



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

Des satellites à la rescousse
des tombes gelées de Sibérie, p.19



Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 4, No. 3,
Juillet – septembre 2006

Planète SCIENCE

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR

2 Les marées rouges

ACTUALITÉS

- 8 Une politique scientifique pour le Liban
- 9 Une mallette invite les élèves à découvrir les terres arides
- 9 L'homme, plus que le tsunami, menace les récifs coralliens
- 10 Chaire UNESCO en sciences de la terre pour le Nigéria
- 11 Une Fédération des sociétés africaine de chimie
- 12 Le système d'alerte du Pacifique mis à l'épreuve
- 13 Lancement du Fonds africain du patrimoine mondial
- 13 L'UNESCO condamne les violences contre les universitaires irakiens

INTERVIEW

14 Hans van Ginkel présente une cellule de réflexion au sein des Nations Unies

HORIZONS

- 17 Utiliser le soleil pour étancher leur soif
- 19 Des satellites à la rescousse des tombes gelées de Sibérie

EN BREF

- 24 Calendrier
- 24 Vient de paraître

ÉDITORIAL

Sauver des civilisations disparues

Si l'on demandait au public de citer le plus grand exploit accompli par l'UNESCO depuis sa création, il y a 60 ans, combien de personnes répondraient « Abou Simbel » ? Vers la fin des années 1950, la situation désespérée de ces temples vieux de 3 000 ans a enflammé l'imagination du public. Abou Simbel et 22 autres temples et tombes nubiennes risquaient de disparaître sous les eaux du lac Nasser créé par la construction du haut barrage d'Assouan. Les gouvernements de l'Égypte et du Soudan demandèrent l'aide de l'UNESCO qui mit alors sur pied la plus vaste campagne internationale jamais entreprise pour sauvegarder un patrimoine archéologique.

Le déplacement des temples nubiens exigea beaucoup d'ingéniosité. On découpa les temples, décorés d'admirables sculptures, en blocs que l'on numérotait avant de les transporter et de les assembler à nouveau, comme les pièces d'un puzzle : 37 000 blocs rien que pour les temples de Philae. Le grès d'Abou Simbel était par endroits si friable qu'il fallut y injecter de la résine synthétique pour l'empêcher de s'effriter sous les dents de la scie. La falaise rocheuse dans laquelle se nichait Abou Simbel dut être enlevée et un versant artificiel fut construit quelque 180 m en retrait et au-dessus du lieu d'origine. Abou Simbel en était encore au stade du démantèlement lorsque les eaux commencèrent à monter, si bien que les ingénieurs durent se précipiter pour ériger une digue de protection, à la suite d'une étude géologique entreprise en urgence.

La sauvegarde des temples de Nubie fut certes un exploit culturel, mais aussi un exploit de la science et de l'ingénierie. Ce ne fut d'ailleurs ni la première ni la dernière fois que scientifiques et ingénieurs contribuèrent à sauvegarder la mémoire des civilisations disparues. Les méthodes ont, évidemment, évolué depuis les années 1960. Le développement de l'imagerie satellitaire, par exemple, assorti des clauses d'utilisation équitable autorisant largement le partage de cette technologie, a révolutionné des domaines aussi divers que la météorologie, l'écologie, l'océanographie physique et... l'archéologie.

Actuellement, l'UNESCO fait appel à la technologie spatiale pour venir à la rescousse d'un autre trésor archéologique, les tombes gelées de Sibérie. Ces tombes offrent des aperçus inespérés sur la culture disparue des Scythes. Préservées par le pergélisol depuis 2 500 ans, elles sont éparpillées sur les monts Altaï, qui se situent à cheval sur la Chine, le Kazakhstan, la Mongolie et la Russie. Ces tombes recèlent des corps si bien conservés par le gel que même les tatouages y sont souvent intacts.

Nous allons suivre, dans ce numéro, le déroulement de ce projet alors que la NASA a rejoint l'UNESCO et l'Agence spatiale européenne dans l'*Open Initiative* qui s'efforce de protéger des sites naturels et culturels grâce à la technologie spatiale. La NASA fournit à l'Université de Gand, en Belgique, l'imagerie satellitaire dont celle-ci a besoin pour dresser la première carte de l'ensemble des tombes et de la topographie.

Tout comme à Abou Simbel, les scientifiques font la course contre la montre : le changement climatique fait dégeler le sol qui protégea les tombes. Les personnes chargées de leur conservation dans les quatre pays ont besoin de savoir à quelle vitesse reculent les glaciers de l'Altaï afin de peaufiner leur stratégie de sauvegarde des tombes. C'est aussi par l'observation continue du changement climatique dans l'Altaï que le projet compte leur apporter des réponses.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Les marées rouges

Parmi les 5 000 espèces du phytoplancton marin, 300 ont la capacité de proliférer au point de décolorer la surface de la mer et de produire une spectaculaire « marée rouge » faite de millions de cellules par litre d'eau. Les algues microscopiques qui constituent ces efflorescences sont une gourmandise très recherchée par les huîtres, les moules, les coquilles Saint Jacques et les palourdes. En outre, comme les fruits de mer aussi bien que les larves de crustacés et de poissons à nageoires se régalaient des microalgues, une marée rouge peut être une véritable aubaine pour l'aquaculture et pour les pêcheries naturelles.

Ces efflorescences spectaculaires d'algues peuvent toutefois devenir, dans certains cas, un véritable cauchemar en raison des pertes économiques qu'elles infligent à l'aquaculture, à la pêche et au tourisme, de la menace qu'elles font planer sur l'environnement et des risques d'épidémies pour les humains. Parmi les espèces de microalgues, environ 80 seulement sont capables de produire des toxines suffisamment puissantes pour contaminer l'homme par l'intermédiaire des poissons, des crustacés et des mollusques. Les conséquences peuvent être dramatiques pour la victime d'une intoxication alimentaire.

Les efflorescences d'algues nuisibles se manifestent de plus en plus fréquemment, sous une forme plus concentrée et sur une plus vaste échelle. Des chercheurs, des industriels, des représentants de gouvernements et des utilisateurs locaux se réuniront à Copenhague (Danemark) du 4 au 8 septembre afin de confronter les résultats de leurs recherches et leurs idées sur la façon de résoudre ce problème en pleine expansion, à l'occasion d'une conférence coparrainée par la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO.

À l'échelle mondiale, près de 2 000 cas d'intoxication humaine par consommation de poissons ou de fruits de mer sont signalés chaque année. Ils seront mortels dans quelque 15 % des cas. Si on n'y prend garde, l'économie pourrait être menacée par l'effondrement de la consommation locale et de l'exportation de poissons et de fruits de mer.

Les baleines et les marsouins peuvent également en souffrir en ingérant des toxines introduites dans la chaîne alimentaire par du zooplancton ou du poisson contaminé. Aux États-Unis, on a signalé une intoxication de lamantins en Floride par des herbiers marins et, en Californie, de pélicans et d'otaries par des anchois.

Un fléau déjà signalé aux temps bibliques

C'est en 1793 qu'est consigné un des premiers cas mortels d'intoxication alimentaire après ingestion de mollusques et de crustacés contaminés, lorsque l'explorateur anglais, le capitaine George Vancouver, et son équipage eurent touché terre en Colombie britannique (Canada) dans une zone dénommée,



C'est le *Noctiluca scintillans* qui a provoqué cette spectaculaire, mais néanmoins inoffensive, marée rouge dans la mer intérieure de Seto en 1976. Les marées rouges sont très fréquentes le long des côtes du Japon

depuis, Poison Cove. Il observa que, pour les tribus indiennes, il y avait un tabou sur la consommation de crustacés et de mollusques lorsque l'eau de mer devenait luminescente sous l'effet des efflorescences d'algues. Les toxines responsables de l'intoxication paralysante par les mollusques (PSP) sont si puissantes qu'une quantité de la valeur d'une tête d'épingle (environ 500 microgrammes), facilement présente dans une portion d'à peine 100 g de fruits de mer, peut être mortelle pour l'homme.

On pense que c'est dans la Bible qu'est apparue la première référence littéraire (1 000 ans avant Jésus Christ) à des efflorescences d'algues nuisibles. « Toutes les eaux du Fleuve se changèrent en sang. Les poissons du Fleuve crevèrent ; et le Fleuve s'empuantit, et les Égyptiens ne purent plus boire l'eau du Fleuve » (Exode 7, 20–21). Dans ce cas précis, une algue non toxique s'était tellement concentrée dans l'eau qu'elle en avait épuisé l'oxygène et fait suffoquer les poissons comme les invertébrés. Des efflorescences d'algues non toxiques peuvent donc être désastreuses pour les écosystèmes locaux, sans parler de l'épouvante ressentie par des touristes fuyant la vision macabre de poissons morts flottant au milieu de l'écume et de la mousse.

Multiplication des efflorescences d'algues nuisibles

Les efflorescences d'algues nuisibles sont des phénomènes tout à fait naturels qui se sont produits tout au long de l'histoire connue mais, ces vingt dernières années, il semble qu'elles soient devenues plus fréquentes, plus intenses et plus répandues. La PSP, par exemple, n'était connue jusqu'en 1970 que dans les eaux tempérées d'Europe, d'Amérique du Nord et du Japon. Vingt ans plus tard, on l'a fréquemment observée dans



Vue aérienne et vue au sol d'un gigantesque élevage de crevettes en Indonésie comportant 18 000 bassins

tout l'hémisphère sud : en Afrique du Sud, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Inde, en Thaïlande, à Brunei, à Sabah, aux Philippines et en Papouasie Nouvelle-Guinée. On peut regretter qu'il existe bien peu de relevés sur le long terme d'efflorescences d'algues nuisibles sur un même site.

Quatre hypothèses ont été avancées pour expliquer cette intensification évidente du phénomène : une meilleure appréciation scientifique des espèces toxiques, une exploitation plus intensive des eaux côtières pour l'aquaculture, la stimulation des efflorescences de plancton par les déchets domestiques, industriels et agricoles et/ou par des changements inhabituels de conditions climatiques et, enfin, le transport de colonies d'algues dans les eaux de ballast des navires ou par les stocks de crustacés et de mollusques dérivant d'une zone à une autre.

Connais ton ennemi

Les signalements d'efflorescences d'algues nuisibles en relation avec les maladies humaines ou avec les dommages subis par l'aquaculture retiennent de plus en plus souvent l'attention de la presse, des médias électroniques et des publications scientifiques et le nombre de chercheurs qui écumant leurs eaux familières à la recherche des algues coupables ne cesse d'augmenter.

Depuis que l'intoxication diarrhéique par les mollusques (DSP) a été répertoriée pour la première fois en 1976, au Japon, où elle avait eu de graves répercussions sur la pêche aux coquilles Saint Jacques et avait provoqué 1 300 cas d'intoxication alimentaire en six ans, une multiplicité de cas ont également été signalés : plus de 5 000 en Espagne en 1981, suivis de 3 300 en France en 1983. En 1984, la DSP a contraint l'industrie suédoise de la moule à cesser toute activité pendant près d'un an. Comme les symptômes cliniques de la DSP ont souvent pu être confondus avec ceux des infections gastriques d'origine bactérienne, il est possible que le problème soit encore plus répandu et plus grave qu'on ne l'avait cru.

L'intoxication amnésique par les mollusques (ASP) a été caractérisée pour la première fois en 1987 à l'île du Prince Edward, au Canada, où la consommation de moules bleues a provoqué la mort de trois personnes et 105 cas d'intoxication sévère.



Repas de fruits de mer dans un restaurant de Bangkok, en Thaïlande. Jusqu'en 1970, on n'avait signalé de cas d'intoxication paralysante par les mollusques (PSP) que dans l'hémisphère nord, mais à la fin de l'année 1990, la PSP s'était répandue en Afrique du Sud, en Australie, en Nouvelle Zélande, en Inde et en Thaïlande, à Brunei, à Sabah, aux Philippines et en Papouasie Nouvelle-Guinée



Red alert - commercial fisherman Ted Allan with a sample of the red algae at Little Manly yesterday. PHOTO: Julian Andrews

Pollution alert

SWIMMERS were warned to stay out of the water yesterday as a tide of red algae washed into Manly. Cover and shower. Commercial fisherman Ted Allan said the red substance, which he thought might have been better water dumped from a ship. Beachwatch manager Steve Higham. (The Manly Daily, 19th February, 1997)



Alerte rouge ... Le pêcheur professionnel Ted Allan, photographié par Julian Andrews tenant un échantillon d'algue rouge à Little Manly, sur la côte occidentale de l'Australie, le 18 février 1997. Le journal The Manly Daily indiquait que « hier, les nageurs étaient invités à ne pas entrer dans l'eau, car une marée d'algues rouges avait envahi Manly Cove et les pluies d'orage avaient pollué Queenscliff Beach ». La photo de droite montrant la marée rouge provoquée par la Noctiluca scintillans a été prise par R. Chan et S. Murray de l'Université des Nouvelles Galles du Sud, en Australie

Les algues aiment l'aquaculture

Pour lutter contre la surpêche dans les eaux littorales, les pays remplacent de plus en plus souvent la pêche par l'aquaculture. Les spécialistes en halieutique prévoient que dans les 10 à 20 prochaines années, la production mondiale de l'aquaculture pourrait presque atteindre le niveau de celle de l'ensemble des captures mondiales de poissons, de crustacés et de mollusques, elle-même en plein recul. L'intensification de la culture des crustacés et des mollusques à l'échelle mondiale se traduit par l'augmentation des signalements d'intoxications paralysantes, diarrhéiques, névrotiques ou amnésiques par les crustacés et les mollusques. Elle attire également l'attention sur les espèces d'algues susceptibles de s'attaquer aux tissus délicats des ouïes des poissons ou même de tuer les poissons. Si les stocks de poissons ont la possibilité de s'éloigner des zones infestées en nageant, les poissons en cage, eux, sont piégés : incapables d'échapper aux efflorescences d'algues toxiques, ils voient leurs ouïes gravement attaquées ou sont même tués. En 1972 au Japon, une de ces efflorescences a tué dans la mer intérieure de Seto pour 500 millions de dollars de limandes à queue jaune en cage.

La Norvège a trouvé une solution au problème. Elle a installé sur la côte des systèmes de surveillance très perfectionnés à base de bouées équipées de sondes en fibre optique dont les données sont transmises par satellites : cela permet de traîner les cages hors des zones affectées. Pendant l'éruption de 1988 plus de 26 000 tonnes de poissons élevés dans 1 800 cages ont ainsi pu être déplacés de leur site permanent vers l'intérieur des fjords.

Pour limiter les pertes de poissons en cage, on peut aussi cesser de les nourrir, car en venant manger en surface ils réduisent d'autant la quantité d'oxygène disponible. On peut aussi envoyer de l'eau dans les cages pour diluer la concentration des algues et recueillir les poissons propres à la vente avant que les algues nuisibles ne les atteignent.

Quand les algues toxiques infestent les eaux douces

Il est inquiétant de savoir que les déchets domestiques, industriels et agricoles stimulent la prolifération de bactéries



Distribution mondiale de l'intoxication paralysante par les fruits de mer en 1970 et en 2000. À faible dose, l'intoxication provoque engourdissement, maux de tête, vertiges, vomissements et diarrhée. On aspire le contenu de l'estomac du patient, qui ne ressent ensuite plus aucun malaise. Dans les cas extrêmes, elle peut provoquer la mort par insuffisance respiratoire, entre 2 et 24 heures après l'absorption de fruits de mer contaminés

(cyanobactéries ou algues bleu-vert). Les cyanobactéries font partie des plus grandes populations de bactéries de la planète, et des plus anciennes : on en a trouvé sous forme de fossiles datant de plus de 3,5 milliards d'années ! Certaines vivent dans l'eau douce, d'autres dans l'eau de mer. Toutes les espèces ne sont pas toxiques. La cyanobactérie d'eau douce Spiruline, par exemple, véritable mine de protéines, a été cultivée par les Aztèques de l'ancien Mexique et l'est toujours par les Africains autour du lac Tchad. Elle est aujourd'hui consommée dans le monde entier, et entre autres comme « médic-aliment ». De nombreuses autres espèces sont cependant toxiques pour l'homme et les animaux.

La déforestation, l'agriculture et d'autres changements apportés à l'occupation des sols favorisent peut-être la prolifération actuelle des cyanobactéries nuisibles de l'eau douce. Le lessivage des phosphates agricoles peut stimuler leur épanouissement ; les efflorescences forment une écume bleu-vert à la surface des mares, des lacs et des réservoirs, potentiellement mortelle pour les animaux domestiques et sauvages, et même pour les humains. On a signalé des cas

d'intoxication de l'homme en Afrique du Sud, en Amérique latine, en Amérique du Nord, en Australie, au Bangladesh, en Chine, dans 12 pays européens, en Inde, en Israël, au Japon, en Thaïlande et dans l'ancienne Union soviétique.

À la différence des efflorescences d'algues marines, le danger le plus courant pour la santé publique dans l'eau douce ne provient pas d'une éventuelle accumulation de toxines d'algues dans le système digestif des fruits de mer, mais bien de la consommation d'eau directement contaminée par des tératogènes (qui provoquent des malformations chez les embryons) et par des toxines de cyanobactéries qui, à la longue, peuvent favoriser l'apparition de tumeurs.

Plusieurs pays d'Europe du Nord, ainsi que Hong Kong et le Japon, sont désormais convenus de réduire de 50 % en quelques années le ruissellement des phosphates et des nitrates. C'est un pas dans la bonne direction mais il est à craindre que leurs efforts ne soient vains si leurs voisins continuent à polluer.



Distribution mondiale de l'intoxication diarrhémique par crustacés et mollusques en 1990 et 2000. Après absorption de fruits de mer contaminés, la personne souffrira de diarrhée, de nausée, de vomissements et de douleurs abdominales dans les quelques heures qui suivent et pendant trois jours environ, quel que soit le traitement. Si cette consommation est habituelle, une tumeur peut se former dans le système digestif



Distribution mondiale de l'intoxication amnésique par les crustacés et les mollusques (ASP) en 1990 et 2000. Les symptômes sont les mêmes qu'en cas de légère DSP. Comme son nom l'indique, l'ASP peut entraîner, dans les cas extrêmes, des pertes de mémoire de courte durée, ainsi que des hallucinations et des crises spasmodiques

Savoir si le climat est en cause

Il existe une algue nuisible appelée *Pyrodinium bahamense* dont l'aire se limite actuellement aux eaux côtières tropicales bordées de mangroves de l'Atlantique et de la région qui va de l'océan Indien au Pacifique occidental. Selon une étude de fossiles remontant à 50 millions d'années jusqu'à l'Éocène tempéré, leur aire paraît avoir été bien plus étendue en ces temps-là. Actuellement dans la région australasienne, par exemple, cette algue n'est pas présente au sud de la Papouasie Nouvelle-Guinée, alors qu'il y a 100 000 ans, on la trouvait jusqu'au port de Sydney. On a toutes les raisons de craindre que l'intensification de l'effet de serre et le réchauffement de l'océan ne favorisent le retour de cette espèce dans les eaux australiennes.

En Atlantique tropical, dans la région de Bahia Fosforescente de Porto Rico, par exemple, ou d'Oyster Bay en Jamaïque, le spectacle d'efflorescences scintillantes brun rouge de *Pyrodinium* a beaucoup de succès auprès des touristes. D'abord jugées inoffensives, les efflorescences de *Pyrodinium* ont acquis une plus sinistre réputation en 1972 en Papouasie Nouvelle-Guinée, lorsque la décoloration de l'eau en brun rouge a coïncidé avec l'intoxication alimentaire mortelle de trois enfants dans un village du littoral, diagnostiquée comme PSP. Depuis, il semble que ces efflorescences toxiques aient atteint Brunei et Sabah (1976), les îles centrales des

Philippines (1983), puis celles du nord (1987) et l'Indonésie (Molques du Nord). Il existe des preuves bien établies de coïncidence entre les efflorescences de *Pyrodinium* et les conditions climatiques inhabituelles qui ont accompagné l'épisode d'El Niño–Oscillation australe¹ de 1991–1994.

Le *Pyrodinium* pose donc un grave problème pour la santé publique et l'économie de ces pays tropicaux, qui sont tous tributaires pour les protéines des produits de la mer. Rien qu'aux Philippines, le *Pyrodinium* est déjà responsable de plus de 2 000 cas de maladies chez l'homme et de la mort de 100 personnes par consommation de crustacés, sardines, anchois etc... contaminés. Alors que rien ne le laissait prévoir, au cours d'une efflorescence de *Pyrodinium* en 1987 sur la côte Pacifique du Guatemala, 187 personnes durent être hospitalisées et 26 en moururent. En 1989, une autre efflorescence s'est déplacée vers le nord de la côte Pacifique de l'Amérique centrale en provoquant, là aussi, la maladie et la mort.



Distribution mondiale de l'intoxication par la ciguatera en 2000. Dans les cas bénins, les symptômes sont les mêmes que ceux de la DSP et de l'ASP mais ils ne se déclarent qu'au bout de 24 h. Dans les cas sévères, le sens de l'équilibre, la pression sanguine et le rythme cardiaque peuvent être affectés. Les troubles respiratoires peuvent même entraîner la mort. Il n'existe pas de traitement et les symptômes neurologiques peuvent durer des mois, voire des années

© UNESCO/Thorsell



Pêcheurs sur un lac d'eau douce en Afrique du Sud, l'un des très nombreux pays où il est avéré que des microalgues toxiques tuent le bétail s'abreuvant dans les mares, les lacs ou les réservoirs, et provoquent des cas d'intoxication humaine

Récemment encore, l'intoxication neurotoxique par les crustacés et les mollusques (NSP) était considérée comme endémique dans le golfe du Mexique et sur la côte est de la Floride, où les « marées rouges » étaient connues depuis 1844. La NSP a la rare particularité d'émettre des ondes d'aérosols toxiques pouvant provoquer chez les humains des symptômes respiratoires semblables à ceux de l'asthme. En 1987, une importante efflorescence en Floride a été dispersée vers le nord par le *Gulf Stream*, jusque dans les eaux de la Caroline du Nord, d'où elle n'est jamais repartie. Contre toute attente, au début de 1993, plus de 180 cas d'intoxication humaine par des fruits de mer ont été signalés en Nouvelle Zélande. Il est très probable que cette éruption a été déclenchée par les conditions climatiques exceptionnelles de l'époque, une pluviosité supérieure à la normale et une température inférieure, coïncidant avec le phénomène El Niño.



Ferme aquacole de moules vertes aux Philippines



Devenez titulaire d'un certificat de la COI sur l'identification des algues nuisibles

Depuis 1993, l'UNESCO-COI organise des cours de formation sur l'identification des microalgues nuisibles dans son Centre de science et communication sur les algues nuisibles, hébergé à l'Université de Copenhague (Danemark), en coopération avec l'Université de Tokyo.

À compter de cette année, la COI décerne à des scientifiques et des techniciens des États membres de la COI des certificats d'habilitation à identifier et dénombrer les microalgues marines nuisibles. La COI a modifié le contenu de son cours en prenant exemple sur le Muséum d'histoire naturelle de Londres, qui dispense depuis 1993 des cours de ce type sur d'autres espèces.

« L'expérience nous a appris que bon nombre des 500 stagiaires que nous avons formés jusqu'ici auraient voulu que le cours donne lieu à une habilitation », remarque Henrik Enevoldsen, du Centre de la COI au Danemark. « En Nouvelle Zélande et ailleurs, les cours de la COI sont même devenus une référence pour les laboratoires désireux de mener des activités de surveillance réglementaire sur les microalgues nuisibles ».

Le nouveau programme de formation permet l'habilitation sur un examen faisant suite à un cours de formation, ou bien, pour les candidats possédant déjà les compétences, sur un simple examen. Dans les deux cas, le certificat est décerné par l'institution compétente partenaire de la COI qui a organisé l'examen.

Les cours de formation se composent d'un programme d'enseignement sur Internet (apprentissage en ligne) suivi d'un atelier pratique. Le premier de ces cours a débuté en mai ; sa composante en ligne représente l'équivalent d'environ une journée de travail par semaine pendant six semaines. La partie pratique de ce cours se déroulera à l'Université de Copenhague du 10 au 18 septembre.

Deux autres cours se tiendront successivement, au premier trimestre de 2007, l'un sur l'identification des microalgues marines nuisibles, l'autre sur leur dénombrement. Les candidatures seront reçues entre le 1er octobre et le 1er janvier.

Pour en savoir plus :
<http://ioc.unesco.org/hab/courses.htm>



Courtesy of Marine Environmental Quality Control Centre in Galicia, Spain

La ciguatera est un syndrome d'intoxication par des poissons tropicaux, très courant dans les zones de récifs coralliens des Caraïbes, d'Australie et surtout de Polynésie française. Alors que c'est, à proprement parler, un phénomène purement naturel (le Capitaine James Cook, l'explorateur anglais, en fut affecté lors de sa visite de la Nouvelle-Calédonie en 1774) après avoir été une maladie rare il y a deux siècles, la ciguatera a pris aujourd'hui les proportions d'une épidémie en Polynésie française. Entre 1960 et 1984, plus de 24 000 cas ont été signalés dans la région, soit six fois plus que la moyenne pour l'ensemble du Pacifique. Il est désormais prouvé que la perturbation des récifs par les ouragans, les opérations militaires et touristiques, ainsi que le blanchissement du corail (dû au réchauffement planétaire) accroissent les risques de ciguatera.

Les algues en passagères clandestines

On a désormais toutes les preuves pour affirmer que l'eau de lest véhicule des organismes marins autres que des algues microscopiques, comme d'autres espèces d'algues, de poissons, de crustacés, d'étoiles de mer et de mollusques.

En février 2004, l'Organisation maritime internationale ratifiait l'adoption de directives sur les procédures concernant les eaux de lest par les vraquiers. Ces mesures visent à réduire le risque de pénétration de substances nuisibles, en recommandant diverses pratiques comme le délestage en mer (réalisable uniquement sur les navires dont la capacité dépasse les 40 000 tonnes en lourd), le déballastage en eaux profondes et le lavage des sédiments accumulés dans les cuves loin des fermes d'aquaculture fragiles ou des parcs marins. La plus efficace des mesures pour éviter la propagation des tests de microplancton par les eaux de ballast des navires consisterait à éviter

Agrandissement du Gymnodinium, microalgue capable de provoquer l'intoxication paralysante par les crustacés et les mollusques, et de la Dinophysis, qui provoque l'intoxication diarrhéique par les crustacés et les mollusques



© Westpac/UNESCO-IOC

Hécatombe. Des pêcheurs japonais se préparent à récupérer la triste récolte de leurs limandes à queue jaune (*Seriola quinqueradiata*) mortes en cage après que l'algue toxique *Chattonella antiqua* en a décimé la « récolte » dans la mer intérieure de Seto, au Japon, en août 1977

de pomper de l'eau en période d'efflorescences toxiques dans les ports. On a également étudié des solutions faisant appel à la chaleur, le choc électrique ou le traitement chimique des eaux de ballast, soit en cale, soit dans des services à terre.

Risques accrus : réalité ou mythe ?

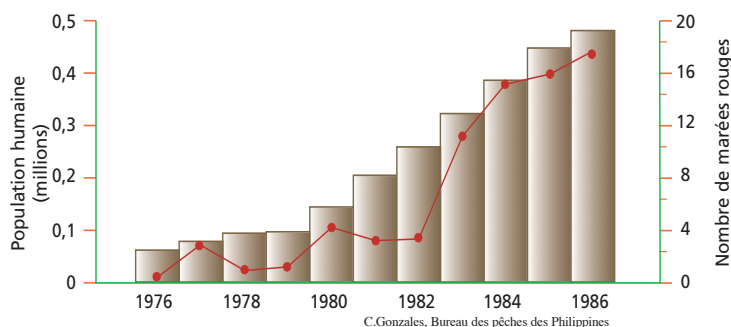
Que l'intensification apparente des efflorescences d'algues nocives dans le monde soit une réalité ou non, c'est une question à laquelle nous ne pourrions probablement pas répondre de façon décisive à court terme. Il est certain que notre désir d'utiliser plus massivement les eaux littorales aux fins de l'aquaculture nous incite à nous intéresser de plus près aux espèces d'algues toxiques. Les chercheurs observent aujourd'hui que les efflorescences d'algues nuisibles ont un impact sur la santé publique et sur l'économie, qui s'apparente à celui d'une véritable « épidémie » mondiale et qu'il est temps de réagir. Dans les pays qui jouissent d'une aquaculture épargnée par la maladie et la pollution, tout doit être fait pour isoler les zones d'aquaculture délicate par rapport à l'introduction non intentionnelle d'espèces d'algues exogènes. Aucune ferme d'aquaculture industrielle ne peut d'ailleurs se passer de vérifier qu'il ne pénètre pas un nombre accru d'espèces d'algues nuisibles dans l'eau et de toxines d'algues dans ses produits.

Le plus important, c'est que les personnes chargées de fixer les quotas autorisés de polluants dans les eaux côtières ou



© Sun Geun Lee/ National Fisheries R&D Agency

Cette ferme aquacole (Rép. de Corée) fut le théâtre d'un massacre de poissons plats. Le coupable est cette fois le *Cochlodinium polykrioides*



Cette figure montre la corrélation certaine entre le nombre d'épisodes de marées rouges par an à Tolo Harbour (ligne continue) entre 1976 et 1986 et la croissance de la population à Hong Kong (histogramme) sur la même période²

de superviser les travaux agricoles et de déboisement devraient être informées du fait qu'en laissant les polluants chimiques s'infiltrer dans l'environnement, on risque d'accroître les risques d'efflorescences d'algues nuisibles.

Enfin, les études portant sur El Niño, l'effet de serre, la disparition de l'ozone, etc... devraient prendre en compte l'impact potentiel du changement climatique sur les épisodes d'efflorescences d'algues. On a lancé plusieurs nouveaux programmes internationaux pour étudier et gérer ce phénomène et ses rapports avec les changements de l'environnement, et ce, dans une perspective mondiale. C'est précisément ce que fait le programme sur les efflorescences d'algues nuisibles de la COI de l'UNESCO.

G.M.Hallegraef³

Cet article s'inspire de l'introduction au *Manual on Harmful Marine Microalgae* publié en 2003 par la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO. Cet ouvrage est utilisé dans les ateliers de formation de l'UNESCO dans le monde entier.

Pour en savoir plus : h.enevoldsen@unesco.org; <http://ioc.unesco.org/hab>

Pour vous abonner au bulletin de la COI (en anglais) *Harmful Algae News* : <http://ioc.unesco.org/hab/news.htm>; v.bonnet@unesco.org

Pour commander le manuel : www.unesco.org/publishing

1. Le phénomène El Niño est dû à un déséquilibre de la pression atmosphérique et de la température de la mer entre les secteurs est et ouest du Pacifique
2. Source: Lam and Ho (1989) *Red tides in Tolo Harbour, Hong Kong*. In: *Red tides: Biology, Environmental Science and Toxicology*. Elsevier. Reproduit dans le *Manual on Harmful Marine Microalgae* publié par l'UNESCO en 2003
3. Professeur à l'École de biologie végétale de l'Université de Tasmanie, en Australie, et Rédacteur en chef du *Manual on Harmful Marine Microalgae* publié par l'UNESCO en 2003

Une **politique scientifique** pour le Liban

Le 27 avril, le Directeur général de l'UNESCO, Koïchiro Matsuura, et le Premier ministre du Liban, Fouad Sanioura, ont donné le coup d'envoi à Beyrouth à une Politique quinquennale en science, technologie et innovation.

Cette Politique a pour ambition de créer des emplois hautement qualifiés et des possibilités d'investissement en un temps où « le Liban court le risque de perdre son avantage dans deux de ses plus précieux atouts », le capital humain et financier qui, tous deux « s'enfuient hors des frontières ». Il s'agit de donner un coup de fouet à la croissance économique en réduisant le poids de la dette nationale qui s'élève à quelque 36 milliards de dollars (soit 170 % du PIB), l'une des plus élevées du monde par rapport à la population – le Liban a 3,8 millions d'habitants – et d'offrir des options d'investissement à des capitaux que les banques libanaises placent actuellement à l'étranger.

Parallèlement, la création de postes dans l'industrie et les services devrait offrir des emplois au grand nombre de Libanais titulaires d'un diplôme qui sont soit au chômage soit sous-employés. Un tiers des jeunes de 18 à 25 ans fréquente l'université, la moitié d'entre eux étant des femmes.

Le rayonnement du Liban comme centre régional d'un enseignement de qualité, de développement économique, de commerce, de tourisme et de services de santé sera encore conforté, grâce au renforcement des institutions et à l'établissement de nouveaux partenariats entre, d'une part le Conseil national de la recherche scientifique (CNRS), les universités et les centres de recherche, et d'autre part ceux-ci et les entreprises privées et les agences publiques. La Politique recommande la création du *Knowledge Gateway Industry Lebanon*, offrant une base de données à des Unités de promotion de la technologie, dans chacune des grandes universités et des centres de recherche, afin d'aider notamment les petites et moyennes entreprises à définir leurs besoins et à tirer parti du savoir-faire et des ressources de ces institutions. Des centres d'excellence spécialisés (réels ou virtuels) seront également créés à l'intention des secteurs manufacturiers, comme l'habillement, la chaussure et l'ameublement.

Exploitée avec plus d'efficacité et de créativité, la technologie ajoutera de la valeur à la production et aux services, ce qui devrait réduire le grave déficit commercial du Liban. Parmi les objectifs : limiter les frais de fonctionnement de l'industrie, mieux exploiter les TIC (en 2003, à peine 14 % de la population avait accès à l'Internet) et créer de nouvelles industries. Actuellement, les industries clé sont : la banque, la production alimentaire, la bijouterie, la cimenterie, les produits du bois et le mobilier, le textile, la production minérale et chimique et le raffinage du pétrole.

L'agriculture, qui représente environ 12 % du PIB, emploie 9 % de la population active et fournit à l'industrie une bonne partie de ses matières premières. Le pays espère avoir éliminé, d'ici fin 2007, le bromure de méthyle, substance fumigène dangereuse pour la santé humaine aussi bien qu'animale, utilisée pour lutter contre toutes sortes de parasites. Cela devrait permettre d'exporter davantage de produits alimentaires.



Les ruines de la cité antique de Baalbek, au Liban. L'industrie du tourisme fera appel à la technologie pour réhabiliter et conserver les sites culturels

© M. Bouchenak/UNESCO

Le minerai de fer, la pierre à chaux et le sel font partie des ressources naturelles du Liban. Le pays a également la chance de disposer d'un excédent d'eau dans une région qui en manque. En matière d'environnement, ses problèmes se nomment déboisement, érosion des sols et désertification, ainsi que pollution des eaux côtières due à l'évacuation sans traitement des eaux usées et aux déversements accidentels de pétrole. La Politique se propose d'améliorer la gestion de l'énergie, de l'eau, des régions côtières et des autres ressources naturelles selon une approche intégrée et durable. Des Unités d'information du public et des professionnels seront implantées dans des centres d'excellence – nouveaux ou existants – chargés d'établir des rapports concernant la recherche sur les zones côtières, l'eau, les nouvelles perspectives en agriculture et la qualité des produits alimentaires.

La médecine deviendra l'un des piliers de l'économie libanaise. La Politique vise à « rétablir la place du Liban à la tête de la région en matière de médecine et de soins médicaux, quand le pays aura amélioré l'enseignement supérieur de la médecine et de la science, ainsi que la qualité et la rentabilité de l'exercice de la médecine et des soins ».

Pour élargir la participation du Liban aux réseaux régionaux et internationaux, la Politique recommande de renforcer la représentation des étrangers dans les comités de pilotage et les conseils consultatifs des universités et des instituts. Les liens avec la vaste diaspora libanaise devront être resserrés.

L'UNESCO avait donné, il y a trois ans, le coup d'envoi pour la conception d'une politique scientifique pour le Liban. Le rapport rendu public en avril coordonne les travaux de quatre commissions spécialisées d'experts dirigés par le consultant de l'UNESCO Peter Tindemans et réunissant 30 éminents scientifiques libanais avec des experts internationaux. La Politique est publiée par le CNRS, partenaire clé de l'opération. Une contribution substantielle a été également apportée par la Commission économique et sociale des Nations unies pour l'Asie occidentale (CESAO) et l'Organisation de la Ligue arabe pour l'éducation, la science et la culture.

Le Liban ne dispose pas de données statistiques sur l'état de la science, de l'innovation et de la technologie ; l'Institut de statistiques de l'UNESCO et la CESAO vont donc aider le CNRS à créer un observatoire. Celui-ci devra commencer par établir un ensemble d'indicateurs pour mesurer les progrès du pays.

Le Liban a été dévasté par la guerre entre 1975 et 1990. Fin 2002, le revenu par habitant avait grimpé à 4 552 dollars (en parité d'achat du dollar) par rapport aux 3 178 dollars de 1995. L'espérance de vie s'établit à 72 ans et la population s'accroît de 1,2 % par an, soit bien moins que les 2,3 % de moyenne dans le monde arabe.

Le rapport est disponible sur : www.cnrs.edu.lb/stip/stip.htm

Une mallette invite les élèves à découvrir les **terres arides**

Une mallette destinée à stimuler la créativité naturelle des enfants tout en leur faisant comprendre leur environnement a été dotée d'une somme de 334 000 dollars par le gouvernement flamand de Belgique. Cette somme permettra de distribuer les mallettes dans des milliers d'écoles élémentaires et secondaires de pays comprenant des terres arides.

La mallette à contenu pédagogique pour les pays à terres arides est mise au point au titre du programme de l'UNESCO l'Homme et la biosphère. Sa diffusion, prévue dans un premier temps en français, anglais, espagnol et arabe, devrait débiter en fin 2006. Les premiers pays visés sont ceux qui participent au projet de Gestion durable des terres arides marginales (SUMAMAD), à savoir : la Chine, l'Égypte, l'Iran, la Jordanie, la Syrie, la Tunisie, le Pakistan et l'Ouzbékistan. D'autres pays à terres arides recevront la mallette par l'intermédiaire du réseau des Ecoles associées de l'UNESCO.

La mallette comporte un manuel de l'enseignant, proposant des activités que ces écoles peuvent mener gratuitement ou à peu de frais. En guise de démonstration, le manuel propose une leçon composée de trois activités sur la Découverte de l'écosystème et de sa biodiversité :

Dans **La chasse au trésor**, l'enseignant encourage les élèves à jeter un regard neuf sur leur milieu en recueillant autant de spécimens d'objets naturels que possible : fragments d'une strate rocheuse, pierres rares, échantillons de sol et de boue, branches de buissons ou d'arbustes, fruits et graines de toutes sortes, champignons et lichens, fossiles etc. Les enfants réfléchissent ensuite aux relations existant entre chaque objet et son habitat, ce qui les amène à saisir la notion d'écosystème.

Dans **Terre, roche et érosion**, l'enseignant aide les enfants à comprendre le paysage local en explorant sa structure géologique et sa topographie. Par le dessin les enfants saisissent le travail « plastique » du vent sur les paysages, comme les versants ensoleillés ou ombrés d'une dune exposée au vent, pour expliquer son action érosive. Sur leurs carnets de dessin



©Olivier Brestin

Dans une activité intitulée « Sur les traces de la faune sauvage », les élèves, guidés par leur professeur et un « pisteur », approchent les espèces animales dans leur environnement grâce au relevé et à l'identification des empreintes

les enfants peuvent noter l'effritement de la roche ou tracer les sillons creusés par le vent dans les grès fossilisés.

Un **Inventaire des plantes utiles** pousse les enfants à s'interroger sur l'exploitation du milieu par la population, sous l'angle du développement durable. L'écosystème est assimilé à un jardin potager (plantes comestibles), à un jardin guérisseur (plantes et essences médicinales) et à un jardin protecteur (végétaux servant à la construction de maisons et à la fabrication de vêtements).

La mallette à contenu pédagogique pour les pays à terres arides est un produit nouveau de la Mallette sur la désertification lancée en 2003 par l'UNESCO et l'UNCCD (voir *Planète Science* de janvier 2005). Cette première mallette avait été diffusée, au final, en neuf langues : arabe, anglais, chinois, français, allemand, hindi, mongol, espagnol et russe.

Ce matériel fait partie de la contribution de l'UNESCO à la Décennie des Nations unies pour l'éducation en vue du développement durable, qui court jusqu'en 2014.

Pour en savoir plus : h.gille@unesco.org

L'homme, plus que le tsunami, menace les récifs coralliens

Les conclusions d'un rapport publié le 14 mars, à Paris, révèlent que l'activité humaine antérieure au 26 décembre 2004 a causé plus de dégâts aux récifs coralliens et aux mangroves dans l'océan Indien que le séisme et le tsunami qui ont dévasté la région il y a 18 mois.

Le rapport, intitulé *Status of Coral Reefs in Tsunami-Affected Countries : 2005*, est le fruit d'une initiative conjointe associant de nombreux organismes, comme les gouvernements australien et américain, l'Institut australien des sciences de la mer, l'UNESCO-COI, le PNUE, l'Union mondiale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN) et Reefbase (Malaisie). Le rapport, rendu public à l'Ambassade d'Australie, à Paris, évalue les atteintes portées aux récifs coralliens et autres écosystèmes côtiers.

Le rapport conclut que la plupart des récifs coralliens dans la région ont été relativement épargnés et se régénéreront tout naturellement en 5 à 10 ans après les effets du tsunami, à condition que les pays réduisent la surpêche, les méthodes de pêche destructrices, l'exploitation des coraux et la pollution par les sédiments et les nutriments.

La plupart des dommages subis par les récifs coralliens sont dus à la projection de sédiments et de débris de coraux charriés par les vagues, et à leur asphyxie par les déchets entraînés en mer. Le tsunami a exacerbé l'impact causé par l'épisode El Niño de 1998, détruisant plusieurs coraux nouvellement implantés ; de même, la projection des débris de coraux qui a suivi leur blanchissement a détruit environ 16% des récifs coralliens dans le monde. Le rapport met en garde contre « d'autres facteurs climatiques, tels que l'augmentation de l'acidité et de la température de l'océan, qui constituent pour l'avenir des menaces bien plus grandes pour les récifs que les perturbations naturelles ».

Le rapport fait observer que, dans la plupart des pays de l'océan Indien, « le tsunami a balayé de plein fouet les récifs coralliens, qui n'ont pu protéger que partiellement les terres avoisinantes ». A contrario, il relève le fait que les mangroves et autres espèces végétales côtières ont été particulièrement efficaces pour limiter les ravages causés aux terres par les vagues et pour piéger les grands débris charriés par le tsunami.

Les quatre pays les plus proches du point de départ de la vague du tsunami ont vu leurs récifs coralliens subir les dégâts les plus importants :

En **Indonésie**, malgré la faiblesse des informations de référence sur l'état des récifs coralliens au nord de Sumatra avant le tsunami, une évaluation menée par le gouvernement a révélé des dommages sur 30% des 97 250 ha de récifs coralliens, avec pour conséquence une perte nette de 332 millions de dollars. « Les récifs situés à proximité de l'épicentre, sur l'île Simeulue, ont été projetés hors de l'eau et détruits, tandis que d'autres, situés plus en profondeur, semblaient épargnés » (photo). Ailleurs, les dommages ont été causés par des débris et des sédiments entraînés par la mer. Environ 600 ha d'herbiers marins ont été détruits, de même que 85 000 ha de mangroves.

En **Thaïlande**, même si la plus grande partie (61%) des récifs coralliens a été soit épargnée, soit peu altérée, environ 13% de leur masse ont été sérieusement endommagés. Les dégradations des récifs sont dues au fait que les coraux ont été détachés, brisés et emportés par les vagues, et que les sédiments et débris les ont asphyxiés et érodés. Il reste toutefois de vastes espaces où les coraux demeurent en bonne santé. Seuls 5% des herbiers marins ont été touchés et les mangroves ont subi peu de dégâts.

Sur la côte de l'**Inde**, des répliques du séisme ont fait émerger des récifs entiers aux îles Andaman septentrionales, et ont fait basculer d'autres récifs plusieurs mètres en contrebas dans les Andaman du sud et les îles Nicobar. Sur le continent, la plupart des récifs coralliens n'ont pas été endommagés. De nombreuses plages ont été sérieusement érodées, ce qui pourrait nuire à la nidification des tortues.

Le **Sri Lanka** s'est trouvé sur la ligne de convergence des vagues du tsunami provenant de Sumatra et des îles Andaman



Le 26 décembre 2004, le séisme sous-marin provoqué par une fracture de la croûte terrestre à 30 km de profondeur, s'est propagé jusqu'à la surface de la terre et y a provoqué des déplacements permanents. Près de l'épicentre, la côte NO de l'île Simeulue, en s'élevant de 1,5 m, a fait émerger les récifs coralliens (photo). En une dizaine de minutes, le séisme avait fracturé un segment de 1 300 km de la plaque Sunda

de Sumatra, qui s'étend depuis Sumatra vers le nord jusqu'aux îles Andaman où le basculement de la microplaque birmane a provoqué le surgissement des îles hors de l'eau sur une hauteur d'environ 1 m dans leur partie occidentale – et une subsidence à peu près égale dans la partie orientale, provoquant ainsi une inondation définitive des terres cultivées. On a également observé des déplacements horizontaux de près de 6 m dans les îles Andaman et Nicobar ; en Thaïlande, l'île de Phuket, quant à elle, s'est déplacée de 28 cm vers le sud ouest, et même Singapour s'est déplacée de 2 cm vers l'ouest

et Nicobar. Les vagues ont frappé le littoral du nord-est, à proximité de Trincomalee, avant de recouvrir la côte sud-ouest. Les atteintes portées aux récifs dans ces régions ont été sporadiques et souvent occasionnées par le déplacement des débris de coraux n'ayant pas survécu au blanchissement observé en 1998. Ailleurs, des coraux arborescents et des colonies massives (atteignant les 50 cm) encore vivants ont été renversés, tandis que d'autres étaient asphyxiés par les sédiments marins. La forte érosion des plages sur plusieurs côtes, quoique inégale, a été encore aggravée par l'exploitation illicite généralisée des coraux avant le tsunami.

Le rapport invite vivement les gouvernements et les agences internationales à poursuivre le nettoyage des débris sur les plages, dans les récifs coralliens et les mangroves, afin de prévenir d'autres dommages, et d'accélérer ainsi la régénération des écosystèmes. Il les met en garde contre l'utilisation de technologies onéreuses et n'ayant pas fait leurs preuves, comme la « technologie électrique », ou la pose de blocs de béton, pour la remise en état des récifs coralliens endommagés. En effet, ces technologies pourraient avoir des effets destructeurs à long terme.

Pour consulter le rapport : www.aims.gov.au

Chaire UNESCO en sciences de la terre pour le Nigeria

Une chaire UNESCO, inaugurée le 22 mai à l'Université d'Ibadan, s'attaquera au paradoxe de la « pauvreté au milieu de l'abondance » en améliorant la façon dont sont gérées les ressources géologiques du pays.

Les pratiques actuelles d'extraction et de gestion des riches réserves du Nigeria en pétrole, gaz naturel et minéraux ont certes produit par leur vente des bénéfices en devises mais cela n'a pas abouti à assurer aux Nigériens des moyens d'existence durables.

Le paradoxe provient, en partie, du fait que la mise en valeur des ressources de la terre est restée confinée dans les disciplines techniques du pétrole, des sciences de la terre, de l'extraction et de l'hydrologie. En associant à ces disciplines l'économie et l'étude de l'environnement, la Chaire UNESCO en sciences de la terre et gestion de l'ingénierie des ressources minières a pour ambition de former des ingénieurs, des gestionnaires et des décideurs capables, face aux exigences de la croissance nationale d'adopter, en contrepois, une attitude prenant en compte les besoins sociaux et environnementaux des communautés locales.

La Chaire élaborera un nouveau programme du niveau de la licence en gestion de l'ingénierie des ressources géologiques, ainsi qu'une option en premier cycle sur la société, la technologie et l'environnement en Afrique. Elle stimulera les recherches de caractère pluridisciplinaire et mettra en place un cours interdisciplinaire sur l'exploitation des ressources géologiques et le développement respectueux de l'environnement dans les régions où l'on trouve des gisements miniers ou des champs pétrolifères. Dans la mesure où cette chaire sera d'un grand bénéfice pour les sociétés locales d'extraction minière et pétrolière, ce sont ces dernières qui en supporteront la charge financière.

La Chaire propose un système novateur de professeurs invités : des scientifiques, ingénieurs, économistes et spécialistes des sciences sociales appartenant aux universités de l'Etat de Pennsylvanie, aux États-Unis, du Cap en Afrique du Sud et d'Ibadan vont se constituer en réseau afin de transférer leur savoir et leurs compétences en mettant à profit des congés sabbatiques, des échanges de personnel et de stagiaires.

Le titulaire de la Chaire sera bientôt désigné par l'Université d'Ibadan.

Pour en savoir plus : r.missotten@unesco.org

Une **Fédération** des sociétés africaines de chimie

La Fédération des sociétés africaines de chimie a vu le jour le 23 février, à Addis-Abeba (Ethiopie). Ses membres fondateurs sont les Sociétés de chimie d'Afrique du Sud, d'Egypte, d'Ethiopie, du Nigeria, du Soudan et de Tunisie, ainsi que l'Association africaine de chimie pure et appliquée ayant son siège en Tanzanie.

La Fédération va « mettre en place un réseau de chimistes africains afin de favoriser la coopération et la diffusion des résultats de recherches », explique son président récemment élu, Temechegn Engida, vice-président de la Société éthiopienne de chimie et l'un des responsables nationaux du Programme de l'Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique (IIRCA), situé à Addis Abeba.

La Fédération se propose de rassembler dans les prochaines années autant de sociétés africaines de chimie que possible et d'établir des groupes de travail sur la chimie des aliments, de l'environnement, la chimie analytique, la chimie des produits naturels et médicaux, entre autres. Elle s'efforcera en outre d'améliorer l'enseignement de la chimie et de sensibiliser le public à la connaissance de la chimie et à son rôle dans le développement économique.

Le Dr Engida est lui-même spécialiste de l'enseignement de la chimie. Le Secrétariat de la fédération comprend également un vice-président, le professeur égyptien M.M. Khater, et un trésorier, le Dr éthiopien Yonas Chebude.

Le Secrétariat devra, entre autres fonctions, solliciter des donations pour les projets inscrits dans la stratégie de la Fédération pour 2006–2010, qui se développe selon trois axes :

► **Pour mettre en valeur le rôle des sociétés de chimie comme source d'information d'une qualité incontestable**, la Fédération envisage de publier les travaux de recherche des chimistes africains, en version papier et électronique ; elle envisage aussi de fabriquer du matériel de qualité et d'un bon rapport rendement/prix consacré à la chimie théorique et à la chimie expérimentale.

► **Pour aider ses partenaires les sociétés de chimie à constituer une communauté de praticiens de très haut niveau**, elle prévoit d'organiser des stages de perfectionnement et des concours dotés de prix. Elle envisage aussi de soutenir l'établissement de réseaux de professionnels et de réformateurs de l'enseignement de la chimie. Elle évalue pour cela la possibilité de diffuser dans les écoles du matériel pédagogique DIDAC par l'intermédiaire des sociétés de chimie partenaires. Ce matériel a été conçu conjointement par l'UNESCO, par le géant de la photo AGFA, l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) et la Société royale flamande de chimie de Belgique. Elle explore également les voies d'une participation au programme mondial de microscopie de l'UNESCO et de l'IUPAC, en association avec le Centre RADMASTE d'Afrique du Sud. Ce projet, qui a vu la mise au point de petites mallettes bon marché et sécurisées permettant d'effectuer en classe des expériences de chimie et d'autres sciences, a fait connaître cette méthodologie dans le monde entier. En Afrique, il existe des centres de microscopie associés à l'UNESCO en Afrique du Sud, au Cap Vert, au Cameroun, aux Comores, au Gabon, au Kenya, à Maurice et au Sénégal.

► **Afin de soutenir les efforts déployés par les sociétés de chimie membres de la Fédération, pour « passer le message »** sur l'importance de la chimie dans la société, la nécessité d'intégrer la science dans la conception de la politique nationale et d'investir dans la chimie, la Fédération a l'intention de publier les travaux des chimistes qui ont contribué au progrès de la société. Le Secrétariat fournira en outre du matériel et des services aux étudiants, aux enseignants et aux décideurs.

M. Seyoum Mesfin, ministre des affaires étrangères, a déclaré lors de la réunion d'inauguration qu'il se réjouissait de l'engagement qu'avaient pris les

chimistes africains en créant la Fédération. Il a assuré les participants que l'Ethiopie reconnaissait pleinement le rôle des associations professionnelles et leurs efforts pour mettre leur savoir et leur expérience au service des économies nationales.

Pour le Dr Joseph Ngu, Directeur par intérim de l'IIRCA, la nouvelle Fédération facilitera les efforts de l'UNESCO en vue de renforcer la science, l'éducation et la recherche scientifique sur le continent. « Alors même que tous les ans de nombreux chimistes obtiennent des diplômes dans les universités africaines et rejoignent les rangs des professionnels », a-t-il déclaré à l'assemblée, « les pays africains n'ont pas suffisamment tiré parti des potentialités de la chimie ».

La cérémonie de fondation précédait la 22^{ème} session du congrès annuel de la Société éthiopienne de chimie des 24 et 25 février, qui avait pour thème La chimie en Afrique au 21^{ème} siècle. L'UNESCO, le Programme international de science et la *Royal Society of Chemistry* du Royaume-Uni faisaient partie des très nombreux partenaires qui ont financé la participation des chimistes africains venus pour les trois jours en Ethiopie, de tout le continent.



Cours de chimie au Kenya

Le Secrétariat s'apprête à nouer des relations avec des sociétés de chimistes en dehors de l'Afrique. Elle a entrepris des démarches auprès de l'Association européenne des sciences chimiques et moléculaires et de la Société allemande de chimie, entre autres.

Pour en savoir plus : www.aau.edu.et/; www.unesco.iicba.org/; t.engida@unesco.org; temechegn@gmail.com

Le système d'alerte du Pacifique mis à l'épreuve

Les 16 et 17 mai, trente pays ont participé à l'échelle régionale au tout premier test du Système d'alerte aux tsunamis du Pacifique. Baptisé *Exercise Pacific Wave '06*, cet exercice avait été prévu bien avant qu'un séisme de magnitude 7,9 ébranle, le 4 mai (heure locale), le petit État insulaire de Tonga dans le Pacifique. Ce nouveau séisme a permis de tester le système en conditions réelles.

Le Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique d'Hawaï a émis son premier bulletin d'alerte 15 minutes après le séisme. Ce dernier s'est produit à 160 km au nord-est de Nuku'alofa, à Tonga, et a été ressenti jusqu'à Auckland, en Nouvelle-Zélande, soit à 2 145 km au sud de son épicentre. Aucune victime n'est à déplorer et l'alerte au tsunami a pu être rapidement annulée, car le principal tremblement de terre sous-marin n'a donné lieu qu'à une vague d'environ 20 cm de haut.

« Il y a quelques années, il aurait fallu près d'une heure [pour émettre le premier bulletin] », a déclaré Patricio Bernal, Secrétaire exécutif de la COI de l'UNESCO, sitôt après le séisme de Tonga. « Ce gain de temps est surtout dû à la disponibilité en temps réel de données de sismicité et de niveau de la mer transmises par les stations entretenues par les États membres du Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique ».

Le séisme de Tonga a cependant aussi mis en évidence quelques faiblesses du système, comme « le besoin d'améliorer les bulletins d'information » émis par le Centre pour le Pacifique à Hawaï. « Ces bulletins internes sont désormais accessibles à des lecteurs extérieurs au système et ils doivent donc pouvoir être compris par tous : scientifiques, journalistes ou simples particuliers » a souligné Bernal. « On a aussi constaté le besoin de mieux faire comprendre au public comment le système fonctionne. [Le 4 mai], aucune alerte n'a été lancée par aucune des autorités nationales, les seules qui étaient habilitées à la faire ».

Douze jours plus tard, l'exercice programmé par la COI s'est déroulé comme prévu. Selon le scénario, un séisme d'une magnitude de 9,2 au large de la côte du Chili a déclenché, à 19h04 (T.U.) un tsunami virtuel se propageant rapidement dans le Pacifique Est. Un second faux bulletin d'alerte annonçant, cette fois, un séisme au nord des Philippines, a permis de tester les réactions dans le Pacifique Ouest.

« Notre souci principal », a poursuivi Bernal le lendemain de l'exercice, « était de tester les réseaux de communication internationaux et nationaux, afin d'être sûr que les informations parvenaient aux personnes adéquates dans tous les pays participants. Les premiers rapports montrent que tout a bien fonctionné malgré les complications provoquées par des tremblements de terre bien



La ceinture de feu du Pacifique suit le contour des plaques tectoniques. Elle regroupe 90 % des sites volcaniques et la majeure partie de l'activité volcanique du monde. C'est pourquoi 59 % de tous les tsunamis se produisent dans le Pacifique. L'Indonésie a plus de volcans actifs (130) que tout autre pays de la Terre. Le plus actif d'entre eux est le mont Merapi (montagne de Feu), au centre de Java, qui est entré en éruption en mai. Il se trouve à 70 km de l'épicentre du séisme d'une magnitude de 6,3 qui a frappé cette île très peuplée le 27 mai en faisant 6 200 victimes et des centaines de milliers de sans abris

réels qui sont intervenus dans la région, quelques heures avant et même pendant le test ». En Malaisie par exemple, le Directeur général adjoint du département de la météorologie, Leong Chow Peng, a signalé que « l'exercice avait apporté la preuve que nos canaux de communication étaient correctement reliés aux unités gérant les situations d'urgence et aux agences météorologiques de toute la région » (*New Straits Times*, 18 mai).

Dans une seconde phase, les autorités compétentes ont diffusé ces informations dans leurs pays aux instances chargées de gérer les situations d'urgence d'au moins l'une des communautés côtières locales. Bien que les communications du système soient souvent testées, c'est la première fois qu'un tel exercice soit allé jusqu'au bout de la chaîne, vérifiant la capacité des autorités nationales à joindre les populations en danger. « Les premiers résultats ont aussi mis en évidence », comme l'a souligné Bernal, « quelques points sur lesquels le réseau doit être amélioré, comme la capacité à diffuser efficacement les avis au public – en particulier tard dans la nuit ou tôt le matin ». Le siège de la Défense civile d'Auckland, par exemple, a été averti de se tenir prêt à voir une vague venue du Chili frapper son rivage à 1h30 du matin. Le groupe devait recommander aux habitants d'évacuer les zones inondables pour se rendre en des lieux ayant au moins 35 m d'altitude. Après l'exercice, les chefs de la Défense civile d'Auckland se sont déclarés certains d'être en mesure d'aviser correctement la population de l'arrivée d'un tsunami.

L'exercice a mis en lumière un autre problème. « Dans le scénario utilisé hier », a précisé Bernal, « les autorités chiliennes auraient dû réagir en quelques minutes et avec une information incomplète, alors que le Japon aurait, quant à lui, disposé de 22 heures pour évaluer la situation et prendre les mesures d'urgence appropriées ».

« Si un tsunami s'annonçait près des côtes de la Nouvelle-Zélande, il y aurait peu de temps pour émettre une alerte », a fait remarquer après le test Barry Low, Chef de la Défense civile pour Tauranga et la région de la Western Bay. « Les familles, les écoles, les entreprises doivent se réunir pour discuter de leur sécurité, et dresser un plan. » (*Bay of Plenty*

Times, 18 mai). Comme de nombreux pays du Pacifique, la Nouvelle-Zélande se situe sur la ceinture de feu (voir carte).

Plusieurs pays ont profité du test pour effectuer des exercices d'évacuation dans certaines communautés et écoles côtières sélectionnées ; parmi eux figurent la Malaisie, les Philippines, Samoa et la Thaïlande.

Pour en savoir plus : <http://ioc3.unesco.org/itic/>

Lancement du **Fonds africain** du patrimoine mondial

Un fonds visant à aider les pays d'Afrique à améliorer la préservation de leur patrimoine culturel et naturel et à faire progresser le nombre de sites africains inscrits sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO a été lancé le 5 mai en Afrique du Sud.

L'Afrique sub-saharienne est gravement sous-représentée sur cette Liste, en dépit de sa grande diversité culturelle et naturelle et du fait que 42 pays du continent aient ratifié la Convention du patrimoine mondial. Seuls 65 du total des 812 sites inscrits se trouvent en Afrique sub-saharienne : 32 sites naturels, 31 sites culturels et deux sites mixtes.

L'Afrique du Sud a soutenu le lancement du Fonds en y versant 20 millions de rands (environ 3,5 millions de dollars). Une campagne est en cours, sur l'ensemble du continent et parmi la communauté internationale en général, afin que soit atteinte la dotation de 10 millions de dollars au titre de dotation initiale. Le secteur privé devrait devenir à terme un partenaire clé du projet.

Les financements opérés sous l'égide du Fonds viseront à aider les États africains signataires de la Convention du patrimoine

mondial à préparer des inventaires nationaux de leurs sites, ainsi que des dossiers de proposition d'inscription sur la Liste du patrimoine mondial. Un soutien sera également possible en matière de formation du personnel chargé de cette tâche.

Des projets concernant des biens du patrimoine, notamment les sites déjà inscrits sur la Liste du patrimoine mondial, pourront aussi être financés, de même que des projets de réhabilitation de sites inscrits sur la Liste du patrimoine mondial en péril : 14 biens africains figurent parmi les 34 sites de cette Liste.

Enregistré en qualité de fidéicomis de droit sud-africain, le Fonds sera géré et domicilié pendant au moins deux ans par la Banque de développement d'Afrique du Sud, qui a déjà réalisé à titre gracieux l'étude de faisabilité ainsi que l'enregistrement du Fonds. Celui-ci sera dirigé par un Conseil d'administration dans lequel l'UNESCO et l'Union africaine auront chacune un observateur. Tous les membres du Conseil auront des connaissances avérées en matière de préservation du patrimoine, de gestion financière et de droit. Non rémunérés, ils seront nommés pour une durée de trois ans, renouvelable une fois.

Les premières aides du Fonds seront probablement attribuées en 2007. Les demandes seront étudiées chaque année.

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

L'UNESCO condamne les **violences** contre les universitaires irakiens

Le 5 avril, en condamnant la campagne de violences menée contre les universitaires et les intellectuels irakiens, le Directeur général de l'UNESCO a appelé « à la solidarité et à la mobilisation internationales en faveur de l'éducation et des enseignants dans ce pays ».

« L'Irak a une longue tradition en matière d'éducation et ses universités étaient réputées au Moyen Orient », a rappelé le Directeur général. « En ciblant ceux qui détiennent les clés de la reconstruction et du développement de l'Iraq, les auteurs de ces violences mettent en péril l'avenir du pays et de sa démocratie. Nous ne pouvons pas rester les bras croisés quand ces hommes qui perpétuent la culture et le savoir de l'Irak, se font menacer, kidnapper, tuer ».

M. Matsuura s'exprimait alors que le Centre d'études et de recherche sur le monde arabe et méditerranéen, basé à Genève, venait d'annoncer que quatre universitaires, dont un médecin, avaient été tués la semaine précédente. D'après le Centre, près de 200 universitaires ont été tués en Irak depuis 2003, alors que des milliers d'autres ont été poussés à s'exiler.

L'UNESCO est actuellement impliquée, avec le ministère de l'enseignement supérieur, dans la reconstruction du système de l'enseignement supérieur du pays. Le 14 avril, M. Matsuura s'est réuni avec l'ambassadeur et Délégué permanent irakien auprès de l'UNESCO, Muhyi Alkateeb, et des membres du Comité international pour la protection des universitaires irakiens. Ce Comité a été créé en février dernier sous l'égide du Centre basé à Genève.



Restauration du toit de la mosquée Djingarey Ber à Tombouctou, site du patrimoine mondial depuis 1988. Ces hommes posent des branches par dessus les poutres en bois de palmier avant de recouvrir le tout de boue. C'est l'une des trois mosquées restaurées en 2003 dans le cadre d'un projet exécuté par la Mission culturelle de Tombouctou et la population de cette ville, avec le soutien de CRATerre-EAG et un financement du Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO. Depuis janvier, les autorités maliennes préparent un plan de gestion et de préservation pour Tombouctou qu'elles ont l'intention de soumettre cette année au Comité du patrimoine mondial. En mars, la municipalité a nommé un comité de gestion composé des imams des trois mosquées, de représentants de toutes les localités, de guides touristiques et d'autorités municipales et administratives

Hans van Ginkel

Une cellule de réflexion au sein des Nations unies

L'Université des Nations unies (l'UNU) fait partie des agences des Nations unies les moins connues. Combien de personnes savent, par exemple, qu'elle a été créée en 1973 par l'UNESCO et l'ONU ? ou qu'elle dispense en son siège de Tokyo, un enseignement spécialisé du niveau du troisième cycle ? La communauté scientifique internationale de l'UNU a pour ambition de jeter un pont entre les Nations unies et le monde de l'université en effectuant des recherches, des études de science politique et du renforcement des compétences, dans le domaine de la paix et de la sécurité, de la gouvernance, du développement humain, de la science, de la technologie et de la société, et enfin de l'environnement. Depuis qu'elle existe, l'UNU maintient des liens étroits avec ses deux organisations tutélaires. Sa collaboration avec l'UNESCO s'est considérablement renforcée depuis la mise en place en 2001 d'un programme d'échange de personnel pour de brèves périodes.

Ancien recteur de l'Université d'Utrecht aux Pays-Bas, Hans van Ginkel est Recteur de l'UNU depuis 1997. Il est également Sous-secrétaire général de l'ONU. Il explique ici la singularité de l'UNU au sein du système des Nations unies et souligne l'intensification de la collaboration avec l'UNESCO.

Quelle est la singularité de l'UNU dans le système des Nations unies ?

C'est tout d'abord le fait que le Recteur aussi bien que les 24 membres du Conseil sont nommés conjointement par le Secrétaire général de l'ONU et le Directeur général de l'UNESCO. La spécificité de notre mission fait que le Conseil se doit de recruter des universitaires de haut niveau et ayant une expérience très diversifiée. Bon nombre de ses membres sont ou ont été ministres ou hauts fonctionnaires dans des ministères, ou bien viennent d'une entreprise, d'une ONG, d'une fondation ou des rangs de la coopération multilatérale. Les membres du Conseil exercent leurs fonctions à titre personnel et ne représentent pas un Etat Membre. J'estime que c'est là un point capital. Ce n'est pas un organe intergouvernemental. Cela garantit l'autonomie,

l'indépendance et la liberté intellectuelle de l'UNU. Nous collaborons avec des institutions nationales mais pas avec des pays en tant que tels. C'est encore l'une des spécificités de l'UNU au sein du système des Nations unies.

Comment respectez-vous la répartition géographique ?

Les sièges des membres du Conseil sont répartis en sept régions : Amérique du Nord, Amérique latine, Europe de l'Ouest, Europe de l'Est, États arabes, Afrique et enfin Asie et Pacifique. A chaque vacance de poste,

le Conseil propose au Secrétaire général de l'ONU et au Directeur général de l'UNESCO trois candidatures de chacune des régions. Le mandat dure six ans et n'est pas renouvelable.

L'un des sièges du Conseil est réservé à un ressortissant du pays hôte, le Japon, et un siège à chacun des membres permanents du Conseil de sécurité des Nations unies : Chine, États-Unis, France, Royaume-Uni et Russie. La question s'est posée de savoir s'il fallait conserver cette disposition. Il y a également quatre membres élus : le Secrétaire général de l'ONU, le Directeur général de l'UNESCO, le Directeur exécutif de l'Institut des Nations unies pour la formation et la recherche, et le Recteur de l'UNU.

Quel avantage tirez-vous du statut d'université ?

Nous sommes une université afin de garantir l'objectivité et l'intégrité de nos travaux et de nos publications : nous faisons en même temps partie intégrante des Nations unies du fait de nos activités intimement liées aux questions qui constituent l'ordre du jour des Nations unies. C'est pourquoi nous ne traitons pas de biologie, ni de sociologie ou d'autres domaines de ce type.

Mais votre programme ne couvre-t-il pas la biotechnologie et la biopharmacie ?

Oui, mais parce que ces domaines touchent à l'agriculture et à la biodiversité. Nos travaux se concentrent sur la science et la technologie au service de la société. Notre programme traite des questions de principe.

Cette orientation vers les principes est patente par exemple, dans le rapport publié l'an dernier par l'UNU sous la signature de Salvatore Arico – de l'UNESCO – et de Charlotte Sapin⁴, sous le



Hans van Ginkel

titre de *Bioprospecting of Genetic Resources in the Deep Seabed* [Bioprospection des ressources génétiques dans les grands fonds marins]. Les questions de principe concernent les engagements et les accords sur les questions de propriété, d'accès aux ressources et de partage des bénéfices. Tout bien considéré, la question des fonds marins relève de la gouvernance, tout comme c'était le cas pour l'Antarctique dans les années 1990. La question est posée de savoir qui détient le pouvoir, qui est propriétaire de ces ressources, qui en est responsable ? L'exploration humaine a simplement déplacé son champ d'action de l'Antarctique⁵ vers les grands fonds marins et l'espace interplanétaire.

Quelles réactions a-t-on observées après la publication de ce rapport ?

Elles ont été très nombreuses, je crois, mais il semble que jusqu'ici elles émanent principalement de personnes possédant des connaissances techniques, capables d'évaluer les implications juridiques et économiques de la question. Les réactions sont très favorables au rapport et saluent son à-propos. Pour la plupart des gouvernements, le problème est encore perçu comme relativement peu actuel. Je suis persuadé que cela changera bientôt. C'est la réaction caractéristique que suscitent le plus souvent les travaux de l'UNU, ce qui montre bien que cette Université est réellement aussi en pointe qu'elle se propose de l'être. Si l'on attendait qu'une situation pose problème et que les gouvernements aient pris position à son sujet, il serait très difficile pour eux d'écouter un scientifique qui viendrait leur dire d'envisager cette situation d'une manière différente. Il nous faut occuper l'espace avant que les gouvernements, les politiques et les diplomates ne se soient prononcés en public.

L'un de mes exemples favoris remonte à 1975. Sur les trois premiers programmes de l'UNU, l'un d'eux visait le développement humain et social, à une époque où l'opinion considérait surtout le progrès comme une affaire de croissance économique. L'Institut mondial de recherches de l'UNU sur l'économie et le développement a été créé en 1985 ; la collection du PNUD *Rapport sur le développement humain* a été lancée en 1990.

Saviez-vous que l'UNESCO avait publié en 1983⁶ Pour une philosophie du nouveau développement ? Cet ouvrage faisait suite à une réunion d'experts de l'UNESCO en 1979 en Equateur, concernant les recherches sur l'idée de développement intégré.

Oui, je le savais ; notre propre programme avait démarré en 1975. Voici un autre exemple. Je suis très fier d'être apparu en première page du *Financial Times* du Royaume-Uni en 1999 pour avertir le public des risques d'une grave pénurie d'eau au 21^{ème} siècle, en un temps où l'eau n'était pas encore un sujet de préoccupation⁷. Cela se passait pendant la Journée mondiale de l'eau de cette année-là.

Dans quelle mesure l'UNU et l'UNESCO coopèrent-elles dans le domaine de l'eau douce ?

La coopération est forte. L'UNU a, par exemple, collaboré à la rédaction du premier et du second *Rapport mondial sur la*

mise en valeur des ressources en eau, publiés en 2003 et 2006. L'un des deux centres de recherches et de formation de l'UNU sur les problèmes de l'eau, le Réseau international pour l'eau, l'environnement et la santé, au Canada, a collaboré depuis le début à ce rapport. J'estime que c'est l'un des meilleurs exemples de collaboration entre nos deux organisations. Dans mon allocution marquant le lancement, en mars dernier à Mexico, du second rapport devant le Forum mondial sur l'eau, j'ai félicité l'UNESCO d'avoir servi de chef de file pour le Programme mondial d'évaluation des ressources en eau. Ce programme coordonne la préparation du rapport réalisé par l'ensemble du système des Nations unies, .

Vous avez parlé de deux centres de l'UNU consacrés à l'eau ?

Le second est l'Institut pour l'environnement et la sécurité humaine établi en 2003 en Allemagne et dirigé, permettez-moi de le préciser, par Janos Bogardi, ancien spécialiste de Programme dans la Division des sciences de l'eau à l'UNESCO.

Après l'eau douce, quelles seraient les grands domaines de collaboration entre l'UNESCO et l'UNU ?

Depuis toujours, l'UNU s'intéresse à l'enseignement supérieur, c'est pourquoi nous avons travaillé en étroite coopération avec l'UNESCO pour préparer la Conférence mondiale de 1998 sur ce sujet. Mais, puisque nous nous orientons désormais davantage vers la recherche à finalité politique et vers notre rôle de « cellule de réflexion », je pense qu'il est tout aussi important pour l'UNU de nous intéresser aux sciences de la nature et aux sciences sociales. Le programme d'échange de personnel pour de courtes périodes que nous avons inauguré avec l'UNESCO en 2001 y contribue.

Je vais vous donner deux exemples de notre collaboration actuelle. Nous préparons en ce moment la deuxième édition du *World Atlas of Mangroves* avec Michel Clüsener-Godt de l'UNESCO – qui a participé au programme d'échange de personnel – parmi d'autres partenaires. L'UNESCO et l'UNU ont par ailleurs organisé la première conférence régionale sur les Réserves de biosphère de l'Amazonie en avril dernier, à Georgetown, en Guyane, dans le cadre d'une opération en faveur de la coopération Sud-Sud en vue du développement durable des régions tropicales humides. Ce programme, qui date de 1992, implique également l'Académie des sciences du monde en développement (TWAS), dont je suis membre associé.

Le programme d'échange de personnel a-t-il contribué à renforcer la collaboration ?

C'est certain. Je crois que l'échange le plus fructueux a été celui de Thomas Schaaf, arrivé à Tokyo en 2001 en remplacement d'Adeel Zafar, qui a quitté Tokyo pour l'UNESCO à Paris. Avec Thomas, nous avons examiné des régions allant du sud du Sahara jusqu'à l'ouest de la Chine et la Mongolie pour trouver les moyens de renforcer la coopération entre différents centres d'excellence en recherche et en enseignement de la désertification. Cela a donné lieu au projet de Gestion durable des terres

arides marginales (SUMAMAD) financé par le gouvernement flamand de la Belgique, à hauteur de 800 000 dollars. Il implique non seulement l'UNESCO et l'ONU mais aussi le Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA) et la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification. Le projet concerne la Chine, l'Égypte, l'Iran, la Jordanie, l'Ouzbékistan, le Pakistan, la Syrie et la Tunisie.

Pourquoi limiter le projet à huit pays ?

Tout simplement parce qu'il a fallu réduire nos ambitions. On a d'abord pensé inclure tous les pays allant de la zone sahélienne à la Mongolie. Mais pour des raisons financières, nous n'avons pu aller au-delà de ces huit pays, qui possèdent les centres de recherche les plus actifs comme l'Institut des régions arides de Tunisie et l'Institut des régions froides et arides de l'Académie des sciences de Chine à Lanzhou, dans l'ouest de la Chine. Les huit centres collaborant au projet ont fait la preuve de leur plus grande efficacité et se sont en quelque sorte qualifiés d'eux-mêmes. Au vu des faibles ressources financières disponibles pour mettre sur pied un cours de maîtrise combiné à un programme de recherche, nous avons décidé de travailler, pour le moment, avec ces huit centres. Si l'objectif du SUMAMAD est de faire collaborer ces centres, le projet ne représente cependant qu'un élément d'une plus vaste stratégie pour la création d'un réseau d'universités et de centres de recherches sur l'aménagement des terres arides marginales des pays d'Asie centrale et occidentale et d'Afrique du Nord, que nous appelons le réseau CWANA+.

C'est en février dernier que nous avons lancé le CWANA+, lors de la conférence de l'ICARDA sur l'aménagement des terres arides, tenue à Pékin, sous les auspices de l'UNESCO, de l'ONU et d'autres agences. La prochaine étape, lorsque prendra fin le SUMAMAD en 2008, consistera à étendre le projet aux institutions de Mongolie et du sud du Sahara, au-delà du cadre géographique des activités de l'ICARDA. Le SUMAMAD pourrait faire figure de projet pilote quant aux possibilités d'agir dans tous ces pays.

N'est-ce pas l'une des missions de l'Année internationale des déserts et de la désertification que de sensibiliser des donateurs sur l'urgence de financer des initiatives telles que le SUMAMAD ?

Absolument. Je considère que le principal événement de l'Année sera la conférence sur l'Avenir des terres arides, que l'UNESCO prépare pour juin à Tunis, en collaboration avec l'ONU et d'autres agences.

Cette réunion devrait attirer l'attention de tous sur ces questions. Ensuite, la réunion que l'ONU organise pour la fin de l'année devrait décider des mesures que nous devons prendre - dans les limites des moyens dont nous disposons. Il est inutile d'échafauder des projets ambitieux pour découvrir ensuite que vous n'avez pas de financement nécessaire pour les mener à bien. L'essentiel est d'avoir une idée de ce que l'avenir lointain apportera et des deux ou trois dispositifs concrets que nous pouvons adopter pour améliorer la situation et prouver à

tous les partenaires que des progrès sont accomplis – même modestes – de manière régulière et continue.

Ainsi l'ONU est une cellule de réflexion bien enracinée dans le concret ?

Nous nous orientons de plus en plus vers des projets concrets. Si le deuxième thème de collaboration avec l'UNESCO, dans l'ordre des priorités après l'eau douce, est celui des terres arides, il est suivi de près par celui des régions de montagne. Thomas Schaaaf, de l'UNESCO, et Libor Jansky, de l'ONU, ont travaillé ensemble et avec de nombreux autres spécialistes à la préparation du Sommet mondial de Bishkek sur la montagne de 2002, et ils prépareront la réunion de Bishkek+5.

Cette année, l'ONU a proposé que l'UNESCO s'associe à un projet financé par le Fonds mondial pour l'environnement appelé « Asie centrale pour l'aménagement durable des monts du Haut Pamir et du Pamir Alai », situés dans la zone frontalière entre le Kirghizstan et le Tadjikistan. Le projet portera essentiellement sur l'exploitation durable des versants montagneux de cette région, compte tenu des principes de l'agro-diversité. Ce terme désigne les nombreuses utilisations que font les agriculteurs de la diversité naturelle de l'environnement pour en tirer leurs moyens d'existence : cela recouvre le choix qu'ils font entre les diverses cultures et les types d'élevage, mais aussi leur façon de gérer la terre, l'eau et le biote dans leur ensemble. Le projet démontrera qu'il est possible de protéger la biodiversité sans pour autant abandonner l'agriculture et concilier la protection de la nature avec l'approvisionnement en combustible, la consommation d'une eau de qualité, les cultures commerciales et vivrières.

Ce projet de l'ONU et le projet de l'UNESCO sur le Changement planétaire dans les régions de montagne (GLOCHAMORE⁸) pourraient constituer une excellente plateforme pour une future coopération.

Interview de Susan Schneegans

Découvrir une des réalisations du projet SUMAMAD page 17.

4. Voir Planète Science 4 (2), avril 2006
5. *Le traité de l'Antarctique (1961) fait de ce continent une zone démilitarisée, interdite aux essais nucléaires et au dépôt de déchets radioactifs. D'une durée illimitée, ce traité facilite la coopération scientifique internationale dans l'Antarctique et prohibe toute prétention à la souveraineté territoriale. Quarante-quatre pays représentant 80 % de la population mondiale ont signé ce qui porte désormais le nom de Système du traité de l'Antarctique, car ont été par la suite négociés cinq accords distincts, qui protègent l'environnement de l'Antarctique, parmi lesquels la Convention sur la protection des ressources marines vivantes de l'Antarctique (1982)*
6. F. Perroux (1983) Pour une philosophie du nouveau développement. UNESCO Paris
7. V. Houlder (1999) UN warns of War over Water Crisis. Financial Times, 19 mars 1999. Royaume-Uni
8. Voir Planète Science 4(1) janvier 2006

Utiliser le soleil pour étancher leur soif

La première rencontre s'est passée en 2004, dans une tente de Bédouins surpeuplée. Scientifiques impliqués dans le projet de Gestion durable des terres arides marginales (SUMAMAD) en Egypte, nous étions venus dans la réserve de biosphère d'Omayed pour évaluer les besoins de la communauté bédouine et lui proposer notre aide.

Notre premier souci était de sensibiliser cette population appauvrie quant aux dangers du surpâturage et au défrichage de la maigre végétation locale. Nous envisagions de travailler avec elle sur les méthodes de pâture en rotation et d'agriculture sèche, afin d'améliorer ses conditions de vie dans l'optique du développement durable. En échange, nous espérions en apprendre davantage sur ses techniques traditionnelles de lutte contre la sécheresse.



©University of Alexandria

Installation du système solaire le 28 mars. Boshra Salem (à gauche) et Andreas Schneider (à droite) supervisent les travaux

Mais les villageois ne l'entendaient pas ainsi. Un jeune homme nous apostropha d'emblée : « Nous accepterons vos conseils, nous vous faciliterons le travail, mais donnez-nous d'abord de l'eau potable ! »

Un autre Bédouin poursuivit, « L'eau, ici est un trésor, difficile à trouver. L'eau de nos puits est très salée. Notre eau douce nous vient dans des camions-citernes qui la livrent très loin d'ici ».

Une vieille femme au visage ridé ajouta, « Il faut marcher 10 km, avec un seau sur la tête. Notre population augmente, et avec elle le besoin d'eau... Aidez-nous. C'est de l'eau que nous voulons, pas des tee-shirts appelant à protéger l'environnement ! »

Une autre femme, plus jeune, dit tristement, « Nos enfants ne se portent pas bien, ils ont toujours soif ». Il est vrai que les enfants qui traînaient sous les pans de la tente semblaient étrangement calmes. La femme nous expliqua que les enfants évitaient de courir ou de s'exciter de peur d'avoir trop soif. Il était évident que les Bédouins se trouvaient dans une situation critique.

Une eau de mauvaise qualité payée très cher

La réserve de biosphère d'Omayed est située à environ 80 km à l'ouest d'Alexandrie. Elle appartient au désert côtier de l'ouest de l'Egypte, sur la côte méditerranéenne.

Les ressources en eau y sont rares et fluctuantes. Les nappes souterraines d'Omayed proviennent des aquifères de Moghra et du Wadi el-Natroun, rendus salins par l'infiltration d'eau de mer et la surexploitation. Dans les quatre villages de la réserve, qui regroupent environ 12 000 habitants, il n'y a pas assez d'eau douce pour couvrir les besoins agricoles et domestiques. Beaucoup se rabattent sur l'eau des puits, saumâtre et nuisible à l'environnement.

Pour cuisiner et boire, cependant, l'eau saline des puits ne convient pas. Les Bédouins peuvent soit aller chercher l'eau à pied ou payer cher pour qu'elle leur soit livrée par camions-citernes. Contaminée par le transport dans des réservoirs corrodés ou à l'air libre, l'eau ainsi livrée peut provoquer de graves affections intestinales.

Ajuster la solution aux situations

Dès cette première réunion, le défi était clair. Si nous voulions intéresser les villageois d'Omayed à nos projets de gestion des zones arides, nous devons d'abord trouver une solution à leur manque d'eau. Dessaler la nappe apparaissait comme la solution la plus évidente. Des techniques de dessalement à grande échelle étaient déjà appliquées en Egypte, mais pas sous la forme requise pour les besoins des Bédouins, en raison des contraintes imposées par la réserve de biosphère d'Omayed. Pour assurer la durabilité du système, il fallait pomper l'eau en quantité compatible avec son réapprovisionnement naturel. En outre, la technique devait être simple, propre,



©University of Alexandria

Deux jours plus tard, le système est quasiment prêt à fonctionner. D'autres panneaux seront ajoutés afin d'accroître la capacité, et un mur sera construit afin de protéger le matériel des tempêtes de sable et de toute intrusion

respectueuse de l'environnement et de la culture bédouine. Elle devait également exiger très peu d'entretien.

Par chance, la solution existait : un module de dessalement à petite échelle, fonctionnant à l'énergie solaire et répondant à tous nos critères avait été inventé par un ingénieur allemand, selon un principe datant de l'empire romain en Europe, il y a deux mille ans.

Fort du soutien de la communauté, le projet pilote a été lancé dans le village d'Awlad Guibril, de la réserve de biosphère. Les habitants y ont coopéré par tous leurs moyens et ont offert un terrain de 150 m², avec un puits saumâtre pour l'installation des unités de distillation, complété d'un petit bâtiment et d'une pompe.

Si la technologie venait d'Allemagne, les unités du système de dessalement par l'énergie solaire ont été fabriquées en Egypte et montées, en mars 2005, par des ouvriers locaux.

Un système simple mais efficace

Fin mars, le système était en place. Voici comment il fonctionne : sous l'effet de la gravité, l'eau extraite des puits de la région s'écoule d'un réservoir dans les quatre unités de distillation. Là, les panneaux solaires font bouillir l'eau saumâtre, qui s'évapore sous forme de vapeur en laissant le sel se déposer. La vapeur d'eau se condense sur un toit en pente douce en formant des gouttelettes qui glissent du toit dans un alambic, toujours par simple gravité.

A l'entrée dans le système, la quantité d'eau saline est automatiquement mesurée afin de vérifier qu'environ 50 % s'en évapore. Le reste est traité à nouveau dans une succession d'alambics d'où sortira encore de l'eau douce.



© University of Alexandria
Enfants bédouins savourant, le 31 mars, leur première gorgée d'eau dessalée. L'eau douce est stockée dans ce réservoir rond et noir du premier plan

Les cristaux de sel ainsi produits sont utilisés pour le tannage du cuir, l'une des activités économiques de la communauté.

Environ 100 à 120 litres d'eau distillée sont produits par jour, selon l'ensoleillement. Même par temps nuageux, la production suffit à approvisionner en eau potable cinq familles de 10 membres chacune.

Journée portes ouvertes

Une fois le système en place, nous avons organisé une journée portes ouvertes et un atelier dans la salle communautaire, puis sur le site. Pendant l'atelier, nous avons fourni aux Bédouins des explications très détaillées sur le fonctionnement du système et l'importance de tenir la pompe et le réservoir d'eau dans de parfaites conditions de propreté.

Nous avons également organisé des cours spécialement destinés aux membres de la communauté qui seront responsables de la maintenance du site.

L'expérience a remporté un immense succès auprès des Bédouins. Surtout auprès des femmes, heureuses de voir leurs enfants boire une eau pure et se mettre à jouer. Les Bédouins ont même composé des chansons sur leur bonheur. L'une d'elles parle « du rêve de l'eau claire jaillissant sans contrainte ».

Le projet de la réserve de biosphère d'Omayed est financé par le gouvernement flamand de Belgique par le canal du projet SUMAMAD mis en œuvre par l'UNESCO, l'UNU et l'ICARDA. Nous espérons pouvoir étendre l'initiative de dessalement par énergie solaire à d'autres régions d'Egypte, et aux sept autres pays qui y participent : Chine, Iran, Jordanie, Syrie, Tunisie, Pakistan et Ouzbékistan.

Boshra Salem⁹ et Andreas Schneider¹⁰

Un court métrage illustre ce projet (en arabe avec sous-titres en anglais) : www.unesco.org/mab/ecosyst/drylands/news.shtml

Pour en savoir plus : t.schaaff@unesco.org; c.lee@unesco.org

Inspiré d'un article paru dans le Courrier de l'UNESCO en ligne, de juin 2006

9. Maître assistante au département des sciences de l'environnement de la faculté des sciences d'Alexandrie (Egypte) : Boshra.salem@dr.com

10. Directeur général de la société Clear Water Solutions: aschneider@clearwatersolutions.ch

Des satellites à la rescousse des **tombes gelées de Sibérie**

Les montagnes situées à cheval sur la Russie, le Kazakhstan, la Mongolie et la Chine sont parsemées de centaines de tombes prises dans les glaces. Découverts dans les années 1920, ces vestiges archéologiques d'un grand intérêt appartiennent à la culture disparue des Scythes, qui a connu son apogée il y a 2 500 ans. Dans les tombes, certains corps sont si bien conservés dans le sol gelé que même les tatouages sont restés intacts sur la peau.

Pilleurs de tombes et chercheurs de trésors sont les ennemis traditionnels de ces vestiges mais une nouvelle menace pèse aujourd'hui sur eux. Avec le changement climatique, le pergélisol se met à fondre dans cette partie de la Sibérie. Dans une course contre la montre, l'UNESCO et l'Université de Gand, en Belgique, aident des équipes de spécialistes de Russie et du Kazakhstan à localiser depuis l'espace les tombes restantes, afin de permettre aux conservateurs locaux de les protéger.

Pendant des milliers d'années, les monts Altaï ont constitué un passage très fréquenté entre les steppes de Mongolie et du Kazakhstan. Ils ont fourni d'abondantes informations archéologiques sur les voies commerciales et autres modes d'échanges entre populations. La Route de la soie en est toute proche, et on peut trouver dans les tombes des Scythes des vases chinois, des tapis persans, des soieries indiennes...

Le mot « scythe » est un terme générique qui recouvre les diverses populations qui ont habité la steppe eurasienne



© Institut d'ethnologie et d'archéologie de Novosibirsk

Cercueil et sarcophage de Berel, partie orientale du Kazakhstan, en 2000, avant l'extraction de la tombe par l'équipe de Zeinolla Samachev, de l'Institut Kazakh d'archéologie, et Henri-Paul Francfort du Centre national de recherche scientifique (CNRS) de France. Sitôt extrait de son emplacement original, le cercueil de bois a subi un traitement chimique afin d'empêcher sa désintégration sous l'effet de l'air et de la sécheresse. Des échantillons du bois ont aussi été prélevés aux fins de datation. On observe, pour cela, les anneaux de croissance sur le bois



Superbe représentation d'un félin, en bois à la feuille d'or, telle qu'elle a été trouvée dans un tombeau de Berel. On distingue en arrière-plan un sabot de cheval parfaitement conservé, complet avec peau et pelage. Le corps des chevaux n'étant pas embaumé, leurs organes internes sont restés en place. Le contenu de l'estomac d'un cheval révèle de nombreuses informations sur la végétation, le climat etc.

au cours de l'âge du Fer, sans désigner une civilisation particulière. L'économie scythe était de type semi-nomade. Les populations se déplaçaient selon les saisons avec leurs chevaux, leurs yaks, moutons et chèvres pour revenir chaque été au point de départ. Ce mode de vie est encore en partie pratiqué aujourd'hui. C'est ainsi qu'aucun grand village, aucune grande ville n'a jamais été construite et qu'il est très rare d'y trouver des vestiges d'anciens établissements humains. Ce sont donc les tumulus ou *kourganes* qui deviennent la principale source d'information archéologique sur les Scythes.

Enterrés avec or et chevaux

Les Scythes étaient d'audacieux guerriers à cheval. Maîtres dans l'art d'élever les chevaux, ils pratiquaient aussi le négoce tout en effectuant dans les territoires avoisinants des razzias qui pouvaient les mener jusqu'à Babylone ou en Europe orientale.

Les chevaux suivaient les Scythes dans la tombe. Des corps de chevaux sacrifiés ont été découverts dans des tombes, parmi des artefacts et des ustensiles de bois, de cuir, de tissu, de soie, de métal et d'or. Les ornements étaient finement ouvragés et, dans certains cas, ils se sont exceptionnellement bien conservés.

Bon nombre de ces tombes sont prises dans le pergélisol, où la température se maintient entre 0°C et -20°C. Comme les populations scythes occupaient la totalité de la steppe eurasienne qui s'étend de la mer Noire à la Mongolie, les tombes conservées dans la glace sont une source exceptionnelle d'information sur l'une des cultures les plus fascinantes de l'époque.

The Open Initiative

L'*Open Initiative* a été lancée en 2001 par l'UNESCO et l'Agence spatiale européenne afin de soutenir la Convention du patrimoine mondial et le Réseau mondial des réserves de biosphère. Sa principale mission est de développer la coopération entre agences spatiales, instituts de recherche, académies des sciences et universités, ONG et secteur privé, afin de protéger les sites naturels et culturels de pays en développement.

Ces sites sont en effet exposés à une foule de menaces, potentielles et très réelles, comme l'expansion incontrôlée de l'agriculture, l'urbanisation envahissante, les conflits armés, le braconnage, les catastrophes naturelles, le changement climatique et le tourisme non respectueux de l'environnement. Les pays en développement ne disposent souvent pas de cartes détaillées pour gérer et protéger ces sites de façon efficace. L'imagerie satellitaire offre le moyen de combler cette lacune.

A titre de contribution à l'*Open Initiative*, l'UNESCO a mis en place un Programme de télédétection, dirigé par Mario Hernandez. En étroite liaison avec le pays responsable d'un site donné, le programme définit l'ensemble des besoins, fait entrer en scène les partenaires spécialisés, qui exécuteront le projet, et s'assure du financement nécessaire. Le programme coordonne également la formation du personnel local qui devra traiter toute l'information tirée des images satellite, à la fin du projet.

Le projet Altai inclut la réserve de biosphère Katunsky en Russie, également classée Patrimoine mondial de l'UNESCO. En dehors de ce projet, l'*Open Initiative* est en train d'observer les chutes de l'Iguazu en Argentine, le site antique du Machu Pichu au Pérou et les vestiges de la civilisation Maya au Guatemala. Elle fait également appel à la télédétection pour observer et sauvegarder le site archéologique d'Uruk-Warka, dans le sud de l'Irak. Un cinquième projet s'est achevé en 2003. Il s'agissait de fournir à la République démocratique du Congo, au Rwanda et à l'Ouganda leurs premières cartes exactes du territoire inaccessible du gorille de montagne, à titre de contribution aux efforts de sauvegarde des 650 derniers gorilles de montagne. L'*Open Initiative* a maintenant attiré de très nombreuses agences spatiales.

Pour en savoir plus :
www.unesco.org/science/remotesensing

Cette « Demoiselle des glaces » a été découverte sur le plateau Ukok des monts Altaï, situé à environ 2 500 m d'altitude. Vivant à l'époque de la culture Pazyryk (scythe) de la fin du 5^{ème} siècle avant Jésus Christ, elle avait environ 25 ans à sa mort. On l'appelle aussi « la Princesse Ukok » en raison du raffinement des objets trouvés dans sa tombe, et du fait qu'elle en était la seule occupante – la femme partage habituellement la tombe d'un homme. Sa momie aussi était tatouée et des armes étaient placées à ses côtés, ce qui a donné lieu à l'hypothèse d'une princesse guerrière, ou même d'une Amazone. En analysant des échantillons de cheveux et de peau, les généticiens glanent des informations sur l'origine ethnique de la population Pazyryk. L'analyse chimique et physique des os et des tissus mous fournissent des indications sur la nutrition, la santé et le mode de vie. Montait-elle à cheval, par exemple ? De quelles maladies souffrait-elle ? La Demoiselle des glaces a été exhumée par l'archéologue Natalia Polosmak, du département Sibérie de l'Académie russe des sciences.

A droite, segment du bras droit d'un Scythe enterré dans les monts Altaï à la même époque que la Demoiselle des glaces. Le site a été fouillé pour la première fois en 1929 par l'archéologue russe Mikhaïl Gryaznov. Le dessin de droite indique l'emplacement de tous les tatouages du corps de cet homme. Les tatouages représentent des animaux et des créatures mythiques.



Aucune carte détaillée de l'Altaï

L'Université de Gand et celle de l'Etat de Gorno-Altai sk mènent conjointement depuis 1995 des recherches dans les monts Altaï. Ils se livrent en même temps à l'excavation des tumulus et à l'exploration des autres formes du patrimoine archéologique. En 2003 et 2004, l'équipe de chercheurs a étudié la localisation des sites rituels et funéraires dans le paysage de l'Altaï à travers les époques (étude diachronique).

En l'absence de cartes détaillées de ces montagnes, des images obtenues par satellite ont permis de dresser des cartes

topographiques sur lesquelles les chercheurs reportent les informations archéologiques.

Un nouveau départ

Voilà des dizaines d'années qu'une foule d'équipes de recherche, nationales et internationales, se bousculent sur les monts Altaï. Elles ont fouillé des douzaines de *kourganes* en Chine, au Kazakhstan, en Mongolie et en Russie. Malheureusement, elles se sont parfois contentées de fouiller un tumulus bien particulier, prometteur de découvertes, sans se soucier de situer les monuments dans leur contexte culturel ou avoir réfléchi à la position qu'ils occupaient dans l'ensemble du paysage.

En outre, si on a tenté, par le passé, de dresser des plans de sauvegarde ou de préservation des *kourganes*, ils n'ont jamais dépassé le stade de l'ébauche.

Le projet élaboré par l'Université de Gand avec le soutien de l'UNESCO et d'une généreuse dotation de 330 000 € de la part de la communauté flamande de Belgique vient aujourd'hui combler cette lacune. Il vise à inventorier toutes les tombes gelées des monts Altaï en même temps que les autres éléments du patrimoine archéologique, sur une période de deux ans à partir de 2005. L'Université de Gand dresse à cette fin des cartes à partir d'une imagerie satellitaire montrant la topographie de la région et le lieu de chaque kourgane. L'équipe étudie en même temps le changement climatique dans l'Altaï et analyse les menaces que ce changement fait peser sur les tombes gelées.

Voleurs et grands chemins

Pour de nombreuses tombes, l'aide arrivera hélas trop tard. Elles ont été détruites par les pilliers de tombes et les chercheurs de trésors, il y a plusieurs siècles pour certaines, ou bien tout récemment pour d'autres. En guise de dissuasion, le gouvernement russe exige désormais un permis de recherche avant toute excavation d'un kourgane.

D'autres tombes, échappant aux mains des voleurs, ont vu leur long sommeil troublé par la construction de routes, qui ouvrent progressivement ce territoire naguère inaccessible. Durant son séjour de 2005 à Dzhazatar par exemple, l'équipe de Gand a remarqué que plusieurs sites avaient été dérangés par ce type de travaux.

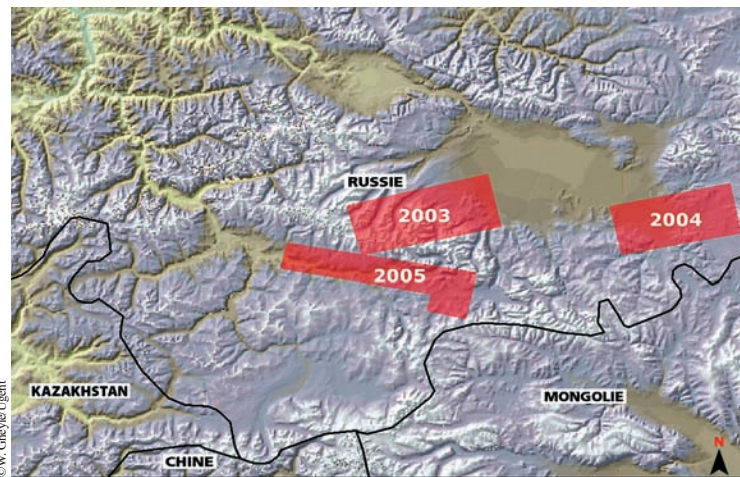
Dans des cas de ce genre, il reste cependant possible de faire quelque chose. Si on leur fournit un inventaire précis de la localisation des monuments archéologiques dans la zone, les autorités locales pourront mieux planifier l'implantation des infrastructures, comme celle du tracé que l'on fixera pour un pipeline. L'inventaire sera également un atout entre les mains des autorités pour réglementer la mise en place

d'activités touristiques nouvelles, comme le rafting, l'alpinisme ou le camping, et pour sensibiliser les personnes à la nécessité de préserver les *kourganes*.



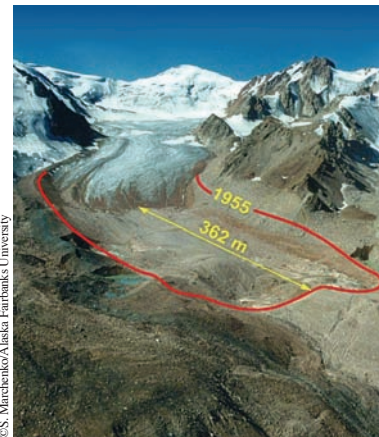
© H. P. France/© CNRS

Cet ornement en forme de renne a été découvert sur un harnais de cheval à Berel. Tous les ornements préservés pendant des siècles dans le pergélisol doivent subir un traitement chimique dès leur découverte, sans quoi l'exposition à l'air les fait s'effriter. Il serait donc vain pour des pilliers de tombes modernes de voler des artefacts car ils s'enfuiraient les mains vides



Carte des zones de recherche couvertes en 2003, 2004 et 2005. Cette carte a été établie d'après les images RADAR réalisées par la Mission topographique de la navette Radar (SRTM)

Le glacier Tuyuksu dans le nord du Tien Shan en juillet 1997. Il avait reculé de 362 m par rapport à 1955. Il n'existe pas de cartographie complète du retrait du pergélisol dans le massif de l'Altaï au fil du temps, bien que l'Association internationale du pergélisol soit à la recherche de financements pour surveiller et cartographier le pergélisol dans sa totalité



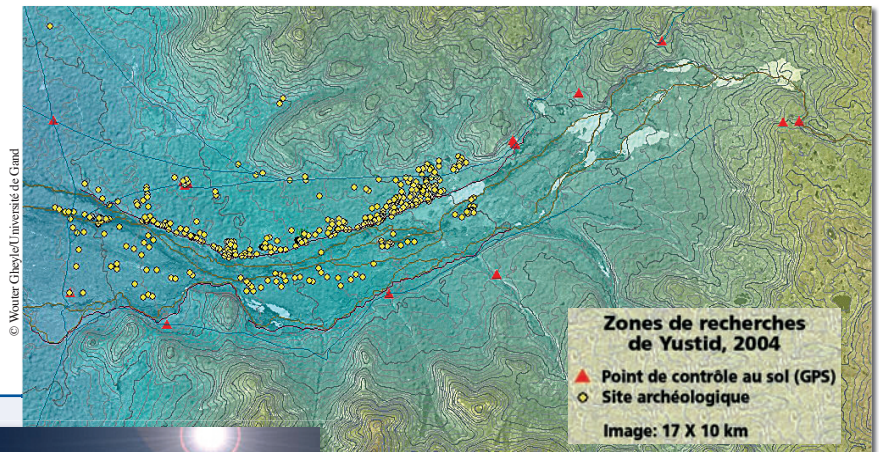
© S. Mironenko/Alaska Fairbanks University

Une menace plus insidieuse

L'autre menace qui pèse sur les tombes gelées se rapporte au climat. Comme les monts Altaï se situent à la limite de la vaste zone de pergélisol qui couvre une bonne partie de la Sibérie, ce pergélisol est très sensible aux changements climatiques. Avec la fonte progressive du pergélisol qui préserve les *kourganes* de l'Altaï, les tombes gelées et leur précieux contenu ne seront bientôt plus prises dans la glace qui les a si longtemps préservées. Les mesures effectuées dans diverses stations météo, l'examen des carottes de glace et la recherche sur les glaciers, tout indique que le climat de l'Altaï est en train de changer radicalement. Le pergélisol disparaîtra dans une très large mesure de la région vers le milieu du siècle actuel. Après 2 500 ans de parfaite conservation, les *kourganes* restants et les révélations qu'ils fournissent sur la culture des anciens Scythes nomades pourraient être perdus à jamais.

Les satellites à la rescousse

Dans le cadre de son « *Open Initiative* », l'UNESCO a complété les capacités de l'Université de Gand en matière de télédétection par l'introduction d'expertise supplémentaire (voir encadré p. 20). C'est par exemple l'UNESCO qui a fait appel au Laboratoire de propulsion par réaction, l'un des Centres de recherches de l'Agence nationale des États-Unis pour l'aéronautique et l'espace (NASA), en lui demandant de fournir



Guide de télédétection pour débutants

La télédétection est la science qui permet de déduire des informations sur la Terre à partir d'images prises à distance. Ses formes les plus courantes sont la photo aérienne et l'imagerie satellitaire.

La télédétection fait un tel usage de la photogrammétrie que les deux termes en viennent à se confondre. Les photogrammes peuvent se présenter sous forme de photos ou d'imagerie stockée, sous forme numérique, sur bande ou sur disque. Ce peut être des images vidéo ou des images prises par des caméras CCD ou par d'autres capteurs de rayonnement, comme les scanners.

La télédétection par satellite sert en général à observer la surface de la Terre, les modifications de son aspect, les océans, la neige et la glace, mais elle est également tournée vers d'autres horizons, comme celui de l'atmosphère, du climat et, dernièrement même de Mars et de l'espace.

Les satellites peuvent être dirigés vers un point fixe de la Terre, ils sont alors en orbite géostationnaire, comme les satellites météorologiques, ou bien ils peuvent viser presque toute la planète, quand ils suivent une orbite quasiment polaire, par exemple. Chaque satellite « scanne » la Terre et saisit l'information sous forme numérique pour la transmettre à des stations au sol.

Voici les engins de télédétection qui sont cités dans l'article :

ASTER, Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, est un instrument d'imagerie lancé par la plate-forme Terra. ASTER sert actuellement à fournir des cartes de température de surface, de réflectance et d'altitude des terres émergées. Les bandes thermiques des capteurs numériques d'ASTER sont réglées de façon à donner une vue de toute la gamme des températures au sol sur une grande échelle.

CORONA est un satellite des années 1960 qui n'est plus en service. C'était un « espion » militaire américain. Conformément à la politique des États-Unis qui permet de verser certaines informations militaires dans le domaine public, après un certain délai, des images enregistrées par CORONA ont été diffusées en 1996 et 2002. CORONA était placé en orbite terrestre à une altitude variant entre 160 km et 200 km, selon les missions.

Landsat passe au dessus de l'équateur du nord au sud à une altitude de 705 km. Il suit un cycle constant de 16 jours et effectue un peu plus de 14 passages par jour autour de la Terre, à la vitesse de 7,5 km par seconde. Landsat 7 a été lancé en même temps que Terra, 27 ans après le lancement par la NASA du premier vaisseau spatial Landsat dans le cadre de son Système d'observation de la Terre. Il a pour mission de fournir une observation ininterrompue de la surface terrestre à l'intention des scientifiques et des ingénieurs travaillant pour des autorités nationales ou locales, pour l'agriculture, l'armée, le commerce, l'université ou encore la recherche sur le changement planétaire etc.



Vue de la plate-forme Terra, satellite lancé en 1999 dans le cadre du Système d'observation de la Terre de la NASA

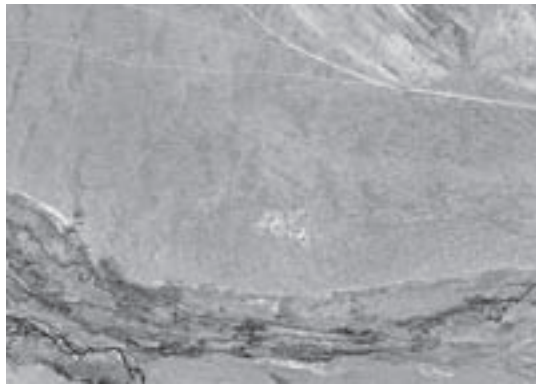
à l'Université de Gand des images satellite d'ASTER qui permettront de suivre l'état des glaciers dans les monts Altaï (voir *Guide de télédétection pour débutants*). Il faudra mesurer en continu les glaciers sur plusieurs décennies afin de savoir lesquels avancent ou reculent, indication certaine du changement climatique. Cela pourrait indirectement laisser prévoir à quelle vitesse le pergélisol est en train de fondre. Forts de cette information, les responsables de la protection des tombes pourront déterminer, par exemple, lesquelles se situent dans les zones les plus exposées.

Les *kourganes* sont littéralement pris dans la glace. Après l'enterrement, la tombe était recouverte de pierres formant un tumulus perméable. La pluie a pu s'infiltrer dans la tombe et y geler. Avec le temps, il s'est formé un bloc de glace qui a préservé la tombe avec tout son contenu. Comme l'archéologie répugne désormais à procéder à l'excavation des tombes, les scientifiques étudient les moyens de les préserver sur place, en créant une sorte de système de climatisation pour les maintenir glacées.

Grâce aux données livrées par le satellite de reconnaissance CORONA et aux mesures précises fournies par le Système mondial de positionnement (GPS), l'absence de cartes a été surmontée. Le satellite CORONA atteint une résolution au sol de 1,8 m, ce qui suffit aux besoins de la cartographie topographique. Cela suffit aussi pour détecter la plupart des structures archéologiques ayant plus de 2 à 3 m de diamètre, comme les *kourganes* et autres monuments funéraires ou rituels (Voir *Guide de télédétection pour débutants*).

Au cours des campagnes exploratoires de 2003 et 2004, l'Université de Gand a pu produire des cartes topographiques détaillées et des modèles de hauteur (3D) d'après l'imagerie satellitaire de CORONA, représentant une surface totale de 600 km². On crée un modèle de ce type en combinant deux

images de la même zone grâce à un logiciel photogramétrique d'ordinateur (voir *Guide de télédétection pour débutants*) L'équipe de Gand a ainsi pu représenter en détail plus de 3 000 monuments archéologiques. Elle a entré toutes les données dans une base de données reliée à un GPS. Il s'agit d'une application informatique qui emmagasine, visionne et analyse des cartes et autres informations géographiques. Bien que la base de données et le GPS aient une finalité de recherche, la base de données sera également offerte aux conservateurs russes afin qu'ils puissent gérer la mise en valeur de la région, et surtout protéger son patrimoine archéologique.



A gauche : Image satellite prise en 1969, à une altitude de plus de 150 km, montrant quatre sites funéraires scythes. On remarquera l'alignement parallèle des pointillés partant du bord de la rivière qui signalent les tumulus de la dépression de Yustid. Ces sites, fouillés dans les années 1980 par V.D. Kubarev, ont été étudiés en détail en 2004 par l'équipe de Gand. A droite : Photo de tumulus scythes alignés, prise d'une colline

Depuis 2005, l'Université de Gand effectue un inventaire du patrimoine archéologique d'une partie des montagnes russes et kazakhes à l'aide de l'imagerie satellitaire, en partenariat avec l'Université de l'État de Gorno-Altai et de l'Institut Margulan d'archéologie d'Almaty. Grâce à ce procédé, on peut faire un inventaire cartographique de l'archéologie en conjuguant le travail habituel de terrain, l'interprétation des images satellite et le GPS.

La vallée du Dhazator, située dans le sud de la République de l'Altaï de la Fédération de Russie, a été choisie pour la première campagne de cartographie, du 8 juillet au 18 août de l'an dernier. Sur une période de six semaines, 1687 structures archéologiques différentes ont été localisées et décrites. Elles couvraient 192 sites sur une superficie de 284 km². Toute la vallée du Dhazator a été cartographiée de manière détaillée à l'aide de l'imagerie du satellite CORONA. Une partie de l'expédition s'était consacrée à sélectionner les meilleurs points de contrôle au sol pour les images satellite et à produire des modèles de hauteur et des orthophotographies. Ces dernières sont des photos aériennes qui éliminent la distorsion des points de contrôle au sol due au relief, à l'inclinaison et à la perspective.



L'archéologue Kaatje De Langhe et le géographe Matthijs Vanommeslaeghe sur un tumulus bien préservé, typique d'un kourgane qui n'a pas été dérangé. Ils sont en train d'en mesurer la localisation, pendant la campagne de 2005, grâce à un récepteur GPS très perfectionné

Ce n'est qu'un début

Le projet devra déborder la frontière russe et pénétrer dans les pays voisins, Kazakhstan, Chine et Mongolie, pour cartographier le patrimoine archéologique et mesurer les changements climatiques à travers l'ensemble du massif de l'Altaï. Cette année, l'Université de Gand inventorie la vallée de Kara-Kaba dans la partie orientale du Kazakhstan et étudie les effets du changement climatique sur les glaciers, avec l'Institut Margulan et le géocryologue Sergei Marchenko, de l'Association internationale du pergélisol. Pour cet élément du projet, l'UNESCO engagera la participation d'un autre partenaire de l'*Open Initiative*, l'Académie chinoise des sciences. Comme le changement climatique exige une observation ininterrompue pendant de longues périodes, ce n'est qu'un début.

Wouter Gheyle avec la collaboration de Jean Bourgeois, Jessica Bunning et Mario Hernandez¹¹

Pour en savoir plus: AltaiMountains@Ugent.be; www.archaeology.ugent.be/altai/; www.altai-republic.ru/; Ma.Hernandez@unesco.org; http://whc.unesco.org/; http://www.unesco.org/science/remotesensing

¹¹ Jean Bourgeois est professeur en titre et Wouter Gheyle chercheur scientifique au département d'archéologie et d'histoire ancienne de l'Université de Gand, en Belgique. Mario Hernandez est chef du Programme de télédétection de l'UNESCO et Jessica Bunning est assistante de programme à l'UNESCO

Agenda

30 juin – 1 juillet

Le point de la recherche sur les crues
8^{ème} colloque Kovacs AISH/UNESCO, contribution à l'Initiative internationale conjointe UNESCO/OMM sur les inondations. Suivi d'une conférence publique : «Katrina : ce qui n'a pas marché (et comment y remédier)», puis du Conseil Intergouvernemental du PHI (3-7 juillet). UNESCO Paris : www.unesco.org/water/ihp

3-21 juillet

Cours d'été de l'UNESCO sur l'électricité solaire pour zones rurales et isolées
15^{ème} session. La formation s'adresse aux responsables de projets, techniciens, scientifiques et formateurs. UNESCO, Paris : o.benchikh@unesco.org

5-7 juillet

Réserves de biosphère
Comité consultatif international pour examiner les demandes de création/d'agrandissement de réserves soumises par les États membres. UNESCO, Paris : www.unesco.org/mab

27 août – 1er septembre

Atténuation des catastrophes
Conf. internationale co-organisée par l'UNESCO,

l'Alliance mondiale pour la prévention des catastrophes, le Réseau mondial d'information sur les catastrophes et l'UNISDR. Davos (Suisse) : www.davos2006.ch/; b.rouhban@unesco.org

4-8 septembre

Algues nuisibles (voir page 2)
12^{ème} Conf. internationale coparrainée par l'UNESCO-COI, la Société internationale d'étude des algues nuisibles, la NOAA etc. Copenhague (Danemark) : <http://ioc.unesco.org/hab/>; h.enevoldsen@unesco.org

15 septembre

Date limite pour les bourses UNESCO-L'OREAL – Les femmes jusqu'à 35 ans, étudiant les sciences de la vie, sont invitées à soumettre leur candidature pour une bourse de 2 ans, de 40 000 dollars. Les candidates devront avoir reçu l'aval des Commissions nationales de leurs pays pour l'UNESCO : www.unesco.org/fr/fellowships/loreal

17-21 septembre

Géoparc
2^{ème} conf. internationale organisée, à l'origine, par le Geological Survey d'Irlande du Nord, sous les auspices de l'UNESCO. Séances plénières et

ateliers didactiques sur : comment mieux mettre en valeur le patrimoine géologique ; comment soutenir les communautés locales par un tourisme de qualité, etc. ; et les critères d'affiliation aux Réseaux européen et mondial des géoparc. Belfast, Irlande du Nord : m.patzak@unesco.org

20-22 septembre

Humanité et biosphère : le prochain millénaire – Séminaire co-organisé par la Fondation pour l'avenir et par l'UNESCO-MAB. UNESCO, Paris : www.unesco.org/mab

25-29 septembre

Hydrologie souterraine et Expo Agua 2006 – 8^{ème} congrès latino-américain. Asuncion (Paraguay) : www.alhsud2006.com.py/; www.unesco.org.uy/

27-29 septembre

Pourquoi investir dans la science en Europe du Sud-Est? – Conf. internationale et table ronde de ministres de la science, organisée par le bureau de l'UNESCO à Venise, le ministère de l'enseignement supérieur, de la science et de la technologie de Slovénie et le bureau de liaison pour la science et la recherche de l'Autriche à Ljubljana (Slovénie) : i.nechifor@unesco.org

Vient de paraître

Ethique et politique de la nanotechnologie

Publié par l'UNESCO en français et anglais, 22 p.
Définit la nanotechnologie comme science fondamentale et science appliquée, rappelle son histoire et ses travaux en cours, présente certains problèmes éthiques, juridiques et politiques auxquels est confrontée la communauté internationale (comme la toxicité et ses implications pour l'environnement) et cite, avec leurs url, les rapports disponibles sur cette technologie. Le demander à : s.scholze@unesco.org ou le télécharger sur : <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951e.pdf>

Status of Coral Reefs in Tsunami-affected Countries :

2005 (voir page 9) – Sous la direction de Clive Wilkinson, David Souter et Jeremy Goldberg, publié par le Réseau mondial de surveillance des récifs coralliens parrainé par l'UNESCO COI, le PNUE, l'UICN, la Convention sur la diversité biologique, la Banque mondiale, l'Institut australien des sciences de la mer, la NOAA, etc. En anglais. ISSN : 1447-6185, 154 p. Pour le télécharger ou le commander : www.aims.gov.au

Girls and Science

A training module on motivating girls to embark on science and technology careers – Dirigé par Andrew Clegg. Produit par le secteur de l'éducation de l'UNESCO en collaboration avec le Bureau de l'UNESCO à Windhoek. En anglais, 129 p.
En six sections, des activités d'ateliers visant à sensibiliser les enseignants au problème des préjugés sexuels et à leur apprendre à les surmonter, en orientant les filles dans leurs choix de carrières, en supprimant la connotation des différences sexuelles dans la manière d'enseigner, de concevoir les programmes et d'évaluer les connaissances, en donnant aux méthodes d'enseignement une coloration qui rende la science et les mathématiques plus attrayantes pour les filles, en contrant les pressions exercées par la société sur celles qui choisissent les sciences, etc. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001453/145367e.pdf>

Groundwater in International Law

Stefano Burchi et Kerstin Mechlem pour le bureau juridique de la FAO. Publié conjointement par la FAO et l'UNESCO. ISBN : 92-5-105231-X, en anglais. 557 p. – Compilation d'instruments de droit international, contraignants ou non, sur les ressources en eau souterraine, transfrontalières ou nationales. Parmi les rares instruments qui concernent exclusivement les

eaux souterraines : un accord liant l'Égypte, la Libye, le Soudan et le Tchad (en 2000) ; le Programme pour la mise au point d'une stratégie régionale sur l'utilisation du système aquifère des grès nubiens ; ou encore celui qui engage l'Algérie, la Libye et la Tunisie pour l'élaboration d'un mécanisme consultatif sur le système aquifère du Sahara du NO (en 2002). Parmi les autres traités, on trouve les conventions mondiales, comme la Convention des Nations unies sur la lutte contre la désertification dans les pays souffrant de sécheresse ou de désertification, notamment en Afrique (de 1994), des traités multilatéraux sur des bassins fluviaux ou lacustres particuliers, ou des traités bilatéraux. Certains concernent des actes juridiques en cours de négociation. Pour en obtenir un exemplaire : a.aureli@unesco.org; r.stephan@unesco.org

A Situational Analysis of Education for Sustainable Development in the Asia-Pacific Region

Dir. de publ. : C. Haddad, D. Elias, S. Nakayama, L. Hargreaves. UNESCO Bangkok, financé par les Fonds de dépôt du Japon. ISBN : 92-9223-068-9. En anglais, 114 p.

Profil national et sous-régionaux. Décrit les activités régionales menées pendant la Décennie (2005-2014) par le programme de l'UNESCO en Asie et au Pacifique, le Centre culturel Asie-Pacifique pour l'UNESCO, le PNUE et l'ONU. Traite de l'éducation relative à l'environnement, de l'économie de l'environnement, de problèmes démographiques, d'urbanisation, d'application du savoir autochtone à l'amélioration de la prévention des catastrophes naturelles, et des politiques correspondantes. Pour en savoir plus : d.elias@unesco.org



Water Resources Systems Planning and Management An introduction to methods, models and applications

Daniel P. Loucks et Eelco van Beek, en collaboration avec Jery R. Stedinger, Jozef P.M. Dijkman et Monique T. Villars. *Studies and Reports in Hydrology series, Editions UNESCO/WL-Delft Hydraulics, ISBN : 92-3-103998-9, 50 €, en anglais, 680 p.* – Comment la façon de gérer un excédent, une pénurie d'eau ou une extrême pollution peut décider du rôle joué par cette ressource capitale dans la qualité de la vie humaine. L'ouvrage présente la science et l'art de la modélisation au service de la planification et de la gestion des ressources en eau ; il comporte des graphiques, des exemples, des études de cas et des exercices. S'adresse aux étudiants, enseignants, ingénieurs et planificateurs en ressources hydriques.