



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



**Le miracle
de la lumière p. 2**

Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 3, No. 4
Octobre – décembre 2005
1ère édition révisée

Planète SCIENCE

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR

- 2 Le miracle de la lumière

ACTUALITÉS

- 8 Dix ans pour développer des centres d'excellence en Afrique
8. Encadrer la ruée vers l'or des fonds sous-marins
- 9 Bourses pour physiciens africains
- 10 21 projets d'ingénierie pour un monde meilleur
- 10 Le GRASP freinera, d'ici 2010, la déperdition des grands singes
- 11 Sept sites viennent enrichir le Patrimoine mondial
- 12 23 nouvelles réserves de biosphère
12. Coup de pouce de l'Arabie saoudite à l'enseignement supérieur palestinien

INTERVIEW

- 13 Stephen Hill : Pourquoi les travaux de réhabilitation prennent tant de temps

HORIZONS

- 16 La science aux Caraïbes sous le microscope
- 20 La science à Cuba : joyau de la couronne des Caraïbes

EN BREF

- 24 Calendrier
- 24 Vient de paraître

ÉDITORIAL

Une approche **inédite**

Le ministère cubain de la science et de la technologie (S&T) et l'UNESCO organisent une Conférence régionale sur la science, la technologie et l'innovation en vue du développement durable, qui se tiendra du 1er au 3 décembre à la Havane. Les organisateurs tournent délibérément le dos à l'état d'esprit « on continue comme avant ». Au lieu de s'efforcer de faire adopter un ensemble de recommandations, issue la plus fréquente des conférences de ce type, ils mettent sur la table un certain nombre de projets de coopération régionale en invitant les participants à les critiquer, à y apporter des améliorations et, le cas échéant, à les adopter. Certains de ces projets opérationnels auront à traiter de l'atténuation des risques de catastrophe, de l'enseignement des sciences et de la vulgarisation scientifique. L'UNESCO aura alors pour tâche d'aider les Etats membres à trouver un financement pour leur réalisation. Cette approche repose sur l'idée que des projets concrets sont un bon moyen de stimuler la coopération intrarégionale dans des domaines d'intérêt commun.

L'UNESCO prône depuis longtemps les avantages de la coopération Sud-Sud pour l'ensemble du monde en développement. En Amérique latine et aux Caraïbes, son bureau régional pour la science à Montevideo (Uruguay) est engagé depuis des décennies dans des projets régionaux de coopération technique. L'UNESCO a également joué un rôle important dans la création de réseaux scientifiques régionaux ; les deux derniers ont été lancés en 1998 : les réseaux de recherche et développement (R&D) et de programmes en sciences aux Caraïbes (Cariscience) et en Amérique centrale (Red-Ciencia).

L'instabilité financière et politique de ces dernières décennies a fait payer un lourd tribut à la S&T d'Amérique latine. La région, qui abrite aujourd'hui 8,3% de la population mondiale et contribue pour 8,9% au PIB mondial, ne participe que pour 3,2% aux dépenses mondiales de R&D et pour 2,6% à la publication d'articles scientifiques. Les pays comprennent aujourd'hui que, si leur région veut revendiquer sa juste place sur la scène internationale, ils vont devoir s'épauler les uns les autres. Ce qui implique qu'ils resserrent leurs liens intrarégionaux.

L'Amérique latine et les Caraïbes constituent une région diversifiée. Leurs dépenses de R&D par rapport à leur PIB s'échelonnent entre un simple 0,1% et 1%. Sept Etats produisent à eux seuls 92% des articles scientifiques publiés dans les grandes revues : le Brésil (40%), l'Argentine et le Mexique (20% au total) et, à part égales, le Chili, la Colombie, Cuba et le Venezuela.

Parmi les Etats des Caraïbes, Cuba est un cas particulier. A la différence de ses voisins qui hésitent encore à épouser la « culture scientifique », Cuba a investi lourdement dans la biotechnologie et en recueille aujourd'hui les bénéfices. Dans ce numéro, nous passons en revue l'état de la recherche à Cuba ainsi que dans les pays du Marché commun des Caraïbes.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Le miracle de la lumière

La célébration de l'Année internationale de la physique est peut-être plus justifiée qu'il n'y paraît. Elle marque en effet non seulement le centenaire de l'Année miraculeuse d'Einstein, mais aussi le millénaire de la fondation de l'optique moderne par le physicien Ibn Haitham (Irak, 965-1040). Parmi ses grandes découvertes, Ibn Haitham a donné ses lettres de noblesse à la science expérimentale grâce à une série remarquable d'expériences conférant une solution définitive au débat passionné sur les fondements de la vision. Après avoir ouvert la voie par la caméra « tête d'épingle », il a magistralement expliqué la vision par le déplacement de la lumière vers l'œil et non l'inverse. Il a ainsi définitivement discrédité la théorie, devenue absurde, de Ptolémée et de Platon¹ et remplacé avec succès une pensée scientifique datant de plusieurs siècles... Nous allons, au cours de ces pages, faire un voyage à travers un millénaire de physique de la lumière, et de l'optique en particulier.



©UNESCO/Jean O'Sullivan

Les organisateurs de l'Année internationale 2005 de la physique (dénommée à l'origine Année mondiale de la physique) n'auraient pu choisir un logo plus élégant que le dessin en couleurs d'un diagramme de cône lumineux, rappel des féconds travaux d'Einstein en 1905. Les cônes lumineux, comme l'a écrit le célèbre physicien d'Oxford Roger Penrose, « constituent la plus importante des structures de l'espace-temps ».

Ce que montre un cône lumineux c'est simplement comment une impulsion lumineuse se répand dans l'espace avec le passage du temps, tout comme les ondes se propagent à la surface d'une mare.

Logo de l'Année de la physique : esquisse colorée d'un diagramme de cône lumineux. Le cône supérieur, appelé cône lumineux futur, montre comment une impulsion lumineuse se diffuse dans l'espace (représenté à l'horizontale) avec le passage du temps (représenté à la verticale). Le cône inférieur, appelé cône lumineux passé, n'est que le prolongement dans le passé du cône lumineux futur. La lumière possède deux propriétés essentielles, représentées dans le diagramme : la première, c'est qu'elle voyage en ligne droite, ce qu'Ibn Haitham a prouvé expérimentalement grâce à la

caméra tête d'épingle, il y a 1 000 ans. La seconde, également suggérée par Ibn Haitham, c'est que sa vitesse est finie



Si la lumière se prête à une géométrie aussi élégante, c'est avant tout en vertu de deux propriétés de base. La première est que la lumière se déplace en ligne droite (sans tenir compte de la courbure de l'espace-temps), la seconde que la lumière est dotée d'une vitesse déterminée. Ces deux propriétés nous renvoient au physicien arabe du 11^{ème} siècle, Alhasan Ibn Haitham, plus connu en Occident sous son prénom latinisé d'Alhazen, père fondateur de la physique moderne.

Le faisceau lumineux d'Ibn Haitham

Pour mettre un terme à l'éternel débat sur le fonctionnement de la vision, Ibn Haitham a créé une installation expérimentale d'une surprenante simplicité : la caméra tête d'épingle ou *camera obscura*², principe élémentaire de toute la photographie, depuis les premiers appareils jusqu'aux modèles numériques d'aujourd'hui. Sa caméra tête d'épingle consistait en une minuscule ouverture pratiquée devant une chambre noire. Il disposait plusieurs lampes en dehors de la chambre et observait l'apparition sur le mur opposé de la chambre noire d'un nombre égal de points lumineux. En plaçant un obstacle entre l'une des lampes et l'ouverture, il observait la disparition de l'un des points lumineux, et en supprimant l'obstacle il faisait réapparaître le point lumineux. Il a signalé, fait décisif, que chaque lampe et son point lumineux correspondant étaient parfaitement alignés sur une droite passant par l'ouverture.

Ainsi, à l'aide de sa caméra Ibn Haitham prouvait que la lumière se déplaçait en ligne droite. De plus, en observant que la lumière des différentes lampes ne se mélangeait pas en traversant l'ouverture il établit un parallèle avec la vision et concluait que celle-ci était due au parcours de la lumière vers l'œil, qui formait une image de la scène visuelle, ordonnée point par point. La caméra marquait, en fait, l'aboutissement d'une série d'observations et d'expériences prouvant que l'on pouvait étudier l'œil comme un instrument d'optique. Effectivement, Ibn Haitham a étudié l'anatomie et la physiologie de l'œil sous tous leurs aspects, donnant à plusieurs parties de l'œil leurs noms actuels, comme la cornée, le cristallin et la rétine.

1. Le philosophe Platon (Grèce, 427-347 av. J.C.) et l'astronome Ptolémée (Égypte, 90-168) ont été célèbres en leur temps. En mesurant la position des astres, Ptolémée comprit que la lumière est réfractée par l'atmosphère

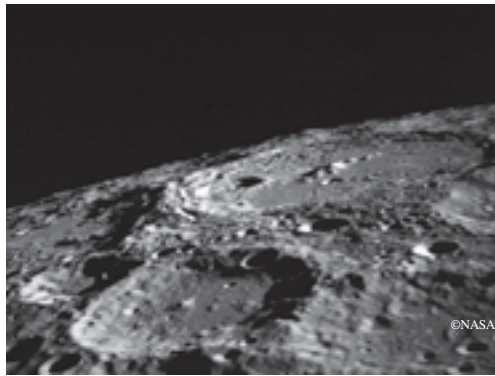
2. Camera signifie « chambre » en latin et obscura signifie "obscur"

En isolant un rayon lumineux, il a pu décrire la propagation de la lumière d'une façon parfaitement conforme aux lois de la géométrie, qui entretenait un rapport singulier avec la physique et les mathématiques. Mais, à la différence de ses prédécesseurs, il estimait qu'une théorie devait s'appuyer sur l'expérimentation. Pour justifier ses théories, il mit donc au point des constructions plus ou moins complexes destinées non seulement à tester la valeur qualitative de ses affirmations mais aussi à produire des résultats quantitatifs. À propos du phénomène de réflexion diffuse, crucial pour la compréhension de la vision, il a montré par l'expérimentation que la lumière réfléchi par chacun des points de la surface d'un objet illuminé rayonne de façon rectiligne dans toutes les directions. En particulier, la lumière réfléchi par un objet visible forme un cône de rayons ayant pour base l'objet et pour sommet l'œil. Tel est le principe de la perspective linéaire, fondement de l'art pictural de la Renaissance. Des peintres comme l'Italien Léonard de Vinci (1452-1519) ont fait un usage magistral de la perspective pour donner à leurs tableaux une apparence de réalité en trois dimensions. Mais l'influence d'Ibn Haitham sur l'évolution de la science en Europe a été encore plus profonde. Faisant suite au renouveau de la logique dû à cet esprit universel que fût l'Espagnol Ibn Rushd (1126-1198), la théorie de la lumière et de la vision de Haitham, en se répandant, a projeté sur l'Europe du Moyen-âge une éblouissante lumière.

La science vue à partir de la caméra obscure

Avant de passer à la deuxième propriété de la lumière illustrée dans le diagramme du cône lumineux, examinons de plus près l'impact de la chambre noire, invention qui a alimenté la pensée scientifique pendant des siècles. La chambre noire était devenue un instrument classique pour les générations de physiciens qui ont succédé à Ibn Haitham. Isaac Newton, par exemple, l'a utilisée dans sa célèbre expérience du prisme qui lui a permis de décomposer la lumière blanche en ses couleurs élémentaires. « Le Soleil brillant dans une pièce sombre par un petite ouverture ronde dans la persienne et sa lumière s'y réfractant sous l'aspect d'un prisme pour projeter son image colorée sur le mur opposé... », expliquait Newton dans son *Opticks* (1704). À propos de ses découvertes en optique, Newton écrivait dans une lettre à son archi rival Robert Hooke, « Si j'ai réussi à voir plus loin c'est parce que j'ai grimpé sur les épaules de géants ».

Deux siècles et demi plus tard, des photos d'étoiles prises depuis l'île de Principe, au large de la côte occidentale de l'Afrique, ont apporté à la communauté scientifique internationale les preuves irréfutables et définitives de la



La surface de la lune. Ibn Haitham a démontré par la géométrie que la lumière de la lune ne peut s'expliquer valablement que par le phénomène de réflexion diffuse, c'est à dire la réflexion par une surface rugueuse

justesse de la théorie générale de la relativité d'Einstein. Celui-ci avait annoncé qu'en passant à proximité d'un objet massif comme le soleil, la lumière serait déviée dans une proportion calculable d'après sa nouvelle théorie de la gravité. L'éclipse solaire de 1919 devait donner l'occasion à une expédition dirigée par Arthur Eddington de tester l'hypothèse d'Einstein. Eddington a comparé les photos des étoiles du groupe des Hyades, vues dans les parages de l'éclipse solaire, à celles des mêmes étoiles lorsque le soleil était hors du champ de vision. Les photos ont confirmé le changement de position apparente des étoiles prévu par Einstein, faisant d'Einstein une célébrité.

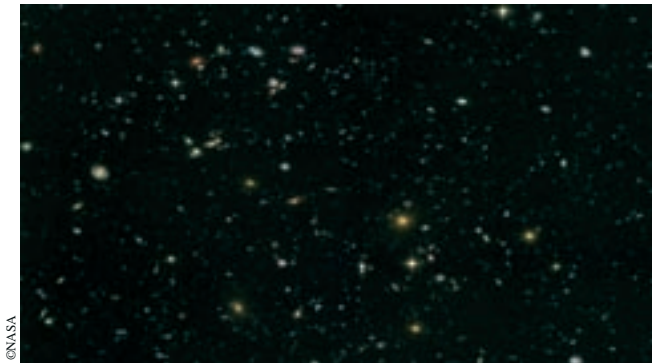
Comment fabriquer une *camera obscura*

Facile à fabriquer (voir ci-dessous), la *camera obscura* permet de mieux comprendre comment voyage la lumière. Pour l'utiliser, il suffit de la pointer vers ce qu'on veut observer et regarder l'image qui est projetée sur l'écran. Il est préférable d'observer des sources très contrastées ou très lumineuses, comme le filament d'une ampoule claire dans une pièce sombre. Pour éviter d'être ébloui par la source, il est possible de placer un morceau de tissu foncé et opaque sur sa tête, de la même façon que les tout premiers photographes. On peut vérifier que les images obtenues à l'aide de la caméra sont inversées et, par conséquent, conclure que la lumière voyage en ligne droite.

Pour fabriquer la caméra, il faut une feuille de carton souple de 22 cm x 28 cm (pour le corps rectangulaire de la caméra) et deux morceaux de papier ciré ou un morceau de papier à tracer de 5 cm x 5 cm pour l'écran (1^{ère} étape). À l'aide de l'aiguille à coudre, percer un petit trou de 1 mm de diamètre au centre de l'une des extrémités de la boîte que vous venez de fabriquer (2^{ème} étape). Après avoir collé les morceaux de papier ciré ou le morceau de papier à tracer sur le support de l'écran, installer l'écran à l'extrémité ouverte de la caméra et le coller en place (3^{ème} étape).



Avec l'aimable collaboration de Claire Deschênes et Judith Sevigny, Chaire CRSNG/Alcan pour les femmes en sciences et génie au Québec (Canada); programme Outils pédagogiques utiles en sciences



Cette photo de quelque 10 000 galaxies prise par le télescope spatial Hubble montre la partie la plus lointaine de l'univers visible que l'on ait jamais pu capter. La caméra d'exploration perfectionnée de Hubble a saisi des galaxies dont la distance s'évalue en milliards d'années lumière, à peine à « un jet de pierre » du Big Bang. Cet exploit s'est produit presque 1 000 ans après qu'Ibn Haïtham a inventé la caméra tête d'épingle, principe élémentaire de la photographie

La vitesse de la lumière est-elle infinie ou finie ?

Deux des phénomènes essentiels de l'optique géométrique sont la réflexion et la réfraction : Haïtham les a étudiés tous deux en s'appuyant sur d'innombrables expériences. En expliquant la réfraction (déviation de la lumière à l'entrée ou à la sortie d'un milieu plus dense), il s'est élevé contre les conceptions existantes, soutenant que la lumière avait une vitesse finie - la seconde des propriétés mises en évidence dans le diagramme du cône lumineux du logo de l'Année de la physique. Dans un éclair d'intelligence, il a compris que la réfraction était due à un ralentissement de la lumière pénétrant un milieu plus dense. Une fois de plus, il fondait son affirmation sur un modèle expérimental.

L'électrodynamique quantique (QED), sommet de la révolution quantique dont Einstein avait donné le coup d'envoi en 1905, nous apprend que la lumière emprunte toujours le chemin du temps le plus bref pour voyager entre deux points. Dans un même milieu, ce chemin est tout simplement rectiligne. Mais comme la vitesse de la lumière diminue dans un milieu plus dense, pour la lumière qui voyage entre deux milieux la voie du temps le plus bref n'est plus rectiligne mais fait dévier la lumière. La théorie de la QED, élaborée par Paul Dirac, Richard Feynman et d'autres, apporte des explications fabuleusement riches sur les phénomènes optiques.

Pourquoi ne fait-il pas soudain noir lorsque le soleil se couche ? Le phénomène du crépuscule est si habituel que personne ne se pose la question. Dans son *Traité l'Équilibre de la sagesse*, Ibn Haïtham a calculé, d'après la durée du crépuscule que, lorsqu'il se termine, le soleil est réellement à 19° au-dessous de l'horizon, et c'est l'atmosphère terrestre qui reflète la lumière du soleil. Il a su, dans un trait de génie, se servir du début du crépuscule pour calculer par la géométrie la hauteur approximative de l'atmosphère à partir du rayon de la Terre, ouvrant ainsi la voie à un nouveau chapitre des recherches sur les mystères de l'univers.

Chef-d'œuvre d'optique

La réflexion et la réfraction sont analysées de façon approfondie dans la seconde moitié du chef-d'œuvre d'Ibn Haïtham *Kitab al-Manazir* ou *Traité d'optique*, traduit en latin sous le titre *d'Opticae Thesaurus*, ouvrage révolutionnaire s'appuyant résolument sur la géométrie et l'expérimentation, qui supplanta la tradition bien établie de l'optique selon Ptolémée. Dans ces volumes, Ibn Haïtham a nettement distingué l'étude de l'optique (physique et géométrique) de celle de la perception visuelle : par l'expérimentation, il donnait rang de science autonome à l'optique et, au-delà, à la physique. C'est en optique et non en mécanique qu'est né le concept d'expérimentation en tant que preuve systématique et ordonnée. L'ouvrage *Traité d'optique* d'Ibn Haïtham doit prendre place auprès des *Principia Mathematica* de Newton comme l'un des ouvrages de physique qui ont eu la plus grande influence de tous les temps.

« Ce musulman fut le plus grand physicien et théoricien de l'optique de tous les temps. Que ce soit en Angleterre ou en Perse, tous s'abreuyaient à la même fontaine. Il a exercé une grande influence sur la pensée européenne, depuis Bacon jusqu'à Kepler » écrivait George Sarton dans son *History of Science* (1927). Il existe un unique exemplaire de *l'Opticae Thesaurus* dans les archives de l'Institut d'ingénierie électrique de Londres, qui avait appartenu au célèbre physicien français André Ampère (1775–1836).

Fabriquer des lentilles parfaites

Selon la légende, Archimède (Grèce, 287–212 av. J.C.) incendia les navires des envahisseurs romains en concentrant les rayons du soleil sur eux au moyen d'énormes miroirs. Que l'histoire soit véridique ou non, le désir de construire un miroir à focalisation



La lueur orange de la basse atmosphère pendant le crépuscule. Pourquoi ne fait-il pas soudain noir lorsque le soleil se couche ? En raison de la réflexion du soleil par l'atmosphère terrestre, le soleil est bien en dessous de l'horizon à la fin du crépuscule. Ibn Haïtham a su, dans un trait de génie, se servir du début du crépuscule pour calculer par la géométrie la hauteur approximative de l'atmosphère à partir du rayon de la Terre. Les phénomènes naturels comme le crépuscule intéressaient les savants musulmans pour une raison supplémentaire : le mouvement du soleil dans le ciel règle les heures de prière, et l'apparition de la nouvelle lune marque le début des mois et détermine la date des fêtes annuelles

L'optique : sujet optimal de l'apprentissage actif

L'UNESCO consacre aux professeurs de physique des pays en développement un programme d'apprentissage actif en optique et photonique* qui vise à mieux préparer les professeurs de lycée et d'université à enseigner la partie optique du cours d'introduction à la physique en utilisant les techniques d'apprentissage actif et de « main à la pâte » ainsi que des exemples tirés de recherches effectuées dans la région.

Pourquoi se concentrer sur l'optique ? Parce que c'est un domaine de la physique expérimentale qui est adapté et adaptable aux conditions de la recherche et de l'enseignement dans bien des pays en développement. On a dit de l'optique que c'était une science qui confère du pouvoir car elle a permis les progrès récents de la haute technologie, comme le laser, les fibres optiques, les photodétecteurs et autres capteurs. En améliorant l'enseignement de l'optique et de la photonique, on verra apparaître un personnel qualifié et bien formé pour l'industrie émergente de l'Afrique.

À ce jour, l'UNESCO a organisé des cours à l'Université de Cape Coast

du Ghana en septembre 2003 et novembre 2004 ainsi qu'à l'Université de Monastir en Tunisie, en avril 2005. Chacun des cours attire environ 30 étudiants. Le prochain est prévu en 2006 en Tanzanie.

Les cours sont donnés par un groupe de travail coordonné par l'UNESCO, dont les membres appartiennent au Centre international Abdus Salam de physique de l'UNESCO, à la Société internationale d'ingénierie optique (SPIE), à l'Université Swinburne de technologie (Australie), à l'Ateneo de Manille (Philippines), à l'Université de l'Oregon (Eugene, É.-U.), à l'Université du Missouri-St Louis (É.-U.) et à l'Université de Tunis (Tunisie).

Pour en savoir plus : m.alarcon@unesco.org



Jeunes formateurs tunisiens observant le fonctionnement de l'oeil (et les anomalies de réfraction) pendant l'atelier de l'UNESCO en avril avec différents types de lentilles

* Appelée aussi optique des fibres et optoélectronique, la photonique est la technologie qui permet de transmettre, de diriger et de détecter la lumière (les photons)

deux instruments capitaux pour l'évolution ultérieure de la science.

L'optique : sujet optimal

Trois siècles après Ibn Haitham, le physicien persan K. Al-Farisi (1267–1319) a rédigé un important commentaire du *Traité d'optique*, où il se propose

d'expliquer de nombreux phénomènes naturels. Par exemple, en prenant pour modèle une goutte d'eau et en s'appuyant sur la théorie de Haitham sur la double réfraction dans une sphère, il a donné la première explication correcte de l'arc-en-ciel. Il a même suggéré la propriété ondulatoire de la lumière, alors qu'Ibn Haitham avait étudié la lumière à l'aide de balles solides dans ses expériences de réflexion et de réfraction. Désormais la question se posait ainsi : la lumière se propage-t-elle par ondulation ou par transport de particules ?

Bien que la théorie ondulatoire de la lumière fût devenue prépondérante au début du 20^{ème} siècle, elle était incapable d'expliquer certaines observations expérimentales, notamment le phénomène de l'effet photoélectrique, objet de la première publication d'Einstein en son Année miraculeuse. Einstein remit au goût du jour la théorie des corpuscules de lumière, désormais appelés photons, qui expliquait enfin l'effet photoélectrique et annonçait la révolution quantique. Il nous faut aujourd'hui voir la lumière comme relevant à la fois de phénomènes ondulatoires et corpusculaires, dualité paradoxale.

En fait, au début du siècle dernier, Einstein avait fait de la dualité le concept essentiel de sa réflexion. Dans ce qu'il a considéré comme le plus important de ses travaux

parfaite a suscité de nombreux travaux d'optique depuis l'Antiquité. Le prédécesseur d'Ibn Haitham, le mathématicien bagdadien du 10^{ème} siècle Ibn Sahl, a redéfini de façon plus large l'objectif de ces recherches comme visant la construction d'un instrument d'optique ayant un pouvoir de focalisation parfaite. Il a ouvert la voie à l'étude des lentilles et formulé la première théorie géométrique des lentilles. Ses travaux ont malheureusement été perdus pendant des siècles.

Or, la découverte récente de certains manuscrits de ses travaux, analysés par le chercheur français Roshdi Rashed, ne laisse planer aucun doute sur le fait qu'Ibn Sahl a été le premier à découvrir la loi, difficile à saisir, du sinus de la réfraction. La loi de la réfraction et celle de la réflexion, énoncées intégralement pour la première fois par Ibn Haitham seraient ainsi probablement les plus anciennes des lois de la nature formulées en matière de dynamique. Armé de cette découverte, Ibn Sahl a réalisé un objectif vieux de plusieurs siècles en calculant la forme géométrique d'une lentille à focalisation parfaite, dite « anacoustique ». Qui plus est, il élabore des mécanismes compliqués pour fabriquer ses lentilles et ses miroirs.

Cependant le problème des lentilles devait prendre une nouvelle dimension lorsque Ibn Haitham lança, dans son *Traité d'optique*, l'étude de leurs propriétés visuelles et grossissantes. Il est indéniable que c'est cette nouvelle compréhension des lentilles, fondée sur la géométrie et l'expérimentation, qui a inspiré l'art des lunetiers néerlandais qui, en plaçant une lentille en face d'une autre, ont inventé les premiers microscopes et télescopes,

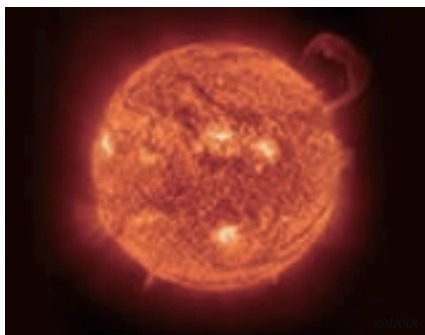
de 1905, la théorie de la relativité restreinte, il a démontré que masse et énergie sont deux aspects de la même chose. Car les étoiles – et le soleil en est une – brillent en convertissant de la masse en énergie dans des explosions gigantesques de fusion nucléaire. Einstein a formulé cette dualité de façon élégante dans la fameuse équation $E = mc^2$, où E représente l'énergie, m la masse et c la vitesse de la lumière, constante physique universelle.

Le problème de billard d'Alhazen

La démonstration récente du dernier théorème de Fermat³, saluée comme l'une des plus grandes réalisations du 20^{ème} siècle, a peut-être laissé à demi résolu le dernier des grands problèmes de la géométrie classique : le Problème d'Alhazen. Cette énigme mathématique, à laquelle est attaché le nom l'Ibn Haïtham, a une histoire pittoresque, qui date du temps des géomètres de la Grèce antique. Dans le *Traité d'optique*, Ibn Haïtham a considéré le problème sous l'angle de la réflexion optique dans des miroirs sphériques, cylindriques et coniques.

On l'appelle aussi le Problème de billard d'Alhazen, qui peut s'énoncer ainsi : «trouver le point, sur le rebord d'un billard circulaire, où la bille de queue doit être envoyée pour revenir heurter la

bille noire après avoir rebondi une fois sur le bord. Ibn Haïtham a été le premier à trouver une solution à cette énigme géométrique en faisant appel aux sections coniques. De fait, les mathématiques étaient sa passion : la moitié des travaux qui lui ont survécu ont trait aux mathématiques pures. Mais son génie en ce domaine n'est pas l'objet de notre récit.



Explosions solaires. Les étoiles, y compris le soleil représenté ici, brillent en convertissant de la masse en énergie, en de gigantesques explosions. La dualité de la masse et de l'énergie a été exprimée par Einstein dans sa célèbre formule $E = mc^2$, où E représente l'énergie, m la masse et c la vitesse de la lumière

Le brillant mathématicien Al-Khwarizmi (Irak, 780-850) aurait, dit-on, inventé l'algèbre tout en rédigeant un ouvrage sur la manière de diviser un héritage conformément aux prescriptions du Coran. La mission d'Al-Khwarizmi, en qualité de mathématicien était simple : rendre les mathématiques plus systématiques. Le terme d'algorithme est d'ailleurs tiré de son nom. Les générations successives ont appliqué l'algèbre aux divers domaines des mathématiques et donné ainsi naissance à ses nouvelles branches. C'est

pourquoi l'algèbre est souvent considérée comme le fondement des mathématiques modernes.

S'il a été possible d'énoncer des problèmes de géométrie sous forme algébrique, le Problème d'Alhazen a défié pendant des siècles toute solution par l'algèbre. Finalement, un professeur de mathématiques d'Oxford y arriva, 1 000 ans après la solution géométrique d'Ibn Haïtham ; le rideau retombait sur un riche chapitre des mathématiques, juste avant le début du nouveau millénaire.

La plus ancienne énigme scientifique

Vous êtes-vous jamais demandé pourquoi la lune paraît bien plus grosse lorsqu'elle est près de l'horizon ? Ce curieux phénomène, dit « illusion de la lune » pourrait bien être la plus ancienne énigme scientifique de notre temps. Un effet similaire s'observe au coucher et au lever du soleil. Les Anciens faisaient l'erreur d'attribuer l'illusion aux propriétés grossissantes de l'atmosphère. Mais est-ce bien là un phénomène physique ?

3. Pierre de Fermat (France, 1601-1665) allait intriguer les mathématiciens pendant des siècles en griffonnant dans la marge de son exemplaire de l'Arithmétique de Diaphanus : « J'ai trouvé une solution merveilleuse, mais la place me manque ici pour la développer ». Il prétendit avoir trouvé la preuve que l'équation de Diaphanus : $x^n + y^n = z^n$ n'a pas de nombres entiers positifs non nuls pour x , y et z lorsque $n > 2$. En reprenant les termes de la note griffonnée de Fermat on appela cela un « théorème » bien qu'aucun mathématicien n'ait réussi à le démontrer pendant des siècles



Deux galaxies en forme de superbes spirales prêtes à entrer en collision. Étant donné que c'est la gravité qui détermine la macrostructure de l'univers, il semble que beaucoup de physiciens aujourd'hui accordent un intérêt capital aux lois de la gravité

Curieusement, la réponse est négative. L'illusion de la lune a été correctement interprétée par Ibn Haitham comme ayant un rapport avec la psychologie et non avec la physique. Comme nous l'avons dit, son esprit brillant lui a permis d'élever la physique au rang de science autonome. Dans un registre un peu différent, il existe une citation célèbre d'Einstein qui, mécontent du caractère flou de la mécanique quantique, demandait à un ami : « croyez-vous vraiment que la lune n'existe que lorsque vous la regardez ? » L'illusion de la lune apporte une touche humoristique à la question purement rhétorique d'Einstein.

Il est facile de tester cette illusion en prenant des photos lorsque la lune est proche de l'horizon et de les comparer à celles de la lune près du zénith. Les gens sont généralement étonnés de constater que la taille de la lune reste pratiquement la même !

Dans son *Traité d'optique*, Ibn Haitham propose une explication étrange de l'illusion de la lune. Il suggère d'abord ce que l'on appelle aujourd'hui l'Hypothèse d'invariance de la taille et de la distance (SDIH), selon laquelle un objet paraîtrait plus grand s'il est perçu comme plus éloigné, effet purement dû au rôle du cerveau dans la vision. De fait, la plupart des explications actuelles reposent sur telle ou telle interprétation de la SDIH de Haitham. Puis il explique pourquoi la voûte céleste paraît aplatie, autrement dit, pourquoi les étoiles proches de l'horizon semblent plus éloignées que celles du zénith. Il faut reconnaître cependant que, pour la plupart des personnes, c'est la lune dans un vaste horizon qui semble plus proche, et c'est pourquoi l'on voit parfois les petits enfants sauter pour essayer de l'attraper ! C'est précisément ce paradoxe que de nombreux chercheurs s'efforcent actuellement de résoudre.

À la recherche de la gravité quantique

L'un des objectifs poursuivis par l'Année de la physique pourrait être de provoquer un nouveau changement de paradigme, qui viendrait à point nommé résoudre le problème central de la physique d'aujourd'hui : trouver une théorie pour la gravité quantique. Une telle théorie doit mettre en accord la mécanique quantique et la relativité générale (la théorie du très petit et celle du très grand). En repensant à l'évolution de la science au cours des 1 000 ans passés, si l'on compare le changement de paradigme dû à Einstein au début du 20^{ème} siècle – qui a donné lieu à la physique moderne – avec le changement de paradigme dû à Ibn Haitham au début du millénaire précédent – qui a placé la physique sur le terrain expérimental – on est frappé de constater que leur thème commun est celui de la lumière et non de la gravité.

Il est intéressant de noter que beaucoup de physiciens semblent aujourd'hui accorder une place dominante aux lois de la gravité car, comme l'explique le célèbre physicien de Cambridge Stephen Hawking, « c'est la gravité qui détermine la macrostructure de l'univers ». Nous pouvons toutefois chercher à savoir si la curieuse similitude entre les changements de paradigme survenus il y a 100 ans et il y a 1 000 ans donnent une indication sur la nature du changement qui pourrait résoudre l'énigme centrale du jour, celle de la gravité quantique.



©NASA
 Vue de la lune, la Terre brille « comme une lune ». Par une heureuse coïncidence il se trouve que sur la lune le cratère d'Alhazen se situe à l'est tandis que celui d'Einstein est à l'ouest

Sur la lune !

Aujourd'hui, en l'honneur d'Ibn Haitham, qui a su décrire la nature de la surface de la lune, un cratère de notre satellite a reçu le nom du savant. Le cratère d'Alhazen est situé près du bord oriental de la lune (15,9° de latitude nord et 71,8° de longitude est). Un autre des cratères lunaires honore Einstein. Son cratère est proche de la partie occidentale de la lune (16,3° de latitude nord et 88,7° de longitude ouest). Par une heureuse coïncidence, sur la lune le cratère d'Alhazen est à l'est et celui d'Einstein à l'ouest, ce qui correspond précisément à leurs lieux de naissance sur terre : Bassora en Irak et Ulm en Allemagne.

Einstein a un jour déclaré : « J'ai toujours regretté que Galilée n'ait pas rendu hommage aux travaux de Kepler ». Mais les travaux d'Ibn Haitham, qui a hissé l'expérimentation au rang de norme pour toute démonstration en physique, ont-ils été convenablement reconnus ? Faisons du centenaire de l'Année miraculeuse une commémoration de mille ans de physique, d'Ibn Haitham à Einstein, et une célébration de la lumière, métaphore universelle du savoir.

H. Salih, M. Al-Amri et M. El Gomati⁴

Le contenu historique de cet article s'inspire essentiellement des écrits d'Ibn Haitham, ainsi que de l'analyse de Roshdi Rashed, lauréat de la médaille d'or Avicenne de l'UNESCO.

Pour en savoir plus contacter :
 M. El Gomati : mmg@ohm.york.ac.uk

4. H. Salih est attaché au York Probe Sources Ltd de l'Université d'York (R.-U.), M. El-Amri au département de physique de l'Université du Roi Khaled d'Abha (Arabie saoudite) et M. El Gomati au département d'électronique de l'Université d'York. Les trois auteurs sont attachés à la Foundation for Science, Technology and Civilisation (R.-U.) Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont, pendant la rédaction de l'article, fait des suggestions utiles, notamment David Wilkinson, du Laboratoire central des sciences d'York

Dix ans pour développer des centres d'excellence en Afrique

L'Union africaine (UA), avec son Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), et l'UNESCO vont orchestrer la mise en place d'un réseau d'une trentaine de centres régionaux d'excellence sur le continent africain au cours des dix prochaines années, pour un coût estimé à 3 milliards de dollars.

L'UA fait de la création d'un réseau régional de centres d'excellence le cœur du *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie*, qui a été adopté à Dakar (Sénégal) le 30 septembre par la deuxième Conférence ministérielle africaine sur la science et la technologie⁵.

Cette ambition a été également au centre du rapport de la Commission pour l'Afrique, *Dans l'intérêt de tous*, publié en mars, qui a recommandé tout particulièrement au NEPAD/UA et à l'UNESCO de nommer un groupe de travail de haut niveau pour dresser un programme détaillé concernant les centres d'excellence. Le rapport recommandait aussi que le programme prenne en compte la cartographie des capacités en science et technologie établie par le NEPAD au cours des deux dernières années.

Les recommandations du rapport ont par la suite été entérinées par le G8, groupe de pays industrialisés, lors de son sommet de juillet à Gleneagles (Royaume-Uni). Le G8 s'est engagé à consacrer un montant de 8 milliards de dollars au développement de l'Afrique dans les dix années à venir : 3 milliards pour mettre en place un réseau régional de centres d'excellence et 5 milliards pour un programme de relance des établissements d'enseignement supérieur du continent.

La deuxième Conférence ministérielle africaine sur la science et la technologie a décidé que le Secrétariat du NEPAD établirait un groupe de travail de haut niveau réunissant UA/NEPAD/UNESCO pour préparer un programme d'ensemble couvrant la création et le financement des centres d'excellence, conformément aux recommandations de la Commission pour l'Afrique.

La Conférence a également approuvé la création d'un Service africain pour la science et l'innovation qui aura pour missions de soutenir les réseaux d'excellence et de promouvoir l'esprit d'entreprise dans les domaines de la technologie. Entre autres fonctions, ce Service mobilisera les compétences techniques et le financement nécessaires à l'élaboration des projets et à leur mise en oeuvre.

La composition du groupe de travail n'est pas encore arrêtée mais il lui incombera de repérer les centres d'excellence existants, comme le Service de biosciences pour l'Afrique centrale et orientale, situé au Kenya, et d'en proposer de nouveaux en sciences de l'environnement, sciences physiques, médicales et sociales. Créer des instituts de technologie doit constituer l'un des temps forts du programme.

Les centres régionaux d'excellence devront non seulement servir le développement endogène mais aussi combattre

l'« hémorragie des cerveaux » du continent. On a évalué à 4 milliards de dollars par an le prix que paie l'Afrique pour recruter 100 000 spécialistes expatriés afin de remplacer ceux qui en partent chaque année.

Les centres d'excellence seront incités à établir des alliances public/privé ou des cellules d'innovation qui sont indispensables pour susciter l'innovation, l'esprit d'entreprise et la diffusion de la technologie. Ils seront également vivement encouragés à entrer en relation avec les communautés locales, le gouvernement, la diaspora et les partenaires internationaux pour faire en sorte que la science dépasse le seuil des laboratoires et s'intègre à la vie quotidienne.

Le *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et la technologie* stipule que « l'un des grands objectifs du NEPAD est de combler le fossé technologique entre l'Afrique et le reste du monde ». Il cite pour cela certains résultats précis à atteindre, tel que doubler la densité des téléconnexions pour arriver, d'ici 2005, à 2 lignes pour 100 personnes.

Le *Plan* se subdivise en quatre sous-ensembles : biodiversité, biotechnologie et connaissances autochtones ; énergie, eau et désertification ; science des matériaux, technologie de fabrication, du laser et de la transformation des récoltes ; et enfin TIC et science et technologie spatiales. Au sein de chacun de ces sous-ensembles, un réseau africain de centres d'excellence devra être développé. En ce qui concerne les biosciences, par exemple, le réseau devra servir de guide à toutes les institutions pour la recherche en génomique et en protéomique des céréales.

Pour en savoir plus : sc.nepad-ldc@unesco.org ; www.nepad.org ; www.commissionforafrica.org

Encadrer la ruée vers l'or des fonds marins

Restés inexplorés jusque récemment, les grands fonds marins abritent des organismes qui ne se trouvent nulle part ailleurs sur terre. Le potentiel considérable, au plan économique comme au plan scientifique, de ce « nouveau » stock de ressources génétiques incite les « bioprospecteurs » à se ruier vers l'une des dernières frontières de la Planète. En l'absence de régime juridique spécifique s'appliquant à la bioprospection dans les eaux internationales, un rapport divulgué le 9 juin nous avertit que les grands fonds pourraient subir des dommages irréparables si les pays ne parvenaient pas à s'accorder afin de réglementer l'accès aux zones de grands fonds marins qui échappent aux juridictions nationales.

Durant les 25 dernières années, l'exploration des océans a fait des progrès sans précédents grâce à la science et à la technologie. Il nous est désormais possible d'atteindre les profondeurs du plancher océanique, qui abrite des écosystèmes tels que les sources hydrothermales, les coulées d'eau froide et les monts sous-marins. Les conditions extrêmes de ces écosystèmes, au point de

5. Concernant la première de ces conférences, voir *Planète science de janvier 2004*



Source: <http://oceanexplorer.noaa.gov>

Tapis de bactéries de couleur orange établies sur des coulées de pétrole et de gaz dans le golfe du Mexique

vue de la pression, de la température et de la toxicité, confèrent aux organismes qui les habitent un intérêt croissant, au plan scientifique comme au plan commercial. Nombre d'entre eux font déjà l'objet de bioprospection : la recherche de ressources génétiques potentiellement précieuses dans le « domaine public » de la planète.

Mais la communauté scientifique internationale redoute les dommages éventuellement graves et peut-être irréversibles que ces écosystèmes fragiles pourraient subir. Plusieurs licences d'exploitation ont déjà été accordées à des inventions se proposant d'utiliser les ressources génétiques des grands fonds marins ; des composés d'organismes de ces fonds ont déjà été isolés et transformés en vue d'applications industrielles. Certaines sont déjà présentes sur le marché, d'autres le seront bientôt.

La montée en puissance de la bioprospection dans les fonds marins nous incite à poser plusieurs questions d'ordre scientifique, juridique et politique. Dans quelle mesure ces écosystèmes sont-ils vulnérables à l'intervention de l'homme ? Devrait-on réglementer l'accès à ces fonds marins et si oui, comment ? Qui devrait bénéficier des avantages – financiers ou autres – de ces travaux de prospection, et comment en répartir les bénéfices ?

Signé par Salvatore Arico de l'UNESCO et Charlotte Salpin de l'Institut international du développement durable, *Bioprospecting of Genetic Resources in the Deep Seabed* est publié par l'Université des Nations unies. L'ouvrage passe en revue les travaux d'exploration scientifique ou commerciale, en cours dans les profondeurs océaniques et présente une analyse détaillée des instruments juridiques pertinents – et de leurs lacunes.

Les fonds marins situés à l'intérieur des limites territoriales tombent actuellement sous la juridiction de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer, qui fixe les limites de juridiction des États, leurs droits et obligations dans les océans, et sous la Convention des Nations unies sur la diversité biologique, qui réglemente l'exploitation des ressources génétiques et le partage des profits.

Alors que la plupart des pays se sont dotés de législations sur les recherches scientifiques marines entreprises dans leurs eaux et leurs fonds marins, ils sont peu nombreux à avoir adopté des lois sur l'accès à leurs ressources génétiques et leur exploitation, y compris les ressources marines. En outre, ces règlements sont caducs au-delà de la législation nationale, car il n'existe pas, à l'heure actuelle, de régime international concernant spécifiquement la bioprospection des profondeurs océaniques dans les eaux internationales. Jusqu'ici, aucune initiative de coopération internationale ne s'est manifestée au niveau des gouvernements.



Source: <http://oceanexplorer.noaa.gov>

Grandes moules chemosynthétiques sur les côtes de Géorgie, É.-U.

Les conclusions de ce rapport seront développées dans le prochain numéro de *Planète Science*.

Rapport disponible : www.ias.unu.edu/binaries2DeepSeabed.pdf ;

Bourses pour physiciens africains

L'UNESCO a lancé le plan de Bourses Mori, afin de permettre chaque année à 20 doctorants de l'Afrique subsaharienne de parachever leurs travaux de recherche au Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) de Trieste, en Italie. Les vingt premiers d'entre eux se sont rendus en septembre à Trieste pour entamer l'un de leurs deux séjours de six mois au CIPT, répartis sur deux ans.

La nouvelle du plan a été annoncée par le Directeur général durant la visite du président du Nigeria, Olesegun Obasanjo, à l'UNESCO, à Paris, dans le cadre des manifestations qui ont marqué la Journée de l'Afrique, le 25 mai. M. Obasanjo préside actuellement l'Union africaine, qui réunit 53 pays. « Nous savons que la recherche scientifique fait partie des premières nécessités », a déclaré le Directeur général au président. « Alors qu'il existe des compétences considérables en Afrique dans ce domaine, l'absence de réseaux scientifiques sur le continent et entre lui et les autres continents constitue un grand handicap ». Le plan de bourses vise précisément à surmonter ce handicap.

Le CIPT offrira aux boursiers Mori un soutien dans leurs travaux de recherche et leur formation en mathématiques et en physique, notamment les domaines le climat, la dynamique des fluides, l'océanographie et la sismologie. Le plan devrait avoir un effet d'entraînement en donnant à ces étudiants africains la possibilité de recevoir un enseignement universitaire de qualité dès que les boursiers rentreront dans leurs pays.

Dans les années 1970, l'Afrique subsaharienne possédait certains des meilleurs établissements d'enseignement supérieurs du monde en développement : à Dar es Salam en Tanzanie, à Ibadan au Nigeria, à Khartoum au Soudan et à Makerere en Ouganda. Des décennies de négligence et de violence ont cependant ébranlé ces établissements et obligé de nombreux scientifiques parmi les meilleurs et les plus brillants de la région à poursuivre leurs carrières ailleurs. Cela a plongé l'enseignement et la recherche académique dans une crise chronique.

Adoptant le nom d'un ancien Premier ministre japonais, le plan des bourses Mori est financé par un fonds créé par le gouvernement japonais, qui a accordé près d'un demi million de dollars pour les deux premières années de son fonctionnement.

Les étudiants qualifiés, doctorants ou docteurs, de l'Afrique subsaharienne, désirant faire acte de candidature doivent remplir un formulaire précisant leur parcours universitaire, leurs sujets de recherche et leurs réalisations. Un panel nommé par le CIPT et constitué de scientifiques rattachés ou non au Centre sélectionnera les candidats admis.

Pour en savoir plus : schaffer@ictp.trieste.it ; www.ictp.trieste.it

21 projets d'ingénierie pour un monde meilleur

Les dossiers présentés au concours **Mondialogo Engineering** par les lauréats de 21 équipes de jeunes ingénieurs pour améliorer la vie ont été récompensés par l'attribution d'une somme totale de 300 000 €. Les récompenses ont été remises à Berlin le 30 mai par les deux partenaires de l'initiative, DaimlerChrysler et l'UNESCO.

Pendant toute l'année dernière, de jeunes ingénieurs de pays développés et en développement ont travaillé ensemble sur des dossiers en rapport avec les Objectifs des Nations unies de développement pour le millénaire, notamment l'éradication de l'extrême pauvreté et la promotion d'un développement durable. La prime de 14 000 € par équipe aidera les équipes lauréates à réaliser leurs projets. Dans la catégorie Réaction et reconstruction dans les situations d'urgence et de catastrophes, par exemple, l'équipe gagnante d'étudiants en ingénierie de l'Université Ryerson du Canada et de l'Université américaine de Beyrouth au Liban vont lancer un véhicule aérien sans pilote (UAV) qu'ils ont conçu pour détecter à distance les mines terrestres. L'UAV sera envoyé en Afghanistan, au Cambodge et au Liban. On estime qu'il y a 110 millions de mines actives dans le monde ; si on peut fabriquer une mine pour trois dollars à peine, la détecter et la désarmer peut coûter jusqu'à 1 000 dollars, sans compter les risques encourus par les démineurs. Étant autonome, l'UAV peut se déplacer en survolant un champ de mines. Il débarrassera de leurs mines les centres urbains comme les campagnes, ce qui réduira le nombre de morts et de blessés tout en aidant les pays à retrouver la stabilité économique par la remise en usage des terres agricoles et des routes dangereuses. D'une utilisation facile, l'UAV va réduire les risques encourus par le personnel de déminage, accélérer les opérations et en abaisser le coût.



Pose de panneaux solaires sur le toit du dispensaire du village malien de Mamisan. Ces panneaux fourniront de l'électricité pour l'éclairage et le fonctionnement de la radio d'urgence. L'équipe germano-malienne d'ingénieurs de Mondialogo pour les dispensaires villageois fournira, entre autres, de l'électricité pour les réfrigérateurs de médicaments. Il est également possible de brancher des chargeurs de piles, qui rapporteront un complément de ressources financières à la communauté villageoise.



Un tel équipement de dispensaires en zone rurale au Mali revient à environ 8 000 euros. Élément clé du projet, un volet didactique : dispensé à partir d'une station solaire de démonstration, cet enseignement formera les villageois à gérer et entretenir le système

Dans d'autres catégories, les prix ont récompensé, entre autres, la fourniture d'énergie solaire à des dispensaires dans les zones rurales du Mali par une équipe germano-malienne ; un projet associant des ingénieurs du Myanmar et de Singapour pour installer un système sanitaire centralisé et viable pour les nouvelles agglomérations urbaines autour de Yangon au Myanmar ; un système de gestion des déchets de plastique conçu par une équipe britanno-kényane pour mettre fin à l'accumulation de sacs en plastique autour de Pumwani, au Kenya ; un projet américano-indien pour fournir de l'eau épurée de l'arsenic à des villages reculés du Bengale occidental en Inde, et enfin le traitement et la récupération des déchets du petit-lait dans l'industrie laitière palestinienne, conçu par une équipe canado-palestinienne.

Cette première édition des prix Mondialogo Engineering avait réuni, au départ, 412 équipes de 1 700 jeunes ingénieurs et étudiants de 79 pays du monde entier, dont les projets ont été examinés par un jury international.

Pour en savoir plus : www.mondialogo.org/ ; www.unesco.org/sciences/bes

Le GRASP freinera, d'ici 2010, la déperdition des grands singes

La première réunion intergouvernementale du Projet pour la survie des grands singes (GRASP) a adopté une stratégie et un plan d'action pour protéger les grands singes et leur habitat. Accueillie par la République démocratique du Congo (RDC) du 5 au 9 septembre et réunissant les représentants des gouvernements de 23 États de parcours de ces espèces, la réunion de Kinshasa a également avalisé la création du Conseil exécutif du GRASP chargé, entre autres, d'assurer la liaison avec les donateurs.

De fait, il est ressorti de la réunion non pas une stratégie mais plusieurs, adaptées aux conditions de chacune des régions. L'Ouganda, l'Indonésie, le Ghana, la Côte d'Ivoire et l'Angola ont défini leurs propres stratégies nationales et régionales pour assurer la survie des grands singes, pleinement conscients qu'ils sont du risque d'extinction des grands singes. Ils ont souligné l'importance de l'action collective rendue possible par le partenariat du GRASP. Plusieurs États ont signalé leur souci que les solutions prennent en compte la réduction de la pauvreté dans les communautés vivant au contact des grands singes ; d'autres ont souligné la nécessité de mieux appliquer les lois et de renforcer les capacités pour le faire.

La *Déclaration* et la *Stratégie de Kinshasa* font écho à ces préoccupations. Dans la *Déclaration*, les participants se sont fixé l'objectif de réduire de façon continue et significative le rythme actuel de déperdition des populations de grands singes et de perte de leur habitat d'ici 2010, et de garantir d'ici 2015 la survie de toutes les espèces et sous-espèces de grands singes en liberté.

À cette fin, les signataires s'engagent à veiller à l'intégrité des sites abritant les principales populations libres qui préserveraient à jamais la diversité génétique, écologique et culturelle de tous



©Jobogo Mirindi

14 gardiens de parc en RDC heureux d'avoir fait en 1998 un stage au Parc national de Virunga qui abrite des populations de gorilles et de chimpanzés. Cinq ans plus tard, seuls deux d'entre eux ont survécu à l'exercice de leurs fonctions. L'UNESCO travaille aux côtés des gardiens pour renforcer l'application de la loi et la surveillance dans les 5 sites du patrimoine de l'UNESCO en RDC

les grands singes et à les protéger à l'avenir de toute dégradation et perte d'habitat. Les signataires s'engagent à assurer les moyens de relier entre elles des zones protégées en créant, par exemple, si nécessaire, des couloirs de circulation afin d'éviter l'isolement de certaines populations protégées de grands singes.

Les signataires s'engagent à travailler avec les communautés autochtones pour veiller à ce que toute occupation des habitats par les humains soit durable au plan écologique et compatible avec le maintien de populations viables de grands singes en bonne santé. Il faudra pour cela élaborer des stratégies locales de réduction de la pauvreté viables au point de vue de l'environnement.

Les signataires s'engagent en outre à « améliorer de façon sensible », partout où cela sera nécessaire, la qualité et la mise en œuvre des lois pertinentes ainsi que la capacité des agences de mise en application de ces lois, afin de protéger tous les grands singes et leur habitat.

Parmi les signataires de la *Déclaration de Kinshasa* se trouvent notamment les ministres de l'Angola, du Cameroun, du Congo, de la République centrafricaine, de la RDC, du Ghana, de Guinée Bissau, de l'Ouganda, de la République unie de Tanzanie, l'Ambassadeur de la Côte d'Ivoire et certains pays donateurs tels que le Royaume-Uni, ainsi que des représentants de la Commission européenne et de la Commission des forêts d'Afrique centrale (Comifac). Klaus Töpfer et Walter Erdelen ont signé la *Déclaration* au nom du Secrétariat du GRASP, qui est dirigé conjointement par le PNUE et l'UNESCO.

Assistaient à la réunion les représentants des ministères nationaux de l'environnement, des forêts ou des ministères ou départements du tourisme, des gouvernements donateurs et d'autres États qui n'abritent pas de grands singes, d'ONG internationales et locales, de communautés locales et du secteur privé, parmi lesquels des responsables des sociétés d'éco-tourisme et d'exploitation du bois.

À Kinshasa, Walter Erdelen a annoncé une nouvelle initiative en faveur des grands singes. L'UNESCO va attribuer des bourses d'un montant total de 100 000 dollars par périodes de deux ans à de jeunes scientifiques originaires de 16 États de parcours des grands singes, qui désirent consacrer leurs études à ces espèces, leur habitat et les relations qu'entretiennent les communautés humaines locales avec les grands singes. Ces fonds sont gérés par le programme MAB, dans le cadre du système de prix attribués à de jeunes scientifiques.

Vu l'insuffisance actuelle des moyens financiers pour atteindre les objectifs fixés, l'une des premières tâches du Conseil du GRASP sera de démarcher les donateurs associés. En juin,

l'Union européenne a promis de consacrer 2,4 millions d'euros aux activités du PNUE au titre du GRASP.

Pour obtenir un dossier de candidature : mab@unesco.org

Déclaration de Kinshasa : www.unesco.org/mab/grasp/grasp.htm

Sept sites viennent enrichir le Patrimoine mondial

Le dôme de Vredefort, en Afrique du Sud, fait partie des sept sites naturels inscrits le 14 juillet sur la Liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO, ce qui porte à 160 leur nombre total, auxquels s'ajoutent les 24 sites mixtes de valeur exceptionnelle.

Le deuxième des nouveaux sites inscrits sur la Liste par le Comité du patrimoine mondial est Wadi Al-Hitan (la Vallée des baleines), dans le désert occidental de l'Égypte, qui contient des vestiges fossiles inestimables du plus ancien sous-ordre, maintenant éteint, des baleines archaocètes. Ces fossiles représentent l'une des étapes les plus importantes de l'évolution : les débuts de la baleine en tant que mammifère marin après avoir été mammifère terrestre doté de membres.

Les cinq autres sites sont ceux de la péninsule de Shiretoko, au Japon ; les fjords Geirangerfjord et Naeroyfjord de l'ouest de la Norvège ; un site de 244 îles, îlots et zones côtières du golfe de Californie dans la région nord-ouest du Mexique ; la zone de reliefs montagneux de Dong Phrayayen et le complexe forestier de Khao Yai, qui s'étend sur 230 km entre le parc national de Ta Phraya à la frontière cambodgienne à l'est, et le parc national Khao Yai à l'ouest, en Thaïlande ; et enfin le parc national de Coiba et sa zone spéciale de protection marine au large de la côte occidentale du Panama.

Pour en savoir plus : <http://whc.unesco.org>



©Coenie C. Erasmus

Le dôme de Vredefort, situé à 120 km au sud-ouest de Johannesburg, est le seul exemple sur terre de profil géologique complet d'un astrobolène (structure d'impact d'une météorite de très grande taille) en dessous du fond du cratère. Cela s'explique par le fait que l'activité géologique s'exerçant à la surface de la terre a fait disparaître les traces de la majorité des impacts. Datant de 2023 millions d'années, le dôme de Vredefort est non seulement le plus ancien astrobolène découvert sur terre à ce jour mais, avec un rayon de 190 km, c'est aussi le plus grand et le plus profondément érodé. Le dôme de Vredefort constitue un témoignage très important de la plus grande libération d'énergie jamais connue sur la planète, qui a causé des changements planétaires dévastateurs, parmi lesquels, selon certains scientifiques, des modifications majeures en termes d'évolution

Réserves de biosphère nouvelles ou étendues

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE BARKINDJI (AUSTRALIE) Au nord du fleuve Murray en Nouvelles Galles du Sud, elle comprend plusieurs terres humides importantes, abritant de nombreux oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs. Les fermiers et les ONG l'ont désirée dans l'intérêt de la protection de l'environnement et du développement durable.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE WIENERWALD (AUTRICHE) À la périphérie de Vienne, paysage de collines basses, de sources thermales, de cours d'eau, de prairies humides et sèches et de vaste forêt, ainsi que de grands espaces cultivés. La réserve de biosphère, peuplée de 200 000 habitants, est la principale zone de loisir de la capitale surpeuplée.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE LA SERRA DO ESPINHAÇO (BRÉSIL) Couvre 3 millions d'ha dans l'État de Minas Gerais, avec une végétation de savane (cerrado) et de forêt atlantique. Agriculture familiale, cueillette des ressources naturelles et art populaire contribuent au développement économique de la région ; enserre des villes coloniales du 18ème siècle comme Ouro Preto, site du Patrimoine mondial de l'UNESCO.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DU SHOUF (LIBAN) Première au Liban, elle couvre environ 5 % du territoire national et se situe le long du versant ouest du Mont Liban, à une altitude de 1 000 à 2 000 m ; comprend 24 villages et deux zones protégées, la réserve de cèdres Al-Shouf et les terres humides d'Ammiq.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE CABO DE HORNOS (CHILI) Au sud, près du cap Horn, comprend des zones marines, des îles et une côte arborée. La pression démographique y est très faible et le potentiel touristique très élevé.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE CABO DE HORNOS (CHILI) Au sud, près du cap Horn, comprend des zones marines, des îles et une côte arborée. La pression démographique y est très faible et le potentiel touristique très élevé.

RÉSERVE DE BIOSPHERE D'UTWE (ÉTATS FÉDÉRÉS DE MICRONÉSIE) Première en Micronésie, elle abrite une grande biodiversité avec ses forêts pluviales tropicales, ses mangroves, ses herbiers marins et ses récifs coralliens. Sa nomination a été le fait des communautés de l'État de Kosrae, qui ont une longue tradition de protection des ressources naturelles par leur droit coutumier.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DU DORNOD MONGOLIE (MONGOLIE) En Mongolie orientale, proche de la Chine, écosystème de faible peuplement avec prairies tempérées et steppes, abritant certains des plus grands troupeaux restants de gazelles mongoliennes et plusieurs espèces rares d'oiseaux en danger de disparition.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE NGAREMEDUU (PALAU) Première à Palau, dans le Pacifique Sud-ouest, elle couvre une large baie et une zone côtière de marécages de mangroves très denses. Ses zones centrales protègent des espèces de crabes, de poissons et de palourdes de grande valeur commerciale. Les populations de trois États de Palau ont préparé sa nomination dans une approche communautaire.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DU CHACO (PARAGUAY) Ainsi nommée en raison de l'écosystème de forêt sèche de la région (le chaco), dont l'écologie est variée mais soumise à de fortes pressions visant à la convertir en terres de pâture. Son accession au rang de réserve de biosphère contribuera également à protéger le territoire et l'identité culturelle des communautés autochtones.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE BIALOWIEZA (POLOGNE) (Extension) Ajoute une grande superficie au site primitif, le parc national de la frontière orientale de la Pologne, vestige d'une forêt d'Europe centrale abritant des bisons.

LAC KHANKA (FÉDÉRATION DE RUSSIE) L'un des plus grands lacs d'eau douce de l'Asie orientale. Le site se compose de terres humides, de marécages, de steppes et de zones lacustres ; porte aussi le titre de site de Ramsar*, remarquable pour la variété de ses espèces d'oiseaux et de poissons ; le principal objectif est d'éviter la pollution agricole et industrielle.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE SERALI ET RÉSERVE DE BIOSPHERE DE RAIFA (FÉDÉRATION DE RUSSIE) Deux unités d'une future vaste réserve de biosphère à créer le long de la Volga près de Kazan, ville du Patrimoine mondial ; elle bénéficiera de dispositions innovantes pour la gestion des ressources terrestres et aquatiques régionales.

RÉSERVE DE BIOSPHERE TRANSFRONTALIÈRE DU DELTA DU FLEUVE SÉNÉGAL (SÉNÉGAL ET MAURITANIE) Deuxième réserve de biosphère transfrontalière en Afrique, couvre une mosaïque d'écosystèmes deltaïques et côtiers à l'embouchure du fleuve Sénégal, qui marque la frontière internationale. L'un des plus importants refuges d'Afrique de l'Ouest pour les oiseaux migrateurs, elle comprend cinq sites de terres humides de Ramsar et deux sites du Patrimoine mondial, dont la ville de Saint Louis. Les deux pays veillent essentiellement à coordonner la gestion durable du fleuve.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE L'ALTO DE BERNESGA, RÉSERVE DE BIOSPHERE DES VALLES DE OMAÑA Y LUNA ET LA RÉSERVE DE BIOSPHERE DE LOS ARGÜELLOS (ESPAGNE) Trois nouvelles unités d'une vaste réserve de biosphère qui couvrira l'ensemble de la zone peu peuplée de la chaîne de la Gran Cantabrica en Espagne du Nord ; le projet vise à faciliter la coordination de l'usage des terres afin de protéger les grands mammifères devenus rares comme le loup et l'ours, tout en favorisant un éco-tourisme de qualité et une industrie respectueuse de l'environnement.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE LA ZONE D'ALLARIZ (ESPAGNE) Située en Galice, d'une grande importance au plan culturel et pour l'utilisation durable des terres, elle permettra de protéger la flore et la faune locales. Les sites avoisinants devraient être également bientôt ajoutés à la Liste, de façon à relier cette zone à la future réserve de biosphère de la Gran Cantabrica.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE LA GRANDE CANARIE (ESPAGNE) Couvre 40 % de l'île, y compris la totalité des bassins versants, depuis le sommet des montagnes, tout au long des vallées cultivées jusqu'aux plages et enfin aux zones marines. Le site devrait très bientôt être agrandi.

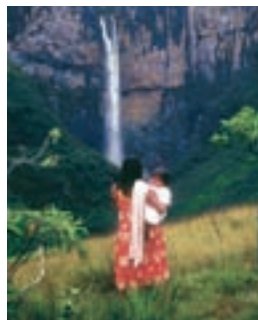
RÉSERVE DE BIOSPHERE DE LA SIERRA DEL RINCON (ESPAGNE) Proche de Madrid, caractérisé par ses forêts de chênes et de pins, ses pentes rocheuses, ses pâturages dans les vallées et sa grande variété d'espèces ayant toujours cohabité avec l'agriculture et l'élevage ; la grande difficulté est de raviver l'économie déclinante des petits villages afin de valoriser la nature et la vie culturelle.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE BUNDALA (SRI LANKA) Région du sud-est comportant des lagunes, des marécages intertidaux, des plages, des dunes de sable, des prairies et des forêts ; refuge important d'oiseaux et site de Ramsar depuis 1991, elle abrite des éléphants, des tortues de mer, des flamants et de rares cigognes à cou noir.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE KRISTIANSTAD VATTENRIKKE (SUÈDE) Dans la pointe sud-est, très peuplée, de la Suède, autour de la ville de Kristianstad, entourée de terres agricoles, de forêts et de prairies humides d'importance internationale pour les oiseaux ; des innovations visant à éviter les conflits d'intérêts ont fleuri, comme le projet « Faire les foins », grâce auquel un agriculteur local a mis au point un nouveau matériel pour récolter le foin même dans des zones très humides ; site pilote pour favoriser le développement économique et humain.

RÉSERVE DE BIOSPHERE DE KAMILI (TURQUIE) Dans les montagnes du Karçal, à la frontière de la Géorgie, ce site abrite l'ours brun, le loup et le lynx et constitue un grand itinéraire de migration des oiseaux ; cette première réserve de biosphère de Turquie offrira des possibilités de revenus aux habitants de ses six villages (comme l'agriculture organique, la production de miel, l'éco-tourisme).

RÉSERVE DE BIOSPHERE DU MONT ELGON (OUGANDA) À la frontière du Kenya, dans une grande zone régionale de bassins versants, vitale pour l'existence des communautés locales ; des discussions sont en cours pour réunir le site à la Réserve de biosphère existante du Mont Elgon au Kenya, et former ainsi une réserve de biosphère transfrontalière qui faciliterait la coopération entre les deux pays.



Serra do Espinhaço Réserve de Biosphère (Brésil)

23 nouvelles réserves de biosphère

Vingt-deux nouveaux sites, dans 17 pays, ainsi qu'un site transfrontalier entre le Sénégal et la Mauritanie, se sont ajoutés au Réseau mondial des réserves de biosphère, ce qui

porte le nombre de sites du réseau à 482, dans 102 pays. La réserve de biosphère de Białowieża, en Pologne, a par ailleurs été agrandie.

Les nouvelles inscriptions et les changements intervenus dans le Réseau mondial des réserves de biosphère ont été approuvés par le bureau du Conseil international de coordination du programme l'Homme et la biosphère (MAB) entre le 27 et le 29 juin, au siège de l'UNESCO, à Paris. Le MAB a, par ailleurs, examiné la question du changement de délimitation de la réserve de biosphère de Dunaïsky, en Ukraine. Le Bureau a demandé aux autorités ukrainiennes des précisions sur le projet controversé de construction d'un canal navigable à travers le delta du Danube, dénommé Réserve de biosphère transfrontalière avec la Roumanie.

Pour en savoir plus : www.unesco.org/mab; mab@unesco.org

Coup de pouce de l'Arabie saoudite à l'enseignement supérieur palestinien

Le Comité saoudien de secours au peuple palestinien a alloué 15,2 millions de dollars, le 14 septembre à un programme de l'UNESCO en faveur des universités palestiniennes et des étudiants dans le besoin. Le programme sera mis en œuvre incessamment par le bureau de l'UNESCO dans la ville palestinienne de Ramallah.

Le programme apportera une aide sans intermédiaire à toutes les universités palestiniennes et aux étudiants dans le besoin qui y sont inscrits, ainsi qu'aux meilleures classes préparatoires à l'enseignement supérieur. La subvention saoudienne servira également à aider le ministère palestinien de l'éducation et de l'enseignement palestinien à instituer un système d'assistance aux étudiants.

En 2003, quelque 25 % des jeunes palestiniens étaient inscrits dans les universités de Cisjordanie et de Gaza, alors que la proportion dans l'ensemble de la région arabe est de 15 %. Le nombre d'étudiants inscrits dans les 11 universités, les quatre classes préparatoires et les 24 collèges communautaires et techniques des Territoires palestiniens a plus que triplé entre 1995 et 2003 pour atteindre 136 000.

Pour en savoir plus : www.unesco.org/education

* Les sites de Ramsar sont des zones déclarées Terres humides d'importance internationale au titre de la Convention de Ramsar de 1971, qui veille à leur protection et à leur utilisation rationnelle

Stephen Hill

Pourquoi les travaux de réhabilitation prennent tant de temps

Neuf mois après qu'un tsunami d'une puissance équivalant à 1 000 fois celle de la bombe d'Hiroshima a dévasté la région de l'océan Indien, les travaux de réhabilitation commencent à peine à produire des effets visibles dans la province indonésienne d'Aceh⁶, la plus durement atteinte par le cataclysme. Pourquoi cette réhabilitation prend-elle si longtemps? Et quelles leçons en a-t-on tiré sur la façon de réagir après une telle catastrophe à l'avenir ?

Stephen Hill est Directeur du bureau régional de l'UNESCO pour la science, à Djakarta. Il a dû, en plusieurs occasions, assumer parallèlement le rôle de coordonnateur résident des Nations unies et de coordonnateur des secours humanitaires à Aceh. Il évoque ici ses expériences et répond aux critiques.

Ces derniers mois, les Nations unies ont été en butte aux critiques pour n'avoir apparemment pas apporté une réponse efficace à la tragédie du tsunami. La critique est-elle justifiée ?

Pas vraiment. En fait, les Nations unies, dans leur ensemble, ont fait du bon travail. En accord avec le gouvernement indonésien et les forces armées étrangères, les secours humanitaires d'urgence, notamment sous forme de programmes alimentaires et médicaux, ont été acheminés de façon très efficace, même si certaines communautés n'ont été que difficilement accessibles. N'oubliez pas que les infrastructures ont été anéanties tout au long du littoral : 400 ponts atteints (dont 120 entièrement détruits) et 1 900 km de routes locales endommagées. Il n'existait pas de ports où accoster et, parmi les communautés concernées, bon nombre se trouvaient dans une zone déclarée interdite en raison du conflit qui oppose les combattants rebelles du GAM pour l'indépendance (mouvement « Aceh libre ») aux forces armées indonésiennes⁷. La situation était très tendue. Or, même s'il a fallu quelques jours pour atteindre certaines communautés reculées, personne n'est mort de faim et il n'y a pas eu de graves poussées de maladie.

Actuellement, les critiques des Nations unies et des autres agences portent sur la lenteur apparente de la reconstruction, notamment pour le logement. La situation sur le terrain permet de mieux comprendre les causes du retard.

Il faut également se représenter l'ampleur du désastre. Le tsunami n'a pas été simplement une grande vague : près

d'un tiers de milliard de km³ de l'eau de l'océan a été déplacé par le tremblement de terre du 26 décembre, qui a envahi la terre à la vitesse d'un avion à réaction, avec une puissance équivalant à celle de 1 000 bombes d'Hiroshima.

L'impact ne se limite pas à la destruction physique. Les survivants ont également souffert de graves traumatismes, car ils ont presque tous perdu soit des proches soit de nombreux membres de leur famille élargie. Chez les femmes, la mortalité a été le triple de celle des hommes : le tsunami a frappé de bonne heure le dimanche matin, alors que beaucoup de femmes se trouvaient sur les plages avec leurs enfants et que les hommes étaient nombreux en mer, à la pêche. Près de 40 000 enfants sont morts, le nombre de décès parmi les fonctionnaires et les professeurs d'université, qui habitaient en général les quartiers aisés du bord de l'océan, est bien plus élevé proportionnellement, ce qui a sérieusement grevé les moyens du rétablissement ; les médias et les systèmes de communication ont été détruits... le tissu social s'est déchiré !

En même temps explosaient dans le monde les manifestations de sympathie, de générosité et de désir de s'impliquer. Si la générosité de l'ensemble des donateurs privés a été très importante, les ONG et les volontaires n'ont pas toujours été d'un très grand secours dans leurs entreprises. Quelque 164 ONG se sont présentées à Aceh, dont certaines ont une très grande expérience des secours d'urgence, comme Oxfam, World Vision, Care International et la Croix rouge internationale. Elles ont vite assumé le rôle d'agents de la mise en œuvre des programmes des Nations unies en livrant de la nourriture, des tentes etc. D'autres se marchaient littéralement sur les pieds, par manque de coordination. En tant qu'agence internationale, les Nations unies ne sont pas statutairement mandatées pour coordonner les ONG. C'est une mission qui ressortit du gouvernement, qui était encore ébranlé par le choc et l'ampleur de la réaction à fournir.

Les volontaires, il fut bien le dire, n'avaient souvent pas les compétences linguistiques ou le savoir-faire appropriés. Ils se présentaient devant les tentes servant de locaux de fortune au

6. Sur les quelque 227 000 morts dus à la catastrophe, 126 000 habitaient Aceh. Quelque 93 000 sont toujours portés disparus. Un demi million d'habitants de la province ont été déplacés à la suite du désastre, qui a détruit 127 000 habitations

7. L'Accord de paix d'Aceh a été signé par le gouvernement indonésien et le GAM le 15 août à Helsinki (Finlande)

personnel des Nations unies en exigeant d'être utilisés, alors qu'ils gênaient plutôt en puisant dans les maigres ressources en aliments et en logement. Ou bien les compétences qu'ils offraient demandaient une infrastructure qui faisait défaut. Par exemple, une équipe de quatre neurochirurgiens hautement spécialisés s'est présentée, mais pour pouvoir opérer il leur aurait fallu s'appuyer sur une équipe de chirurgiens ayant d'autres spécialités, sur des services hospitaliers bien implantés, des infirmières etc.. dans un environnement où les chirurgiens sauvaient les patients de la mort dans des tentes militaires. Ou bien encore une ONG débarquait pour exécuter un projet qu'elle avait conçu à l'avance, avec un groupe d'habitants choisis par contacts personnels et non sur l'avis des autorités. Elle se mettait alors à distribuer des bateaux de pêche et des filets adaptés à des milieux côtiers et des pratiques de pêche étrangères au pays, ou à construire des maisons dans des zones que les autorités avaient déclarées dangereuses pour l'habitat futur. Le gouvernement a maintenant pris des dispositions pour orienter et articuler les ONG, qui sont autorisées à poursuivre leurs activités, mais cela a pris plusieurs mois.

Les Nations unies – et le gouvernement – ont donc commencé la réhabilitation au milieu d'une population gravement traumatisée et sur fond d'une effroyable confusion créée par l'afflux des volontaires et des dons. Ce qui a fait défaut, c'était une agence gouvernementale nouvelle basée à Aceh et disposant d'un pouvoir discrétionnaire pour coordonner et canaliser la riposte. L'Agence de réhabilitation et de reconstruction (BRR) a été officiellement créée en avril mais il a fallu encore deux mois avant qu'elle soit en mesure d'assumer pleinement ses fonctions dans les opérations de reconstruction.

Les Nations unies assistent le gouvernement en facilitant les travaux axés sur les objectifs fixés par ce dernier et en l'aidant à renforcer ses capacités de prise de décisions. Le BRR canalise actuellement les ressources en priorité vers le programme des activités de reconstruction physique, à hauteur de 70 % du milliard de dollars que représente la somme des projets approuvés au début d'août. Dès lors que les Nations unies y apportent leur concours, nous pouvons espérer voir la courbe des travaux de reconstruction marquer une assez franche remontée.

Mais les effets secondaires du traumatisme auront été bien plus graves. Presque tous les titres de propriété des terres ont été balayés par les eaux ou au moins endommagés. Dans les circonstances d'une destruction totale et de la mort d'un si grand nombre de propriétaires légitimes, il était très difficile de décider qui possédait la terre, notamment lorsque seuls subsis-

taient des parents éloignés venant d'un village de la montagne lointaine vers les localités côtières.

La seule manière d'établir la légitimité de la propriété consiste à organiser des consultations au niveau de la communauté, sous la conduite des responsables du gouvernement local, dont un grand nombre sont morts. Cependant, comme me l'a confié le chef de l'une des agences des Nations unies travaillant à la reconstruction du logement, « Si nous ne consacrons pas le temps voulu pour arriver à un accord et une acceptation unanime des décisions sur la propriété des terres, d'ici un an ou deux de sérieux problèmes déchireront de nouveau le tissu communautaire. Il faut que l'on prenne son temps ». Cela concerne surtout le cas de survivants qui doivent abandonner leurs terres dévastées par le tsunami, devenues trop salées ou déclarées inconstructibles par le gouvernement dans la perspective d'un nouveau tsunami.

Y a-t-il des ratés dans le processus de rétablissement ?

La majeure partie des efforts est consacrée à la reconstruction de l'infrastructure physique, une autre partie au rétablissement des moyens d'existence et des emplois. On accorde insuffisamment d'importance à la reconquête de la culture humaine, de la communication et de l'infrastructure sociale, pourtant indispensables pour générer une dynamique collective capable de prendre en main par elle-même la reconstruction. Par exemple, 1 % seulement des projets approuvés au début du mois d'août était consacré aux questions sociales : recours juridique en faveur des femmes et des personnes déplacées, soins traumatologiques etc. Il n'y avait pratiquement rien pour reconquérir ce qui faisait la force de la culture des habitants d'Aceh. Ces populations possèdent une culture très forte et spécifique, le sentiment de leur identité en tant que communauté islamique, des racines qui remontent au 9^{ème} siècle. Mais lorsque le cœur est brisé et que de nombreux porte-parole traditionnels ont désormais disparu, cette force latente est menacée d'érosion. Or, l'UNESCO l'a prouvé, grâce à un projet couronné de succès, qui utilisait les manifestations culturelles et la communauté comme outils thérapeutiques pour des enfants traumatisés : cette force de la communauté est extrêmement puissante.

Les donateurs doivent, par ailleurs, savoir reconnaître les signes physiques qui dénotent les résultats concrets de leurs efforts. Nous autres, à l'UNESCO, avons bien plus de mal à obtenir des fonds pour les projets que nous mettons actuellement en œuvre sur des thèmes « moins durs », comme la remise en état du système des médias et des communications, la reconstruction à long terme du système d'enseignement supérieur de la province - qui a perdu un très grand nombre de ses professeurs expérimentés -, l'attention portée à une jeunesse déscolarisée, qui est « passée entre les mailles du filet » du système formel tout en restant encore incapable d'intégrer les écoles reconstruites -, le renforcement et le soutien de la culture profonde de la société, avant que ses vestiges ne terminent sur le marché de la nécessité économique du moment.

Dans la fièvre de l'action, il semble que l'on ait perdu de vue les connaissances scientifiques et techniques (la S&T) qui sont indispensables pour que la reconstruction soit viable. Un exemple : après avoir engagé des fonds dans des domaines où elles possédaient des compétences techniques, plusieurs gran-



des ONG ont glissé vers des domaines où elles manquaient de compétences. Planter des mangroves le long de la côte pour atténuer la puissance de nouveaux tsunamis est devenu une mode alors que l'on a encore peu d'expérience sur la façon de s'y prendre. Des agences relativement aisées se sont ainsi lancées dans des campagnes de replantation de mangroves. Or, ne disposant pas d'experts, elles opéraient en payant des communautés locales pour le faire, des personnes sans aucune expérience ou connaissances techniques, qui n'étaient pas supervisées par des experts. Cela a souvent abouti à des échecs, parfois parce qu'il n'y avait jamais eu de mangroves dans ces localités ou que celles-ci n'arrivaient pas à s'y acclimater.

En a-t-on tiré des leçons sur la façon de réagir après une telle catastrophe à l'avenir ? Vous citez par exemple le peu d'attention accordée au savoir et aux techniques scientifiques.

La première leçon, qui est sans doute aussi la plus importante, c'est que dans une situation d'urgence aussi complexe que celle d'Aceh, l'aide ne permet pas toujours de traduire les bonnes intentions de personnes généreuses et dévouées en termes de réponses aux besoins spécifiques sur le terrain. Et gérer l'afflux de bonne volonté peut tourner au cauchemar. L'essentiel est d'être en prise directe avec la réalité des besoins locaux.

La deuxième leçon, c'est qu'il nous faut comprendre la réhabilitation comme une entreprise cohérente de rétablissement physique et humain, et maintenir la liaison entre ces deux aspects. Reconstruire les médias et les communications et renforcer les bases de la S&T sur lesquelles les communautés s'appuient pour prendre leurs décisions, ce n'est pas une tâche à remettre à plus tard. C'est pourquoi l'UNESCO n'a pas perdu de temps pour reconstruire la station de radio de Nikoya à Banda Aceh, par exemple. La culture non plus n'est pas un luxe.

La troisième leçon, c'est que la science et les capacités scientifiques de la communauté concernée ne sont pas, elles non plus, un luxe lointain dont il faudra se soucier un jour, mais une nécessité immédiate. La catastrophe d'Aceh a prouvé qu'il nous faut tout de suite procéder à des évaluations scientifiques des dommages subis en profondeur aussi bien qu'en surface avant que les signaux ne disparaissent, si à l'avenir l'on veut être mieux préparés. L'UNESCO a effectué une série d'études de ce genre et soutenu celles des scientifiques du gouvernement, qui permettront d'obtenir une évaluation d'ensemble des dommages subis par l'environnement.

Nous avons besoin du soutien immédiat des scientifiques pour rechercher, avec les communautés et le gouvernement, les meilleures décisions quant à savoir où les gens devraient vivre, étant donné la salinisation de leurs terres et les dangers potentiels de l'océan.

Il nous fallait donner une formation scientifique aux communautés pour qu'elles plantent des mangroves ou mettent en place d'autres obstacles biologiques ou physiques afin de réduire les effets éventuels d'un nouvel épisode de tsunamis. L'UNESCO a elle-même élaboré un projet pilote à Aceh au niveau de la communauté en ciblant les habitats propices à la propagation des mangroves, prévoyant d'apporter aux communautés qui les planteraient un soutien technique par une expertise sur place ; ces précautions ayant été respectées, la plantation a connu le succès.



Un navire précédemment ancré à 1 km en mer pour fournir de l'électricité à Banda Aceh poursuit sa mission sur son nouveau site, 2 km à l'intérieur des terres. À droite, l'assistante en hydrologie du bureau de l'UNESCO à Djakarta, Georgia Pelli, qui évalue le degré d'infiltration du sel et la qualité des eaux souterraines de la zone

En raison du décès de nombreux employés et environnementalistes des parcs naturels, il nous a fallu former leurs remplaçants à la protection des forêts existantes et du littoral contre tout empiètement par une exploitation, légale ou illégale. L'UNESCO, qui a œuvré en ce sens avec le ministère des Forêts, recherche des fonds pour renforcer les moyens dont le gouvernement dispose dans le parc du Patrimoine mondial de Leusser.

Il nous fallait reconstruire les moyens scientifiques des principaux établissements d'enseignement supérieur, car ce sont eux qui devront mettre leurs compétences au service du programme de redressement.

Enfin, « l'état d'alerte préventive » pour réagir face à des catastrophes éventuelles requiert une expertise en S&T à la fois pour la création de matériel pédagogique et pour les mesures par lesquelles les communautés se protègent et s'adaptent. L'UNESCO a assumé le rôle de chef de file quant à la conception de ces moyens d'alerte préventive en Indonésie.

L'expérience acquise à l'UNESCO par la réflexion sur les moyens de réagir aux catastrophes, dans des domaines très variés, a donné lieu à une quatrième leçon : la difficulté de faire face à un tel désastre – comme la tragédie de l'ouragan Katrina qui a frappé les Etats-Unis fin août – illustre la nécessité de renforcer l'état d'alerte préventive dans l'ensemble d'un pays et non pas simplement là où la tragédie s'est produite, en fournissant au gouvernement et à la communauté les moyens de réagir aux catastrophes naturelles. Les connaissances en S&T sont au cœur de ce plus vaste objectif. L'UNESCO se trouve aujourd'hui bien placée pour prendre la tête d'un mouvement vers une meilleure « alerte scientifique préventive ». Car les experts pensent que ce n'est pas fini.

Au large de la côte de Sumatra, l'île de Simeulue s'est soulevée et celle de Nias a basculé sous l'effet des mouvements de la terre, qui cherche encore son équilibre, et du déplacement des grands séismes vers le sud du littoral d'Aceh. La croûte terrestre est très instable. Ce n'est pas de bonne augure.

Interview de Susan Schneegans

La science aux Caraïbes sous le microscope

Au moment où les nations d'Amérique latine et des Caraïbes se préparent pour la grande Conférence régionale sur la science, la technologie et l'innovation en vue du développement durable, organisée par l'UNESCO et le gouvernement cubain, du 1er au 3 décembre, les pays du Marché commun des Caraïbes (Caricom) seraient les premiers à admettre qu'ils devront faire de grands progrès pour s'approprier la S&T s'ils veulent améliorer les conditions de vie de leurs populations. Le problème est que, jusqu'ici, ils n'ont pas beaucoup cherché par quels moyens ils pourraient y arriver.

La conférence se tiendra à La Havane. Comme Cuba n'est pas membre du Caricom et que toute étude de la science dans les Caraïbes ne saurait être complète sans un portrait de ce petit pays dynamique, Cuba fait l'objet d'un article distinct, qui commence à la page 20.

La région des Caraïbes se compose d'un archipel de nations insulaires petites et relativement jeunes dans la mer des Antilles, auquel se rattachent quelques pays voisins sur la côte de l'Amérique du Sud. La dimension de ces pays insulaires va de 103 km² (Montserrat) jusqu'à 10 000 km² (Jamaïque).

Ces pays sont en majorité anglophones, à l'exception du Surinam néerlandophone, de la francophone Haïti et de Cuba et la République dominicaine, toutes deux hispanophones. Les nations insulaires anglophones ont cultivé, par le jeu des institutions, des liens étroits entre elles au plan culturel, économique et éducatif. *L'University of the West Indies (UWI)*, fondée en 1948, joue, par exemple un rôle central dans l'enseignement supérieur à l'égard de plusieurs de ces nations. Quant au Caricom – sans parler du jeu de cricket – il sert à cimenter l'union des peuples des Caraïbes.

Les nations des Caraïbes ont cependant des ressources naturelles diverses, des politiques économiques et des stratégies qui ont donné lieu à une considérable variété de réussites sur le plan économique, éducatif, industriel et culturel.

Une chance perdue

Toutes les nations des Caraïbes admettent, à titre individuel comme à travers le Caricom, qu'elles devront faire de grands progrès pour s'imprégner de la S&T et l'appliquer si elles veulent améliorer les conditions de vie de leurs populations. Le problème c'est qu'elles n'ont pas, jusqu'ici beaucoup cherché à comprendre comment le faire, ni au rôle des différentes approches de la recherche scientifique (recherche fondamentale guidée par la curiosité ou bien orientée vers les applications, et recherche appliquée orientée vers la résolution de problèmes).

Il n'existe pas, semble-t-il, de mécanisme qui permettrait de fixer des objectifs et des priorités à la recherche, de juger si certains objectifs ont été atteints ni d'évaluer les résultats des travaux de recherche, effectués aux Caraïbes ou ailleurs, quant à leurs éventuelles retombées bénéfiques pour la population et l'économie de la région. Il faut remédier sans tarder à cette grave faiblesse en matière de politique et de gestion afin que la S&T et l'innovation s'inscrivent dans la culture caraïbe et que la productivité des travaux scientifiques atteigne son meilleur niveau. En l'absence de cadre conceptuel qui aiderait à connaître et à évaluer l'innovation dans la région, de nombreux programmes de recherche ont été conçus et poursuivis hors de toute évaluation quant à leur efficacité ou aux ressources nécessaires, en termes d'infrastructure, de finances et de personnel pour remplir les missions.

Dans ces conditions, l'alumine, les bananes, le sucre, les forêts pluviales tropicales et autres ressources d'une valeur économique décisive pour la région restent insuffisamment étudiées et leurs potentialités n'ont pas été totalement inventoriées. Le plus regrettable c'est que l'activité économique de ces zones rapporte des bénéfices substantiels mais qu'il n'existe

Le paysage universitaire

La population estudiantine des universités du Caricom compte environ 42 000 personnes, dont quelque 27 000 fréquentent l'UWI, composée de trois campus principaux : à la Barbade, à la Jamaïque et à la Trinité.

Mis à part l'UWI, les Caraïbes possèdent l'Université de la Guyane avec ses deux campus, l'Université de technologie (Jamaïque), l'Université du Surinam et la dernière venue : l'Université de Trinité et Tobago, entrée en service en 2004. Toutes sont financées par des fonds publics.

L'UWI propose des programmes de troisième cycle menant aux diplômes de maîtrise, de DEA et de doctorat. Le nombre d'étudiants de ces filières s'élevait en 2002/2003 à 4 638, dont 1 726 (soit 38 %) inscrits en science et technologie (S&T).

L'Université de technologie, l'Université de Guyane et l'Université du Surinam s'efforcent également d'élargir et de renforcer leurs programmes de troisième cycle. L'Université de Trinité et Tobago ne propose, dans un premier temps, que des enseignements de science et d'ingénierie dans les premier et deuxième cycles pour répondre aux besoins en ressources humaines de ce pays très industrialisé.



Des étudiants de l'UWI travaillant sur un ordinateur portable



La commercialisation des résultats de la recherche est une source potentielle de revenus, et la région s'intéresse de près aux possibilités offertes par la propriété intellectuelle. On peut citer les exemples encourageants de la vente par l'UWI de licences de logiciels didactiques à une société internationale, les nouveautés alimentaires produites par le Conseil de la recherche scientifique et les « incubateurs de petites entreprises », à l'Université de technologie de la Jamaïque. Le Centre de gestion des ressources et d'étude de l'environnement de la Barbade, qui s'est engagé dans la production de sources d'énergie renouvelables, a réussi à satisfaire, en 2003, 15 % des besoins énergétiques de l'île.

pas de compétences et de moyens endogènes en S&T pour les soutenir. La recherche dans la région présente, certes, quelques cas de brillantes réussites, mais ils sont dus essentiellement à des travaux et des initiatives d'individus motivés et non à un mouvement culturel planifié et soutenu pour atteindre l'excellence scientifique au plan national ou régional dans les domaines essentiels de l'économie.

La recherche s'effectue dans les universités, des établissements spécialisés financés par des fonds publics et dans une faible mesure, par des fonds privés. Parmi les instituts nationaux de recherche on peut citer le Conseil de la recherche scientifique de la Jamaïque, l'Institut national de recherche agronomique de la Guyane et l'Institut des affaires marines de Trinité et Tobago.

Modicité des dépenses de R&D

La dépense intérieure brute en R&D (DIRD) est modique (voir tableau). Les statistiques indiquent que les fonds réellement consacrés à la R&D sont à la mesure de la modicité des moyens économiques des Caraïbes. En Jamaïque, la Fondation pour l'environnement, dont les subventions moyennes atteignent les 100 000 dollars par projet sélectionné par les conseillers scientifiques, constitue la grande source de financement substantiel pour la recherche. La Fondation se consacre à la protection de l'environnement, au développement durable et à des projets et des initiatives de recherche similaires, pour lesquels elle a approuvé, depuis 1994⁸ plus de 8 millions de dollars en faveur de 421 projets. Le Conseil de la recherche médicale du Commonwealth des Caraïbes accorde, lui aussi, de petites subventions. Dans des concours ouverts à tous, rares sont les subventions provenant de sources étrangères à la région.

8. En 1999/2000, les dépenses s'élevaient à 1,8 million de dollars pour 52 projets, selon le Planning Institute of Jamaica

Ces derniers temps, les établissements supérieurs de la région ont su intéresser des sociétés internationales à gérer certaines activités locales de R&D. Les fonds acquis par de tels accords sont réinvestis dans l'infrastructure de la recherche. Ce fut le cas de l'importante dotation qui a permis à l'UWI de la Jamaïque d'acheter un NMR de 500 MHz. Un accord similaire lie le campus de l'UWI de Cave Hill à la Barbade à la société Biochem Pharma.

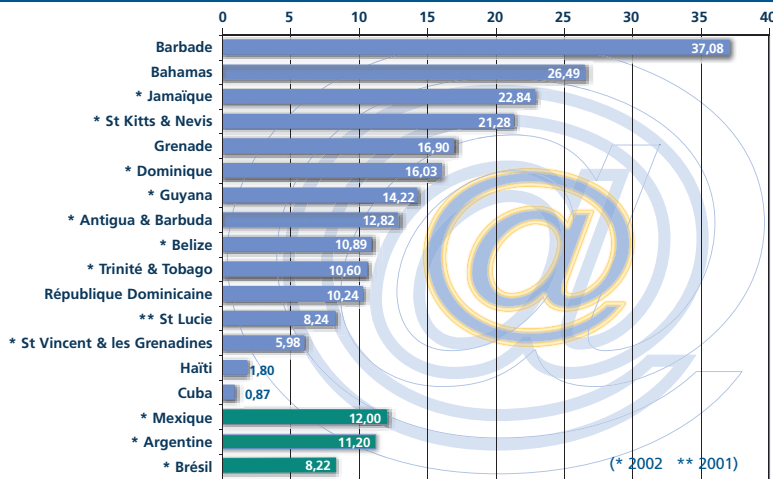
Une mince production d'articles scientifiques

En dehors du secteur public, la production d'articles scientifiques par les établissements de recherche est très mince. Parmi les articles publiés entre août 1999 et juillet 2000 par les établissements d'enseignement supérieur, environ 92 % provenaient de l'organisme régional, l'UWI, dont le nombre de publications a connu une augmentation importante ces dix dernières années. Entre 1990 et 2000 par exemple, le nombre d'articles publiés par des scientifiques de l'UWI est passé de 300 à plus de 400.

INDICATEURS CLÉS DES PAYS DU CARICOM*							
	Population (en milliers) 2001	Index du développement humain, 2002	Croissance moy. annuelle brute du PNB (%), 1998-2001	PNB par habitant PPP US\$, 2001	Dépenses publiques en % du PIB, 2001	Dépenses publiques ens. sup. en % du total ens. 1999-2001	DIRD en % du PIB 2002
Antigua & Barbuda	72	55	3.3	9550	3.5	15.1	-
Bahamas	307	51	-	15680	-	-	-
Barbade	268	29	5.1	15110	6.7	29.9	-
Belize	245	99	6.6	5150	6.8	16.2	-
Dominique	78	95	-1.3	4920	5.6	-	-
Grenade	81	93	-	-	4.5	-	-
Guyana	762	104	-1.2	4280	4.5	-	-
Haïti	8111	153	-0.1	1870	1.1	-	-
Jamaïque	2603	79	0.4	3490	6.8	19.2	0.08
Montserrat	3	-	-	-	-	-	-
St Kitts & Nevis	42	39	6.5	10190	8.5	21.2	-
St Lucie	147	71	2.4	4960	7.7	-	-
St Vincent & Grenadines	118	87	2.9	4980	-	5.2	0.15
Suriname	429	67	-12.9	-	-	-	-
Trinité & Tobago	1294	54	13.1	8620	4.3	3.7	*** 0.10

* N'étant pas membre du CARICOM Cuba et la Rep. Dominicaine ne figurent pas sur le tableau ** 1-55 = développement élevé *** 2001

Source: UNESCO (2005) Éducation pour tous : l'impératif de qualité. Rapport mondial de suivi de l'EPT; Institut de statistiques de l'UNESCO ; PNUD (2004) Rapport sur le développement humain



Utilisateurs de l'Internet aux Caraïbes en 2003 en %
Argentine, Brésil et Mexique servent de point de comparaison



Surveillance du débit de la rivière Layou, dans l'île volcanique de la Dominique, aux Caraïbes

©Gillian Cumbers

Pris dans leur ensemble, les 6,4 millions d'habitants de la région (sans compter Haïti) ont publié 460 articles dans des revues ayant un comité scientifique de sélection, soit 71 par million d'habitants, proportion encourageante. La région fait mieux que l'Amérique latine, où l'UNESCO dénombre dans son *Rapport mondial sur la science* 1996, moins de 50 articles par million d'habitants, exception faite de l'Argentine et du Chili en 1993. Seul ce dernier pays, avec un ratio de 90 articles, pouvait se prévaloir d'une meilleure moyenne que celle des Caraïbes. En 1990, Cuba atteignait 14 par million. La même année, Singapour et la Chine de Taipei en étaient respectivement à 375 et 200 articles, ce qui signifie qu'il nous reste encore beaucoup à faire dans notre région.

Parmi les revues ayant un comité scientifique de sélection, qui ont publié les articles d'auteurs de la région, certaines sont des revues proprement régionales. Ces articles ont paru principalement dans cinq revues scientifiques, trois d'entre elles étant localisées à l'UWI.

Publiée depuis 1924, *Tropical Agriculture* est la revue la plus ancienne de la région. Le *West Indian Medical Journal* est la plus célèbre des revues scientifiques ; avec un tirage de plus de 2 000 exemplaires, elle est diffusée dans 75 pays, et quelque 700 particuliers y sont abonnés. De même que *Tropical Agriculture*, c'est un trimestriel. Publié deux fois par an par la Faculté d'ingénierie du campus de la Trinité, le *West Indian Journal of Engineering*, qui paraît depuis 1967, s'est doté d'une liste impressionnante de conseillers/évaluateurs de rang international. Ses articles couvrent cependant surtout le domaine local. Le *Jamaican Journal of Science and Technology*, qui publie des articles sélectionnés par son comité scientifique dans de nombreux domaines, est produit deux fois par an par le Conseil de la recherche scientifique. Le *Journal of Science* des Bahamas est publié deux fois par an par Media Enterprises Ltd.

Difficultés particulières pour la R&D

Les plus graves difficultés sont le manque de fonds, l'incapacité d'attirer et de retenir un personnel de haut niveau, les mauvaises conditions de travail avec notamment la modicité des salaires, l'insuffisance de l'entretien du matériel et la quasi-absence de perspectives de carrières.

En Guyana et au Surinam, ces problèmes sont critiques en raison surtout de la faiblesse de l'économie nationale. Dans le *Rapport 2004* du PNUD sur le développement humain, la Guyana occupe par exemple le 104^{ème} rang parmi les 177 pays couverts par l'Index du développement humain.

Les fonds disponibles pour la recherche sont très limités : l'achat et l'entretien du matériel, la faiblesse de l'infrastructure – avec la fourniture erratique d'électricité – mettent à rude épreuve les chercheurs, qui ne disposent, par ailleurs, que de très rares revues scientifiques.

Les scientifiques des universités de la Guyana et du Surinam sont surchargés d'heures de cours, ce qui leur laisse peu de temps pour la recherche. Par ailleurs, les salaires du personnel sont loin d'être attractifs : cela se traduit par l'incapacité des pays à attirer des scientifiques de haut niveau et par le phénomène contre productif du travail au noir chez les enseignants. À la Faculté de sciences naturelles de la Guyana, sur 33 membres du personnel enseignant à plein temps, six seulement ont un doctorat, certains n'ayant qu'un diplôme de premier cycle. Dans cette université, quatre malheureux articles ont été publiés dans des revues internationales l'année dernière.

À la Barbade, la Jamaïque et Trinité et Tobago, la vie scientifique est cantonnée aux campus de l'UWI. Les scientifiques ont bien plus de chance que leurs homologues de la Guyana, du Surinam et de bien d'autres pays des Caraïbes et d'Amérique latine. Leurs salaires et leurs conditions de travail sont meilleurs, sans compter divers avantages, comme les bourses de voyage et la possibilité d'obtenir sur place de petites subventions pour la recherche. Ici, ce qui importe, c'est de relever le niveau du financement de la recherche et de mieux gérer l'entreprise scientifique de façon à tirer le meilleur parti du potentiel productif du personnel et de l'infrastructure scientifique.

L'exode des cerveaux devrait s'amplifier

Aux Caraïbes, l'émigration pose un sérieux problème. Entre 1991 et 2000 par exemple, la Jamaïque a perdu 20 000 à 25 000 émigrants par an (près de 1 % de la population), selon le *Planning Institute of Jamaica* (2000). Plus de 11 à 15 % d'entre eux auraient des qualifications ou des professions en rapport avec la S&T. On peut s'attendre à voir s'accroître

le rythme de l'émigration des professionnels et des personnels qualifiés des Caraïbes, à moins que ne s'améliorent dans un avenir proche les conditions de travail, la situation et la productivité de l'entreprise scientifique.

Un manque chronique de motivation

D'autres problèmes se posent encore, comme la difficulté de garder longtemps le personnel en place, l'absence de politique systématique de carrière et de missions ponctuelles de recherche, des difficultés de recrutement dans des domaines très courus comme la technologie de l'information, et, chez certains chercheurs, un réel manque de motivation resté trop longtemps sans remède.

Ni le contenu des programmes de recherche, ni les chercheurs eux-mêmes ne font l'objet d'évaluations critiques. Il faudrait en outre que les responsables combattent la médiocrité, ou qu'il existe une volonté instituée de récompenser de manière sélective les chercheurs les plus productifs. Tout cela a retardé le développement d'une culture endogène de la recherche.

Faire entendre la voix des pays des Caraïbes

Il existe actuellement trois organismes scientifiques régionaux : l'Académie des sciences des Caraïbes, Cariscience (voir l'encadré) et le Conseil caraïbe de science et de technologie. Créé par les différents gouvernements en 1981, ce dernier se compose d'un nombre restreint de politiques et de scientifiques. Il a commencé par élaborer un document de politique de S&T pour la région. Malheureusement, il semble que sa mise en œuvre n'ait pas fait l'objet d'un véritable suivi. Il existe quelques rares associations scientifiques bien établies et actives, comme l'Association caraïbe de génie chimique et de chimie, le Congrès caraïbe de mécanique des fluides et la Société caraïbe pour l'énergie solaire.

Les instituts régionaux de recherche les plus connus sont l'Institut de recherche et développement en agronomie des Caraïbes et l'Institut caraïbe pour l'environnement et la santé. La Guyana s'enorgueillit de posséder l'unique centre de recherche sur la protection de la forêt au niveau international, *Iwokrama*, qui couvre 3 600 km² de luxuriante forêt vierge

tropicale pluviale, au cœur du pays. Le Centre reçoit des bourses de recherche de plusieurs pays et de bailleurs de fonds internationaux, sans avoir cependant de fonds propres.

La Barbade envisage de créer un Centre des énergies renouvelables. S'adressant à la réunion du Groupe spécial de travail de Caricom sur la politique énergétique de la région en octobre 2003, Anthony Wood, ministre de l'énergie et des services publics de la Barbade, aurait déclaré, selon le *Barbados Advocate* « une politique énergétique régionale axée sur le développement durable, tel doit être notre objectif pour l'avenir à long terme du secteur énergétique ». Il a précisé que le gouvernement de la Barbade aimerait voir les énergies renouvelables atteindre 30 % de la fourniture d'énergie primaire de l'île d'ici 2012.

La création d'un Conseil régional de la recherche qui financerait les recherches orientées vers la solution des problèmes de la région a été suggérée aux chefs de gouvernements des Caraïbes en 1998. À l'occasion de leur réunion annuelle de 1999, ces gouvernements ont entériné la proposition présentée par l'UWI de créer une Agence régionale caraïbe pour la recherche.

Certains scientifiques de premier plan dans la région s'efforcent actuellement de créer une culture scientifique et de multiplier les effectifs et les moyens de la S&T. On en veut pour preuve les nombreux ateliers et colloques consacrés, ces derniers temps, à l'enseignement des sciences et la grande conférence de Caricom sur l'Application de la science et de la technologie au service du développement des Caraïbes, prévue du 9 au 13 mai 2006, à Trinité et Tobago.

Ishenkumba Kawha et Harold Ramkissoon⁹

Adaptation, par les auteurs, du chapitre sur les Caraïbes qu'ils ont rédigé pour le Rapport 2005 de l'UNESCO sur les sciences.

Cariscience

Lancé en Jamaïque en 1998, Cariscience est un réseau de l'UNESCO de R&D et de programmes en sciences fondamentales dans cinq pays : la Barbade, Guyana, Jamaïque, Surinam et Trinité et Tobago.

Organisé pour les chercheurs par des chercheurs en activité, il se propose principalement de promouvoir l'excellence de l'enseignement supérieur et d'améliorer la qualité de la recherche scientifique dans la région en aidant les scientifiques et en encourageant la coopération. Dans cette perspective, Cariscience a lancé en janvier 2004 un programme de bourses pour jeunes scientifiques des Caraïbes et établi des liaisons avec la diaspora originaire de la région.

L'Académie des sciences des Caraïbes et l'UNESCO ont créé un site web sur les activités scientifiques dans les Caraïbes : www.cariscience.org





La science à Cuba : joyau de la couronne des Caraïbes

Il est généralement admis que la science et la technologie (S&T) sont, dans toutes les sociétés, un instrument indispensable du développement. Ce qui fait défaut dans la plupart des pays en développement, c'est la vision claire d'une politique scientifique efficace et, plus important encore, la volonté politique de la mettre en œuvre. La visite que j'ai effectuée en l'an 2000 aux instituts de recherche cubains de biotechnologie, de médecine, d'agronomie et de sciences fondamentales, ainsi que mes rencontres avec des scientifiques cubains, m'ont pleinement convaincu du fait que les progrès de Cuba dans le domaine scientifique ne se sont pas réalisés du jour au lendemain. Ils sont, au contraire, le fruit d'une lucidité et d'une capacité de prévision et d'application qui habitent à la fois la direction politique, les technocrates et les scientifiques.

Dans l'année qui a suivi la révolution de 1959 à Cuba, il a été décidé, à l'échelon politique le plus élevé, d'arrimer l'avenir du pays à celui de la science dans le pays. La biotechnologie a été placée au centre des efforts, choix dont on attribue la paternité au président Fidel Castro lui-même. La raison en serait qu'étant donné la faiblesse des ressources financières et humaines de l'époque, il fallait diriger la S&T vers l'objectif du développement. La biotechnologie était un champ de recherches très prometteur, car il pouvait améliorer la santé par la mise au point de vaccins, accroître la productivité agricole et animale, et rapporter des devises par la commercialisation des produits de la biotechnologie.

Des dispositions ont alors été prises pour créer de nouvelles institutions et former des scientifiques jusqu'à ce qu'ils atteignent une masse critique. L'Académie des sciences de Cuba (fondée en 1861) a été réorganisée en 1961, treize instituts ont été créés au sein du ministère de la santé, et le Centre national de la recherche scientifique (CENIC) a été fondé en 1964. Au départ, ce dernier était chargé de former et de préparer des scientifiques qui occuperaient les emplois dans plusieurs ins-

tituts de recherche encore au stade d'ébauches, parmi lesquels celui qui connaît la plus grande renommée internationale, le Centre d'ingénierie génétique et de biotechnologie (CIGB), fondé en 1986.

La biotechnologie, le cœur de la science à Cuba

En 1981, Cuba a été la proie d'une grave épidémie de dengue. Le Centre national de la recherche scientifique a convoqué une réunion des directeurs de 12 centres de recherche pour faire face à la crise. Les participants se sont souvenu d'une suggestion du Prof. Clarke, scientifique des Etats-Unis – qui avait rencontré Fidel Castro en 1973 – sur l'utilisation de l'interféron dans les infections virales. Il semble que deux grandes décisions aient été prises : se mettre immédiatement au travail pour produire de l'interféron, et mettre en place les moyens scientifiques et le personnel nécessaires au développement des recherches sur la biotechnologie. Cette même année, l'interféron cubain a été utilisé avec succès dans le traitement de la dengue. Cela a donné une nouvelle impulsion aux recherches en biologie moléculaire et en ingénierie génétique, qui devaient aboutir à l'ouverture du CIGB.

Le CIGB est aujourd'hui la vedette des centres de biosciences parmi ce qu'on appelle le Tiers-monde. Il fait l'orgueil de tous les Cubains, c'est le cœur de la science à Cuba.

Situé à l'ouest de La Havane, le CIGB se présente comme un complexe doté d'un équipement ultramoderne d'unités de fabrication employant plus de 1 000 personnes exerçant des fonctions mixtes de recherche et de production. Le personnel comprend 700 chercheurs de haut niveau, dont certains habitent dans les tours résidentielles voisines. Ceux que j'ai rencontrés semblaient très motivés et dévoués. Bon nombre d'entre eux avaient reçu une formation à l'étranger, en France, en Allemagne, au Royaume-Uni ou au Canada.

L'édifice principal abrite des laboratoires bien entretenus et climatisés, les bureaux de l'administration, des aires de service,



Le Centre national cubain de la recherche scientifique (CENIC), fondé en 1964

NOUVELLES DÉCOUVERTES INTÉRESSANT LE SYSTÈME SANITAIRE DE CUBA

- Nouveau vaccin pour hémophiles *****
- Nouveaux produits de la biotechnologie
- Anticorps monoclonal EGF-R3



L'anticorps monoclonal CIMather, représenté ici, utilisé à Cuba pour les tumeurs du cerveau et du cou, associé à la radiothérapie, se vend sous licence dans 50 pays. Le CIMather a été mis au point par le Centre d'immunologie moléculaire (CIM) à La Havane qui a conclu, le 15 juillet 2004, un accord avec la société Cancer Vax Corporation de Californie pour le transfert de résultats de recherches en biotechnologie de Cuba vers les États-Unis, accord qui porte sur la production en commun de vaccins contre le cancer. Une usine a été construite au CIGB pour fabriquer les lots destinés aux premiers essais cliniques aux États-Unis, d'un vaccin contre le cancer du poumon mis au point au CIM. Il se fonde sur le facteur épithélial de croissance (EGF), une protéine de la croissance cellulaire. L'autre nouvelle usine du CIGB, qui a ouvert en août 2004, produit les principes actifs du vaccin cubain de l'haemophilus influenzae de type B, bactérie responsable d'une grande partie des cas de méningite, de pneumonie et d'otites qui tue, tous les ans, un demi million d'enfants dans le monde. En 2003, le Dr Vicente Vérez Bencomo, principal auteur du vaccin, a déclaré que le Quimi-Hib « permettra au pays d'économiser 2 à 3 millions de dollars par an sur les importations effectuées par le Programme national d'immunisation ». La nouvelle usine peut produire 10 millions de doses par an (Source : Gramma International, Cuba)

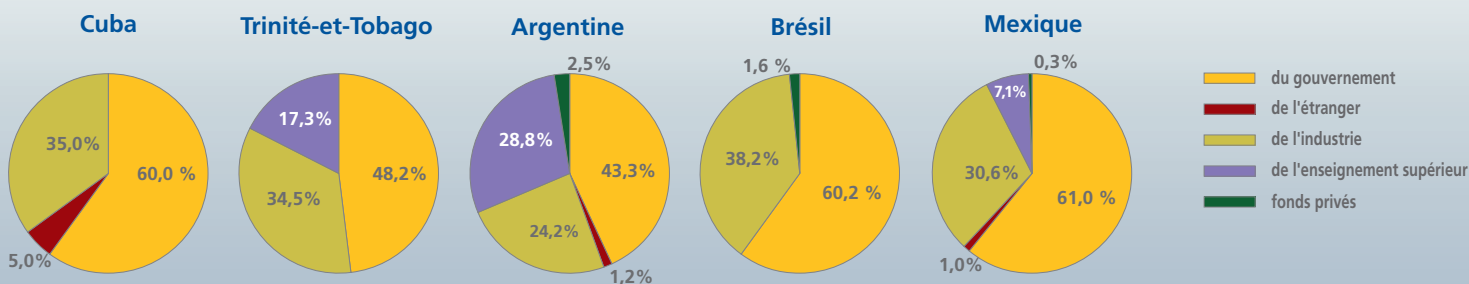
un auditorium de 400 places équipé pour l'interprétation simultanée, des salles de conférence, des laboratoires de langues, une bibliothèque et un gymnase. Les espaces de recherche comprennent cinq serres et un « biotherium » pouvant recevoir diverses espèces animales. Le CIGB compte plusieurs Divisions ayant des orientations et des missions spécifiques comme les Divisions des vaccins, de pharmacologie, de biologie moléculaire végétale, de génétique des cellules de mammifères et de garantie de la qualité.

Une société du nom d'Heber Biotec a été constituée en 1991 pour commercialiser les 160 produits du CIGB. Parmi ceux qui sont vendus dans 50 pays se trouve un vaccin contre l'hépatite B, l'interféron humain alpha, certaines enzymes, des trousseaux de diagnostic – dont une pour le VIH et une autre pour vacciner le bétail contre les tiques. Des travaux sont en cours sur des vaccins contre le VIH/sida, la méningite, l'hépatite C, sur des produits pharmaceutiques, la production de poissons transgéniques et la biologie moléculaire végétale (maladies véhiculées par des insectes ou des champignons), la papaye, le café, la pomme de terre et la tomate. Un vaccin contre le VIH/sida est actuellement testé.

À l'instar des autres organisations scientifiques de Cuba, le CIGB ne travaille pas tout seul. Il est au cœur d'un réseau d'établissements qui font de la recherche-développement (R&D). Ce sont notamment :

- Le **Centre d'immunologie moléculaire**, dont la cible principale est le cancer et la production pharmaceutique associée,
- Le **Centre national de bio-préparations**, qui a pour principale mission de produire des vaccins contre l'hépatite B. Le Centre produit également à Cuba des bouillons de culture et des vaccins qui étaient jusqu'ici fabriqués à l'étranger,
- **L'Institut Finlay**, du nom du Dr Juan Carlos Finlay (1833–1915), héros national qui, selon les Cubains, aurait mérité le prix Nobel pour avoir découvert que le virus de la fièvre jaune était transmis par un moustique (il a figuré sur la liste de sélection mais n'a pas été primé). Dans cet institut, créé il y a 112 ans et doté d'installations modernes, les recherches visent essentiellement à produire de nouveaux vaccins en recombinant ceux qui existent déjà contre la grippe et le choléra. Le vaccin à méningocoque de type B utilisé pour lutter contre la méningite a été produit dans cet institut et les revenus de son exportation ont valu à Cuba 40 millions de dollars,
- Le **Centre national de production d'animaux de laboratoire** répond aux besoins croissants des divers centres de recherche du pays. Il produit toutes sortes d'animaux, de la souris au singe, ainsi que leur alimentation.

DIRD à Cuba par source de fonds, 2002 Les autres pays servent de point de comparaison

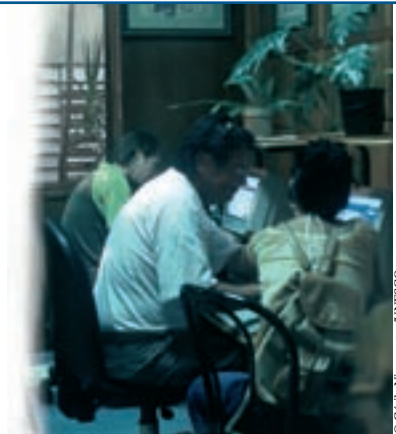


Source : Institut de statistiques de l'UNESCO, mai 2005



© Cécile Nimanger/UNESCO

Scène de rue à La Havane in 2003



© Cécile Nimanger/UNESCO

Cybercafé à La Havane en 2003

Le point fort de la S&T à Cuba est sans conteste la biotechnologie, mais cela n'a pas été sans sacrifices : environ un milliard de dollars y a été investi entre 1990 et 1997.

Depuis cinq ans, deux nouvelles institutions se sont ouvertes : le Centre de génétique médicale et le Centre de bio-informatique.

La meilleure santé de tous les pays en développement

À la fin des années 50, un bébé cubain avait un risque sur dix de mourir, surtout de diarrhée et de maladies respiratoires. Il y avait à peine plus de 6 000 médecins et une seule école de médecine. Le système de santé, m'a-t-on dit, était alors en voie de délabrement, car les soins de santé n'étaient pas à la portée du Cubain moyen. En même temps que l'éducation, la S&T et la santé sont devenues prioritaires dans les années 60.

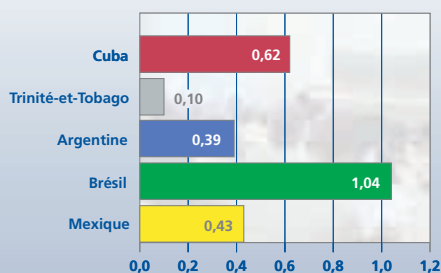
Aujourd'hui, l'UNICEF situe Cuba quatre places à peine derrière les Etats-Unis et en tête de tous les pays en développement pour ce qui est de la santé infantile. Il existe 14 écoles de médecine et 60 000 docteurs pour une population de 11,2 millions de personnes, ce qui revient à un médecin pour environ 200 personnes. Cuba a le taux de mortalité le plus bas d'Amérique latine (8 pour 1 000, à comparer avec 11 pour 1 000 au Royaume-Uni) et l'espérance de vie la plus longue (73 ans).

Les campagnes massives de vaccination ont eu pour effet d'éradiquer presque totalement les maladies contagieuses. Cuba a été déclarée par l'Organisation panaméricaine de la santé (PAHO) le premier pays des Amériques exempt de poliomyélite. En 1997, aucun cas de coqueluche, de tétanos infantile, de poliomyélite, de rougeole, d'oreillons, de rubéole ou de fièvre jaune n'a été observé. Les raisons du remarquable système de santé de Cuba sont nombreuses, notamment le fait que les soins médicaux et même pharmaceutiques soient gratuits pour tout le monde, que la santé de la mère et de l'enfant soit considérée comme primordiale, que le système du médecin de famille place des médecins et des infirmières dans tous les quartiers pour qu'ils assurent les premiers soins – la résidence du médecin existe déjà : c'est un bâtiment de trois étages : le cabinet médical au rez-de-chaussée, la résidence du médecin au premier étage et celle de l'infirmière au second. Autres éléments du système : 12 vaccins sont pratiqués (là où la PAHO en recommande 7), parmi lesquels un vaccin à pneumocoque mis au point à Cuba pour combattre la pneumonie, qui autrefois tuait des milliers d'enfants ; et les tests pour les femmes enceintes afin d'éviter les anomalies néonatales. Enfin, et ce n'est pas le moins important, Cuba met en œuvre un système efficace de surveillance et de prévention. Par exemple, les premiers cas d'une attaque de dengue survenue en décembre 1996 ont été détectés dès janvier 1997 et circonscrits à 15 cas, grâce à l'efficacité du système cubain de veille sanitaire.

On peut mesurer l'intérêt porté à la santé par le fait que les premières réussites de Cuba dans la fabrication d'un produit de biotechnologie ont eu lieu en 1984 avec la production d'insuline à laquelle le spécialiste Randelip Lee Clarke, des Etats-Unis, avait apporté son assistance. Plus de deux millions de Cubains souffrent du diabète.

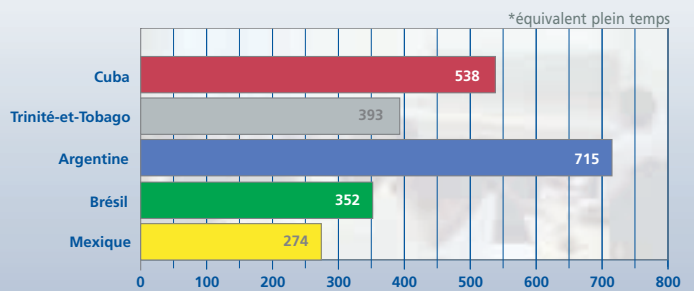
DIRD à Cuba en pourcentage du PIB, 2002

Les autres pays servent de comparaison



Chercheurs cubains* par millions d'habitants, 2002

Les autres pays servent de comparaison



Source: Institut de statistiques de l'UNESCO, mai 2005

En marge de mes entrevues avec des médecins et des chercheurs en médecine, j'ai visité l'Institut Pedro Kouri de médecine tropicale (IPK) créé en 1937 et actuellement dirigé par Gustavo Kouri, petit-fils du fondateur. L'objectif déclaré de l'Institut est la recherche de l'excellence en R&D dans les domaines de la médecine tropicale, de la microbiologie et des maladies transmissibles. La microbiologie s'intéresse entre autres à la tuberculose, dont le nombre de patients a récemment augmenté. L'Institut s'intéresse également à plusieurs programmes de lutte contre les risques naturels et l'éradication de maladies comme, par exemple, la prévention du sida. L'Institut travaille également avec le CIGB pour fabriquer un vaccin contre la dengue. La médecine préventive est très active – à juste titre, car les frais médicaux sont dès lors fortement minorés. L'Institut possède un hôpital de 170 lits qui reçoit principalement des malades du sida. Il dispense par ailleurs un enseignement et une formation : plusieurs cours, notamment au niveau du doctorat, sont ouverts à des professionnels, nationaux ou étrangers. Certains cours ont été parrainés par l'UNESCO et le PAHO. L'Institut offre des services de consultation à plusieurs pays et maintient avec d'autres un programme très actif d'échanges.

Du tabac, du sucre et des arbres neem

À Cuba, la S&T est étroitement liée au développement, et l'agronomie ne fait pas exception à cette réalité. La recherche se concentre sur les cultures qui produisent des flux importants de devises, comme le tabac, et celles qui permettent à Cuba de satisfaire ses besoins alimentaires et ceux d'une industrie touristique en plein essor. Cuba produit environ les deux tiers de son approvisionnement en riz. Le pays a favorisé l'agriculture organique, pour des considérations écologiques aussi bien qu'économiques.

À l'Institut de recherches fondamentales en agriculture tropicale, j'ai été quelque peu surpris des efforts de recherche qui portent sur le neem¹⁰ pour en tirer un pesticide naturel. La culture du neem a débuté en 1991 ; en 2000, il y avait déjà 500 000 de ces arbres à Cuba. Il existe un projet commun avec l'Institut caraïbe de recherche et développement agronomique (CARDI) pour mettre au point la technologie d'exploitation agro-industrielle de l'arbre neem et en tirer des pesticides et des produits vétérinaires. En fait, le projet va plus loin en envisageant un



Une rue de Camagüey

programme pilote à Saint Kitts-et-Nevis de production et de commercialisation de pesticides à partir de neems.

Parmi les autres projets de cet institut cubain, on trouve la lutte contre les insectes par des résidus végétaux – seuls les résidus de tabac ont jusqu'ici été utilisés comme pesticides –, un hybride du maïs et la gestion intégrée de la culture de la papaye pour en améliorer le rendement.

La recherche fondamentale se cantonne aux universités

La recherche en sciences fondamentales s'effectue essentiellement dans les universités. Il m'a semblé pendant ma visite que l'état de l'économie et la priorité accordée aux biotechnologies ne permettaient pas d'allouer aux sciences fondamentales – qui ne sont cependant pas négligées – des subventions d'un ordre comparable.

Cela ne signifie pas nécessairement que les scientifiques travaillant dans ce domaine soient moins actifs ou moins motivés. Ils participent à des conférences internationales et entreprennent des travaux de recherche de pointe avec leurs homologues étrangers. De fait, les membres de l'Institut d'informatique, de mathématiques et de physique organisent tous les deux ans une grande conférence internationale. Lors de l'une de mes entrevues avec le Chef de l'Institut et quelques-uns de ses membres, a été évoquée l'éventualité d'établir des relations avec les autres pays caraïbes. Je pense qu'il y a là des possibilités de coopération.

Depuis ma visite de l'an 2000, le gouvernement a fixé trois nouvelles orientations prioritaires pour la S&T, en accord avec la communauté scientifique cubaine : l'une d'elles concerne les sciences fondamentales, les deux autres la technologie de l'information et de la communication et, enfin, les sciences sociales. Toutes trois seront renforcées.

De nouvelles voies se sont ouvertes pour la coopération : le renforcement des sciences fondamentales et de la pédagogie – Cuba a reçu par exemple chez elle en juillet 2003 la XIII^{ème} Conférence interaméricaine sur l'enseignement de la physique –, la recherche sur le changement climatique, la prévision des ouragans, les énergies renouvelables, la vulgarisation de la science et l'implication des femmes : à Cuba, les femmes constituent 65 % des effectifs de S&T.

Harold Ramkissoon¹¹

10. L'arbre neem appartient à la famille de l'acajou (Méliaceae). Cultivé sur de vastes espaces en Asie, en Afrique, en Australie, dans les Amériques et dans le Pacifique Sud, cet arbre a été traité de « pharmacie de village » en raison de ses propriétés médicinales (contre le diabète, l'excès de cholestérol, le cancer etc.). L'huile de neem est utilisée dans la fabrication de produits d'hygiène corporelle et de cosmétiques, comme le savon, le shampoing et les crèmes pour la peau. L'arbre sert d'insecticide : plusieurs de ses métabolites secondaires ont une activité biologique, comme par exemple l'azadirachtine présente dans les graines de l'arbre, qui interrompt le cycle vital des insectes.

11. Voir en p.19 les fonctions du Prof. Ramkissoon

Agenda

25-29 septembre

Mallette de l'UNESCO sur l'enseignement de la S&T au 21^{ème} siècle

Atelier régional sur la version de la mallette en arabe. Kuwait City : www.unesco.org/beirut

1-5 octobre

Changement planétaire en régions de montagne

Conf. scientifique, aboutissement de 4 ateliers thématiques du GLOCHAMORE. Perth, Roy. Uni : www.unesco.org/mab/mountains/news.htm

3-7 octobre

Gestion intégrée des écosystèmes : recherche d'une économie qualitative dans les réserves de biosphère

Atelier du MAB-ECOTONE et réunion du réseau régional SeaBRnet du MAB. Accueillis par le govt. de la RPD du Laos en coopération avec l'UNESCO. Une session thématique est prévue sur l'application de la notion de réserve de biosphère aux vastes zones humides d'Asie : www.unesco.org/mab

5 octobre - 30 novembre

Pourquoi les mathématiques ?

L'expo. impulsée par l'UNESCO se rend à Maputo (Mozambique) après sa tournée en Afrique du Sud du 20 juin au 26 septembre : www.mathex.org

13-14 octobre

Sciences fondamentales : levier pour le développement

Table ronde ministérielle durant la Conf. générale de l'UNESCO à Paris : www.unesco.org

18-20 octobre

Éducation en vue du développement durable : nouvelles approches pour l'avenir

Organisé par l'UNESCO-Kingston (Jamaïque)

et l'University of the West Indies, associées à d'autres. Kingston : u.miura@unesco.org

25-27 octobre

Protection des zones d'intérêt international : réserves de biosphère, sites du Patrimoine et de Ramsar en Amérique latine. Conf. internationale MAB-Mexique et MAB-UNESCO. Avec CONACYT, Diversitas-Mexico, Com. Nat. pour zones protégées (Mexique), govt. espagnol. Xalapa, Veracruz, Mexique : m.prchalova@unesco.org

31 octobre - 2 novembre

Physique et développement durable

500 physiciens et décideurs de tous pays pour décider comment la physique peut le mieux aider le monde en développement en matière de développement économique, santé, énergie, environnement et éducation. Résultat attendu : programme d'action pour la communauté internationale des physiciens. Co-parrainé par l'UNESCO et son CIPT, l'Institut sud-africain de physique, l'Union internationale de physique pure et appliquée : m.alarcon@unesco.org ; www.wyp2005.org

1-7 novembre

Science et gouvernance urbaine

Atelier sur la conception de politiques pour des parcs de S&T ; coopération entre industrie, universités, instituts de recherche et gouvernement ; coopération entre municipalités, etc. Co-organisé par la World Technopolis Association et l'UNESCO. Daejeon (Rép. De Corée) : qqhong@metro.daejeon.kr ; y.nur@unesco.org

9-12 novembre

Formation de gestionnaires et d'administrateurs de la recherche

Séminaire régional organisé dans la cadre de la Stratégie de l'UNESCO pour la coopération scientifique en Europe du Sud-est, par l'UNESCO-Venise et le

Bureau de liaison autrichien de science et de recherche. Ljubjana (Slovénie) ; www.unesco.org/venice

10 novembre

Journée mondiale de la science

www.unesco.org/science/index_wsd_2005.shtml

10 - 12 novembre

Forum mondial de la science

Table ronde internationale sur le rôle des parlementaires dans les politiques de S& T, organisée par l'UNESCO, l'ISESCO et autres au Forum mondial de la science, accueilli par le gouvernement hongrois. Budapest : d.malpede@unesco.org

22-24 novembre

Lutte contre la désertification

Atelier régional organisé par la chaire de l'UNESCO sur la désertification (Soudan). Analysera la recherche scientifique et les plans d'action nationaux, rédigera des projets sous-régionaux et créera un réseau de recherche entre institutions compétentes des pays participants. Khartoum : www.unesco.org/water/water_events/Detailed/1051.shtml

29 novembre - 1er décembre

Connaissance, extinction et prévention des incendies dans les mines de charbon

Conf. du programme de Recherche écologique pour l'environnement en Chine (ERSEC) géré par le ministère chinois de l'Éducation, le ministère allemand de l'Enseignement et de la recherche et l'UNESCO. Beijing : x.han@unesco.org ; g.schoniong@unesco.org ; coalfire@nrsc.gov.cn

1-3 décembre

Science, technologie et innovation en vue du développement durable (voir p. 16)

Conf. régionale organisée par le govt. de Cuba et l'UNESCO : f.ortiz@unesco.org.cu ; montevideo@unesco.org/uy

Vient de paraître

Biodiversité et distribution de la mégafaune

Publié en deux volumes par l'UNESCO-COI dans sa collection *Série technique* (N° 69). Vol.1 : *Écosystème de nodules polymétalliques de l'océan Pacifique Est-équatorial*, 134 p. ; Vol.2 : *Atlas photographique annoté des échinodermes de la zone de Clarion et de Clipperton*, 65 p.

La biodiversité et la distribution des assemblages de mégafaune du fond de l'océan (espèces mesurant de 1-4 cm, voire plus) décrites à partir de 200 000 photos et 55 heures de films subaquatique. Les échinodermes sont des animaux à symétrie radiale comme les étoiles de mer, que l'on ne trouve qu'en mer. Ces deux volumes sont actuellement adressés à tous les États membres de l'UNESCO-COI. Exemple gratuit sur demande : p.boned@unesco.org ou télécharger <http://ioc.unesco.org>

Ingénierie alimentaire

G. V. Barbosa-Canovas (Ed.) Éditions UNESCO et EOLSS publishers. ISBN : 92-3-103999-7, 858 p. En anglais seulement, en vente à partir de novembre. Ouvrage collectif sur les principaux aspects des aliments : transformation, conservation, production et consommation. Traite des questions essentielles de leur transformation, sur le plan de la technologie et de l'ingénierie. Ouvrage de référence pour les éducateurs, étudiants, professionnels et spécialistes (et analystes de la politique alimentaire). Très utile aux chercheurs souhaitant s'informer sur les innovations et les nouvelles méthodes de résolution des problèmes. Extrait de l'*Encyclopedia of Life Support Systems*, bibliothèque virtuelle en constante évolution, comprenant l'équivalent de 200 volumes. Publiée en ligne par EOLSS en collaboration avec l'UNESCO, l'*Encyclopédie* est accessible à prix réduit aux universités des pays en développement : www.eolss.net.

Vers les sociétés du savoir

Rapport mondial de l'UNESCO. Éditions UNESCO. ISBN 92-3-104000-6, 300 p.

En vente en novembre en anglais, arabe, chinois, espagnol, français et russe. Donne un aperçu prospectif des crises que nous traversons dans l'éducation, la science et la culture. Recommande de mettre en commun le savoir plutôt que de le disperser. S'attaque aux problèmes qui font l'objet de discussions au plan mondial, comme la solidarité du Nord et du Sud en matière d'informatique, l'étendue et le volume du fonds de connaissances partagées, la propriété intellectuelle, l'éthique et la sauvegarde de la diversité culturelle et linguistique.

UNESCO Science Report 2005

Éditions UNESCO, ISBN 92-3-103967-9, 288 p. En vente en anglais à partir de novembre. En français en 2006.

Quatrième d'une collection qui passe en revue périodiquement l'état de la science dans le monde tel qu'analysé par une équipe d'experts indépendants, ce rapport examine ce qui a changé depuis la publication du volume précédent, le *Rapport mondial sur la science*, en 1998. Qui fait de la R&D aujourd'hui, où et avec quels moyens ? Quel est le nouvel ordre des priorités ? Chaque chapitre décrit l'organisation de la R&D dans une région donnée, révèle et commente les orientations qui se dessinent dans la recherche et l'enseignement supérieur, en précisant celles qui sont spécifiques à la région ou au pays.

Science, Technology and Economic Development in South-Eastern Europe

Bureau régional de sciences de l'UNESCO en Europe. Première d'une série d'*Études de politique scientifique*. En anglais seulement, 72 p. Exemplaaires disponibles à Venise sur demande adressée à roste@unesco.org