale brillaient par leur absence, comme la Chine, le Royaume-Uni et les États-Unis. Pourquoi la moitié des pays du monde sont-ils absents de l'étude, et que faire pour améliorer la visibilité des femmes dans les statistiques nationales, aussi bien que la comparabilité entre les pays ?

Ce paradoxe n'a pas échappé à Ernesto Fernández Polcuch, responsable des statistiques de science et de technologie à l'ISU: « Alors que la demande de statistiques comparables entre nations se fait plus insistante », regrette-t-il, « les statistiques nationales et leur prise en compte dans les décisions politiques jouent un rôle souvent limité. Même lorsque les données existent, elles se prêtent peu à des comparaisons au plan international ».

L'une des difficultés vient du fait que l'ISU et d'autres organismes comme l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) et Eurostat appuient en général leurs comparaisons internationales sur le dénombrement physique des hommes et des femmes. « Mais certains pays, parmi les plus développés, comptent au contraire en termes d'équivalence plein temps (EPT) » explique Fernández Polcuch. « Ils ne comptent pas en nombre de personnes mais de postes ».

Si bien que l'ISU peut révéler cette étonnante information que Myanmar et le Lesotho ont la plus forte proportion de femmes parmi leurs scientifiques, respectivement 85 % et 76 % (voir graphiques p. 22), sans pouvoir fournir ce type de statistiques pour la Chine ou les États-Unis.

Autre difficulté : de nombreux pays, notamment parmi les pays à faible revenu, ne peuvent ventiler par sexe les statistiques nationales sur l'enseignement supérieur et la recherche.

Données très détaillées sur les États-Unis

Ce sont peut-être les États-Unis qui collectent les informations les plus détaillées sur le sexe, l'ethnie et les handicaps des scientifiques. La National Science Foundation (NSF), quant à elle, ne se contente pas de décompter les femmes chercheurs et ingénieurs, elle dénombre même les brevets d'invention qu'elles déposent et les données démographiques sur ces femmes.

A titre d'exemple, parmi les cadres des scientifiques et des chercheurs du secteur privé, un homme a, en moyenne 12 subordonnés là où une femme n'en a que neuf. La NSF révèle également que les responsabilités familiales sont invoquées comme motif de non travail par quelque 27 % des femmes titulaires d'un doctorat en science ou en ingénierie, lesquelles se trouvent au chômage ou hors du monde du travail, contre seulement 1,5 % chez les hommes. Les femmes scientifiques et ingénieurs sont, en outre, plus souvent que les hommes des personnes divorcées.



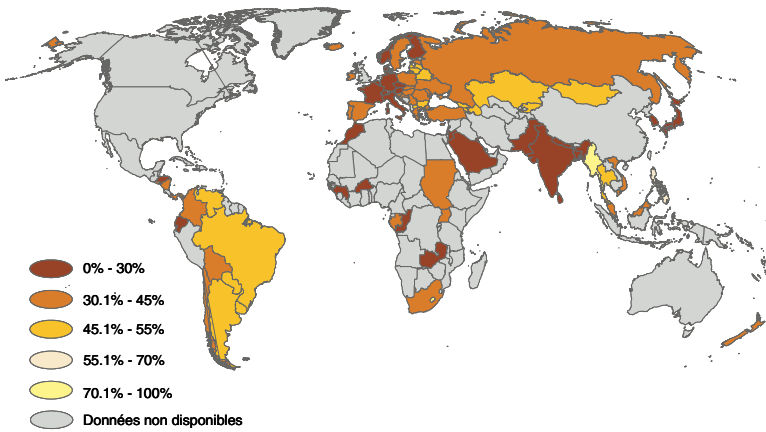
Chercheuse au Génomscope, centre national français de séquençage de l'ADN, à Ivry-sur-Seine en 2002. Selon le Bulletin de l'ISU Femmes et science, 28% des chercheurs français sont des femmes, pourcentage proche de la moyenne pour l'UE. Selon Eurostat, les femmes représentent 38% des boursiers en France, 22% des directeurs de recherche, 15% des chefs d'instituts de recherche et 5% des membres de l'Académie des sciences

Quand la comparaison entre pays devient indispensable

Ces informations représentent une véritable mine d'or pour définir la politique scientifique nationale, même si elles ne sont pas, pour la plupart, comparables au plan international. Mais, pour d'autres pays, comme ceux de l'Union européenne (UE), la comparabilité est indispensable afin d'harmoniser les politiques scientifiques et donner une place aux femmes sur l'agenda politique.

« Pas de statistiques, pas de problèmes, pas de politique scientifique » déclare le P^f Hilary Rose, de l'Université de Bradford (R-U) dans *She Figures*, rapport publié l'an dernier par Eurostat. « Le reste est pure gesticulation, alors que les statistiques permettent de mettre le doigt sur les problèmes et de surveiller l'efficacité des remèdes ».

Les réflexions du P^f Rose trouvent des échos en Autriche, en Allemagne et aux Pays-Bas, où les pourcentages de femmes scientifiques restent faibles et assez mal connus, selon le Groupe d'Helsinki des Femmes dans la science, de la Communauté européenne. A l'inverse, nombreux sont les nouveaux membres de l'UE et des pays associés dont l'héritage communiste leur fournit de bonnes statistiques et une forte proportion de femmes parmi les chercheurs et les ingénieurs.



Mesurer l'épaisseur du plafond de verre

Le Groupe d'Helsinki a facilité la création d'un réseau de statisticiens qui s'efforce de mieux identifier et observer les facteurs qui poussent les femmes à entrer dans la carrière scientifique et à en sortir. Il ne s'agit pas ici de voir combien de femmes font de la recherche, mais comment se déroule leur carrière.

Par exemple, dans quelle mesure les femmes prennent-elles des décisions quant à l'agenda scientifique ? La réponse tient, en partie, à la composition des conseils de politique de la science. Seules la Finlande et la Suède ont plus de 40 % de femmes parmi les membres de ces conseils, suivies du Royaume-Uni et du Danemark avec plus de 30 %. Mais dans la plupart des pays de l'UE, la proportion s'établit entre une sur cinq et parfois moins d'une sur dix, selon *She Figures*.

Autre outil innovant, l'Index du plafond de verre, qui compare les chances des femmes et des hommes d'accéder à un poste universitaire de tout premier rang. En principe, plus l'indice est élevé, plus « épais » est le fameux plafond qui fait obstacle à la progression des femmes. Selon *She Figures*, la Roumanie et la Turquie obtiennent les meilleurs résultats, avec 1,1 et 1,4, respectivement, alors que l'UE obtient en moyenne 2,1.

Les barrières les plus « épaisses » se trouvent à Malte (11,7) et en Lituanie (3,2).

A l'ISU, Fernández Polcuch rêve de recueillir, à l'échelle internationale, des données de cette qualité. Si les plafonds de verre restent hors de sa portée, il disposera bientôt d'une nouvelle source de données provenant du projet conjoint de l'ISU, d'Eurostat et de l'OCDE.

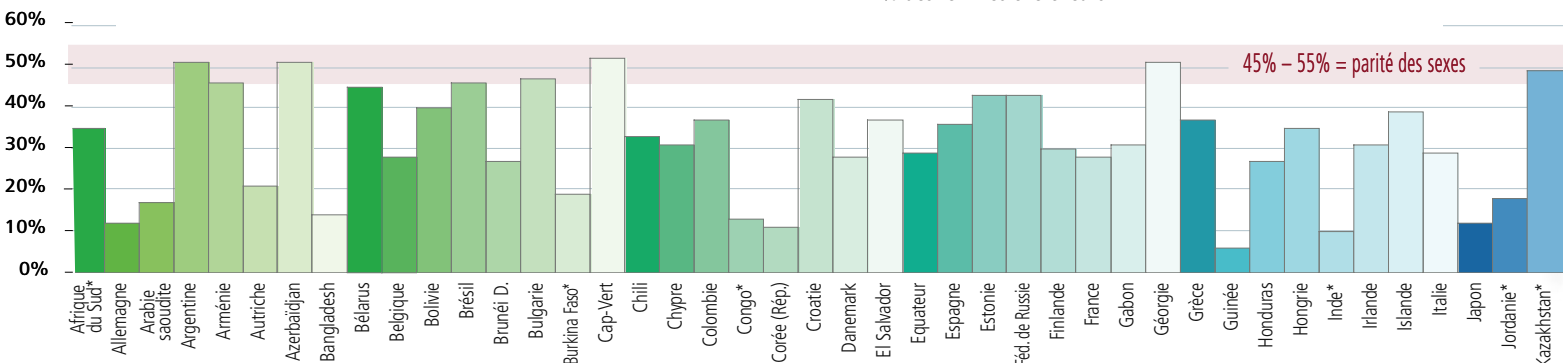
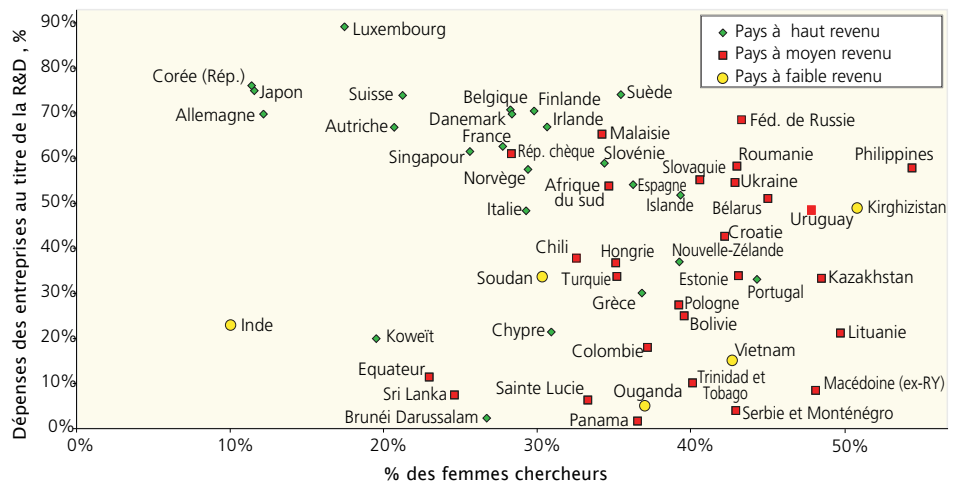
Suivre la carrière des titulaires de doctorats

A l'instar d'une enquête menée aux États-Unis, l'ISU, Eurostat et l'OCDE ont mis au point une méthode pour observer, au plan international, le déroulement des carrières de titulaires de doctorats. L'ISU a notamment conçu un questionnaire à l'intention des pays ayant peu d'expérience en la matière, pour les aider à réaliser ces enquêtes. Pour la première fois, pays en développement et pays développés seront ainsi à même de comparer, par exemple, les salaires des hommes et des femmes ingénieurs, ou encore le temps qu'il faut à ces deux catégories de scientifiques pour trouver un emploi dans leur spécialité.

Plusieurs pays ont déjà terminé ces enquêtes, d'autres s'y préparent. Les conclusions, qui doivent être publiées l'année prochaine, vont permettre d'avoir une image globale de la place des femmes dans les sciences, en faisant disparaître les zones d'ombre des « données non disponibles ».

Relation entre le pourcentage des femmes chercheurs et les dépenses des entreprises au titre de la R&D en 2003,

en pourcentage du montant total de la dépense intérieure brute de R&D



Source des graphiques : ISU (2006). *Women in Science: Under-represented and Under-measured*. Bulletin de statistique de science et de technologie de l'ISU, No.3, novembre. Montréal, Canada

Trajectoires de carrières différentes dès le départ

Des informations disponibles, il ressort nettement que les femmes et les hommes engagent leurs carrières, dès l'université, sur des voies différentes, et qu'une fois devenus chercheurs, ils se maintiennent constamment sur ces voies divergentes.

Le Bulletin de l'ISU consacré au thème *Femmes et science* constate qu'en 2003 la parité des sexes chez les étudiants en licence et ingénierie n'était atteinte que dans trois des 47 pays pour lesquels les données existaient. « Le fait qu'il y ait, dans beaucoup de pays, une plus grande proportion de femmes en deuxième cycle qu'en premier semble renforcer l'hypothèse que les femmes continuent à mieux réussir et à abandonner moins souvent que les hommes, notamment dans les premières étapes de l'enseignement supérieur », observe le Bulletin.

Le tableau change au niveau du doctorat, où la présence des hommes est prédominante. Seuls 8 % des pays ont un nombre de femmes nettement plus important que celui des hommes en doctorat de science et d'ingénierie, et 17 % réalisent la parité des sexes.

Le choix du domaine d'études est également spécifique à chaque groupe. Les étudiants sortant d'écoles d'ingénieurs sont « dans une majorité écrasante » des hommes. De même, en informatique, les universités fournissent toujours des acteurs masculins à la société de l'information. Il en va tout autrement des sciences de la vie : quelque 73 % des pays déclarent avoir un peu plus de femmes diplômées que d'hommes dans ce domaine, qui inclut la médecine.

Par ailleurs, les femmes sont moins présentes que les hommes dans la R&D du secteur privé. « Certains en ont conclu que la proportion importante des entreprises dans la R&D pourrait expliquer la relative faiblesse du pourcentage des femmes », indique le Bulletin. Les femmes représentent 28 % du nombre total des chercheurs de l'UE, par exemple, mais 34 % des chercheurs employés par l'État ou l'enseignement supérieur, contre 18 % par les entreprises privées. Dans le cas des pays à revenu moyen ou faible cependant, la corrélation entre la participation des femmes à la R&D d'entreprises n'est pas si marquée (voir figure). Le Bulletin souligne qu'« il sera évidemment nécessaire de poursuivre les études sur la question ».

Elèves du lycée Mahmoud Tarzi de Kandahar (Afghanistan) en 2007. Selon le ministère de l'éducation, les filles représentaient un tiers des écoliers et les femmes un cinquième des étudiants en 2003, soit deux ans après que la chute du régime des Talibans eût rouvert les écoles aux filles. Environ 19 % des étudiantes étaient inscrites en médecine, 12 % en sciences naturelles et à peine 2 % en ingénierie



L'impérieuse obligation de poursuivre les études par sexes

Dans les 86 pays étudiés par l'ISU, les femmes représentent à peine plus du quart des chercheurs. Dans le tiers d'entre eux, c'est moins de 30 %. Seuls 17 à 18 % des pays ont réalisé la parité des sexes, et ils sont un nombre infime à avoir plus de femmes que d'hommes parmi les chercheurs (voir graphique).

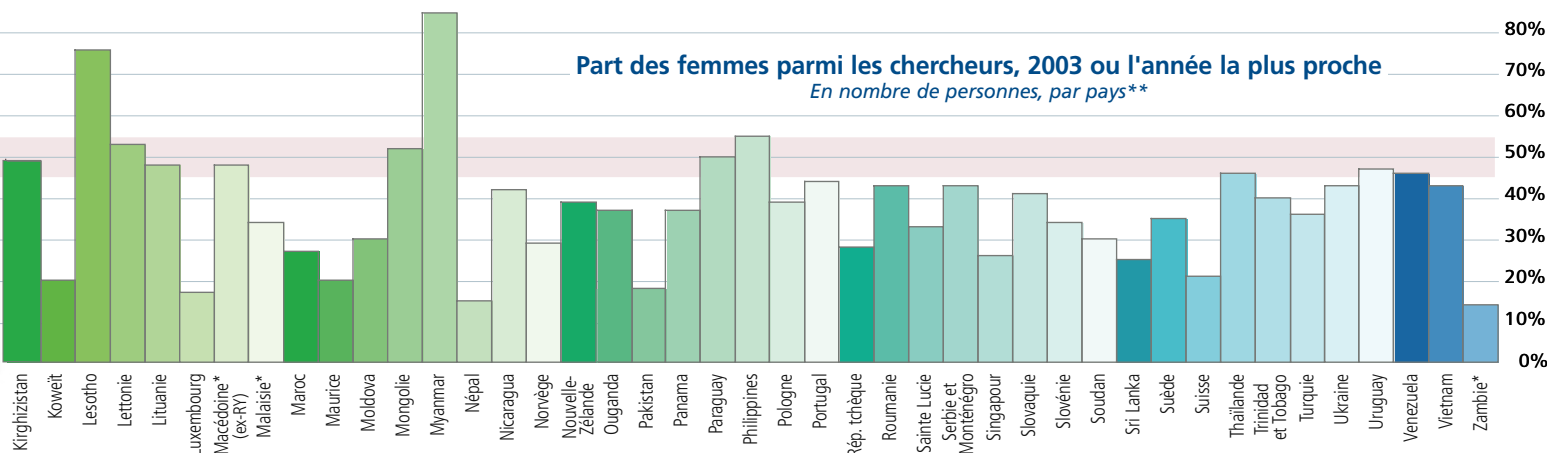
Le Bulletin de l'ISU conclut que la sous-représentation des femmes dans la science « prend sa source dans les systèmes éducatifs, notamment aux niveaux avancés ». Il poursuit en disant qu'« il est de la plus haute importance de pousser plus loin les recherches sur les autres facteurs faisant obstacle à l'accès des femmes aux postes de recherche, à leur maintien dans la profession et à leur promotion. Il faut pour cela s'intéresser aux stéréotypes, aux conditions de travail – l'équilibre entre travail et vie privée – aux conditions du marché du travail, à la gouvernance et au statut des chercheurs dans la société... Les décideurs de l'enseignement supérieur et de la politique scientifique ne peuvent se désintéresser de la question ».

Amy Otchet¹⁴

*Le Bulletin est accessible (en anglais) sur : www.uis.unesco.org
Pour en savoir plus : e.fernandez-polcuch@unesco.org*

13. En collaboration avec l'Institut national de recherche scientifique (Montréal, Canada)

14. Chargée de la communication à l'ISU



*EPT ; **voir carte

Agenda

11-14 avril

Variabilité et vulnérabilités du CO₂ dans l'océan superficiel – Atelier parrainé par le Projet intl de coordination du carbone océanique, SOLAS, IMBER, GCP.

UNESCO Paris: r.dagarville@unesco.org;
www.ioc.unesco.org/iococplpCO2_2007.htm

22-27 avril

Jardin botanique coranique – Réunion du comité consultatif intl pour créer un jardin à Sharjah, Emirats arabes unis. Le bureau du gouverneur de Sharjah et l'UNESCO à Doha: b.boer@unesco.org

30 avril

Date limite – pour candidatures aux réserves de biosphère (voir 11 juin) et aux Bourses MAB pour jeunes scientifiques, avalisées par les Comités MAB nationaux, pour décision en septembre: mab.awards@unesco.org;
www.unesco.org/mab/bursaries/mys.shtml

2-5 mai

Groupe sur les observations océaniques pour l'étude du climat – Systèmes d'observation mondiale du climat (GCOS) et de l'Océan (GOOS) et Programme mondial de recherche sur le climat. UNESCO Paris:
<http://lioc3.unesco.org/loopclmeetingsloopc-12/>

3-4 mai

Innovation en vue du développement
Conférence intl. L'Association européenne pour le transfert de la technologie, de l'innovation et de l'information industrielle, et l'UNESCO. Paris: www.unesco.org/sciencelbes

11 mai

Inauguration du bureau du WWAP
par le Directeur général de l'UNESCO, à Pêrouse (Italie), voir p. 10.

10-12 mai

Education, recherche et innovation: nouveau partenariat pour le développement durable
Forum mondial G8/UNESCO. Quel partenariat pour l'université, les organismes de recherche et l'industrie? rôle du gouvernement, énergie, santé, S&T et innovation en Afrique. CIPT, Trieste (Italie): <http://lg8forum.ictp.it>

23-25 mai

Habilitation des femmes en ingénierie et technologie – Atelier intl organisé par la FMOI, avec l'UNESCO. Tunis (Tunisie): t.marjoram@unesco.org

28-29 mai

Exploitation durable des terres humides
Atelier intl de gestion des réserves de biosphère, l'UNESCO à Moscou, le comité MAB national et la Région de Rostov. Rostov-sur-le-Don (Féd. de Russie): m.prchalova@unescorussia.ru

29-30 mai

Régions de montagne – problèmes écologiques des villes
Conf. scientifique intl. L'Académie nationale des sciences, avec le soutien de l'UNESCO à Moscou et de l'Hôtel de ville. Erevan (Arménie): IYSCI@rambler.ru

29-31 mai

Stratégie mondiale intégrée d'observation
14^e session. UNESCO. Paris:
www.ioc-goos.org/IIGOS-P-14; hh.lam@unesco.org

31 mai – 1er juin

Développement de l'énergie durable, science et réduction de la pauvreté – Conf. des ministres de l'énergie, des agences des Nations unies, suite aux recommandations du G8 sur le Plan d'action de Saint-Petersbourg pour la sécurité énergétique mondiale (juillet 2006). UNESCO Paris:
a.benchikh@unesco.org; www.unesco.org/sciencelbes

11-13 juin

Comité consultatif des réserves de biosphère
Réunion pour statuer sur les candidatures et les extensions des réserves de biosphère; rapports périodiques des Comités nationaux du MAB: mab@unesco.org

13-15 juin

50^e anniversaire de l'IHE de l'UNESCO
Symposium sur le thème de l'Eau dans un monde en évolution: valoriser le savoir et les capacités locales. Delft (Pays-Bas): www.unesco-ihe.org

13-17 juin

Histoire de l'eau dans les civilisations – 5^e conf. de AIHE, soutenue par le PHI de l'UNESCO. Tampere (Finlande): www.iwha.net/; www.unesco.org/water

19-28 juin

Assemblée de la COI – 24^e session. UNESCO, Paris: <http://lioc.unesco.org/iocweb/index.php>

Vient de paraître

Policy Perspectives for Ecosystem and Water Management in the Arabian Peninsula

K. M. Amer, B. Böer (UNESCO), M. Brok, Z. Adeel, M. Clüsener-Godt (UNESCO), W. Saleh (ed). UNESCO/IUNU, avec avant-propos de W. Erdelen et R. Daley, ISBN: 92-808-6001-1, en anglais, 172 p. Ce bilan des nombreux aspects d'une gestion intégrée des ressources hydriques, terrestres et marines faisait sérieusement défaut dans la région. Pour en demander un exemplaire (à Doha): b.boer@unesco.org

A Handbook for Measuring the Progress and Outcomes of Integrated Coastal and Ocean Management

Manuels et Guides 46. ICAM Dossier 2. UNESCO-COI, en anglais. Guide pratique. Pour en savoir plus: p.boned@unesco.org

Global Geoparks Network

Brochure de 4 pages, produite par le Programme des sciences de la terre de l'UNESCO, en anglais.

Présentation du concept de géoparc, associant conservation, éducation et géotourisme. Un géoparc est une zone protégée au plan national, comportant des sites du patrimoine géologique remarquables par leur importance, leur rareté ou leur attrait esthétique. Le réseau des géoparc fonctionne de concert avec le Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO, le MAB de l'UNESCO, les Bureaux nationaux de recherche géologique, des ONG, etc. Adresser les demandes à: m.patzak@unesco.org

Policy Briefs

Nouvelle collection. Brochure de 4 pages publiée par le MAB de l'UNESCO et le Comité scientifique du CIUS sur les problèmes de l'environnement (SCOPE), en anglais.

La prochaine brochure, traitant des effets de l'activité humaine sur les changements du cycle de l'azote mondial, est prévue pour mai: www.unesco.org/mab/biodiv/biodivSC.shtml#assessments

News from the Biosphere World Network

Nouveau bulletin électronique trimestriel (en anglais) donnant un aperçu de l'information véhiculée par l'Internet. Pour le consulter et s'y abonner gratuitement: www.unesco.org/mab/publications/newsletter/leng.shtml

Fishers' Knowledge in Fisheries Science and Management

Édité par N. Haggan, B. Neis et I. Baird. Coastal Management Sourcebooks 4. Éditions UNESCO, 30,00€, ISBN: 978-92-3-104029-0, en anglais, 440 p. Choix de chapitres des Actes d'une conférence de 2001 sur «Mettre en pratique le savoir des pêcheurs», présentant des exemples sur la façon dont les connaissances des pêcheurs sont mises au service de la science et de la gestion des pêches. Pour en savoir plus: www.unesco.org/links

Communicating Physics/Comunicare la Fisica

Édité par Massimo Armeni. Parrainé par le bureau de l'UNESCO à Venise, dans le cadre de l'Année internationale de la physique (2005), et par Pirelli Spa. Zadigroma Editore, 10€. ISBN: 88-88734-14-7, Bilingue anglais-italien.

Comment le public perçoit la physique et comment la physique est présentée par les TIC. Souligne l'influence de la physique sur la société, dans des domaines stratégiques tels que l'énergie nucléaire et les nanotechnologies. Est diffusé auprès d'universités et de bibliothèques en Europe. Pour en savoir plus (à Venise): r.santesso@unesco.org

Atlas marin africain

Élaboré depuis juin 2006 par ODINAFRICA, avec le soutien de la COI de l'UNESCO et de la communauté flamande de Belgique.

Ce premier atlas marin africain fut réalisé par 16 spécialistes des sciences de la mer et d'experts en système d'information géographique d'institutions nationales des pays suivants: Afrique du Sud, Bénin, Ghana, Kenya, Mauritanie, Maurice, Mozambique, Namibie, Sénégal, Seychelles, Tanzanie. Cet atlas fait apparaître les régions exploitées de manière intensive le long du littoral africain nécessitant une gestion minutieuse. Les gestionnaires des ressources côtières, les planificateurs et les décideurs africains, ainsi que les ONG, les hôteliers, les enseignants etc. peuvent consulter en ligne les cartes, les images et les données: <http://iodweb2.vliz.be/omap/OMAP/index.htm>; Pour en savoir plus: <http://odinofrfrica.net>; m.odido@unesco.org