



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

Un système pour gérer la planète, d'ici à 2015, P. 2

Planète

SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 2, n° 3

Juillet-septembre 2004

DANS CE NUMÉRO

PLEINS FEUX SUR

- 2 Un système pour gérer la
planète, d'ici à 2015

ACTUALITÉS

- 8 Santé et sécurité alimentaire
passionnent cinq chercheuses
- 8 Une étude sur le changement
climatique en montagne s'allie
avec GLOCHAMORE
- 9 Endiguer la fuite des cerveaux
dans les Balkans
- 10 Une organisation scientifique
israélo-palestinienne est née
- 10 De l'université au village

INTERVIEW

- 11 Rashad Mandan Omar fait part
de ses priorités pour redresser
l'Irak

HORIZONS

- 13 Réserver aux pauvres « une poire
pour la soif »
- 16 Cinq petites villes côtières en
quête d'avenir

EN BREF

- 20 Agenda
- 20 Vient de paraître
- 20 Organes directeurs

ÉDITORIAL

La nouvelle course vers l'espace

Pendant des années, les climatologues se sont évertués à comprendre pourquoi la température des 11 premiers kilomètres de l'atmosphère (la troposphère) s'élève beaucoup plus lentement que ne le prévoient les modèles, si l'on considère la vitesse à laquelle la surface de la Terre se réchauffe. Cette anomalie apparente a conforté le scepticisme de ceux qui doutent du réchauffement de la planète.

L'étude publiée par *Nature* dans son édition du 6 mai pourrait faire taire les sceptiques. Selon l'étude, c'est le refroidissement de la stratosphère (au-delà des 11 km), sous l'influence avérée des gaz à effet de serre, qui explique le phénomène. Ces découvertes sont dues à l'analyse statistique des données recueillies par des satellites placés en orbite polaire par l'Administration nationale des Etats-Unis pour l'océan et l'atmosphère.

Les sceptiques pourront se moquer, mais dans leur grande majorité les experts sont d'accord pour affirmer que le climat se modifie actuellement à une vitesse sans précédent, et que ce changement a pour principal moteur l'activité humaine. Au nom du principe de précaution, nous devons prendre immédiatement des dispositions pour réagir. Car, plus nous tarderons à nous entendre sur le diagnostic des maux de la planète et des moyens d'y remédier, plus nos problèmes environnementaux – et socio-économiques – s'aggraveront. Dans certains cas, les dommages seront irréversibles. La biodiversité se réduit tous les jours, victime des feux de forêt, du défrichement, de la pollution et d'autres calamités. Selon une étude de l'Institut national brésilien des sciences spatiales, 23 750 km² de la forêt pluviale amazonienne ont été défrichés dans les 12 mois qui ont précédé août 2003. Sur les nombreuses espèces végétales que nous n'avons même pas encore recensées et dont on estime que la moitié poussent en Amazonie, nous pouvons supposer avec quelque raison que certaines ont disparu à jamais avec cette portion de forêt, et avec elles les molécules qui auraient guéri toute une gamme de maladies humaines actuelles ou émergentes.

Perte de biodiversité, changement climatique et destruction de la forêt sont des problèmes qui s'entrecroisent. La terre, l'eau et l'atmosphère étant les éléments imbriqués d'un unique système Terre, de même nos initiatives d'observation de la planète Terre doivent s'imbriquer. Les scientifiques se penchent déjà sur les questions urgentes de notre future survie – comment, par exemple, accroître la productivité agricole, atténuer l'impact des tremblements de terre ou protéger nos enfants de la pollution atmosphérique. Mais pour que l'observation de la Terre soit totale, soutenue et parfaitement coordonnée, un soutien politique est indispensable.

Désormais, nous disposons, semble-t-il, de ce soutien politique. Nous présentons, dans les pages qui suivent, une initiative gouvernementale visant à mettre en place, d'ici à 2015, un Système mondial des systèmes d'observation de la Terre. À la différence de la précédente « course vers l'espace », celle-ci est motivée non par l'esprit de la Guerre froide, mais par une ambition bien plus vitale : la volonté de comprendre les systèmes qui entretiennent la vie sur la Planète, afin de les protéger – et de nous protéger.

W. Erdelen

Sous-Directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Un système pour gérer la planète, d'ici à 2015



Le 25 avril 2004, le deuxième Sommet sur l'observation de la Terre, réuni à Tokyo (au Japon), a franchi une nouvelle étape vers l'établissement d'un système mondial d'information pour « gérer la planète », lorsque les ministres ont adopté le Cadre de mise en œuvre d'un plan de dix ans. Sans être juridiquement contraignant, le Cadre concrétise la ferme volonté politique de 47 gouvernements et de la Commission européenne pour mettre en place, d'ici à 2015, une observation de la Terre qui sera exhaustive, coordonnée et soutenue, encadrée par un Système mondial des systèmes d'observation de la Terre (GEOSS).

À première vue, il n'y a rien là de nouveau, car de nombreuses organisations et programmes s'efforcent déjà de soutenir et d'améliorer la coordination des systèmes d'observation de la Terre, dans le cadre, par exemple, du partenariat pour une Stratégie d'observation mondiale intégrée. Cependant, leurs efforts ont été jusqu'ici freinés par l'attitude ambivalente des gouvernements. Même dans les pays les plus riches, les infrastructures techniques s'érodent par manque de constance dans la volonté d'observer la Terre et par manque de fonds dans les agences spatiales.

Mais les temps changent. Les gouvernements commencent à mieux appréhender l'enjeu de l'observation de la Terre pour planifier un développement durable. Cela s'est manifesté en 2002 pendant le Sommet mondial pour le développement durable, à Johannesburg (Afrique du Sud). La réunion du G8 de juin 2003 en France a ensuite désigné l'observation de la Terre comme la priorité scientifique absolue pour les années à venir. Ce qui a enfin ouvert la voie, le mois suivant, au premier Sommet sur l'observation de la Terre, à Washington (É.-U.), pendant lequel 33 pays et la Commission européenne se sont engagés à préparer un plan décennal de mise en œuvre.

Un Groupe technique pour les observations de la Terre (GEO) a été établi. Coprésidé par les États-Unis, la Commission européenne, le Japon et l'Afrique du Sud, et réunissant plus de 21 organisations internationales – dont l'UNESCO et sa Commission océanographique intergouvernementale (COI) –, le GEO va élaborer ce plan de mise en œuvre. Dès lors que le Cadre a été approuvé, il appartiendra au GEO de le présenter sous la forme d'un plan détaillé au troisième Sommet sur l'observation de la Terre, en février 2005.

Le GEOSS s'appuiera sur les systèmes existants, y compris ceux des diverses nations, sur la Surveillance mondiale pour l'environnement et la sécurité, commune à l'Union européenne et à l'Agence spatiale européenne, et sur des initiatives relevant du système des Nations Unies.

Environ la moitié des 47 gouvernements du Sommet d'avril dernier représentait des pays en développement. C'est logique, car des pays aux ressources très diverses ont investi dans les satellites d'observation de la Terre, depuis les États-Unis, le Japon et la France jusqu'à l'Inde, la Chine, le Vietnam, l'Argentine, le Brésil, l'Algérie, l'Afrique du Sud et, tout récemment, le Nigeria. Depuis qu'il a lancé, en octobre de l'an dernier, le microsatellite

de télédétection en orbite basse de la Terre « Nigeria Sat-1 » pour surveiller l'environnement et fournir des informations utiles à la mise en place de certaines infrastructures, le Nigeria a été accueilli au sein du Réseau de sur-veillance des catastrophes, qui regroupe l'Algérie, la Chine, le Royaume-Uni et le Vietnam. Comme les catastrophes naturelles sont des phénomènes imprévisibles, l'adhésion d'un pays au Réseau multiplie ses chances d'être survolé par l'un des cinq satellites au « bon » moment, ce qui nous aide à minimiser le temps de réaction.

Il est logique, également, que des pays ne possédant pas de satellites fassent partie du GEOSS. Car ils font régulièrement l'objet de survol et de télédétection par des satellites sans avoir facilement accès aux données recueillies, situation peu satisfaisante pour eux mais aussi pour les pays développés, qui ont, eux-mêmes, intérêt à ouvrir à un plus grand nombre de partenaires l'observation de la Terre. Si nous devons élucider les processus naturels impliqués dans des phénomènes à long terme tels que la variabilité du climat, la désertification ou les catastrophes naturelles, et améliorer leur prévision, cela exigera une observation exhaustive, soutenue et mondiale par satellite et *in situ* (sur terre et sur mer). Les données des instruments de mesure archivées depuis 1861 nous indiquent, par exemple, que l'élévation des températures de surface dans l'hémisphère Nord a dépassé, au 20^{ème} siècle, celle de tout autre siècle depuis au moins 1 000 ans. Mais il nous est impossible d'obtenir une évaluation mondiale, du fait de l'insuffisance des archives pour l'hémisphère Sud.

« Pour que le GEOSS atteigne ses objectifs » a déclaré au Sommet l'Ambassadeur d'Afrique du Sud Ben Ngubane, « il est indispensable qu'un plus grand nombre de pays en développement rejoignent le Réseau [...] Associer des initiatives régionales telles que le NEPAD à l'élaboration du GEOSS sera décisif à cet égard. Il est absolument nécessaire que le GEO étudie et résolve les problèmes de mise à disposition des données d'observation de la Terre dans les pays en développement, à des coûts réduits et abordables ».

Un système de gestion de l'information pour notre planète

Ben Ngubane exposait les attentes de l'Afrique du Sud à l'égard du GEOSS, au nom de son ministre des arts, de la culture, de la



science et de la technologie, Phumzile Mlambo-Ngcuka. « Ces 20 dernières années » a-t-il noté, « nous avons fait de grands progrès dans la création de structures politiques crédibles, afin de nous aligner sur les critères mondiaux d'un développement durable fondé sur la science. Ceci [...] est bien illustré par le phéno-mène du « trou d'ozone », pour lequel il n'a fallu que dix années entre sa détection, la compréhension de sa causalité et la mise en place de remèdes efficaces ordonnés par des structures politiques internationales¹. Alors, que manque-t-il ? Pour éviter que nos succès ne se limitent à une série de résultats ponctuels, comme à propos du trou d'ozone, il faut ce que les milieux d'affaires appellent un système de gestion de l'information, [...] fondé sur les grands principes généraux du profit et supervisé par des indicateurs internationalement reconnus, susceptibles d'être mesurés de façon fiable, scientifique et à un coût abordable. Notre souhait est que le GEOSS soit un système de gestion de l'information pour notre planète ».

Poursuivre la mise en œuvre des traités

L'ambition déclarée du GEO est non seulement de faire progresser la connaissance des processus dynamiques de la Terre, mais aussi de donner une impulsion à la mise en œuvre des

obligations fixées par les traités sur l'environnement. Des exemples nous sont donnés, ces dernières années, tels que la Convention sur la diversité biologique, adoptée au Sommet Terre de Rio en 1992, la Convention sur la lutte contre la désertification de 1994 ou encore le Protocole de Kyoto (voir encadré).

Comme l'explique Eric Vindimian, du ministère français de l'écologie et du développement durable, « le fait de participer au GEO n'implique pas le souhait de ratifier des traités. Il reste que l'ambition du GEOSS est de construire des outils qui permettent d'observer la planète et que ces outils sont conçus pour être orientés vers les besoins des utilisateurs majeurs, autrement dit, les gouvernements, qui sont ceux qui ont le plus besoin de connaître l'état de la planète pour signer et mettre en œuvre les traités internationaux. Même les gouvernements qui n'ont pas ratifié certains traités n'ont pas manifesté d'opposition à ce que les observations du GEOSS servent à la mise en œuvre des traités internationaux. Les pressions sur l'environnement sont, bien entendu, parmi les paramètres à observer, tout autant que l'état de l'environnement en réponse à ces pressions ».

La Stratégie d'observation mondiale intégrée

Depuis la fin de la Guerre froide, les agences spatiales se sont largement recentrées sur les questions de sécurité environnementale et participent à l'expansion d'un réseau de satellites équipés de capteurs optiques, infrarouges et radars destinés à la surveillance de la planète. Ces satellites constituent souvent le seul moyen pour recueillir les données indispensables à la compréhension et à la prévision des modifications – d'origine humaine ou naturelle – qui affectent l'atmosphère, les terres et les océans.

Cependant, les satellites sont des entreprises coûteuses, et l'observation planétaire *in situ* ne l'est guère moins. En 2002, Tellman Mohr, du Comité sur les satellites d'observation de la Terre (CEOS), signalait qu'« il existe plusieurs initiatives mondiales concernant l'étude du climat ou des océans par exemple, mais aucune agence, aucun organisme n'est en mesure de mettre en œuvre l'un de ces systèmes en dehors d'une coopération ».

Le désir de partager les dépenses a joué son rôle dans la décision, prise il y a six ans, de lancer la Stratégie d'observation mondiale intégrée (IGOS). De même, il apparaissait de plus en plus clairement que la Terre, l'atmosphère et les océans, loin d'être des systèmes indépendants, faisaient partie intégrante d'un unique système planétaire, et que les programmes de recherche n'atteindraient leur pleine efficacité que si des passerelles étaient jetées entre les différentes initiatives mondiales.

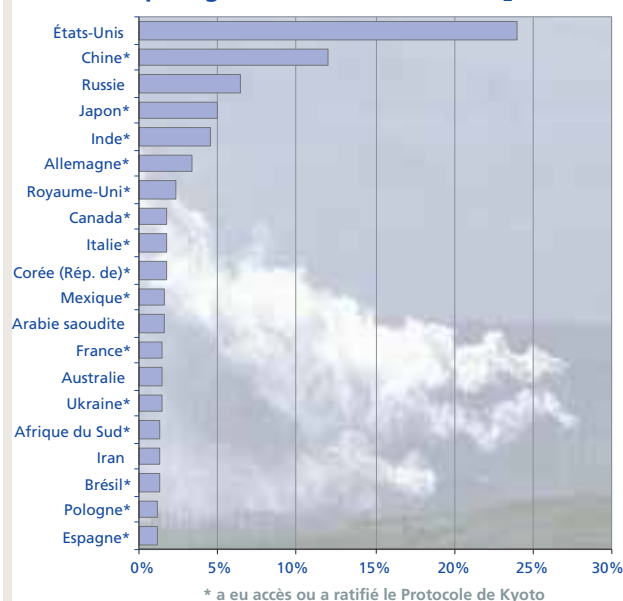
IGOS se compose de 14 partenaires, parmi lesquels on compte le CEOS, qui représente 23 agences spatiales, l'UNESCO, la FAO, le PNUE, l'OMM, les Systèmes mondiaux d'observation de la Terre (GTOS), de l'océan (GOOS) et du climat (GCOS), ICSU, le Programme mondial de recherche sur le climat et le Programme international géosphère-biosphère.

État actuel du Protocole de Kyoto

Conclu par plus de 100 pays après plus de dix ans de négociations, le Protocole de Kyoto de 1997 demande aux 38 nations les plus industrialisées de réduire de 5,2%, d'ici à 2012, leurs émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990. En avril 2004, 122 pays responsables de 44,2% des émissions mondiales de CO₂ avaient ratifié le Protocole de Kyoto, les derniers en date étant Israël (mars 2004) et l'Ukraine (avril 2004). Étant donné que le Protocole doit être ratifié par les pays responsables de 55% des émissions mondiales de CO₂ pour pouvoir entrer en vigueur, sa mise en œuvre ne pourra être efficace que lorsqu'il aura été ratifié par l'un au moins des autres pays Parties à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

Pour en savoir plus : <http://unfccc.int>

Les 20 plus grands émetteurs de CO₂ (2000)



1. Environ 90% de l'ozone se trouve dans la stratosphère (à une altitude de 11 à 30 km). L'ozone agit comme un bouclier protecteur contre les rayons UV. Le Protocole de Montréal a, dans un premier temps, réduit (en 1987) puis interdit (en 1992) les chlorofluorocarbones dans les pays développés. Le processus naturel de production de l'ozone devrait restaurer l'intégrité de la couche d'ozone d'ici à 2050, si des changements climatiques ne viennent pas fausser les prévisions

Le *Cadre* du plan de mise en œuvre du GEOSS reconnaît qu'IGOS fait partie des groupes qui ont effectué « des travaux importants et proposé des orientations pour l'action à entreprendre en matière de coopération pour l'observation de la terre, de l'eau, du climat, de la glace et de l'océan ».

Parmi les avantages attendus, au plan socio-économique, le *Cadre* cite : réduire les pertes en vies humaines et en biens par suite de catastrophes naturelles, connaître les facteurs environnementaux qui affectent la santé et la vie humaines, mieux gérer les ressources énergétiques, comprendre, prévoir et réduire la variabilité du climat et ses modifications et s'y adapter, améliorer la gestion des ressources hydriques et la protection des écosystèmes terrestres, côtiers et marins, ainsi que de la biodiversité. Tels sont précisément les objectifs d'IGOS.

Les équipes thématiques d'IGOS

Ces quatre dernières années, IGOS a répertorié plusieurs questions cruciales, en particulier les courants océaniques et le changement climatique, l'état des ressources mondiales en eau,

le cycle planétaire du carbone, la chimie atmosphérique et les risques géophysiques tels que les éruptions volcaniques et les glissements de terrain. Les scientifiques spécialisés dans ces domaines se sont constitués en comités pour mettre au point des stratégies sous forme de rapports identifiant d'abord quel type de données les satellites pourraient leur fournir et sur quelle durée, afin de combler les lacunes des connaissances actuelles.

À ce jour, les partenaires d'IGOS ont approuvé les stratégies de cinq des équipes thématiques. Elles visent le cycle du carbone, l'eau, les océans, les risques géophysiques, et le sous-thème des récifs coralliens. Les stratégies concernant la chimie atmosphérique et l'observation des côtes sont encore à l'étude.

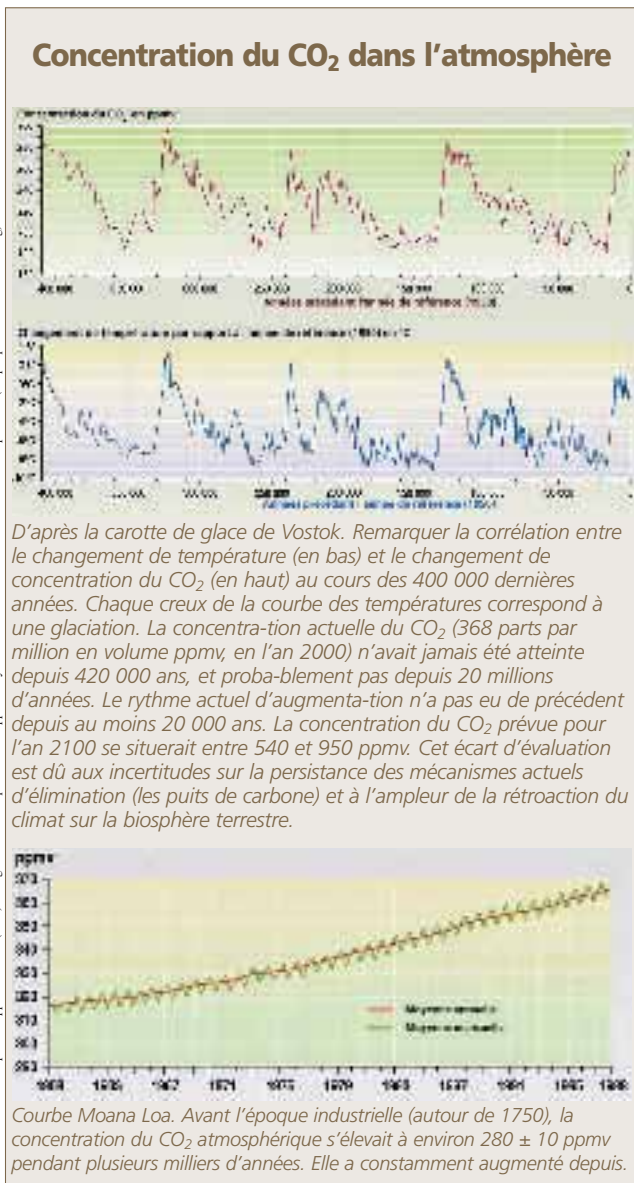
Deux autres thèmes ont été proposés : l'occupation des sols et la cryosphère. Tirant son nom du terme grec *kruos*, qui signifie gelée ou froid glacial, la cryosphère est la partie de la surface de la Terre où l'eau se présente sous sa forme solide : glace de mer, glace d'eau douce, glaciers et terres gelées (le pergélisol). Quant au thème de l'occupation des sols, il sera centré sur l'utilisation durable des terres, les écosystèmes naturels, la biodiversité et la surveillance des modifications de l'occupation des sols.

Vivre à l'intérieur de la serre

Si beaucoup de capitales disposent déjà d'une mesure, assez régulière et précise, de la pollution de l'air, ce n'est toujours pas le cas dans la plupart des villes du monde, en dépit de la croissance exponentielle de l'usage de la voiture et ce, même dans les pays les plus pauvres. La pollution de l'air posant un problème à la fois pour la santé et pour l'environnement, elle nous oblige à mieux comprendre la façon dont les différents produits chimiques affectent l'atmosphère. Grâce aux satellites, on peut envisager un système de surveillance mondial de ces phénomènes.

À la différence de l'ozone de la stratosphère, qui est bien-faisant, l'ozone de la troposphère (jusqu'à 11 km d'altitude) est la principale composante du smog urbain. L'ozone naît de l'action de la lumière solaire sur les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis par les moteurs automobiles et certaines sources fixes. Ces émissions, capables de parcourir des centaines de kilomètres, peuvent donner lieu à de fortes concentrations d'ozone sur de grands espaces. Selon le résumé du rapport *Airtrends* de l'Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement, datant de 1995, il est scientifiquement prouvé qu'« une exposition à l'ozone de six à sept heures, même à de faibles concentrations, réduit sensiblement les fonctions pulmonaires et induit une inflammation respiratoire chez des sujets en bonne santé, se livrant à une activité modérée. Certains symptômes tels que douleur de poitrine, toux, nausée et congestion pulmonaire peuvent apparaître ». Le rapport estimait que « l'ozone fait perdre à l'agriculture des États-Unis environ 1 à 2 milliards de dollars par an [et] endommage les écosystèmes forestiers de Californie et de l'est des États-Unis ».

Deux rapports publiés tout récemment, en mai 2004, signalent une augmentation des problèmes de santé dus à la pollution atmosphérique. L'un d'eux, publié par l'Agence française de sécurité sanitaire environnementale, estime que la pollution atmosphérique est responsable de la mort de 6 500 à



D'après le rapport du GIEC (2001) Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse. Résumé à l'intention des décideurs. Septembre. (Graphique tiré de Climateark.org)



©UNESCO

« L'exposition à l'ozone pendant 6 à 7 heures réduit sensiblement les fonctions pulmonaires et induit une inflammation respiratoire chez des sujets en bonne santé, se livrant à une activité modérée »

9 500 personnes par an (sur une population française de 60 millions), soit 3 à 5% de la mortalité des personnes de plus de 30 ans. Publié par l'École de médecine de Harvard (É.-U.) et cité par la revue *The Lancet*, l'autre rapport, intitulé *À l'intérieur de la serre : incidences du CO₂ et de l'évolution du climat sur la santé publique dans les centres-villes*, attribue une partie de la responsabilité de la progression de l'asthme chez les enfants à l'usage des combustibles fossiles. Les enfants des centres-villes seraient plus exposés à l'asthme du fait que les particules de diesel sont d'excellents vecteurs pour le dépôt de pollen dans les cellules saines des poumons, d'autant plus qu'un taux élevé de CO₂ stimule une production plus abondante et plus précoce de pollen. Aux États-Unis, le taux d'incidence de l'asthme chez l'enfant a augmenté de 160% entre 1980 et 1994 ; quant à l'Europe, on pense qu'un enfant sur sept en est affecté aujourd'hui.

Dix ans de données, une goutte d'eau dans un seau

Le rapport approuvé du thème sur l'océan a été publié en janvier 2001. L'adoption de son programme a abouti à un accord entre deux agences de recherche spatiale, la NASA (É.-U.) et le CNES (France) et deux agences opérationnelles de l'espace, NESOLS (É.-U.) et Eumestat (Europe) pour le lancement, en collaboration, de Jason-2, en 2005. Ce satellite poursuivra la mission de Jason-1 et de Topex/Poseidon, les satellites franco-américains qui ont révolutionné nos connaissances océanographiques.

Faisant le tour de la Terre en 112 minutes, Topex/Poseidon (lancé en 1992) a été le premier satellite capable de mesurer la hauteur de la surface de l'océan avec une précision de quelques cm, ce qui a permis aux scientifiques d'en déduire la dynamique de l'ensemble de l'océan sous la surface. C'est ce type de données qui les met en mesure d'observer les grands courants océaniques qui régulent le climat en assurant la circulation de la chaleur autour de la planète. Pour la première fois, les scientifiques ont été en mesure d'observer le déroulement d'événements capitaux, tels qu'El Niño, un phénomène engendré par un régime de vents inhabituel qui draine les eaux chaudes vers la zone équatoriale du Pacifique et perturbe les conditions météorologiques habituelles dans le monde. Topex/Poseidon a également fourni une méthode efficace pour mesurer la variation du niveau moyen de l'océan à l'échelle mondiale en corrélation avec le changement climatique planétaire.

Les succès inestimables de Topex/Poseidon ont décidé les États-Unis et la France à lancer Jason-1 en 2001, afin de

poursuivre la mission. Les mesures de la surface des mers que le satellite envoie ont une résolution de 1 cm, une précision jamais obtenue auparavant. Jason-1 devrait fonctionner pendant une dizaine d'années.

Même ainsi, du point de vue des scientifiques, une décennie de données représente tout juste une goutte d'eau dans un seau. « Nous savons aujourd'hui qu'El Niño ou l'oscillation de l'Atlantique Nord [une « balançoire » atmosphérique qui oriente les tempêtes hivernales d'ouest en est à travers l'océan] ne sont pas de simples phénomènes annuels ; ils obéissent à des cycles décennaux, explique Colin Summerhayes, de la COI de l'UNESCO. « Grâce à des données à plus long terme, la prévision météorologique pourrait fournir des informations utiles aux activités agricoles, en particulier dans les régions arides. »

Elucider certains mystères du cycle de l'eau

IGOS a mis en chantier un rapport thématique similaire concernant l'état des ressources en eau dans le monde. Rien ne nous paraît plus banal aujourd'hui que les images satellites retransmises par la télévision lors des informations sur la météo. Depuis la première mission américaine en 1960, une série ininterrompue de satellites météorologiques a été lancée.

Il reste toutefois des lacunes à combler dans la compréhension scientifique du cycle élémentaire de l'eau. Les précipitations, en particulier, restent très difficiles à évaluer : on estime ainsi que l'ensemble des zones arrosées simultanément ne représente pas plus de 1 à 4% du globe. Et l'intensité de ces précipitations peut varier radicalement en quelques minutes, voire quelques secondes. Dans ce domaine, une nouvelle génération de satellites, dénommés Terra et Aqua (É.-U.) et Envisat (Europe), fournira bientôt un ensemble de données sans précédent, en quantité aussi bien qu'en qualité.

IGOS s'efforce de mettre sur pied un réseau international pour collecter, comparer et synthétiser les données provenant des différents satellites et celles recueillies au sol. L'objectif est d'être à pied d'œuvre lors d'un grand rendez-vous technologique : en 2007, les États-Unis et le Japon lanceront une constellation de neuf satellites de mesure mondiale des précipitations équipés pour mesurer toutes les trois heures les précipitations sur toute la planète.



©D. Rieger/UNESCO

Rizières en Indonésie. Une meilleure connaissance du cycle de l'eau nous aidera à accroître la productivité agricole pour nourrir une population mondiale en expansion

L'éruption du siècle



Image offerte par le US Geological Survey

Le mont Pinatubo se réveille après 400 ans

Après quatre siècles de sommeil, le mont Pinatubo, aux Philippines, a connu en juin 1991 une éruption si violente qu'elle a projeté à une hauteur de 40 km des colonnes de plus de 10 km^3 de matière pyroclastique et de cendres et lancé dans la stratosphère un gigantesque voile nuageux chargé de 17 mégatonnes de dioxyde de soufre. Des cendres volcaniques sont restées pendant des mois en suspension, et certaines ont été portées par les vents jusqu'en Russie et en Amérique du Nord. L'éruption a provoqué une chute de la température de l'hémisphère Nord, allant jusqu'à $0,6^\circ \text{C}$. Elle a enseveli plus de 400 km^2 du paysage sous des coulées de cendres chaudes et recouvert de cendres $7\,500 \text{ km}^2$ de l'île de Luzon. Plus d'un million de personnes ont dû être déplacées et près de 900 en sont mortes. Les dommages aux biens et à l'infrastructure se sont comptés en centaines de millions de dollars.



Image offerte par le US Geological Survey

A gauche, L'éruption a recouvert de cendres l'île philippine de Luzon –
A droite, des enfants sur le toit de leur école à Bamban en octobre 1991

L'activité volcanique fait l'objet, partout dans le monde, de mesures régulières. L'acquisition et le traitement de données informatisées ont fait de grands progrès, mais pas encore suffisamment pour remplacer le cylindre enregistreur que vous pouvez encore voir imprimer des signaux sur les sismographes placés aux points stratégiques autour des volcans potentiellement actifs.

Les satellites ne sauraient apporter toutes les réponses

À eux seuls, cependant, les satellites ne peuvent apporter de réponse à la plupart des questions primordiales auxquelles sont confrontés les scientifiques. Ainsi, la mesure des niveaux de CO_2 absorbés par la forêt ou le rythme de l'érosion côtière leur échappent. En conséquence, IGOS développe des stratégies destinées à associer les données d'origine spatiale et celles recueillies à la surface du globe. Les images satellites de l'érosion du littoral sont susceptibles de modifier en profondeur les travaux d'un biologiste marin. Réciproquement, les agences spatiales ont besoin d'informations venues du sol pour interpréter les signaux envoyés par les satellites.

Comprendre le cycle du carbone pour prévoir l'évolution du climat

Au début de l'an 2004, IGOS a approuvé la stratégie pour un système d'observation mondiale permettant d'étudier les effets

de l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone (CO_2). Plus que l'ensemble des autres gaz à effet de serre, comme le méthane, les oxydes nitreux et les halocarbones, le CO_2 est responsable du réchauffement planétaire. Cela est partiellement dû au fait que la teneur de l'atmosphère en CO_2 persiste durant des siècles, même après que le niveau des émissions se soit stabilisé. Au contraire, le méthane, un gaz essentiellement produit par l'agriculture, le traitement des déchets, l'exploitation du charbon et du gaz naturel, se dispersera quelques décennies à peine après l'arrêt des émissions.

Les prévisions concernant les variations de niveau du CO_2 dans l'air et l'évolution du climat exigent une meilleure compréhension du cycle planétaire du carbone, c'est-à-dire de sa circulation entre les terres, les océans et l'atmosphère.

Dans ce cycle, les océans finiront par absorber quelque 90% du CO_2 anthropique émis dans l'atmosphère. Cependant le taux d'absorption par les eaux océaniques de surface et son transport dans les profondeurs de l'océan, où il ne sera pas libéré dans l'atmosphère avant des millénaires est bien plus lent que le taux d'émission du CO_2 dans l'atmosphère, ce qui se traduit par une accumulation de CO_2 dans l'atmosphère. Les océans absorbent actuellement environ 30% du CO_2 émis par les combustibles fossiles, mais on ne sait pas encore comment fonctionne ce processus et comment il pourrait fonctionner à l'avenir, dans un environnement différent. L'océan débarrasse l'atmosphère de son CO_2 grâce à deux processus. Des végétaux microscopiques, ou phytoplancton, convertissent le CO_2 en matière organique par photosynthèse ; lorsque ces plantes meurent et sombrent elles entraînent ce carbone au fond de l'océan. C'est ce que l'on appelle « la pompe biologique ». L'autre mécanisme, « la pompe de solubilité » tient au fait que le CO_2 de l'atmosphère est soluble dans l'eau de mer. Lorsque les eaux superficielles de la mer se refroidissent dans les hautes latitudes, elles se densifient et s'enfoncent dans l'océan entraînant le CO_2 dissous. Il semble que l'absorption nette du CO_2 anthropique soit régie selon des cycles longs, par la physique de l'océan, et plus précisément par le transport des eaux superficielles saturées en CO_2 vers les profondeurs. Cependant, dans de nombreuses régions et sur des cycles plus courts, il peut arriver que la pompe biologique prenne le contrôle de la répartition du CO_2 dans les océans.

C'est en mesurant la teneur en carbone des eaux de surface et des eaux profondes et en étudiant la circulation physique de l'océan que les scientifiques commencent à comprendre comment et à quel rythme l'océan débarrasse l'atmosphère de son CO_2 . Pour obtenir ces mesures, il faut prélever des échantillons sur des navires de recherche ou des navires de commerce spécialement équipés, et utiliser également des bouées scientifiques. En étudiant la coloration de l'océan, telle qu'elle apparaît sur les images satellites, les scientifiques ont la possibilité d'évaluer la densité du phytoplancton à l'échelle planétaire et d'entrevoir les processus qui déterminent la variabilité spatiale et géographique de son mode de croissance. Il est indispensable de recouper ces observations afin de construire des modèles montrant comment le carbone absorbé et libéré par l'océan interagit avec l'atmosphère et les terres.

« Nous disposons aujourd'hui de plusieurs modèles, mais les résultats qu'ils fournissent varient jusqu'à 50% », explique le Français Philippe Ciais, du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), qui conduit la stratégie d'IGOS sur le cycle

Une étude satellite

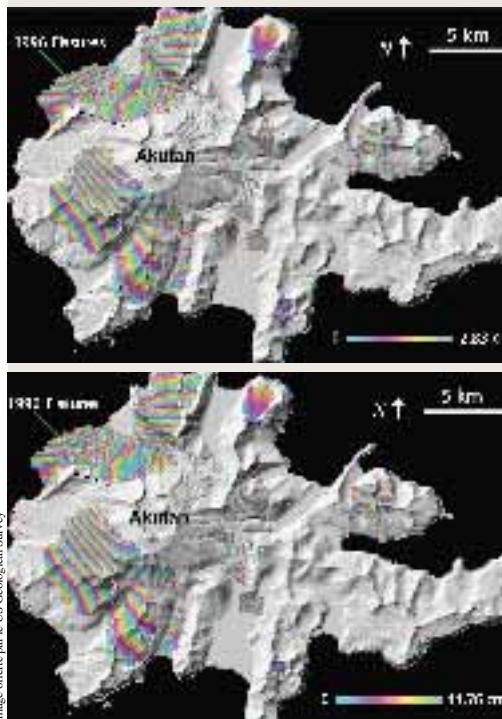


Image offerte par le US Geological Survey

Ces deux interférogrammes montrent le volcan Akutan, sur une île lointaine des Aléoutiennes, en Alaska (É.-U.). En 1996, une salve d'éruptions volcaniques violentes a ébranlé cette île faiblement peuplée. Craignant de voir se réveiller le volcan endormi (ce qui n'arriva pas), les scientifiques ont utilisé deux paires d'images satellites, produites par des radars de longueurs d'ondes différentes, pour mesurer les modifications de la topographie du volcan.

L'interférogramme de la bande C (image du haut), de longueur d'ondes inférieure, a été construit à partir d'images prises par une sonde embarquée sur le satellite ERS de l'Agence spatiale européenne ; l'interférogramme de la bande L (image du bas) provient du satellite japonais J-ERS.

Pour établir un interférogramme, il faut au moins deux images de la même cible prises à des moments différents. Les satellites actuels mesurent la même cible environ une fois par mois. On superpose les deux images pour montrer où les modifications se sont produites. Les paires d'images ayant servi à produire les interférogrammes présentés ci-contre révèlent une déformation de la surface du volcan due à une intrusion de magma, qui s'est déplacé du sommet vers l'est. Cette déformation a pu être « saisie » parce qu'une image a été prise avant l'intrusion et l'autre après (les bandes de couleur indiquent les modifications).

La bande C peut être plus sensible à de petites déformations que la bande L, mais elle ne convient pas pour mesurer des déformations qui déplacent la cible de plus de quelques centimètres entre deux observations. La présence de végétation et le mouvement des nuages dévient le trajet des rayons. Du fait que les surfaces naturelles ne sont généralement pas composées de roche compacte mais comprennent aussi des sols, des débris etc. (comme dans le cas de cette île), le radar de la bande L, plus longue, semblerait bien plus utile que celui de la bande C pour mesurer les géorisques, même en l'absence de végétation.

Aucune mission de survol n'est en cours dans la bande L, si bien que des observations telles que celle de l'image du bas ne sont plus possibles. L'Agence spatiale japonaise se prépare cependant à mettre en orbite le satellite ALOS (bande L). Plusieurs autres satellites sont en service avec des équipements d'interférométrie de la bande C : le RadarSat canadien, l'ERS-2 et Envisat européens.

du carbone. « On peut probablement améliorer ces modèles. Mais, à défaut d'une plus grande précision dans nos observations, il nous manque un point de référence pour mesurer l'amplitude du changement dans le cycle du carbone entre aujourd'hui et la prochaine décennie ».

Prendre la mesure des géorisques

La stratégie des risques géologiques (« géorisques ») a été publiée en avril 2004 par les chefs de file de l'équipe thématique, le British Geological Survey, l'Agence spatiale européenne et l'UNESCO. Le rapport dresse l'état des besoins des divers groupes d'utilisateurs en matière d'atténuation des risques et formule des recommandations pour améliorer l'observation et la surveillance des risques, *in situ* aussi bien que depuis l'espace.

Chaque année, des éruptions volcaniques, des tremblements de terre et des glissements de terrain provoquent la mort de milliers de personnes, en blessent un nombre encore supérieur, dévastent leurs habitations et détruisent leurs moyens d'existence. Les dommages subis par l'infrastructure se comptent en milliards, et même davantage si l'on inclut les primes d'assurance. Les géorisques frappent les riches comme les pauvres mais ont une incidence hors de proportion dans les pays en développement. Parallèlement à l'accroissement de la population humaine s'accroît le nombre de personnes vivant dans des zones à risque, de sorte que les effets des géorisques augmentent à un rythme insoutenable. Pour atténuer l'impact de ces phénomènes, il faudra faire d'importants progrès dans la connaissance des risques et dans la mise au point des moyens pour y faire face.

En cas de danger, les citoyens doivent être informés du lieu, de l'heure, de la gravité du risque, de son évolution probable et de sa durée. Il est encore impossible de répondre avec certitude à chacune de ces questions, en raison des sérieuses lacunes des données topographiques, des inventaires de risques et des cartes de géosciences, de l'insuffisance de la couverture des SIG et des réseaux sismiques locaux, de la faiblesse des modèles de géo-

risques et du manque de continuité de l'interférométrie des radars dans la bande C – et surtout la bande L (voir les images satellite).

Dans les 10 ans à venir, il s'agira de combler ces lacunes en harmonisant les diverses recherches sur les géorisques pour les intégrer dans des systèmes opérationnels à l'échelle mondiale. La communauté des spécialistes pourra dès lors améliorer la cartographie, la surveillance, la prévision, l'atténuation des incidences et les dispositifs de secours, ce qui fournira de précieuses informations aux agences chargées de gérer les catastrophes. La Stratégie comblera les lacunes des observations à long terme et des questions non couvertes par le système de réaction aux catastrophes établi sous l'égide de la Charte internationale de l'espace et des grandes catastrophes, ou de l'Équipe opérationnelle des Nations Unies pour la gestion des catastrophes.

Entrée sur la scène politique

Dans les dix ans à venir, le partenariat d'IGOS va nous permettre de mieux comprendre comment fonctionnent les systèmes qui entretiennent la vie sur la planète et comment ils agissent les uns sur les autres. Au fur et à mesure de cette compréhension, IGOS façonnera les outils dont les décideurs ont besoin pour planifier un développement durable.

Le Sommet de l'observation décennale de la Terre fait entrer les travaux d'IGOS sur la scène politique. Ces opérations menées en parallèle contiennent la promesse d'une puissante alliance de rigueur scientifique et de volonté politique. Le sommet de février devrait apporter un surcroît de confiance dans l'élaboration d'un système d'observation de la Terre qui va révolutionner notre façon de gérer la planète.

S. Schneegans, A. Otchet, R. Missotten² et M. Hood³

Les rapports thématiques sont sur : www.igospartners.org

2. Spécialiste du programme des sciences de la terre à l'UNESCO

3. Spécialiste du programme des sciences de la mer à l'UNESCO

Santé et sécurité alimentaire passionnent cinq chercheuses

Quatre des cinq lauréates 2004 des Prix l'Oréal/UNESCO pour Les femmes et la science, doté chacun de 100 000 \$ É.-U., vont consacrer leur prix à soulager la souffrance des nombreuses personnes atteintes de maladies et de handicaps invalidants. Quant à la cinquième, elle contribuera à protéger les populations africaines des ravages causés par les fléaux de la production alimentaire.

Jennifer Thomson, de l'Université du Cap, en Afrique du Sud, poursuivra ses travaux de mise au point de plantes trans-géniques résistant aux infections virales, à la sécheresse et autres aléas. Ces dernières années, l'équipe de recherche du Prof. Thomson a mis au point une variété expérimentale de maïs résistant au virus de la striure du maïs, maladie qui ravage l'agriculture des petits exploitants dans certaines parties de l'Afrique où le maïs est l'aliment de base et une culture fourragère. Le Prof. Thomson et son équipe travaillent depuis quelque temps sur un projet de produits agricoles transgéniques ayant une tolérance élevée à la sécheresse et à d'autres conditions extrêmes, comme une salinité et une chaleur excessives.

Christine Petit, de l'Institut Pasteur de France aide, partout dans le monde, les très nombreuses familles souffrant de surdité héréditaire, par ses travaux sur les causes génétiques de cette affection et sur d'autres pathologies sensorielles. La surdité, la plus fréquente des déficiences sensorielles, affecte un enfant sur 800 à la naissance et 1 sur 500 avant l'âge adulte. Le Prof. Petit a montré que même si la surdité congénitale peut être due à 100 gènes différents, un seul d'entre eux en est responsable dans environ la moitié des cas. Nous savons ainsi, désormais, que dans les pays développés, la surdité congénitale est dans 80% des cas d'origine génétique et non environnementale, c'est-à-dire non due à une infection ou à un bruit excessif, par exemple.

Lucia Mendonça Previato, de l'Université de Rio de Janeiro, au Brésil, a grandement fait progresser les connaissances, le traitement et la prévention de la maladie endémique de Chagas qui affecte, selon les estimations, 16 à 18 millions de personnes en Amérique latine. Sous sa forme chronique, la maladie de Chagas provoque des lésions mortelles au cœur et à l'appareil digestif. La maladie est transmise aux humains par un insecte hématophage qui sert de vecteur au parasite *Trypanosoma cruzi*. C'est l'équipe du Prof. Mendonça Previato qui a, la première, découvert que le parasite utilise et dévoie une molécule essentielle d'acide sialique, qui lui est indispensable pour se fixer sur son hôte. L'acide sialique a également le pouvoir d'inhiber les défenses immunitaires de l'hôte. Le Prof. Mendonça Previato espère mettre au point une méthode pour bloquer le parasite avant qu'il n'entame la cellule hôte et ne pénètre dans la circulation sanguine humaine. L'enzyme responsable du transfert



Ci-dessus : Lucia Mendonça Previato – À droite: Jennifer Thomson



©Gloria McComaghy

de l'acide sialique de l'hôte vers le parasite permettrait de mettre au point de nouveaux médicaments et des vaccins plus efficaces contre la maladie de Chagas.

Nancy Ip, de l'Université de science et de technologie de Hong Kong, en Chine, est la spécialiste des neuro-sciences dont les découvertes concernant les mécanismes du système nerveux responsables de la croissance moléculaire, de la différenciation et de la formation des synapses (lieu de communication entre les cellules nerveuses ou entre celles-ci et des cellules cibles) ont permis de mieux comprendre comment les molécules réceptrices agissent sur la différenciation et la vitalité des neurones au cours du développement du cerveau. Ses travaux vont peut-être ouvrir d'importantes perspectives pour le traitement de maladies dégénératives comme celles de Parkinson et d'Alzheimer, et pour les pathologies neuromusculaires.

Philippa Marrak, de l'Institut médical Howard Hughes aux Etats-Unis, étudie depuis 35 ans la famille des cellules qui aident le corps à combattre les maladies, les cellules T, et leur action sur le système immunitaire. Elle a cherché notamment comment les cellules T déclenchent des maladies auto-immunes, comme l'arthrite rhumatoïde et le syndrome du choc toxique. Ses travaux sur les « cellules T mémoire », qui survivent après l'infection et s'intègrent à l'« armure » des cellules qui préviennent la réinfection par le

même microorganisme ont, eux aussi, été décisifs pour faire comprendre comment renforcer l'efficacité des vaccins.

Au titre du même programme l'Oréal/UNESCO, 15 jeunes femmes de cinq continents se sont également vu attribuer des bourses de recherche d'une valeur de 20 000 \$ É.-U. chacune. Blandina Lugendo en faisait partie. Elle décrit ses travaux de recherche à la page 13.

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

Une étude sur le changement climatique en montagne s'allie avec GLOCHAMORE

Un projet utilisant les réserves de biosphère de montagne en tant qu'observatoires du changement planétaire a été incorporé au projet Changement planétaire en régions de montagne (GLOCHAMORE) financé par la Communauté européenne. Du 9 au 11 mai, les chercheurs des deux projets ont fait équipe pour tenir leur deuxième atelier international conjoint à Vienne (en Autriche).

L'atelier a travaillé sur les indicateurs capables de mesurer la cryosphère, les écosystèmes terrestres, les incidences passées et actuelles de l'évolution du climat sur les eaux de montagne et les changements de la vie sociale qui s'ensuivent. Un article scientifique approuvé par les pairs et présentant les conclusions

de l'atelier de Vienne sera transmis pour publication en novembre à la revue internationale *Mountain Research & Development*.

L'UNESCO et l'Initiative de recherche sur la montagne (MRI), ayant son siège en Suisse, se sont associées en octobre 2002 pour étudier les changements climatiques dans les régions montagneuses du monde entier. Elles se proposent de concevoir une stratégie mondiale pour distinguer et identifier des indicateurs du changement planétaire, qu'ils relèvent de la biophysique ou de la vie socio-économique.

Lancé en novembre dernier, le projet GLOCHAMORE mobilise 14 organisations et instituts spécialisés dans l'étude du changement planétaire, parmi lesquels l'UNESCO.

Le coup d'envoi des travaux menés en commun au titre du projet de l'UNESCO et de GLOCHAMORE a pris la forme d'un atelier réuni dans la Réserve suisse de biosphère d'Entlebuch en novembre 2003, pour sélectionner des réserves de biosphère de montagne à prendre comme observatoires.

Les indicateurs retenus à Vienne serviront à mesurer le changement planétaire dans les régions de montagne. Parmi les lieux à étudier se trouveront les 30 réserves de biosphère choisies jusqu'ici, toutes situées à des altitudes suffisantes pour comprendre une zone nivale (avec couverture neigeuse permanente) et une zone alpine. C'est un point important, car la montagne abrite des écosystèmes fragiles, particulièrement sensibles au changement climatique planétaire, l'un des signes révélateurs du changement climatique en montagne étant le déplacement en altitude des limites de la végétation et de la neige.

Un autre critère dans le choix des réserves de biosphère de montagne a été l'existence d'une infrastructure adéquate et de programmes de recherche en cours. Les critères sociaux et économiques ont également joué. Du fait qu'elles englobent à la fois des zones protégées, en milieu naturel ou quasi naturel et des zones non protégées, exploitées au plan économique, les réserves de biosphère sont des sites parfaits pour l'observation des incidences du changement climatique planétaire sur les divers modes d'occupation des sols.

Le prochain atelier thématique sera organisé par le MRI à l'Aquila (en Italie), du 29 novembre au 1er décembre 2004. Il sera consacré aux Scénarios d'incidences du changement planétaire sur les réserves de biosphère de montagne. S'ensuivront, un atelier sur le Développement durable dans les réserves de biosphère de montagne, organisé par le Perth College et l'Université Jahawarlal Nehru de l'Inde en février 2005, et un autre consacré à l'Étude des processus le long des

gradients d'altitude, qui sera organisé en juillet 2005 par l'Institut de Potsdam de recherche sur les incidences du climat. La tenue des quatre ateliers thématiques sera couronnée par une Conférence scientifique ouverte à tous, à la fin de 2005.

Pour lire les Actes de l'atelier d'Entlebuch :
www.unesco.org/mab/publications/publications/htm ; pour en savoir plus : www.unesco.org/mab/mountains/home.htm

Endiguer la fuite des cerveaux dans les Balkans

Un projet de coopération entre l'UNESCO et Hewlett Packard tente de contenir la fuite des cerveaux en offrant aux jeunes scientifiques des Balkans la possibilité de travailler à des projets de recherche avec leurs compatriotes vivant à l'étranger. En février et mars, les responsables du projet ont livré à cinq universités de la région les plus perfectionnés des matériels de calcul de la Grid. La Grid est un service de partage de la puissance des ordinateurs et de leur capacité de stockage des données sur l'Internet, à la différence du Web, service de partage de l'information sur l'Internet.

L'équipement dernier cri a été remis aux Universités de Belgrade et de Podgoritza (en Serbie et au Monténégro), aux Universités de Sarajevo et de la Sarajevo serbe de Bosnie-Herzégovine et à l'Université de Split en Croatie. Le matériel offert par Hewlett Packard permettra à ces universités de créer des programmes d'enseignement nouveaux dans leurs facultés respectives. En travaillant en liaison étroite avec la diaspora scientifique, les étudiants pourront mettre à profit les compétences et le savoir de leurs compatriotes de l'étranger.

Trouver et appliquer des solutions pour freiner la fuite des cerveaux des Balkans est la première d'une série d'initiatives conçues par l'UNESCO et Hewlett Packard, qui ont officialisé leur partenariat le 25 avril 2003. Le projet est mis en œuvre par le Bureau régional de l'UNESCO pour la science et la technologie en Europe (ROSTE), dont le siège est à Venise (en Italie).

« Les pays d'Europe du Sud-Est ont en commun deux grands problèmes interdépendants en matière de ressources humaines », nous rappelle le Directeur du ROSTE, Howard Moore. « En premier lieu, le vieillissement de leurs communautés scientifiques ; en second lieu, la diminution du nombre de jeunes qui choisissent des carrières scientifiques. Dans les conditions économiques actuelles de la région, les carrières de la recherche sont devenues peu attractives. Cela a provoqué non seulement une fuite des cerveaux vers l'extérieur mais aussi à l'intérieur du pays vers des professions moins prestigieuses mais mieux rémunérées ».

L'émigration massive des jeunes gens ayant un niveau élevé de qualification dans des domaines de compétence recherchés est l'un des phénomènes les plus inquiétants auxquels les pays d'Europe du Sud-Est aient à faire face depuis les ravages de la guerre et l'éclatement de l'ex-Yougoslavie dans les années 1990. Cette évasion des talents a appauvri les nations au moment crucial de la reconstruction et du développement.

« La technologie de l'information (TI) du projet UNESCO/Hewlett Packard bénéficie d'une architecture et d'une

Entlebuch, l'une des 30 réserves de biosphère sur cinq continents retenues pour l'étude

©Gloria McCannagh

conception de pointe » explique John Saw, Directeur de la commercialisation et Gérant des actions philanthropiques à la section Europe des ventes internationales de Hewlett Packard. « Le calcul avec la Grid n'est pas d'une pratique courante à l'heure actuelle ; il se trouve en fait à la pointe du développement de la TI. Il a tous les arguments pour convaincre les personnes les plus douées, au niveau local, qu'elles n'ont plus besoin de chercher ailleurs pour accéder à la technologie de pointe ».

Pour en savoir plus : <http://portal.unesco.org/venice> ; i.nechifor@unesco.org

Une organisation scientifique israélo-palestinienne est née

L'Organisation israélo-palestinienne pour la science (IPSO) a été lancée les 21 et 22 avril à Jérusalem, à l'occasion de la première réunion de son organe directeur, le Conseil scientifique international (CSI).

IPSO va s'assurer le concours des spécialistes israéliens et palestiniens les plus compétents pour traiter les problèmes auxquels les deux communautés sont confrontées en matière de santé, d'environnement, d'eau, d'agriculture et d'irrigation, et dans la sphère économique. L'un de ses objectifs consistera à renforcer les centres d'excellence, notamment du côté palestinien, car ce sont là les piliers les plus solides de la croissance, dans un pays presque dépourvu de ressources naturelles. La préservation de Jérusalem en tant que cité multiculturelle et multinationale, et son développement, seront un autre domaine de coopération.

L'Organisation s'attachera aussi à améliorer l'enseignement scientifique en direction des adolescents et des enfants. Un projet en cours concerne la construction d'un centre scientifique à l'université Al-Qods, sur le modèle de celui de l'université hébraïque de Jérusalem. L'UNESCO a parrainé le projet, qui a été lancé il y a deux ans par l'université Al-Qods et les Philanthropies Andrea et Charles Bronfman (ACBP). En attendant la fin d'une campagne de collecte de fonds en faveur du centre, une exposition scientifique effectuée une tournée en Israël et dans les Territoires palestiniens afin d'apporter la science aux jeunes.

IPSO a lancé un premier appel pour que lui soient proposés des thèmes de recherches à entreprendre. Elle assurera l'examen par des pairs de toutes les propositions reçues ainsi que l'attribution de subventions et la collecte de fonds pour ce programme ainsi que pour d'autres. Les Académies nationales des sciences des États-Unis, la Fondation Rothschild et ACBP ont fourni à IPSO une mise de fonds initiale.

Entité non politique, IPSO a été conçue par le Prof. Sari Nousseibe, président de l'université Al-Qods de Jérusalem-Est, et par le Prof. Menahem Yaari, de l'université hébraïque de Jérusalem. Dans une lettre conjointe au Directeur général de l'UNESCO en mars 2004, ces deux personnalités écrivent qu'« IPSO offre une occasion unique d'encourager la coopération dans un domaine d'importance stratégique pour les deux sociétés. Dès lors, en dépit de l'agitation qui trouble notre région, la première réaction d'un grand nombre d'érudits israéliens et palestiniens et de leurs institutions a été enthousiaste ».

Les Professeurs Nousseibe et Yaari avaient participé à l'UNESCO en novembre 2002 à une table ronde sur La science et la paix, qui marquait la Journée mondiale de la science pour la paix et le développement. Cette table ronde était la première d'une série de réunions visant à rechercher de nouvelles voies pour favoriser la coopération israélo-palestinienne dans les sphères scientifique et universitaire. Le Prix Nobel Torsten N. Wiesel en était un troisième protagoniste. Converti de longue date à la cause, il siège au CSI d'IPSO, à côté des Professeurs Nousseibe et Yaari et de huit autres éminents savants. Un Comité exécutif de six membres, composé d'érudits et de scientifiques israéliens et palestiniens, supervise les opérations en cours.

L'idée de créer IPSO avait été présentée pour la première fois au Réseau international des droits de l'homme des Académies et des sociétés savantes, à Ascona (en Suisse), en mai 2003. Un mois plus tard, la création d'IPSO était entérinée par les Académies palestinienne et israélienne des sciences. Depuis, plus d'une douzaine d'autres Académies de par le monde ont suivi le mouvement. Des bureaux provisoires ont été installés au Siège de l'ACBP à Jérusalem-Ouest et à l'université Al-Qods. On louera aussitôt que possible un bureau commun à Jérusalem.

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

De l'université au village

L'UNESCO a inauguré, le 4 juin, à l'université de Ouagadougou, Burkina Faso, une chaire sous-régionale « Femmes, science et développement en Afrique ». L'objectif de la Chaire reprend la célèbre remarque de Gandhi, « Quand on éduque un homme, on éduque un individu, quand on éduque une femme, on éduque une famille, un pays. »

Il s'agira en effet de fournir aux femmes des villages d'Afrique les bases de science et de technologie dont elles ont besoin pour améliorer leur vie quotidienne et celle de leurs proches, et participer au développement socio-économique de leur communauté.

La stratégie de la Chaire est clairement affichée : de l'université au village ! C'est en effet à l'université que sera confié la tâche de propager cette culture scientifique et technologique dans les zones rurales, par la formation de véritables communicateurs scientifiques africains, sachant adapter les concepts et les pratiques aux besoins et aux savoirs locaux.

Les universitaires et les étudiants seront encouragés à rencontrer les femmes des villages et à mettre en œuvre sur un mode interactif, un programme d'éducation scientifique non formelle spécifique autour des thèmes récurrents tels que l'hygiène et la santé, la gestion de l'eau, l'agriculture et la sécurité alimentaire, l'utilisation des technologies simples et des énergies renouvelables. Un programme de recherche ainsi qu'un diplôme d'études supérieures spécialisées sur le thème « Femmes, eau et santé » sont en préparation.

Dirigée par Odile Nacoulma Ouedraogo, professeur de biochimie à l'Université de Ouagadougou, la Chaire impliquera des universités de la sous-région travaillant en réseau : Lomé (Togo), Bamako (Mali), Niamey (Niger), Abidjan (Côte d'Ivoire).

Pour en savoir plus : odile_nacoulma@hotmail.com ; r.clair@unesco.org

Rashad Mandan Omar

Priorités pour redresser l'Irak

Le 2 juin, Rashad Mandan Omar a été nommé ministre de la science et de la technologie du gouvernement provisoire irakien, en attendant la restitution de la souveraineté par les forces de la coalition conduite par les États-Unis, prévue pour le 30 juin, et les élections, quelques mois plus tard. Ingénieur du génie civil originaire de la ville de Kirkouk, du nord de l'Irak, le Dr Rashad a travaillé pendant 22 ans au ministère irakien du pétrole, puis à Dubai avant de rentrer en Irak en septembre 2003.

Dans notre entretien, le Dr Rashad déplore l'état actuel de l'infrastructure et indique les grandes lignes de ses priorités en matière de recherche et de développement (R&D) pour le nouvel Irak.

L'Irak était, dans les années 1970 et 1980, l'un des pays les plus avancés en science et technologie (S&T) du monde arabe. Dans quelle mesure l'infrastructure de S&T a-t-elle été touchée par les guerres du Golfe de 1991 et de 2003 et les sanctions imposées par les Nations Unies dans l'intervalle ?

Le système de S&T a subi des dommages dès que Saddam Hussein a pris le pouvoir, à la fin de l'année 1979 – je développerai ce point dans un instant – mais les dommages les plus sévères sont intervenus *après* la guerre de libération de 2003. Le pillage et le saccage des laboratoires et autres centres de recherche, dans le mois qui a suivi l'entrée à Bagdad des forces américaines et britanniques et l'effondrement du régime de Saddam ont réduit l'infrastructure de S&T à l'état de ruines. Par suite de ce pillage et d'autres déprédations, un petit nombre de laboratoires et de centres de recherches possèdent encore un semblant d'équipement, et d'autres n'en ont plus du tout. Très souvent, il a fallu tout remplacer, jusqu'aux poignées de portes.

Les sanctions imposées à l'Irak après la deuxième guerre du Golfe, en 1991⁴, n'ont pas paralysé mais corrodé l'infrastructure de S&T. Les Irakiens ne pouvaient plus, à quelques exceptions près, se rendre à l'étranger pour y poursuivre leurs études et leur formation, il était quasiment impossible

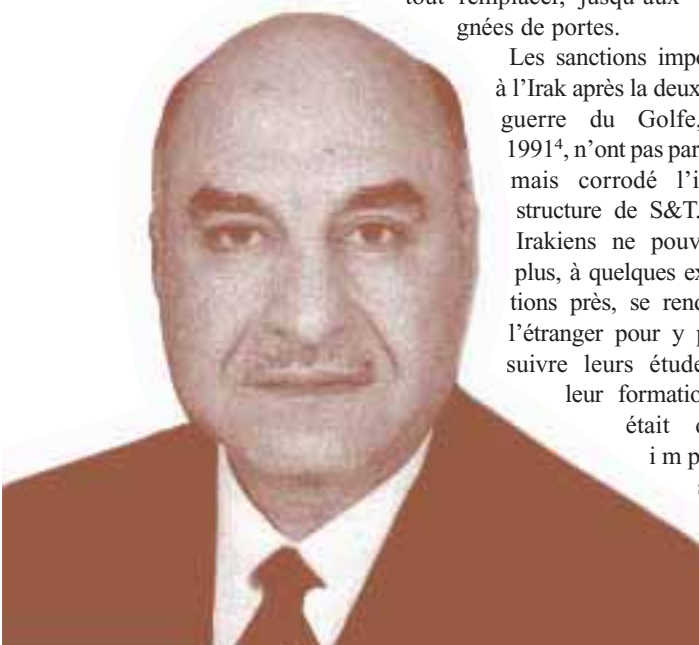
de se procurer des publications, des fournitures et de l'équipement.

Il faudrait aussi signaler la suspicion pathologique qui caractérisait le régime de Saddam à l'égard de toute relation entretenue avec l'étranger, ce qui nous a causé beaucoup de tort. Le soupçon qui pesait sur tout un chacun – les scientifiques compris – ayant des contacts avec l'étranger, et la désapprobation de toute relation avec une personne ou une organisation hors de l'Irak ont abouti à couper totalement les scientifiques irakiens du reste du monde. Cet isolement leur a été extrêmement préjudiciable, les plongeant dans l'ignorance de la plupart des événements scientifiques survenus de par le monde.

La priorité que l'ancien régime attribuait à la R&D en matière d'armement avait, elle aussi, des effets négatifs, car elle canalisait les ressources vers des domaines peu profitables au peuple irakien, tout en l'entourant de secret.

Dans la liste des priorités pour le renouveau, quel est le rang attribué par le gouvernement provisoire irakien à la S&T et quelle sera sa tâche la plus urgente ?

Bien que la S&T soit un domaine vital parmi le large éventail des besoins urgents et de première nécessité de l'Irak, comme la sécurité, la santé, l'approvisionnement en eau, l'environnement, l'agriculture, les communications, la technologie de l'information et l'économie, il n'est pas dit que la S&T *en tant que telles* auront une place prioritaire dans le renouveau. Il n'est pas dit, non plus, que le ministère de la S&T soit perçu comme le plus apte à répondre aux besoins du pays. Néanmoins certains domaines, qui relèvent de la responsabilité du ministère de la S&T, comme ceux en rapport avec les sources de radioactivité, qui comportent de grands risques, la reconstruction de l'infrastructure des communications et la technologie de l'information, le traitement des eaux usées et la purification de l'eau potable, méritent un traitement prioritaire. Le nouveau gouvernement, me semble-t-il, le leur accordera.



Rashad Mandan Omar

La tâche la plus urgente, pour le nouveau gouvernement irakien, sera de garantir la sécurité. La poursuite de la violence et de la guerre civile, qui ont dominé l'année dernière ont mis en péril le redressement de l'économie. L'Irak est apparu comme trop instable pour attirer de grands investissements et même certains types d'assistance étrangère. Il nous a ainsi été malheureusement impossible d'inviter des experts étrangers, même des experts scientifiques, et de tenir des réunions à Bagdad. La violence a également mis à mal une bonne partie de nos efforts pour rétablir le contact entre les scientifiques et ingénieurs irakiens et le reste du monde.

Quelles sont, à votre avis, les priorités les plus urgentes pour redresser la R&D ?

Les besoins absolument prioritaires en Irak en matière de R&D sont ceux qui ont trait à la sécurité, à la santé, à la pollution, aux ressources en eau, au logement, à l'infrastructure des communications, à la technologie de l'information et à la reprise de l'économie.

Cela signifie, pour le ministère de la science et de la technologie, que nous devons concentrer nos efforts sur des domaines tels que la protection des pipelines, des réseaux de communication et des centres importants de services ; les techniques analytiques de dépistage de la pollution et des autres risques pour la santé de l'environnement (l'air, l'eau, le sol) ; l'analyse et la surveillance de l'approvisionnement en eau, le traitement des eaux usées et les progrès du dessalement de l'eau ; l'extraction du pétrole, ses additifs, son raffinage et son transport ; l'agriculture, la production alimentaire, l'industrie alimentaire ; les communications et l'infrastructure ; la technologie de l'information ; les systèmes d'information géographique, les systèmes de positionnement planétaires et les systèmes de radars pénétrants GPR ; l'ingénierie civile du logement, des bâtiments publics et de l'infrastructure.

Dans quels domaines de la R&D estimez-vous que l'Irak a le plus grand potentiel, à moyen terme, et comment pensez-vous augmenter l'investissement s'y afférent ?

L'Irak a des ressources potentielles dans quatre domaines : le nombre élevé de personnel hautement qualifié et compétent, le pétrole, la terre, les sites historiques et religieux. En utilisant judicieusement les qualités de notre population nous pouvons mettre en place, dans de nombreux domaines, un potentiel de production suffisant pour la population irakienne voire pour l'exportation.

Nous sommes dotés de la deuxième plus grande réserve avérée de pétrole du monde. J'estime que nous pouvons et devrions tirer avantage de cette ressource naturelle. J'espère voir, à moyen terme sinon avant, une bonne partie de nos efforts de R&D se concentrer sur une large gamme d'activités liées à l'industrie pétrolière et aux produits élaborés à partir du pétrole, ainsi qu'à l'agriculture. Je suis convaincu qu'un investissement conséquent dans ce domaine servira grandement les intérêts de l'Irak, dans le long terme.

Avez-vous des projets pour reformuler une politique de S&T pour le nouvel Irak ?

L'approche fondamentale de la S&T a déjà changé du tout au tout en Irak. Sous l'ancien régime, la S&T était principalement tournée vers l'armement et la poursuite des intérêts du régime. Désormais, nous nous consacrons à mettre la S&T au service de tous les Irakiens et, de fait, de l'humanité tout entière. Nous avons également opéré d'importants changements dans la structure de notre système scientifique pendant l'année écoulée. Mais, en cette période de transition, nous sommes bien conscients qu'il nous faut trouver les meilleurs moyens pour mettre les richesses scientifiques de l'Irak – qui sont considérables – au service de la nation. En concertation avec mes collègues des ministères de l'intérieur, de la santé, de l'environnement, du pétrole, de l'agriculture, de l'industrie et des mines, du logement et du plan (et peut-être d'autres encore), il nous faudra décider comment répartir au mieux les ressources, quels rôles seront mieux remplis par qui et, de manière générale, comment nous pourrions tirer le meilleur parti de la S&T en Irak. Nos ressources ne sont évidemment pas illimitées : nous devons être circonspects dans nos décisions sur l'ordre des priorités en prenant dûment en compte des facteurs tels que les besoins de la société irakienne, nos points forts et nos faiblesses dans le domaine scientifique, et la viabilité de l'économie.

Qu'attendez-vous de la communauté internationale ?

Je ne sais pas si nous devrions parler de ce que nous attendons d'elle mais plutôt de ce que nous en espérons. Nous avons déjà eu la chance de recevoir des signes d'intérêt de certains pays, qui pourraient nous fournir divers types d'assistance. Maintenant qu'a pris fin notre long isolement par rapport à la communauté internationale, nous espérons participer activement à plusieurs organisations inter-nationales, notamment l'UNESCO, l'OMS, la FAO, le PNUE, l'ISO, l'OMPI et travailler en étroite collaboration avec les institutions et les organisations internationales du monde entier.

J'espère que celles auxquelles nous adhérons et avec lesquelles nous travaillons vont, au moins dans cette période de transition, nous apporter une assistance substantielle. Mais la véritable portée de nos relations avec les institutions et organisations scientifiques du monde ne prendra toute son ampleur que si nos scientifiques et nos ingénieurs se saisissent des chances qui leur sont offertes. Au sein de mon ministère, nous ferons de grands efforts, dans les mois à venir, pour rétablir le contact entre nos scientifiques et les organisations, les institutions et leurs homologues du monde entier, et pour manifester notre ferme volonté d'œuvrer en coopération dans le plus grand nombre possible de domaines.

Interview de Mustafa El-Tayeb

4. La première guerre du Golfe a opposé l'Irak et l'Iran de 1980 à 1988.

Réserver aux pauvres « une poire pour la soif »

J'ai 34 ans et je prépare un doctorat de biologie marine, en alternance entre l'Université catholique de Nimègue, aux Pays-Bas et l'Université de Dar es-Salaam. Mes recherches visent à montrer comment les mangroves font vivre les populations de poissons sur les rivages de la



Tanzanie. Les mangroves sont des arbres et des arbustes qui s'accommodent de l'eau salée et poussent en général dans la zone intertidale des côtes tropicales et subtropicales. Souvent, dans les pays à économie marginale – et c'est le cas en Tanzanie – les mangroves constituent une ressource indispensable à la vie quotidienne des communautés côtières. Elles fournissent en effet du bois à brûler, du charbon de bois et des poteaux pour la construction de maisons, sans compter l'apport en protéines du poisson et des crustacés. Le recul des forêts de mangrove porte préjudice aujourd'hui à la pérennité des bienfaits offerts par l'écosystème, car il menace la survie des espèces de poissons et de certains autres organismes qui y vivent.

La bourse d'étude de 20 000 dollars que l'Oréal/UNESCO m'a décernée en mars de cette année me permettra de recueillir des données sur les mangroves de Bagamoyo, en Tanzanie continentale, afin d'évaluer l'impact du défrichement sur le fonctionnement des écosystèmes de mangroves.

Depuis 2000, je suis maître de conférence à la Faculté de science et de technologie aquatiques de l'université de Dar es-Salaam. Le choix d'étudier la biologie marine n'a pas été simplement dicté par mon intérêt pour ce sujet mais aussi par le désir de faire œuvre utile pour les générations futures. Venant d'une région littorale, je ne sais que trop bien à quel point les communautés côtières dépendent du milieu marin pour assurer leur existence quotidienne. J'ai aussi constaté sur le terrain des pratiques qui nuisent à la rentabilité à long terme du milieu marin.

On abat les mangroves pour les vendre et en faire des meubles ou des bateaux. Même la combustion du corail pour le transformer en chaux s'avère dommageable puisque le bois de chauffe provient des mangroves, sans compter que la combustion du corail fait évidemment reculer le récif d'où il est extrait. De vastes étendues de mangroves sont actuellement défrichées pour faire place à l'agriculture, notamment à la riziculture, à des marais salants et des élevages de crevettes. On abat même de plus en plus souvent des mangroves pour construire des hôtels. Une surface de 10 ha de mangroves a été défrichée, par exemple, par des promoteurs d'hôtels, pour ouvrir un accès sur la plage de Nunge, à Bagamoyo. Mais le

repos et la détente ne sont pas les seuls attraits pour les touristes : venant à la recherche des traces de l'ancien trafic des esclaves, toute une population de touristes afflue à Bagamoyo. La récente inauguration de la route goudronnée reliant Bagamoyo à Dar es-Salaam ne peut que relancer l'industrie du tourisme.

La pêche est l'une des rares activités qui n'impliquent pas le défrichement des mangroves, les autres exceptions étant la récolte du miel et de la cire ou des feuilles de mangrove pour nourrir le bétail. Les forêts de mangrove peuvent également être judicieusement exploitées pour des activités de loisirs (l'éco-tourisme), car elles abritent une grande variété d'oiseaux et quelques mammifères, comme le singe rouge *Colobus* endémique de Zanzibar.

L'accroissement de la population pose un grave problème, notamment dans les zones urbaines exposées à l'afflux des migrants ruraux. Ces populations considèrent souvent que les zones urbaines offrent de meilleurs services sociaux et de plus grandes chances d'emploi que leurs terroirs d'origine. Avec l'afflux de population, les ressources naturelles se raréfient, ce qui entraîne la surexploitation et la dégradation de l'environnement.



Blandina recueille des échantillons de poissons dans la baie de Chwaka, Zanzibar, en octobre 2002



(Photo by YD Mgrwa)



Anse à Mangroves dans la baie de Chwaka. Les racines remontantes des mangroves font partie des éléments qui offrent une protection aux jeunes poissons

© Martijn Dorenbosch

La baisse du rendement de la pêche et l'amenuisement inexorable de la zone couverte de mangroves sur le littoral tanzanien sont désormais indéniables. Les données sur la réalité du défrichement des forêts de mangrove sont rares et incohérentes, mais il existe des signes qui ne trompent pas sur le fait que la quantité de poisson a diminué dans les eaux peu profondes : les pêcheurs se plaignent de ce que les prises de poisson baissent rapidement, ce qui les oblige à s'aventurer en haute mer.

Évaluer les effets de l'activité humaine sur les mangroves

Les mangroves se situent le plus souvent le long des rivages abrités et peuvent remonter profondément le long des estuaires des rivières. On les considérait autrefois comme des terres perdues, à supprimer si possible, mais on a récemment reconnu leur intérêt écologique, ce qui a encouragé les efforts pour protéger cet écosystème. En Tanzanie, des recherches sont en cours sur la fonction de nourriceries des mangroves, et il existe des projets pour les restaurer. Le Gouvernement a lui-même lancé un projet spécifique de Gestion des mangroves afin de promouvoir une exploitation durable de cet écosystème, mais la pénurie de fonds et de services opérationnels affecte la mise en œuvre de cette politique et son suivi.

Mes recherches portent principalement sur la question de savoir comment les écosystèmes de mangrove font vivre les communautés de poissons et comment l'intervention de l'homme sur cet écosystème peut affecter ces dernières sur la côte de la Tanzanie. Il est indispensable de disposer de ces informations pour pouvoir gérer les pêcheries aussi bien que le milieu côtier.

Nourriceries pour les poissons juvéniles

L'importance des écosystèmes de mangrove comme nourriceries pour les juvéniles, qui atteindront ensuite la maturité sur les récifs et en haute mer, est désormais parfaitement reconnue.

Nombreuses sont les espèces de poissons tropicaux qui passent une partie de leur cycle vital dans les marais à mangroves, ou dépendent de chaînes alimentaires issues de ces forêts côtières. De nombreuses études ont fait état des assortiments de poissons vivant dans ces milieux, mais le rôle exact que jouent les mangroves en tant qu'écosystème dans la vie des juvéniles reste inconnu. On ne sait pas avec certitude quelles sont les ressources utilisées par les différentes espèces de poissons aux différents stades de leur vie et quelle est l'importance de ces habitats dans la vie des populations de poissons.

Pour comprendre le rôle que jouent les mangroves dans la vie des populations de poissons sur la côte de Tanzanie, je ferai appel aux isotopes stables du carbone (C^{13} d) et de l'azote (N^{15} d) présents dans des échantillons prélevés sur deux zones de mangroves, la baie de Chwaka, sur l'île de Zanzibar, et le site de Bagamoyo, en Tanzanie continentale. Les analyses d'isotopes stables sont de puissants instruments pour suivre le flux énergétique dans les chaînes alimentaires et pour étudier la niche trophique qu'occupent les consommateurs de rang supérieur. Cette méthode permet d'évaluer l'importance relative des divers acteurs de la production primaire, comme le phytoplancton,



Poissons adultes (gaterin) sur un récif corailien de l'île de Bawi, Zanzibar

© Martijn Dorenbosch



© Marlijn Dorenbosch

Débarquement du poisson au marché de Zanzibar

les microalgues et les macroalgues, les herbiers marins et les feuilles de mangrove, en tant que sources d'énergie de référence pour les niveaux trophiques supérieurs. Cela est possible, du fait que la teneur du carbone et de l'azote en divers isotopes stables est différente chez les divers producteurs primaires. En analysant ces isotopes présents dans les échantillons de tissu des poissons et dans leurs sources alimentaires, je serai en mesure de démontrer si la nourriture des poissons provient de la matière organique ou d'autres organismes présents dans l'écosystème de la mangrove.

L'analyse des isotopes stables requiert un appareillage technique appelé Spectromètre de ratio de masse des isotopes stables, qui n'est pas disponible en Tanzanie. J'analyserai donc mes échantillons à l'Université de Nimègue, aux Pays-Bas.

Pour ma thèse principale de doctorat, j'ai déjà recueilli des données dans la baie de Chwaka, sur l'île de Zanzibar, grâce à une bourse accordée en juin 2001, dans le cadre du projet du gouvernement néerlandais Medewerker vor Hoger Onderwijs (MHO-ENVIRONS), par le canal de l'Organisation néerlandaise de coopération internationale dans l'enseignement supérieur.

Dorénavant, la bourse de recherche L'Oréal/UNESCO me permettra de recueillir également des données à Bagamoyo. Ces deux écosystèmes de mangrove souffrent du défrichement, mais c'est Bagamoyo qui en est le plus affecté. Ses mangroves couvrent une superficie de 5 635 ha. On estimait en 1989 qu'environ 29% de cette zone avait été remplacée par des friches et des marais salants. Du fait que l'abattage des mangroves n'a pas diminué depuis, ni au plan familial, ni au plan commercial, le pourcentage actuel ne peut en être que plus élevé. L'abattage massif des mangroves altère l'environnement, ce qui, par la suite, affecte les chaînes alimentaires et les flux énergétiques en réduisant le rôle de refuge de l'écosystème et en le rendant inhospitalier, à la fois pour les petits poissons, pour les crustacés et pour les autres animaux benthiques dont ils se nourrissent. En comparant ces deux écosystèmes de mangroves je serai en mesure d'évaluer l'impact de l'abattage massif des mangroves sur le fonctionnement des écosystèmes de mangrove en tant qu'elles entretiennent les communautés de poissons.

D'après les premières conclusions tirées de la baie de Chwaka, il existe une grande diversité et une abondance de poissons juvéniles dans les habitats de mangroves et dans la baie, de manière générale. En outre, la plupart des petits juvéniles (< 5 cm) ont été observés dans les habitats de mangroves, alors que les spécimens plus grands des mêmes espèces (co-spécifiques) ont été observés dans des herbiers marins d'eaux plus profondes. Bien que ces résultats confirment mes prévisions, je continue à analyser les données d'isotopes stables pour comprendre comment les chaînes alimentaires des mangroves nourrissent ces juvéniles.

En donnant à mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes, ces informations pourraient étayer les stratégies de gestion et de sauvegarde des pêcheries tanzaniennes et de protection du littoral.

Jongler avec la famille et le travail

Il n'est pas toujours facile de jongler entre les rôles de scientifique et de mère de deux enfants de quatre et un an, double rôle qui exige beaucoup d'énergie et d'organisation. Je peux heureusement compter sur un bon réseau de soutien. Mon mari et d'autres membres de la famille s'occupent des enfants quand je travaille sur le terrain, et comme je n'ai pas pu amener ma famille avec moi aux Pays-Bas, là encore, on s'occupe d'eux à ma place. Voilà quatre mois que je suis partie, et je ne rentrerai en Tanzanie que dans deux mois. L'an prochain, je compte faire de même.



© Marlijn Dorenbosch

Echassiers sur une pirogue (mtumbwi en kiswahili) dans la baie de Nungwi, à Zanzibar. Les échassiers font, eux aussi, partie de la chaîne alimentaire dans les habitats littoraux peu profonds

D'ici à décembre 2005, je partagerai mon temps entre mes universités d'accueil, aux Pays-Bas et en Tanzanie, qui sont toutes deux très utiles à mes recherches en raison de la masse de connaissances qu'elles recèlent. Je peux facilement y avoir accès aux équipements de laboratoire et aux autres services ainsi qu'à un vaste fonds de documents et bénéficier de la supervision de spécialistes. J'ai l'intention de publier l'an prochain les résultats de mes travaux dans des revues internationales.

Blandina Lugendo

Pour en savoir plus : blandina@sci.kun.nl; blandina@uccmail.co.tz



© Marlijn Dorenbosch

Canoë Outrigger (ngalawa in kiswahili) devant la baie de Matemwe, Zanzibar. Les bateaux traditionnels de pêche ne pouvant affronter la haute mer, les jeunes poissons sont surexploités dans les eaux peu profondes

Cinq petites villes côtières en quête d'avenir

La moitié de la population mondiale vit dans des villes de moins de 500 000 habitants, dont une grande majorité sont des villes côtières. La croissance démographique future sera concentrée sur ces petites villes et les villes moyennes. Comment des municipalités démunies de services techniques compétents peuvent-elles faire face aux différentes pressions qui s'exercent sur les territoires côtiers : les pollutions marines, les infiltrations d'eau salée dans les nappes phréatiques, la dégradation du littoral, le déclin des activités traditionnelles de la pêche ou de l'artisanat, l'essor croissant des activités du tourisme balnéaire consommateur de territoire et de ressources naturelles, la sur-densification des quartiers historiques par les migrants les plus démunis ou bien la spéculation foncière due à la « gentrification » des centres villes à des fins touristiques, le manque de structures de formation et d'emplois...

Les villes d'Essaouira (Maroc), Mahdia (Tunisie), Omisalj (Croatie), Saïda (Liban) et Jableh (Syrie) hébergent chacune une population de moins de 500 000 habitants. En quelques années, l'initiative « Petites villes côtières historiques » a permis de créer, grâce à des partenariats entre villes et universités de tout le bassin méditerranéen, des fora d'expertise technique, d'expériences et de savoirs faire pour alléger les pressions sur ces petites villes.

En juin 1996, une équipe pluridisciplinaire d'experts de l'UNESCO participe à une réunion qui tente de comprendre pourquoi les quartiers historiques de certaines villes méditerranéennes situés en front de mer sont en but aux conséquences de l'intrusion de l'eau marine dans leurs nappes phréatiques et dans les soubassements des bâtiments, accroissant ainsi le degré d'insalubrité de la vie des habitants de ces quartiers, souvent les plus pauvres et les derniers migrants ruraux arrivés dans ces villes. Cette problématique technique et ses conséquences sociales interpellent les spécialistes présents, entre autres, des hydrologues, des sociologues urbains, des historiens, économistes de l'environnement, archéologues, architectes et urbanistes. Cependant, le premier constat réalisé par ces experts est qu'ils ne se comprennent pas entre eux.

En effet, les résultats scientifiques proposés par les hydrologues sont incompréhensibles pour les urbanistes et, de même, les paramètres de l'insalubrité urbaine ne sont pas évidents pour les océanographes. Alors, un sociologue urbain du Maroc propose d'établir un champ d'investigation sur cette problématique à partir d'un cas concret, la ville d'Essaouira, l'ancienne Mogador, créée au Vème siècle avant Jésus Christ par les carthaginois.

Essaouira : de l'oubli au patrimoine mondial

En 1996, Essaouira est une ville ignorée des circuits touristiques du Maroc où seules Agadir et Marrakech sont



Essaouira vue de la place de la Médina sur laquelle s'ouvrent des galeries et des boutiques d'artisanat destiné aux touristes



©B. Colin/UNESCO

Au XV^{ème} siècle, les remparts et les récifs de la baie Nord protégeaient encore Essaouira contre les attaques de l'océan. Aujourd'hui, l'eau de mer s'infiltré sous les remparts et dans les soubassements des maisons du front de mer. Les maisons, insalubres, finissent par s'écrouler. Les différentes études d'experts réalisées par l'UNESCO devraient permettre d'élaborer un projet global de protection du rempart

développées sur le plan touristique dans la région de Tensift. En proie à une grave récession économique, peu ou mal reliée aux infrastructures nationales, Essaouira possède pourtant un centre historique, la Médina, érigée au XVIII^{ème} siècle par le Sultan Sidi Mohammed Ben Abdallah et conçu par un élève de Vauban⁵ comme une ville portuaire.

La survie de la Médina, en particulier du quartier juif du Mellah qui a été abandonné par ses propriétaires et occupé par des migrants ruraux, est menacée. Le centre historique est attaqué par les infiltrations d'eau marine mélangée à des rejets chimiques polluants qui accélèrent l'état d'insalubrité et l'écroulement de certaines maisons. Les habitants les plus pauvres louent à de lointains propriétaires qui n'entretiennent pas davantage les maisons. Les bâtiments historiques du quartier, anciens consulats étrangers, église portugaise, synagogues ou palais de justice tombent en ruines alors que les remparts face à l'océan ne sont plus entretenus.

5. Architecte français (1633-1707), ingénieur militaire célèbre pour ses fortifications



Diagnostic des maux de la Médina

Le Premier Conseiller du Roi du Maroc cherche alors à attirer la communauté internationale au secours de cette ville ; une université conviviale est créée annuellement, UN-Habitat envoie sur place un représentant pour créer une cellule *Agenda 21*. L'UNESCO se mobilise dès le début 1997, grâce à l'appui sur le terrain du Bureau de l'UNESCO à Rabat, pour envoyer des experts de haut niveau dans divers domaines de compétences comme l'océanographie, la conservation du littoral, la restauration des bâtiments historiques et l'environnement socio-économique, afin d'établir un diagnostic technique sur les désordres urbains de la Médina d'Essaouira.

Ce diagnostic constituait le document de travail du premier séminaire international sur le thème « Développement urbain et ressources en eau : petites villes côtières historiques » organisé en 1997 par le Siège et les bureaux régionaux de Rabat, Venise et Beyrouth de l'UNESCO. Cet événement a permis le lancement d'un réseau de villes intéressées par ce phénomène tant en Europe du Nord et du Sud qu'au Moyen Orient et au Maghreb.

Plusieurs universités étrangères s'intéressent alors à la ville, en particulier des écoles d'architecture en France et en Espagne, pour réaliser des relevés d'architecture et des projets de réutilisation des bâtiments et des quartiers historiques. La faculté de sociologie de l'université d'Alghero en Italie produit des études sur la possible réorientation touristique de la ville.

Des projets de coopération bilatérale permettent la réutilisation de certains bâtiments à partir des études universitaires, alors même que les autorités marocaines à tous les



© P. Rea/UNESCO

Détail de la façade maritime de la vieille ville de Saïda. Après les bombardements israéliens de 1982, les réfugiés ont investi la vieille ville, construisant sur les bâtiments de l'époque ottomane

niveaux sont mobilisées pour résoudre les problèmes d'accessibilité, de développement des activités touristiques ou de relogement des populations vivant dans les maisons menaçant de tomber en ruines.

Des phénomènes pervers se cristallisent sur la zone urbaine classée

L'attrait des étrangers pour l'investissement dans la réhabilitation, plus ou moins appropriée, des maisons de la Médina ne démarre vraiment qu'après la diffusion d'une émission télévisée française sur Essaouira en 1998. Alors, les phénomènes pervers de la sacralisation, de la fossilisation et de la monoculture du tourisme se cristallisent sur la Médina dès sa nomination en 2001 sur la liste du Patrimoine mondial de l'humanité. Les maisons d'hôtes de haut standing se multiplient, les galeries d'art et d'artisanat délogent les petits commerces de la vie courante et les maisons se vendent de plus en plus cher, quel que soit leur état de dégradation.



Gouverneur de l'UNESCO (édité 1991)

Représentation de pêcheurs sur cette mosaïque de la ville ancienne d'Utica en Tunisie, qui date du IV^{ème} siècle

En contrepartie, l'économie locale est relancée, de nombreux emplois sont créés, de grandes chaînes hôtelières s'installent sur la plage d'Essaouira et des centres commerciaux viennent s'ériger contre les remparts de la vieille ville, classés également Patrimoine mondial.

Cet essor économique ne s'accompagne pas des mesures de consolidation d'urgence nécessaires sur les remparts nord pour continuer à protéger la vieille ville des attaques de l'océan, ce qui ne manque pas de soulever l'indignation des experts de l'UNESCO réunis en décembre 2003 à Essaouira pour réaliser un bilan de l'initiative « Petites villes côtières historiques » en présence des maires et des universitaires des villes du réseau telles que Mahdia, Omisalj, Saïda, Jableh, La Rochelle ou Kotor (Montenegro).

Depuis, la nouvelle Mairesse et le Gouverneur de la Province ont entamé des consultations afin de relancer la recherche de fonds. L'objectif est de résoudre le problème environnemental lié à la consolidation des remparts Nord et à l'entretien régulier de la muraille.



© T. Elayeb/UNESCO

Bien qu'elle demeure une des activités principales de la population locale à Mahdia, la pêche est menacée par la pollution marine et la surpêche



Le Borj, forteresse construite à la fin du XVI^{ème} siècle pour accueillir la garnison militaire ottomane. Vue de l'extrémité de la presqu'île de Mahdia, dessinée par Charles de Chassiron en 1849



Le Borj de nos jours et l'érosion des fondations des anciennes fortifications

Universités et municipalités coude à coude

Le cas d'Essaouira a donc été le premier à être étudié. Au cours du séminaire précité de l'UNESCO en 1997, en présence d'autres petites villes côtières intéressées par l'approche intégrée au développement urbain, Omisalj et Saïda ont alors demandé à faire l'objet d'une étude de l'UNESCO, puis la ville de

Mahdia et celle de Jableh se sont jointes aux autres. Voici quelques-unes des réalisations qui ont suivi.

A Mahdia, ancienne capitale des Fatimides de la Tunisie au X^{ème} siècle, à la suite du séminaire de l'UNESCO de juin 1999, les écoles d'architecture de Tunis (Tunisie) et de Nantes (France) ont créé un projet participatif de réutilisation d'une maison de la Médina. Ce projet, soutenu financièrement par la coopération décentralisée de la ville de Nantes et par l'UNESCO, comprend des essais techniques avec les maçons spécialistes des constructions et des matériaux traditionnels dans la région arabe, les *ma'allemin*, et une enquête avec les habitants sur les transformations sociales de la vieille ville.

L'Institut d'Etudes des Dunes de la ville de Montpellier (France), suivant les recommandations d'un expert de l'UNESCO et avec un financement du PNUD, a réussi à stabiliser la dune bordière tout en formant les spécialistes locaux de l'Agence pour la Protection du littoral.

Les Universités de Venise (Italie), Gembloux (Belgique) et Zagreb (Croatie) se sont unies pour réaliser un schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de l'île de Krk à Omisalj, sous la direction du bureau de l'UNESCO à Venise. Ce bureau a en outre rédigé avec l'Université de Venise : une méthodologie générale de prospective urbaine pour les petites villes côtières de l'Adriatique.

A Saïda, l'ancienne Sidon, les professeurs de l'Université Lumière de Lyon (France) ont mené, avec le soutien de bureau de

l'UNESCO à Beyrouth et en coopération avec des spécialistes de Saïda, une étude sur l'érosion et la réhabilitation de la plage nord de la ville.

L'Université libanaise de Beyrouth, quant à elle, s'est associée à l'Université Aix-Marseille (France) pour la préparation d'une étude de diagnostic urbain sur la vieille ville de Saïda, afin d'aider la municipalité à réaliser un plan de redéveloppement socio-lement et économique-ment durable pour la vieille ville.

A Jableh, ville phénicienne, grecque et byzantine, les universités de Lattakié et Damas vont réaliser une étude prospective de développement urbain touristique de Jableh pour la revitalisation du centre historique et du littoral de la ville. Suivant les recommandations des deux missions d'expertise de l'UNESCO de 2002 et 2003, et de concert avec le cycle d'Urbanisme de l'Institut d'Etudes Politiques de Paris, les universités vont travailler sur ce projet avec la municipalité.



Les tisserands traditionnels de Mahdia sont renommés bien au-delà de la Tunisie. Certains créateurs européens viennent les mettre à contribution

Au-delà de la coopération entre villes et universités, il faut souligner que des experts de très haut niveau des Pays Bas, de Suède, du Danemark, d'Allemagne et d'Espagne ont réalisé, en particulier dans le domaine des pollutions marines et des ressources en eau douce, à l'invitation de l'UNESCO, des missions décisives pour la prise de conscience des municipalités du réseau, en particulier dans le domaine des pollutions marines et des ressources en eau douce.

Au fur et à mesure que les initiatives se croisent, des leçons sont tirées, permettant ainsi aux derniers cas à l'étude de bénéficier des réussites et des échecs des cas précédents. Il faut remercier les villes qui soutiennent ces cas d'études, comme le font officiellement les villes de Venise et Taglio di Po (Italie) pour Omisalj, La Rochelle et Nantes (France) pour Essaouira, Mahdia et Saïda. La ville de Jableh, qui a intégré le réseau en 2002, est toujours à la recherche d'une ville côtière pour soutenir ses efforts de développement.

L'urbanisation mondiale

Le dernier rapport d'octobre 2003 sur l'urbanisation mondiale de l'UN-Habitat souligne que la croissance urbaine était majoritairement concentrée, ces dernières années, sur 19 mégapoles (dont 16 côtières) où vivent 8% de la population mondiale.

Les petites villes n'ont pas à faire face à de vastes zones d'exclusion sociale ou d'habitat informel mais elles disposent rarement d'équipements et de services techniques suffisants et ne retiennent que difficilement l'attention des services publics



© Ph. Pypaert

Vue aérienne du centre historique d'Omisaļ. En zone cōtière, la pression de l'expansion urbaine sur le territoire est toujours aigüe : l'environnement cōtier, tout comme le front bâti historique, en subissent les conséquences

au niveau national. En revanche, elles constituent les premiers nœuds des réseaux urbains nationaux où viennent aboutir, même temporairement, les flux des migrations, rurales ou autres. Leur capacité d'accueil et d'intégration, tant au niveau de l'emploi que de l'hébergement, est souvent essentielle pour éviter que ces populations ne repartent vers les capitales de région ou les mégapoles.

L'importance politique et économique des villes destinée à croître

L'importance politique et économique des villes va s'accroître. Les trois grandes organisations de villes et autorités locales, à savoir, la Fédération mondiale des cités unies, l'Union internationale des autorités locales et l'Association mondiale des grandes métropoles (Métropolis), viennent de s'unir en mai 2004. Le poids politique et économique de cette association faitière, Cités et gouvernements locaux unis, sera considérable et devrait être reconnu aux prochaines réunions de l'Assemblée des Nations Unies.

Le 2 février 2004, le gouvernement du Canada a souligné dans son discours du Trône que « les collectivités, les villes et les municipalités jouent un rôle vital en ce qui touche nos objectifs sociaux et notre compétitivité économique. Qu'elles soient grandes ou petites, les collectivités sont confrontées à de nouveaux défis sans avoir, souvent, les moyens ni les outils nécessaires pour y faire face ».

Une approche interdisciplinaire du développement urbain

« *Petites villes cōtières historiques* » s'est appuyée sur les résultats de la recherche du programme de l'UNESCO Gestion des transformations sociales (MOST) sur les migrations « campagnes-villes » dans la région arabe. MOST contribue



© Ph. Pypaert

La Basilique romane du Ve^{me} siècle où s'est déroulé l'atelier d'archéologie organisé par le Bureau de l'UNESCO de Venise avec les universités et la Municipalité d'Omisaļ. Le Centre du Patrimoine mondial de l'UNESCO contribue à la restauration de la Basilique

également au réseau de recherche sur le rôle des villes intermédiaires face à l'urbanisation mondiale.

En effet, l'initiative est une illustration, dans le contexte géographique précis des zones cōtières, du rôle d'accueil majeur des villes moyennes ou petites pour les populations issues des migrations rurales et de régulateur des réseaux urbains nationaux et interrégionaux.

Ont été également prises en compte les priorités de la gestion durable des ressources en eau douce du programme PHI⁶ et du développement durable des zones cōtières et petites îles.

Fondée sur la Déclaration d'Istanbul (Habitat II en 1996) et sur la Charte de l'ICOMOS⁷ sur les villes historiques (1987), « *Petites villes cōtières historiques* » a pour objectif principal de promouvoir auprès des décideurs de politiques publiques les principes socio-économiques, environnementaux et culturels d'une approche interdisciplinaire et durable pour le développement urbain de certaines petites villes cōtières historiques de la Méditerranée et de l'Adriatique.

Brigitte Colin⁸, Joe Kreidi⁹, Philippe Pypaert¹⁰ et Alexei Suzyumov¹¹

Pour en savoir plus : www.unesco.org/most ou www.unesco.org/csi

6. Programme international hydrologique : www.unesco.org/water/ihp/index.shtml

7. Conseil international des monuments et des sites : www.icomos.org

8. Spécialiste de programme Architecture et ville pour MOST à Paris : b.colin@unesco.org

9. Spécialiste de programme, Bureau de l'UNESCO à Beyrouth : j.kreidi@unesco.org

10. Spécialiste de programme, Bureau de l'UNESCO à Venise : p.pypaert@unesco.org

11. Spécialiste de programme en zones cōtières et petites îles à Paris : a.suzyumov@unesco.org

Agenda

6-13 juillet

Les TIC pour informer sur le VIH/Sida
Atelier SciDev.Net/UNESCO/ Institut asiatique de technologie, destiné aux journalistes scientifiques et médicaux d'Asie du Sud-Est qui sont aussi conviés à la conf. intle sur le Sida (11-16) : www.Scidev.net ; s.hughes@unesco.org

27 juillet – 1 août

Montagnes dans la brume
Colloque international sur la recherche en matière de préservation et de gestion des forêts nébuleuses montagnardes tropicales. Session conjointe MAB/PHI. Waimea, Hawaii (USA) : www.tropicalmontanecloudforest.com/

29-30 juillet

Les forêts, l'eau et les hommes
Séminaire nat. de l'Institut nat. d'hydrologie, diffusion d'informations et transfert technologique auprès des scientifiques, ingénieurs, sylviculteurs, ONG et travailleurs sociaux du projet pilote UNESCO-INH-KFD « Hydrologie en zone forestière » Belgaum (Inde) : new.delhi@unesco.org

20-28 août

32^e Congrès géologique international
Comprend des expositions sur les travaux de

l'UNESCO. Florence (Italie) : w.eder@unesco.org; y.berenguer@unesco.org

29 août – 1er septembre

Bonne gouvernance des ressources en eau pour les peuples et la nature
Quelle place pour la législation, la science, les institutions et les capitaux ? Conf. intle AWRA-IWLRI. Le programme HELP de l'UNESCO fera une présentation. Dundee (Royaume-Uni) : www.dundee.ac.uk/

10-29 septembre

Mise en valeur et protection du patrimoine congolais – Soutien à la conservation des sites inscrits au patrimoine mondial de RDC : exposition grand public (10-26), réunions

Petites îles, grands enjeux

A la demande du gouvernement mauricien, l'évaluation du Programme d'action pour le développement durable des petits Etats insulaires en développement (Barbade, 1994), prévu du 30 août au 3 septembre à Maurice, est reporté du 10 au 14 janvier 2005, selon la décision de l'Assemblée générale des Nations Unies. Le Forum « Vision des jeunes sur la vie dans les îles », piloté par l'UNESCO, a également été reporté pour coïncider avec le sommet : www.islandyouth.org ; c.green@unesco.org

d'experts (13-14), conf. intle des bailleurs de fonds (16-17), concert de bienfaisance Congo-Rythmes et rumba (23). Siège de l'UNESCO : <http://whc.unesco.org>

14 septembre

Programme pour la survie des grands singes (GRASP) – Les hommes et les grands singes dans le patrimoine congolais (voir ci-dessus). Atelier technique. : www.unesco.org/mab/grasp.htm

17-18 septembre

Echelles en hydrologie et gestion de l'eau
7^e colloque Kovacs UNESCO/Assoc. intle des sciences hydrologiques, ouvre le Conseil du PHI. UNESCO : www.unesco.org/water/

20-22 septembre

Gestion des terres et restauration environnementale sur le Plateau de Loess
Conf. intle ERSEC. Yangling (Chine) : beijing@unesco.org

25-28 septembre

L'écotourisme durable dans les réserves de biosphère et les régions assimilées
Réseau MAB d'Asie centrale et du sud. 2^e réunion d'experts visant à partager connaissances, expériences et meilleures pratiques. Zibakener (Iran) : new.delhi@unesco.org

Vient de paraître

Le visage changeant de la Terre

Par B. Vrieyjnck et Ph. Bouyss. Editions UNESCO/Commission de la Carte géologique du Monde (euros 16), 92-3-203900-2. Existe en français et anglais, 32p. – Il y a 250 millions d'années, les continents étaient regroupés en un supercontinent unique, la Pangée. Conçu, à partir de travaux scientifiques récents, pour un public très large, cet ouvrage présente les neuf étapes de l'éclatement de ce supercontinent. Il est accompagné d'un CD-ROM comportant 11 cartes.

Mineral Atlas of the World (Europe Map)

Ed. UNESCO et la Commission de la carte géologique du Monde (CCGM), en anglais seulement, euros 40, ISBN : 92-3-009980-5. Pour Microsoft Windows NT 4.0, Windows 2000 ou Windows XP – CD-ROM comportant une version numérique de la carte métallogénique intle (Europe), à l'échelle 1/10 000 000, éditée en 1997 par le Service géologique de la Norvège (NGU) et la CCGM. Les données de l'Institut de recherche pour l'environnement (ESRI) sont accessibles grâce au logiciel ArcReader inclus. Cette version allégée d'un logiciel SIG offre à l'utilisateur la possibilité d'agrandir ou réduire, tout en ayant accès à divers niveaux. Les renseignements cartographiques de référence sont extraits de la carte numérique du monde de l'ESRI. Contient les données nécessaires à la reconstitution de la carte, format papier, grâce à d'autres logiciels SIG compatibles avec ce qui est offert par ArcInfo, des fichiers topologiques et dxf. Permet l'accès à la base de données de l'Atlas des minéraux, en les situant géographiquement. Un document ArcMap de l'ESRI (fichier mxd) est fourni avec le logiciel ArcGIS de l'ESRI : Per.Ryghaug@ngu.no; www.ngu.no

Solar detoxification

Par J. Blanco Gálvez et S. Malato Rodriguez, Coll. Energies renouvelables, en anglais seulement, ISBN 92-3-103916-4, Ed. UNESCO, euros 24,80, 188 p.
Procédé novateur de traitement de l'eau grâce à la technologie solaire, la détoxification solaire est dorénavant accessible, au terme d'une décennie de R&D. Compilation des connaissances actuelles, associée à une explication détaillée de l'ingénierie de pointe concernée et de ses applications. S'adressant aux étudiants de 3^e cycle, aux spécialistes et aux techniciens, elle décrit les conditions requises pour les procédés photocatalytiques solaires, avec leurs limites.

Glosario fitoecológico de las Américas

Mexique, Amérique centrale et Caraïbes : pays hispanophones (Vol. 2). Par Otto Hubert et Ricardo Riina. Ed. UNESCO/Corolab Humboldt (euros 16,80), en espagnol seulement, ISBN : 92-3-303922-6, 474 p. Ouvrage de référence sur les aspects scientifiques de la flore néotropical, contient 3500 termes phyto-écologiques. S'adresse aux botanistes, écologistes, biologistes et autres spécialistes de l'environnement.

Tasks for Coastal Resources Assessments and Oil Spill Sensitivity Mapping in the Arab States of the Gulf

Par A. Price, D. Gliddon, T. Zahran Al Abdessalaam et B. Boer. En anglais seulement.
Etat des lieux, détaille les besoins spécifiques des pays, des possibilités pour un futur soutien de l'UNESCO, comprend des cartes index des priorités en matière de protection des côtes, des données sur les ressources côtières nationales, les normes en matière de collecte et de traitement des données, un guide des habitats côtiers destiné à sensibiliser l'opinion publique aux questions environnementales. Demander un ex. à Doha : b.boer@unesco.org

Organes directeurs

A sa session d'avril, le Conseil exécutif a approuvé les statuts du Programme international de sciences fondamentales (PISF) et son calendrier pour l'année.

La première tâche du nouveau Conseil scientifique, dont les membres doivent être nommés en août, sera d'arrêter la version définitive des critères et du format requis pour les propositions de projets. Cette information sera diffusée en octobre auprès des Etats membres et partenaires concernés. Les propositions de projets seront examinées par le Conseil scientifique en janvier afin que celles qui seront retenues soient inscrites au Programme et budget 2006-2007 de l'UNESCO. Le Directeur général présentera son rapport sur la mise en œuvre du PISF au Conseil exécutif en octobre 2005.

Le Conseil range l'élaboration de la Déclaration relative aux normes universelles en matière de bioéthique parmi les priorités de l'UNESCO. Il a invité le Directeur général à poursuivre ses consultations avec l'ensemble des agences des Nations Unies et autres organisations multilatérales, dont la FAO, l'OMS, l'OMC et l'OMPI. Le Directeur général fera son rapport sur l'état d'avancement des travaux au Conseil lors de sa prochaine session du 4 au 14 octobre.

La présentation du rapport d'étape du Directeur général sur l'étude de faisabilité d'un centre régional de recherche et de formation en biotechnologie en Inde a été reportée à la prochaine session du Conseil.

For sales publications:
www.unesco.org/publishing

UNESCO science portal:
www.unesco.org/science