



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

Qui a besoin des maths
dans un moment pareil ?
p. 16

Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 2, n° 4

Octobre-décembre 2004

Planète SCIENCE

DANS CE NUMÉRO

PLEINS FEUX SUR

- 2 Un puits de carbone
qui sature ?

ACTUALITÉS

- 6 Projet ambitieux pour
l'eau en Irak
- 7 Plan stratégique en faveur
des universités afghanes
- 8 Deux ans pour un bilan de
l'agriculture mondiale
- 8 Des journalistes d'Asie formés
au reportage sur le VIH/sida
- 9 L'UNESCO et l'OMM ensemble
face aux inondations
- 10 Le CIPT fête ses 40 ans

INTERVIEW

- 11 Osman Benchikh explique
pourquoi l'ère des énergies
renouvelables a commencé

HORIZONS

- 13 S'assumer avec le solaire
- 16 Qui a besoin des maths dans
un moment pareil ?

EN BREF

- 20 Calendrier
- 20 Vient de paraître
- 20 Organes directeurs

ÉDITORIAL

À pluie acide, océan acide

L'*Homo industrialis* n'occupe la terre que depuis 200 ans mais il a, dans ce laps de temps, constamment accru sa consommation de charbon et de pétrole et produit des quantités considérables de béton. La moitié du carbone issu de cette activité frénétique s'est infiltrée dans les océans du globe.

Les océans sont devenus des puits, et même des puits très efficaces. Selon un article publié en juillet dernier dans *Science*, les océans ont absorbé 118 millions de tonnes de dioxyde de carbone (gaz carbonique, CO₂) dans l'atmosphère au cours des deux derniers siècles, soit environ le tiers de leur capacité à long terme. C'est ainsi que la concentration du CO₂ dans l'atmosphère n'a pu augmenter *que* de 36% pendant cette période. Si l'océan n'avait pas joué le rôle de puits, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère serait bien plus élevée de nos jours, et le réchauffement de la planète serait bien plus inquiétant. Nous avons une lourde dette envers l'océan.

Mais, et c'est la question que nous posons dans ce numéro, l'océan saura-t-il continuer à jouer les puits de carbone ? Un colloque organisé en mai dernier par la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO a estimé que l'humanité pourrait avoir à payer très cher ce service. Leur forte teneur en CO₂ rend les océans plus acides et on constate que cela commence à produire des effets négatifs sur la vie marine.

Du fait que la consommation des combustibles fossiles tend à augmenter plutôt qu'à reculer, la situation ne pourra qu'empirer pour les coraux, les mollusques ptéropodes, certaines espèces de plancton et peut-être même certains poissons, qui pourraient connaître des problèmes de reproduction ou d'asphyxie, par exemple, au fur et à mesure que l'acidité de l'océan augmente. Cela serait catastrophique pour les industries de la pêche et du tourisme du monde entier.

En outre, avec la saturation progressive des eaux de surface en carbone, l'océan pourrait réduire sa capacité à servir de puits. S'il absorbait moins de carbone, c'est l'atmosphère qui en retiendrait davantage, ce qui accélérerait le réchauffement de la planète.

Jusqu'ici, les expériences ont surtout été menées en laboratoire, si bien que nous ne pouvons prévoir à coup sûr, à l'heure actuelle, comment réagira la chaîne alimentaire marine. Mais il nous faut chercher à le savoir. Et rapidement. D'où la décision prise en mai par les spécialistes réunis à l'UNESCO de fixer des délais précis pour étudier *ex situ*, et surtout longuement *in situ*, les effets d'un habitat acidifié sur la vie marine.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Un puits de carbone qui sature ?

Les océans nous rendent un service inestimable en absorbant la moitié du dioxyde de carbone (CO₂) libéré par la combustion des matières fossiles, ce qui atténue l'impact de ce gaz à effet de serre sur le climat. Un colloque réuni en mai¹, à l'UNESCO, a toutefois conclu que nous pourrions bientôt payer cher la facture de ce service.

Lorsqu'en mai dernier, plus de 100 éminents spécialistes mondiaux du carbone océanique, appartenant aux divers domaines de la biologie et de la chimie marines, ont additionné les connaissances scientifiques les plus sérieuses dont ils disposent, les résultats se sont avérés alarmants. Ces travaux de recherche suggèrent que l'élévation du taux d'acidité de l'océan pourrait être très nocive pour les coraux et autres organismes fixant le calcium comme les crustacés et certaines espèces de phytoplancton. Cela perturberait les chaînes trophiques marines, au point peut-être d'entraîner l'effondrement des industries de la pêche et du tourisme dans de nombreuses régions du monde. Cela pourrait également modifier la capacité de l'océan à absorber le CO₂ des combustibles fossiles selon des modalités que l'on ne peut pas encore prévoir exactement.

Les participants ont donc décidé de fixer un ordre de priorité pour les recherches visant à élucider les conséquences éventuelles sur les écosystèmes marins d'une acidification de l'océan et à savoir si l'on pouvait sans danger envisager des stratégies de géo-ingénierie destinées à réduire l'impact du CO₂ sur le climat, en stockant son excédent dans les profondeurs de l'océan.

Comment fut établi le lien entre carbone et climat

Au milieu du 19^{ème} siècle, les cercles scientifiques se passionnèrent pour l'hypothèse nouvelle des ères glaciaires, selon laquelle, il y a des dizaines de milliers d'années, la majeure partie des continents de l'hémisphère nord avait été recouverte d'épaisses couches de glace. En cherchant à savoir comment le climat de la planète avait pu changer si radicalement, les scientifiques ont découvert que certains gaz de l'atmosphère terrestre piègent la chaleur du soleil. On a calculé que l'on pourrait reproduire les conditions qui prévalaient pendant les périodes glaciaires si l'on divisait par deux la teneur de l'atmosphère en CO₂. Mais quels processus naturels avaient bien pu provoquer des changements aussi spectaculaires dans la teneur en CO₂ ?

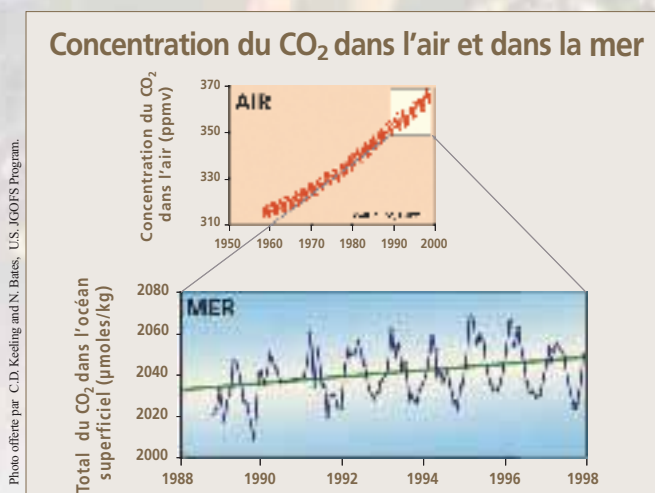
Cette question devait donner le coup d'envoi à des recherches parmi les plus stimulantes – et durables – en sciences de la terre, portant sur le cycle global du carbone.

Au début de la révolution industrielle, au milieu du 18^{ème} siècle, les activités humaines comme la combustion de matières fossiles ont commencé à ajouter du CO₂ dans l'atmosphère mais dans une faible mesure, eu égard à la grande quantité de CO₂ normalement présente dans l'atmosphère. On n'a donc pas pris au sérieux les premières inquiétudes sur cette accumulation à long terme car, en ce temps-là, la plupart des scientifiques croyaient que l'océan absorberait normalement 90 % du CO₂ d'origine industrielle émis dans l'atmosphère.

Vers la fin des années 1950, les géochimistes Roger Revelle (fondateur de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO, la COI) et Hans Suess ont tiré le signal d'alarme. D'après leurs calculs, l'absorption du CO₂ par l'océan était bien plus lente qu'on ne l'avait cru, les océans ne pouvant absorber que 50 % du CO₂ émis chaque année par la combustion des matières fossiles. Le reste, avertissaient-ils, allait s'accumuler dans l'atmosphère et accroître la capacité de celle-ci à piéger la chaleur, ce qui produirait un « effet de serre ». En 1958, Charles David Keeling commença à effectuer les premières mesures de grande précision du CO₂ atmosphérique à l'observatoire de Mauna Loa, à Hawaï (É.-U) ; il devait bientôt livrer au monde la preuve de l'augmentation régulière de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. Vingt-cinq ans plus tard, commençaient à leur tour les mesures du CO₂ océanique à la Station de séries chronologiques de l'Atlantique, aux Bermudes, qui corroboraient la pénétration lente du CO₂ excédentaire sous la surface des océans.

L'énigme du puits de carbone manquant

Du CO₂ émis mondialement à partir des combustibles fossiles, seule une moitié s'est accumulée dans l'atmosphère. Les recherches sur ce qui est advenu de l'autre moitié ont



Augmentation de la concentration du CO₂ dans l'air et dans la mer. Pour ce qui est de la mer, chaque creux de la courbe s'explique par la variation saisonnière

1. L'océan dans un monde à forte concentration en CO₂. Colloque scientifique international co-parrainé par le Comité scientifique de la recherche océanique (SCOR) et la COI de l'UNESCO

inspiré des travaux échelonnés sur plusieurs dizaines d'années, quant à ce « puits de carbone manquant ». Les deux possibilités en étaient la biosphère terrestre (par le biais de la photosynthèse) et l'océan. L'océan, la plus grande réserve naturelle de carbone, entretient avec l'atmosphère une interaction dynamique sur plus de 70 % de la surface de la planète. Pour calculer la quantité de CO₂ absorbée par l'océan, il n'existe qu'une méthode : la mesurer directement à l'échelle mondiale. De 1990 à 1998, un programme plurinational intitulé Expérience sur la circulation océanique mondiale/Étude conjointe des flux océaniques mondiaux a capitalisé les données de près de 10 000 stations provenant de 95 expéditions distinctes menées dans tous les océans, et a dressé un premier relevé mondial de la répartition du carbone dans l'océan.

Les résultats de ce relevé viennent d'aider à percer le mystère du puits de carbone manquant : les données montrent que les océans ont absorbé environ 118 milliards de tonnes du CO₂ émis depuis 1800, soit environ 48 % de la totalité ; actuellement 20 à 25 millions de tonnes de CO₂ s'introduisent tous les jours dans les océans, d'après l'étude publiée dans le numéro de juillet de *Science*². N'était le puits océanique, le CO₂ atmosphérique serait bien plus abondant et ses effets sur le climat bien plus marqués³. Mais les scientifiques sont dès lors confrontés à une

Les océans ont absorbé environ 118 milliards de tonnes du CO₂ émis depuis 1800 ; actuellement, quelque 20 à 25 millions de tonnes de CO₂ s'ajoutent chaque jour dans les océans

nouvelle question : les océans vont-ils continuer à absorber près de la moitié du CO₂ émis dans l'atmosphère – même dans le cas d'un réchauffement du climat, qui modifierait les schémas de mélange des eaux océaniques ? Une deuxième étude mondiale et plusieurs programmes internationaux de recherche ont donc été lancés en 2003 pour tenter de répondre à ces questions.

Un océan acide ?

Une autre question, peut-être plus pressante, se pose : comment ces teneurs plus élevées de CO₂ océanique vont-elles affecter les écosystèmes marins ? On s'inquiète beaucoup, de nos jours, du coût écologique que pourrait comporter ce service fourni par les océans, à savoir, leur acidification.

En se dissolvant dans l'eau, le CO₂ réduit le pH de l'eau et la rend plus acide. Depuis le début de la révolution

industrielle, le pH a baissé, au plan mondial, de 0,12 unités⁴ de pH. Si ce taux n'est pas vraiment alarmant, la rapidité de son changement et sa tendance continue à la baisse sont inquiétants. À notre connaissance, les océans n'ont jamais subi une acidification aussi rapide. D'ici à la fin du siècle, si la concentration du CO₂ atmosphérique continue à croître de façon exponentielle, nous devons nous attendre à constater une multiplication par trois du pH et par 100 de sa vitesse d'augmentation par rapport aux périodes de transition entre les ères glaciaires et interglaciaires. Il est probable que la planète n'a pas connu de si grandes modifications du pH océanique depuis 21 millions d'années.

D'ici à la fin du siècle, nous pourrions constater une multiplication par trois du pH et par 100 de sa vitesse d'augmentation par rapport aux périodes de transition entre les ères glaciaires et interglaciaires

Menace sur les écosystèmes marins

Les coraux, le plancton calcifié, les moules, escargots, oursins et autres organismes marins utilisent le carbonate de calcium (CaCO₃) de l'eau de mer pour construire leurs coquilles ou leurs squelettes. Lorsque le pH diminue, par exemple quand l'eau est plus acide, les organismes ont plus de difficulté à sécréter du CaCO₃ pour élaborer la substance de leur squelette. C'est ce qui inquiète les océanographes : du fait que les océans n'ont jamais connu une acidification aussi rapide, on ne sait pas comment la chimie de l'océan va se comporter ou comment les écosystèmes vont s'adapter.

La pénétration du CO₂ dans l'océan s'effectue très lentement mais, en laboratoire ou dans les expériences de terrain, les scientifiques peuvent accélérer le processus afin d'étudier les effets que l'augmentation du CO₂ pourrait avoir sur les écosystèmes marins dans les décennies à venir. Ils peuvent, par exemple, installer des enclos flottants (mésocosmes) dans l'océan qui baignent des populations naturelles de phytoplancton, et faire varier la concentration du CO₂ dans l'air qui surplombe l'enclos, pour étudier les effets des divers taux de CO₂ sur l'écosystème. La durée de vie du phytoplancton étant de l'ordre d'une semaine, les scientifiques peuvent en peu de temps observer ces effets sur plusieurs générations.

Les expériences menées jusqu'ici en laboratoire et sur le mésocosme ont montré que presque tous les organismes qui fixent le calcium ont manifesté une baisse de la calcification dans des milieux acidifiés. Cela se vérifie aussi bien chez les minuscules organismes unicellulaires que chez les coraux constructeurs de récifs. Dans ces conditions, le phytoplancton calcifié, qui fait partie des premiers maillons de la chaîne alimentaire marine, édifiera des squelettes plus minces, ce qui mettra en péril leur croissance et leur reproduction, pourrait avoir de profondes



Dans ce fjord de Norvège, les expériences effectuées dans un enclos flottant (en mésocosme) montrent le comportement des écosystèmes marins dans un environnement devenu plus acide

2. Sabine et Coll. (2004) *The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂*, *Science*, **305**, 367–371
3. On dépense actuellement 40 à 60 \$ E.U. pour éviter l'émission de chaque tonne de CO₂ (Programme de recherche et de développement sur les gaz à effet de serre de l'Agence internationale de l'énergie atomique). En absorbant 118 milliards de tonnes de combustibles fossiles depuis le début de l'ère industrielle, l'océan a rendu à l'écosystème naturel un service de l'ordre de 6 milliards de \$ E.U.
4. Plus le pH est bas, plus la solution est acide. L'eau de mer naturelle varie entre 7,7 et 8,2 unités de pH

incidences sur la chaîne alimentaire marine et enfin provoquer de brusques changements de l'importance numérique des populations ou de leur localisation géographique.

Les récifs coraliens sont doublement exposés aux dangers de l'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère. En premier lieu, celle-ci peut être due à un réchauffement de la planète, qui entraînera un réchauffement de l'eau. Les coraux sont très sensibles aux changements de température. Une élévation de 1 à 2°C de la température locale au-delà de leur maximum estival normal peut provoquer un phénomène dit de décoloration, car les coraux expulsent alors leurs algues symbiotiques (algues qui vivent en symbiose avec le corail et lui sont indispensables), en laissant translucides les tissus coralliens. En 1998, un seul épisode de décoloration a causé la perte de près de 20 % du corail vivant du monde. Le corail peut se rétablir après de tels épisodes, mais, lorsqu'ils se répètent, l'écosystème a tendance à s'affaiblir, à devenir plus sujet à la maladie, ce qui porte atteinte à la biodiversité. Le second danger qui guette les coraux, c'est l'augmentation de l'acidité de l'eau due à l'élévation de la concentration du CO₂. Le ralentissement de la calcification affecte la capacité du récif à développer son squelette carbonaté, ce qui ralentit la croissance du récif, fragilise son support structurel et l'expose davantage à l'érosion. On estime que vers le milieu de ce siècle le ralentissement de la calcification pourrait aboutir à nous faire perdre par érosion une superficie de récifs plus grande que celle qui pourra être reconstruite par la nouvelle calcification.

Parmi les espèces supérieures de la vie marine, certaines, comme les invertébrés et même certains poissons, peuvent être affectées par une baisse du pH dans leur environnement

qui provoque une acidose (accroissement de l'acide carbonique dans les fluides corporels) entraînant une perte de résistance, une chute du métabolisme, une dépression du comportement affectant l'activité physique et la reproduction et enfin l'asphyxie.

Si ces projections sur l'avenir de nos océans paraissent apocalyptiques, nous n'assisterons cependant pas à des changements aussi spectaculaires et rapides, mais plutôt à des modifications lentes et progressives des conditions d'équilibre dans la vie des écosystèmes marins, échelonnées sur plusieurs dizaines d'années. Les scientifiques ont fixé une série de priorités pour des recherches de caractère urgent.

Ils vérifieront également si les changements prévisibles des écosystèmes se produisent effectivement.

Esquiver l'impact

De nombreux scientifiques estiment qu'en stabilisant la concentration atmosphérique aux alentours de 550 parties par million (ppm), on pourrait éviter ses effets les plus nuisibles sur le climat. Actuellement, sa concentration se situe à ~ 380 ppm, et, si aucun dispositif de prévention n'est adopté, elle devrait atteindre les 550 ppm vers le milieu du siècle. Stabiliser la concentration à

550 ppm constituera un défi mondial d'une dimension sans aucun équivalent. À en croire le Groupe intergouvernemental sur l'évolution climatique (Giec), qui fait autorité en matière d'évaluation scientifique, ce résultat ne pourrait sans doute pas être atteint par une simple réduction des émissions, mais plutôt par une savante combinaison de dispositions, au nombre desquelles figureraient des investissements dans la mise au point de sources d'énergie bon marché, peu ou pas du tout gourmandes en carbone, une meilleure exploitation

de l'énergie et des possibilités nouvelles de gestion du carbone. Ces dernières comprennent le stockage du carbone dans la biosphère terrestre (plantation d'arbres, réduction du déboisement, par exemple), ou la captation du CO₂ émis par les installations industrielles pour le stocker dans des couches géologiques ou dans les profondeurs de l'océan. Le Giec s'efforce actuellement d'évaluer la faisabilité de ces options, leur efficacité et leur sécurité. Il invite à entreprendre de nouvelles recherches sur tous les points où les informations disponibles ne permettent pas encore de prendre des décisions politiques éclairées.

Les scientifiques participant au colloque de l'UNESCO étaient invités à se demander, au cas où on utiliserait l'océan pour y stocker volontairement du CO₂ atmosphérique, quelle serait l'efficacité de l'opération et quelles en seraient les

Les invertébrés et même certains poissons peuvent être affectés par une baisse du pH dans leur environnement, ce qui provoque une perte de résistance, une chute du métabolisme, une dépression du comportement affectant l'activité physique et la reproduction, et enfin l'asphyxie.

Comment le phytoplancton réagit-il à des niveaux élevés de CO₂ ?

Le monde d'aujourd'hui (pCO₂: 280-380 ppm)



Calcidiscus leptoporus

Photos au microscope électronique à balayage de deux espèces de phytoplancton calcifié dans les conditions actuelles de pCO₂ (pCO₂ entre 280 et 380 ppm) et dans les conditions de pCO₂ élevé prévues pour la fin du siècle. Les résultats expérimentaux indiquent que l'augmentation du CO₂ provoque des malformations aux coquilles de carbonate de calcium.

Le monde avec CO₂ élevé (pCO₂: 580-720 ppm)



Gephyrocapsa oceanica



Photos offertes par le Professeur Ulf Riebesell, Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, IFM-GEOMAR. Adaptées et réimprimées avec la permission de Nature (www.nature.com). Riebesell et al. (2000). Reduced calcification of marine phytoplankton in response to increased atmospheric CO₂. Nature 407, 364-367.



L'augmentation du CO₂ et l'élévation de la température peuvent faire rapidement passer les récifs coralliens de l'état d'écosystèmes sains à celui de quasi-cimetières de corail décoloré et pourrissant

incidences écologiques. Ces dix dernières années, beaucoup d'études ont été menées sur le sujet mais elles n'ont pas discuté ou évalué l'efficacité potentielle et les risques de la séquestration du carbone dans l'océan. Qui plus est, la science s'est trouvée elle-même prise au piège d'une lutte acharnée entre des associations d'écologistes et des entrepreneurs désireux d'obtenir des indemnités financières pour la séquestration de carbone dans l'océan. Les scientifiques exaspérés ont demandé à la COI de fournir un abri sécurisé qui permette de soustraire les discussions scientifiques à l'influence des intérêts extérieurs.

Stratégies de stockage et recherches à effectuer

Le débat porte sur deux méthodes d'utilisation de l'océan pour y stocker l'excédent de CO₂. L'une des stratégies consiste à organiser et à intensifier la croissance, à la surface de la mer, de plantes qui fixent le carbone. Lorsque ces organismes meurent, ils sombrent dans les profondeurs entraînant le carbone avec eux. Dans de nombreuses régions de l'océan, ce qui limite la croissance du phytoplancton, c'est le manque d'un oligo-élément essentiel, le fer. Ces dix dernières années, huit expériences effectuées à petite échelle ont prouvé que l'introduction de fer dans des régions qui en manquent peut stimuler un développement du phytoplancton dépassant de 20 à 30 fois le rythme naturel.

Les participants au colloque estiment que les expériences d'enrichissement en fer ont été et continueront à être utiles pour l'étude des rapports existant entre les écosystèmes marins et le cycle global du carbone. Cependant, toutes les recherches effectuées concluent que l'enrichissement en fer serait une méthode très inefficace pour séquestrer le CO₂ atmosphérique, en raison, à la fois, de la faible quantité de carbone qui pourrait être piégé par cette méthode, et du fait que, à supposer que la carence en fer soit éliminée, il est probable que la carence en d'autres nutriments ou bien des facteurs environnementaux viendraient freiner la croissance.

L'autre méthode pour séquestrer le CO₂ produit par les installations industrielles consiste à le liquéfier par compression et à le stocker dans des cavités naturelles isolées de l'atmosphère, telles que des couches géologiques profondes ou le fond de l'océan. De nombreuses questions restent posées quant à l'efficacité et les conséquences de l'injection de CO₂ liquéfié dans les profondeurs océaniques, car les données expérimentales sont extrêmement réduites. L'efficacité de la méthode dépendrait de la localisation et de la profondeur de l'injection, puisque l'on veut maintenir aussi longtemps que

possible le CO₂ injecté hors de contact avec l'atmosphère, tout en limitant, dans la mesure du possible, les dégâts éventuels pour l'environnement autour du point d'injection. Reproduire en laboratoire la température, la pression et les communautés biologiques des profondeurs océaniques est extrêmement difficile. Y effectuer des expériences à petite échelle *in situ* n'est pas simple non plus, car cela exige des véhicules sous-marins téléguidés ou des instruments spéciaux qui doivent être descendus à de grandes profondeurs à partir de navires de recherche.

Il faut signaler que plusieurs tentatives d'expériences *in situ* ont été contrecarrées par des associations d'écologistes craignant qu'elles n'ouvrent la voie à des décharges de dimensions industrielles. La question a suscité de vives discussions à l'intérieur même de la communauté scientifique, dont une bonne partie s'oppose fermement à la séquestration du carbone dans l'océan et va jusqu'à suggérer que la communauté abandonne les recherches sur le sujet.

Malheureusement, l'immense capacité naturelle de l'océan à stocker le CO₂ continuera à intéresser les milieux d'affaires, et certaines entreprises seraient tentées de promouvoir cette technique sans se soucier des incidences possibles sur l'environnement. Les participants au colloque estiment qu'en dépit de la vive opposition d'inspiration éthique, les recherches sur la faisabilité technique et économique de la mise en œuvre de cette stratégie palliative ne sont pas prêts de s'arrêter. La communauté scientifique internationale doit se tenir prête à répondre avec précision et sans *a priori* aux questions portant sur les incidences éventuelles pour l'environnement et sur l'efficacité à long terme ou les avantages de cette technique, compte tenu des autres solutions et de la nécessité vitale de stabiliser le CO₂ atmosphérique à un niveau de concentration mettant la vie humaine et son bien-être à l'abri des plus importants de ses effets nocifs.

Rester vigilant

La Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques a pour objectif ultime « de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique ». Si l'on a abondamment discuté des termes « perturbation anthropique dangereuse du climat », on ne l'a pas fait pour les taux acceptables de CO₂ océanique, si bien qu'il n'existe pas de normes pour juger quels taux de CO₂ devraient être considérés comme tolérables pour la vie marine ou encore comment les stratégies proposées pour la gestion du carbone pourraient, soit réduire, soit exacerber les effets nocifs sur la chimie et la biologie océaniques.

La COI continuera à tenir à jour son Dossier de surveillance sur la science de la séquestration du carbone océanique et à réunir la communauté scientifique intergouvernementale afin qu'elle élabore une base d'information scientifique objective orientée vers la prise de positions politiques à l'intention des scientifiques, des décideurs et du grand public.

Maria Hood⁵

Rapport du symposium et Dossier de surveillance de la COI à lire sur <http://ioc.unesco.org/iocweb/co2panel/>

5. Spécialiste du programme UNESCO-COI

Projet ambitieux pour l'eau en Irak

L'UNESCO prévoit de lancer en octobre, un projet d'une durée de 15 mois, qui jettera les bases d'un Plan directeur national pour les ressources en eau de l'Irak. Quelque 3,3 millions \$ É.-U. ont été alloués à ce projet qui répond à la demande expresse du ministère irakien des ressources en eau.

L'une des principales priorités du nouveau gouvernement irakien consiste à remettre en état les services de planification des ressources en eau. Le gouvernement estime que la sécurité de l'approvisionnement en eau est la condition *sine qua non* de la sécurité alimentaire et sanitaire, de la viabilité environnementale, de la reconstruction et du développement socio-économique. Toutefois, la situation politique a privé le pays du personnel qualifié et des capacités techniques et institutionnelles qui lui permettraient d'atteindre cet objectif.

C'est pourquoi le projet comprend un volet de formation technique en gestion intégrée des ressources en eau. Les cours seront dispensés à Amman et au Caire, en coopération avec la Chaire UNESCO-EOLSS d'hydrologie des oueds, l'Université de Jordanie, et l'Institut de recherche sur les eaux souterraines du Caire. Le projet vise aussi la formation à la formulation, la mise en œuvre et au suivi de projets relatifs à l'eau, s'adressant à de hauts fonctionnaires et des experts de haut niveau ou de niveau intermédiaire. Il prévoit également, en coopération avec les institutions d'enseignement supérieur irakiennes, de réhabiliter le centre de formation et de recherche au sein du ministère des ressources en eau. Des projets pilotes et des travaux de recherche axés sur les problèmes qu'affronte le pays dans le domaine de l'eau seront également mis en place pour permettre aux hydrologues irakiens d'appliquer à l'évaluation des problèmes du pays leurs compétences fraîchement acquises. Les experts irakiens élaboreront ensuite des projets de suivi, fondés sur leurs observations.

L'Irak s'étend sur 437 072 km², dont 4910 km² sont recouverts d'eau. L'Irak, par rapport à Israël, la Jordanie et les Etats du Golfe, dispose d'abondantes ressources en eau : selon le *Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources*

en eau (2003), la totalité du volume hydrique renouvelable atteint 3287 m³/an/habitant. La présence d'eaux souterraines de bonne qualité a été relevée au pied des montagnes, au nord-est du pays et le long de la rive droite de l'Euphrate.

Les ressources en eau ne sont pas réparties uniformément sur l'ensemble du pays. On estime à 154 mm la moyenne annuelle des précipitations, avec des variations allant de moins de 100 mm dans le sud, à 1200 mm dans le nord-est. L'Irak ne compte qu'un bassin fluvial, formé de la confluence de l'Euphrate et du Tigre, le Chatt al-Arab, se jetant dans le golfe Persique. Pas moins de 90% des lacs et des marécages de la partie inférieure du Tigre et de l'Euphrate ont été perdus au cours des trois dernières décennies.

L'« Avenir de l'environnement mondial » révélait en 2000 que les eaux souterraines de l'Irak se tarissaient à vue d'œil en raison de l'insuffisance de la réalimentation naturelle des nappes phréatiques au regard des volumes d'eau utilisés. Les systèmes traditionnels de roues (*Afalaj*), qui exploitent les aquifères en recourant à des canalisations souterraines alimentées par gravité, en ont donc beaucoup pâti.

A l'aune de l'alimentation et de la santé, l'Irak accuse un recul. Entre 1990 et 1992, 1,2 millions d'Irakiens souffraient de sous-alimentation. En 1999, ce chiffre avait doublé. Dans les années à venir, l'Irak devra nourrir une population en pleine croissance : quelque 41% de la population irakienne (24 millions d'habitants) a moins de 14 ans et la croissance démographique y est de 2,86% par an.

L'agriculture irriguée, en Irak, utilisant le Tigre et l'Euphrate, a une longue histoire qui remonte à la civilisation de la grande Mésopotamie. A présent, environ 11,5 millions ha des terres sont cultivables. Cela dit, la FAO estime qu'en 1998, seuls 5,5 millions d'ha étaient cultivés, partiellement en raison de la salinité des sols et des pratiques de jachère. Au moins 64% des terres cultivées étaient irriguées. Bien que la majorité de la population soit actuellement rationnée, le potentiel du secteur agricole irakien pour soutenir la croissance économique et la création d'emplois est considérable.

L'évaluation mondiale des conditions d'alimentation en eau et de l'assainissement, menée conjointement en 2000 par l'OMS et l'UNICEF, révèle qu'en 1995, les zones urbaines étaient approvisionnées à 96% en eau potable, contre 48% pour les zones rurales, tandis que 93% des populations urbaines et 31% des populations rurales bénéficiaient de structures d'assainissement. Toutefois, la Croix-Rouge et le Croissant-Rouge internationaux, ainsi que le Fonds de secours chrétien, ont pu constater que la guerre de 2003 a sérieusement affecté ces équipements, ce qui pourrait déclencher une misère endémique.

Un second objectif du projet UNESCO est de favoriser le dialogue sur la gestion partagée du Tigre et de l'Euphrate – qui prennent leur source en Turquie – entre l'Irak et les autres Etats riverains : Iran, Syrie et Turquie. L'Irak et la Turquie ont établi, en 1980, un comité technique conjoint pour examiner les problèmes de gestion des eaux, dont la dernière réunion remonte à 1992. Des tensions ont surgi dans la région depuis que la Turquie s'est lancée, en 1977, dans la construction de 22 barrages et de 19 centrales hydro-électriques, dans le cadre de son projet en Anatolie du Sud-est.

L'UNESCO familiarisera les experts irakiens aux normes internationales en vigueur dans le domaine des eaux partagées, tout en incitant les quatre Etats riverains à échanger des



© UNESCO/ Roger

Riziculture à Kufa, au centre de l'Irak. L'irrigation représente 52% de l'ensemble des eaux renouvelables utilisées en Irak

informations et des données relatives à l'eau, ainsi que sur les projets, en cours et prévus, dans le domaine des fleuves partagés. Forts de ces connaissances, et de l'évaluation des besoins en eau de chacun d'eux, ces quatre pays riverains devraient être suffisamment armés pour négocier un cadre régional garantissant une utilisation équitable des fleuves.

Le projet de l'UNESCO entre dans le cadre du Plan stratégique de la Mission d'assistance des Nations Unies pour l'Irak. Il est financé par le Fonds d'affectation spéciale du Groupe des Nations Unies pour le développement de l'Irak qui, avec le Fonds d'affectation spéciale de la Banque mondiale pour l'Irak, constitue le Mécanisme des fonds internationaux pour la reconstruction de l'Irak, mis en place, en octobre 2003, lors de la Conférence internationale des bailleurs de fonds pour l'Irak (Madrid). Lors de cette conférence, dont l'objet était d'aider les donateurs à canaliser les financements et à coordonner l'aide, ces derniers ont pris des engagements à hauteur de 32 milliards \$ É.-U., sur une période de quatre ans.

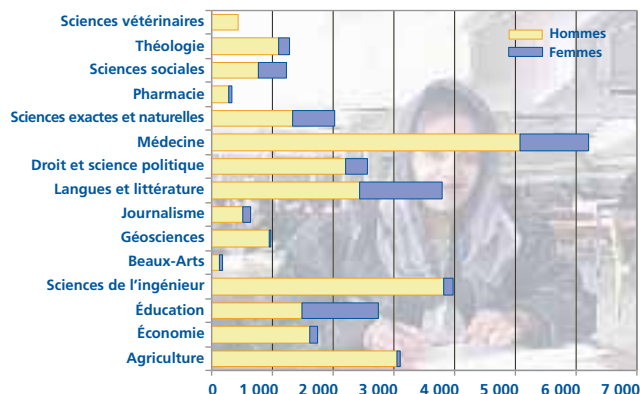
Pour en savoir plus, s'adresser à : weshyyah11@yahoo.com (en Egypte) ; ou r.fukuhara@unesco.org.jo (en Jordanie)

Plan stratégique en faveur des universités afghanes

Le 5 juillet, le Directeur général de l'UNESCO a rendu public un plan stratégique pour le développement de l'enseignement supérieur en Afghanistan. Préparé par une équipe d'experts du ministère afghan de l'éducation et de l'Institut international de l'UNESCO pour la planification de l'éducation (IPE), ce plan de 146 pages couvre tout un éventail de réformes, depuis la redéfinition des structures universitaires, les questions de gouvernance, le recrutement et le maintien du personnel et des étudiants, jusqu'aux liens entre recherche et enseignement, la gestion, le financement, et même l'approvisionnement en équipements et livres et l'octroi de terrains.

Le rapport relève l'absence « d'équité géographique » : plusieurs, parmi les 17 institutions d'enseignement supérieur du pays, sont situées dans des villes voisines, voire dans la même ville, le reste étant éparpillé à travers le pays. Pour maximiser les ressources et éviter l'exode des cerveaux, le rapport propose une politique de consolidation

Etudiants afghans en 2003 par sexe et par discipline



Source : Ministère afghan de l'éducation/ IPE (2004) Plan d'action stratégique pour le développement de l'enseignement supérieur en Afghanistan

selon laquelle les universités régionales de Balkh, Herat, Kandahar, Khost et Nangahar seraient renforcées et encouragées à se spécialiser. La création de nouvelles institutions serait envisagée dans le sud, mal desservi, qui ne rassemble que 1,5% des étudiants afghans.

Les institutions ont atteint des stades très différents de développement : l'Université de Kaboul compte, par exemple, 14 facultés, celle de Kandahar seulement trois. En toute logique, la rareté de certaines facultés dans des régions se traduit par une faiblesse de la scolarisation dans certaines disciplines. Ainsi, sur les 31 200 étudiants que comptait le pays en 2003, seuls 329 étaient inscrits en pharmacie (1 faculté), 430 en sciences vétérinaires (2 écoles), et seulement 72 en informatique (aucune faculté spécialisée). La médecine comptait le plus grand pourcentage d'étudiants (près de 20%), devant les sciences de l'ingénieur, les langues, la littérature et l'agriculture.

Le rapport préconise d'établir un système national de qualifications et de crédits, assorti d'un système de points pour permettre le transfert des étudiants d'une université à l'autre et appelle à la mise en place d'un réseau électronique pour faciliter les activités universitaires : programmes de recherche en coopération, ou liaison entre les bibliothèques. Il recommande aussi des mesures pour favoriser l'accès des femmes à l'enseignement supérieur, par exemple en leur accordant la priorité pour s'inscrire dans des institutions proches de leur domicile, ou en leur réservant des dortoirs



Institution de renom à l'ère soviétique, l'Institut polytechnique de Kaboul se trouvait, en août 2002, dans un état de grand délabrement, avec des débris jonchant le sol des couloirs. Un an après, 1 625 hommes et 51 femmes étaient inscrits dans l'une des trois facultés (travaux publics, géologie et mines, et électromécanique) de l'Institut. Les quatre institutions d'enseignement supérieur à Kaboul réunissent à elles seules la moitié des étudiants que compte le pays. Le Plan d'action stratégique suggère que l'Institut polytechnique de Kaboul soit converti en Institut technologique préparant à des diplômes de tous niveaux, et que l'Université de Kaboul, qui abrite des facultés d'agriculture, de sciences de l'ingénieur, de géologie, de sciences naturelles, de pharmacie et de sciences vétérinaires, mais pas de faculté de médecine, fusionne avec l'Institut de médecine de Kaboul

surveillés sur le campus et en y construisant des jardins d'enfants. En 2003, sur cinq étudiants, il y avait moins d'une étudiante, tandis que dans deux universités – Khandahar et Khost –, il n'y en avait aucune.

L'équipe signale deux problèmes majeurs en matière de recherche. Tout d'abord, les universités afghanes n'en font que très peu. En second lieu, le régime soviétique avait instauré une division très nette entre la recherche, menée par l'Académie, et l'enseignement, à la charge de l'université. Aujourd'hui, la moitié des postes de recherche disponibles à l'Académie des sciences sont vacants et, sur 180 universitaires, seuls 10% sont titulaires d'un doctorat, et 40% d'une maîtrise.

Le rapport recommande donc un échange standard incitant les universités à concilier enseignement et recherche, et les chercheurs de l'Académie des sciences à participer à l'enseignement universitaire.

La création d'une Fondation afghane de recherche contribuerait à renforcer les capacités en recherche, tout en établissant des priorités ; les professeurs d'université, tout comme les membres de l'Académie, seraient habilités à lui demander des crédits de recherche. Des groupes de travail organisés par discipline, constitués d'enseignants universitaires et de chercheurs de l'Académie des sciences, se chargeraient de réfléchir aux aspects que pourrait revêtir leur collaboration, et d'en poser les bases.

Lire le rapport : www.unesco.org/iiep/fre/indexfr.htm.

Deux ans pour un bilan de l'agriculture mondiale

Une évaluation ambitieuse du rôle que la S&T appliquée à l'agriculture joue dans le développement a été lancée le 3 septembre au siège du PNUE, à Nairobi. Si la science en a été l'élément moteur, l'exercice a comme objectif ultime d'informer les pouvoirs publics sur l'avenir du secteur agricole. Co-parrainée par la FAO, le PNUD, le PNUE, l'UNESCO, la Banque mondiale et l'OMS, l'évaluation, financée à hauteur de 10,8 millions \$ É.-U., s'effectuera sur deux ans et demi.

Les six organisations participantes réaliseront une évaluation mondiale et cinq évaluations régionales : Amérique latine-Caraïbes ; Amérique du nord-Europe ; Afrique subsaharienne ; Asie centrale, Asie de l'ouest et Afrique du nord ; Asie de l'est et du sud et Pacifique.

L'évaluation portera sur la façon dont les connaissances agricoles et la S&T peuvent lutter contre la faim et la pauvreté, dans un monde où la faim chronique et la sous-alimentation sont le lot de plus de 840 millions de personnes. Elle portera également sur la manière dont la S&T, appliquée à l'agriculture, contribue à un développement équitable et durable sur les plans socio-économique et environnemental.

Plusieurs centaines de chercheurs en sciences naturelles et sociales appliquées à l'agriculture participeront à la conception et à la mise en œuvre des diverses évaluations. Ce travail d'experts se verra complété par des analyses historiques de l'agriculture et par des études prospectives

susceptibles d'aider à tirer les leçons du passé et à élaborer des scénarios plausibles pour les 25 à 50 prochaines années.

L'évaluation sera pilotée par un Bureau, composé de 30 représentants des gouvernements et de 30 partenaires des secteurs agricole et développement rural qui réunira les consommateurs, les gouvernements, les ONG, les entreprises, les producteurs, les scientifiques et les agences internationales afin que tous partagent points de vue et expériences.

L'évaluation, initiative intergouvernementale lancée à Nairobi par 45 gouvernements et 70 ONG et OIG, démarrera par la nomination d'experts par des gouvernements. Des réunions de théorisation seront organisées au cours des prochains mois et seront suivies d'une série de réunions techniques visant à recueillir et analyser des faits scientifiques.

Les diverses fonctions du Secrétariat seront réparties entre la Banque mondiale, le PNUE et l'UNESCO.

Pour en savoir plus : www.agassessment.org

Des journalistes d'Asie formés au reportage sur le VIH/sida

Selon des commentateurs, l'un des hauts faits de la Conférence mondiale sur le sida qui s'est tenue à Bangkok en juillet dernier a été d'inscrire l'Asie sur la carte mondiale du sida. Bien que, comparés à l'Afrique, les taux d'infection soient encore relativement peu élevés dans les pays d'Asie, la moindre hausse dans un pays où la densité de la population est élevée pourrait y propager le sida comme un feu de paille. Dans ces conditions, les médias asiatiques doivent accorder à ce virus une attention prioritaire : ils ont un rôle essentiel à jouer pour sensibiliser le public à cette pandémie. Toutefois, des journalistes de l'Asie du Sud-Est, qui participaient, du 6 au 14 juillet, à un séminaire de l'UNESCO, évoquaient les problèmes rencontrés dans leur pays : la stigmatisation des porteurs du VIH par la presse et le manque d'information.

Le séminaire de l'UNESCO, troisième d'une série co-organisée avec le Science & Development Network⁶ à l'Institut asiatique de technologie de Bangkok, portait sur



Participants au séminaire de Bangkok consacré au reportage sur le VIH/sida

6. www.scidev.net

Adultes porteurs du VIH/sida en Asie

| | Population totale 2002 (en millions) | Prévalence du VIH/sida parmi les adultes (%) * |
|-------------|---|---|
| Cambodge | 13,5 | 2,6 |
| Chine | 1 284,9 | 0,1 |
| Indonésie | 211,1 | 0,1 |
| Malaisie | 24,5 | 0,4 |
| Myanmar | 52,2 | 1,2 |
| Philippines | 79,5 | <0,1 |
| Thaïlande | 62,8 | 1,5 |
| Vietnam | 79,9 | 0,4 |

*Les estimations portent à la fois sur les adultes séropositifs et sur les cas avérés de sida, toujours en vie fin 2003

des thèmes tels que la recherche microbicide et les essais cliniques de vaccins. A la suite de cette formation de quatre jours, les 16 journalistes de presse écrite, de télévision et de radio provenant du Cambodge, de Chine, d'Indonésie, de Malaisie, du Myanmar, des Philippines et du Vietnam ont pu appliquer immédiatement leurs compétences nouvelles pour couvrir la Conférence sur le sida.

Selon les participants, les journalistes d'Asie se heurtent à un manque de formation spécifique. Selon l'un d'eux : « Peu de journalistes dans mon pays ont les compétences nécessaires pour réaliser un reportage scientifique ciblé, assimiler des données scientifiques et les présenter en langage courant. » Or, de bons reportages sur le traitement du VIH/sida, sa prévention et la recherche dans ce domaine sont un bon moyen de lutter contre les préjugés et les tabous.

Les participants au séminaire ont particulièrement apprécié d'être initiés aux sources informatiques de la recherche scientifique et des données sur le sida. « L'atelier a présenté des outils pratiques et des techniques précises de nature à améliorer instantanément la qualité du reportage scientifique sur le sida » a conclu l'un des stagiaires.

L'UNESCO organisera en 2005, en Afrique francophone, le prochain séminaire de la série. Les séminaires précédents étaient destinés à des femmes journalistes d'Afrique australe et orientale (avril 2003) à Kampala (Ouganda), et à des journalistes d'Asie du Sud (novembre 2003) à Chennai (Inde).

Stella Hughes⁷

Télécharger la mallette de formation multimédia contenant un module en libre accès, élaboré à l'issue de ces séminaires : www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/

L'UNESCO et l'OMM ensemble face aux inondations

Devant l'accroissement spectaculaire du nombre de personnes à la merci des inondations, estimées à 2 milliards d'ici à 2050, pour une population mondiale de 9 milliards, l'UNESCO et l'OMM ont décidé de regrouper leurs forces.

Leur nouvelle initiative internationale relative aux inondations, fruit de deux années de planification, vise à

7. Chef, Médias et société : s.hughes@unesco.org

juguler les dommages causés par les inondations. Pour ce faire, elle prônera une approche plus intégrée de leur gestion, associant les aspects scientifiques, éducatifs et opérationnels. Le volet social a également été pris en compte, que ce soit par une information du public en matière de réduction des risques, ou par l'assurance que les opérations de sauvegarde s'effectuent sans entrave.

Une équipe spéciale, composée de six spécialistes (trois de l'UNESCO et trois de l'OMM), a préparé en juillet un document conceptuel. L'initiative élaborera des outils de gestion des plaines inondables, et s'emploiera à établir des prévisions plus fiables, tout en s'efforçant d'améliorer la gestion des inondations en milieu urbain et la réaction des communautés. Puisque les plaines inondables sont en général particulièrement fertiles, les partenaires élaboreront également des stratégies pour une meilleure adaptation aux inondations, tout en maximisant les bénéfices que l'on peut en tirer.

Le document conceptuel propose cinq principes directeurs : le premier est « Vivre avec les inondations », car, s'il n'est pas possible d'éradiquer complètement les inondations, leurs effets négatifs peuvent toutefois être minimisés. Le second principe préconise l'interdisciplinarité, le troisième une approche communautaire selon laquelle les personnes et les collectivités directement visées par les inondations sont habilitées à y remédier, à la faveur de prises de décisions collectives. Le quatrième principe redonne toute son importance à la coopération internationale en matière de gestion efficace des inondations, plus particulièrement dans les bassins versants transfrontaliers. Enfin et surtout, tous les domaines du savoir scientifique, y compris les sciences sociales et économiques, seront mis à contribution à chaque étape du processus. Parmi les nouvelles technologies, l'initiative fera appel à celles de l'information et de la communication. Chaque activité comportera un volet pour la recherche, la formation, la mise en réseau pour une bonne gouvernance et le partage de l'information, et l'assistance technique.

D'où provient la vulnérabilité accrue à l'égard des inondations ? Déjà, la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes est en constante augmentation : de 6 dans les années 50, le nombre des inondations dévastatrices n'a cessé d'augmenter : 7 dans les années 60, 8 dans les années 70, 18 dans les années 80, et 26 dans les années 90. L'élévation du niveau de la mer, de son côté, favorise celle du niveau des fleuves. Les variations climatiques y contribuent également. En outre, dans les zones sujettes aux inondations, la puissance destructrice des inondations est accentuée par la déforestation et la croissance démographique.



Une maison à proximité de Prague (République Tchèque), après les inondations qui ont dévasté l'Europe centrale en août 2002

Lorsque, en mai dernier, des pluies diluviennes ont provoqué la rupture des berges de deux rivières longeant la frontière entre Haïti et la République dominicaine, le déboisement et l'implantation de populations dans les plaines inondables des rivières et autres zones de faible altitude ont aggravé la puissance destructrice des inondations qui ont coûté la vie à plus de 3 300 personnes.

On estime qu'un milliard de personnes, pour la plupart parmi les plus pauvres de la planète, vivent sur le trajet potentiel d'inondations susceptibles de survenir au cours des 100 prochaines années. Les inondations figurent parmi les plus destructrices des catastrophes liées à l'eau. Entre 1991 et 2000, plus de 665 000 personnes ont péri dans 2 557 catastrophes naturelles, dont 90 % liées à l'eau. De 1971 à 1995, les inondations ont touché plus de 1,5 milliard de personnes. Parmi celles-ci, plus de 81 millions se sont retrouvées sans abri. L'Asie est la plus menacée, avec des inondations qui, entre 1987 et 1997, ont coûté la vie à quelque 228 000 personnes et entraîné des dégâts matériels d'une valeur de 136 milliards \$ É.-U.

L'idée d'un programme conjoint UNESCO/OMM relatif aux inondations a été suggérée pour la première fois en juin 2002 par le Conseil intergouvernemental du Programme hydrologique international (PHI). Le Conseil avait recommandé l'établissement d'un comité intergouvernemental conjoint pour piloter le programme. Cette proposition avait été accueillie favorablement par l'OMM, qui a créé, avec l'UNESCO, cette équipe spéciale en avril dernier.

Le nouvel Institut de l'environnement et de la sécurité humaine de l'Université des Nations Unies et l'Association internationale des sciences hydrologiques ont aidé l'équipe spéciale à rédiger le document conceptuel. La Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies est invitée à coopérer à cette initiative que des membres de la communauté scientifique, de la société civile, du secteur privé et des assurances se chargeront de faire connaître.

En septembre, le Conseil du PHI, réuni à Paris, a approuvé ce document conceptuel. La Commission d'hydrologie de l'OMM devrait en faire autant en octobre, à Genève. L'initiative sera alors annoncée à la communauté technique à Londres, en décembre, dans l'Ontario (Canada), lors d'un colloque international sur l'eau et les catastrophes, avant d'être officiellement lancée lors de la Conférence mondiale des Nations Unies sur la prévention des catastrophes qui se tiendra à Kobe (Japon), en janvier 2005.

L'Institut de recherche en travaux publics à Tsukuba (Japon) s'est proposé d'accueillir le secrétariat chargé du fonctionnement de cette initiative.

Pour en savoir plus : d.rutashoby@unesco.org

Le CIPT fête ses 40 ans

Le Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) fête ses 40 ans : les 4 et 5 octobre, une conférence de deux jours réunissant les communications de quelques-uns des plus éminents scientifiques de l'arène internationale, parmi lesquels six Prix Nobel, sera complétée par une table ronde sur les orientations possibles de la science dans les pays en développement.



Au CIPT, un atelier sur les systèmes dynamiques, août 2001

Au cours des 40 dernières années, quelque 100 000 scientifiques de 170 pays ont franchi les portes du Centre. Ils sont venus, pour une durée plus ou moins longue, participer à des activités et travaux de recherche dans les domaines clefs de la physique : physique des hautes énergies et de la matière condensée, mathématiques, ainsi que des domaines connexes tels que l'astrobiologie, la dynamique des fluides et du plasma, la géophysique, l'optique, la physique des sols, le rayonnement synchrotron, la météorologie et le climat. Le CIPT parraine un programme d'un an débouchant sur un diplôme pour les étudiants les plus doués des pays les moins avancés. En outre, les scientifiques attachés au Centre participent aux activités qu'il parraine hors campus : formation à la recherche dispensée dans des laboratoires italiens ou dans toutes les régions du Sud, dans le cadre d'un Programme d'activités tournées vers l'étranger.

Si la constance des percées scientifiques dans le monde en développement a facilité la tâche du CIPT, elle l'a aussi rendue plus complexe : le Sud n'étant plus homogène, le Centre ne peut plus appliquer la stratégie du modèle unique.

Alors que le CIPT approche les 40 ans d'existence, quelle stratégie adopter ? « Le Centre continuera sans aucun doute à encourager et à soutenir les chercheurs isolés », pense M. Katepalli Sreenivasan, son Directeur. « Toutefois, si le gouvernement italien s'est montré généreux en soutenant le CIPT, le Centre n'a ni les moyens financiers, ni les locaux qui lui permettraient d'accueillir tous les scientifiques défavorisés et méritants. Il doit donc entretenir de solides partenariats avec des centres d'excellence partageant les mêmes préoccupations, où qu'ils se trouvent, plus particulièrement dans le monde en développement, tout en incitant les gouvernements du Sud à créer de nouveaux centres d'excellence scientifique régionaux, à l'image du CIPT. Nous devrions également œuvrer en étroite collaboration avec les parrains, au sein des Nations Unies, du CIPT que sont, entre autres, l'UNESCO et l'Agence internationale à l'énergie atomique, afin que les questions d'infrastructure, telles que la connexion rapide à l'Internet et l'accès à la littérature scientifique soient facilitées. » Il conclut « Le cahier des charges du CIPT ne doit pas se circonscrire au soutien des chercheurs isolés : il doit mettre son considérable prestige au service des initiatives de changement institutionnel dans les pays en développement, tout en demeurant fidèle à son principe, déjà ancien, selon lequel les avancées scientifiques dépendent avant tout des valeurs fondamentales de la science que sont l'intégrité et la poursuite de l'excellence. »

Pour en savoir plus : www.ictp.trieste.it

Osman Benchikh

« L'ère des énergies renouvelables a commencé »

Avec une consommation globale de pétrole qui devrait augmenter cette année de 2,5 millions de barils par jour, en raison notamment d'une demande croissante de la Chine, et alors que la production de pétrole plafonne, la Conférence de Bonn sur les énergies renouvelables en juin dernier est venue à point nommé. Le ministre allemand de l'environnement, Jürgen Trittin a déclaré, dans ses propos liminaires, que « l'ère des énergies renouvelables a commencé ». L'Allemagne est le leader mondial incontesté de l'énergie éolienne depuis le début des années 1990, l'énergie solaire étant dominée par le Japon. L'Allemagne a réaffirmé à Bonn sa volonté d'aider les pays du Sud à se doter d'énergies propres, en s'engageant à ajouter un prêt bonifié de 500 millions \$ É-U chaque année pendant cinq ans en plus du milliard déjà annoncé lors du Sommet mondial sur le développement durable en 2002 – soit presque autant que la Banque mondiale. Cette initiative spectaculaire est l'un des nombreux engagements en faveur des énergies renouvelables pris individuellement à Bonn par certains pays, y compris la Chine et les Philippines, évoqués ci-après. Mais doit-on se réjouir d'une *Déclaration* adoptée par 154 gouvernements qui ne fixe pas d'objectifs chiffrés mais se contente de prendre note des objectifs que certains pays se sont donnés ? Responsable des énergies renouvelables à l'UNESCO, Osman Benchikh a son propre point de vue sur le sujet.

En dépit de la hausse du prix du baril de pétrole⁸, et malgré les problèmes liés à l'importance géostratégique de ce même pétrole, il ne semble pas que ces facteurs aient provoqué un « électrochoc » au sein de la communauté internationale à Bonn. Est-ce que cela ne fait de la Conférence qu'une demie réussite ?

La Conférence de Bonn pourrait s'avérer être une étape majeure dans l'histoire des énergies renouvelables. Des représentants de 154 pays, parmi lesquels 120 ministres et un certain nombre de Chefs d'Etats, se sont réunis à Bonn pour discuter de questions relatives aux énergies renouvelables. En ce sens, la conférence a réellement atteint ses objectifs en réussissant à attirer l'attention du grand public sur ce sujet. Bonn a démontré que la communauté internationale considère désormais sérieusement les énergies renouvelables comme une alternative rationnelle et crédible. L'accroissement de cette prise de conscience a conduit la communauté internationale, et notamment les pays développés, à s'engager fermement, ces dernières années, en faveur de ces énergies. En Europe, la puissance produite par l'énergie éolienne

a progressé de plus de 35% annuellement entre 1996 et 2003 ; l'année dernière, le secteur photovoltaïque a augmenté de 33%. A ce jour, l'industrie des énergies renouvelables en Europe représente un chiffre d'affaires de 10 milliards d'euros et emploie 200 000 personnes.

Il est vrai que l'issue finale de la Conférence de Bonn – la déclaration politique – est faible. Des engagements concrets manquent



Osman Benchikh

toujours et aucun objectif n'a été fixé. Ceci dit, je pense que l'histoire de l'humanité est un processus de longue haleine et qu'aujourd'hui, certains pays ne sont tout simplement pas prêts à prendre des engagements plus ambitieux.

Revenons deux ans plus tôt au Sommet mondial sur le développement durable. Pour fixer des objectifs, le Sommet a identifié cinq grands axes qui peuvent contribuer au développement durable : l'eau, l'énergie, la santé, l'agriculture et la biodiversité. Deux ans après, que dit-on, que l'énergie est une des composantes principales du développement et que, si l'on veut penser le développement durable, que ce soit des pays développés ou en développement, il faut considérer les énergies renouvelables comme élément majeur. Le simple fait d'avoir organisé cette conférence, avec une participation massive de représentants gouvernementaux, représente pour moi une réussite.

Se pourrait-il que certains pays hésitent à s'engager parce qu'ils songent au nucléaire comme une alternative au pétrole ?

Non je ne le pense pas du tout. De toutes façons, environ 56% du pétrole sont absorbés par le secteur du transport et on ne peut pas propulser un avion à l'énergie nucléaire – du moins jusqu'à présent. Même si des bus et des voitures électriques existent déjà, leur usage reste marginal car ils ne peuvent être utilisés que sur de courtes distances.

N'oublions pas que la technologie et l'utilisation de l'énergie nucléaire nécessitent un savoir-faire et des capitaux qui restent accessibles à un nombre limité de pays industrialisés.

Diriez-vous que ce sont surtout les pays en développement qui ont montré l'exemple à Bonn ? Je pense notamment à la Chine, qui s'y est engagée à utiliser les énergies renouvelables pour couvrir

8. Le prix du baril avait déjà grimpé à plus de 40 \$ É-U au moment où se tenait la Conférence de Bonn. Le 20 août, il a frôlé la barre des 50 \$ É-U, soit une augmentation de 50% depuis le début de l'année

10 % de ses besoins d'ici à 2010. Rappelons au passage que la Chine a ratifié le Protocole de Kyoto.

Avec une économie galopante, la Chine aura besoin de consommer beaucoup d'énergie. Que la Chine s'engage de manière sérieuse à faire appel à 10% d'énergies renouvelables, c'est très important. Après tout, les Chinois ne représentent pas moins d'un cinquième de la population mondiale.

A mon avis, il ne faut pas toujours lier le développement des énergies renouvelables au Protocole de Kyoto, même s'il reste vrai que la maîtrise de l'énergie est un premier pas pour la protection de l'environnement. Si aujourd'hui, pour les pays développés, les énergies renouvelables représentent une option du futur qui permettra de diversifier les sources d'énergies, protéger l'environnement et, peut-être, éviter des conflits et des tensions liées à cette quête d'énergie, cela reste seulement une option parmi d'autres. En même temps, pour les pays en développement, c'est l'unique option qui existe, c'est là une grande différence. C'est la seule option leur permettant de nos jours d'avoir accès à un minimum de confort et de modernité. Il y a donc là, un antagonisme convergent avec des intérêts complémentaires entre les pays du Nord et les pays du Sud. Pour les pays du Sud, la problématique environnementale est importante mais il faut souligner qu'il existe dans ces pays d'autres priorités aussi, sinon plus, pressantes. L'urgence aujourd'hui, c'est de donner un minimum d'énergie à ceux qui n'en ont pas et qui représentent malheureusement plus d'un tiers de la population mondiale.

Si les énergies renouvelables sont si importantes pour les pays du Sud, pourquoi la Banque mondiale finance-t-elle vingt fois moins les énergies renouvelables que le gaz, le pétrole ou le charbon ?

La Banque mondiale reste avant tout une banque et une banque agit en fonction de ses intérêts. Quand elle fait un investissement, elle essaie de s'assurer de sa rentabilité. Je ne pense pas que nous devrions être guidés par une approche qui soit purement économique. Sinon, on oublie toute forme de solidarité. Je suis heureux de constater que la Banque européenne d'investissement a décidé que, désormais, les sources renouvelables d'énergie recevront la moitié des subsides, à l'horizon 2010. Je tiens par ailleurs à souligner que la Banque mondiale est de plus en plus impliquée dans le financement des projets d'énergies renouvelables, ce qui démontre encore une fois, s'il le fallait, la viabilité économique de ces énergies.

Pour vous, quel est le seuil « idéal » d'utilisation d'énergies renouvelables que les pays devraient cibler, qu'ils soient riches ou pauvres ?

Je ne pense pas qu'il puisse y avoir un seuil identique pour tous les pays. Même si l'on ne prend comme exemple que les pays en développement, nous devons distinguer ceux qui bénéficient d'un taux d'électrification important de ceux pour lesquels il l'est moins. Pour les pays ayant une forte population non raccordée au réseau, les énergies renouvelables représentent l'option la plus sérieuse aujourd'hui. C'est le cas des pays d'Afrique, où 72% de la population *grosso modo* n'a pas accès à l'électricité avec un taux qui ne fera qu'augmenter, compte tenu d'une croissance démographique plus importante que celle

du réseau. Comme je le disais précédemment, pour les pays ayant une forte population non raccordée au réseau, une électrification utilisant les énergies renouvelables assez importante, de l'ordre même de 40%, serait, à mon avis, un seuil qui peut être considéré sérieusement. A ce propos, j'aimerais prendre l'exemple du gouvernement des Philippines, qui a annoncé à Bonn, pour 2013, une augmentation de 100% de la part des énergies renouvelables dans sa production nationale d'énergie, soit 4700 MW représentant à peu près 40% de sa consommation d'énergie. Quant à l'Europe, l'objectif fixé en 2002 de doubler la part des énergies renouvelables dans le secteur énergétique de l'Union européenne, pour atteindre 12% d'ici à 2010, me paraît être réaliste. Je pense que, vers 2050, les énergies renouvelables devraient représenter environ 40% du secteur de l'énergie dans les pays industrialisés.

Il serait peut être utile que des scénarios viables à moyen et long terme sur une utilisation optimale des énergies renouvelables soient établis et qu'une réflexion indépendante soit menée pour définir et proposer le meilleur avenir énergétique pour nos enfants et leurs enfants.

Suggérez-vous de créer une sorte de conseil sur les énergies, à l'instar du PNUD et de l'OMM qui ont initié en 1998 le Comité Intergouvernemental sur le changement climatique?

L'UNESCO a justement présenté une proposition en ce sens à Bonn. L'Organisation s'est associée au ministre allemand de l'éducation et de la recherche pour l'organisation d'un « science panel » qui a consisté en une journée dédiée à la science, à la recherche, au développement ainsi qu'aux ressources humaines. Parmi les conclusions de cette journée figure la proposition de créer un conseil d'experts pour conseiller et orienter les Etats sur les énergies. Par ailleurs, ce même ministère s'est engagé à financer une autre proposition de l'UNESCO, celle de mettre en place une « université ouverte » sur les énergies renouvelables. Cette université virtuelle fonctionnerait via des centres existant dans le Nord et dans le Sud. En tant que chef de file, l'UNESCO compte réaliser cette initiative novatrice avec d'autres partenaires l'année prochaine.

Je reste convaincu que ces deux initiatives recueilleront le soutien nécessaire à leur lancement. Lors de la récente vague de consultations des Commissions nationales pour l'UNESCO conduite par le Directeur général, les différentes régions consultées jusqu'ici, à savoir : l'Afrique, l'Amérique latine et les Caraïbes ainsi que l'Asie et le Pacifique, ont toutes proposé que les énergies renouvelables soient l'une des priorités du prochain Programme et Budget de l'Organisation pour 2006-2007.

Cet engouement pour les énergies renouvelables est loin d'être nouveau. En effet, depuis sa création, L'UNESCO a été un pionnier pour la promotion et le développement des énergies renouvelables. Au début des années 50, l'UNESCO préconisait déjà le développement des zones arides à travers un programme du même nom, en utilisant les énergies renouvelables et plus particulièrement les énergies solaire et éolienne.

Propos recueillis par Susan Schneegans

Pour en savoir plus sur la Conférence de Bonn : www.renewables2004.de

S'assumer avec le solaire

Alassane Agalassou est l'un des 26 techniciens, ingénieurs ou personnels impliqués dans la réalisation de projets qui ont été désignés par leur gouvernement ou institution pour prendre part cette année à l'Ecole d'été organisée chaque année en juillet au Siège de l'UNESCO à Paris. Le thème de cette année était « l'électricité solaire pour les zones rurales et isolées ». Parallèlement à une série d'ateliers de formation régionaux, ces « écoles » annuelles de trois semaines sur l'électricité solaire contribuent à former un personnel qualifié, à renforcer la sensibilisation du grand public et à promouvoir des politiques énergétiques appropriées.

Lors des quinze dernières années, plus de 500 stagiaires ont été formés à l'Ecole d'été. Ils sont actuellement formateurs dans plus de 50 pays situés principalement en Afrique mais aussi en Allemagne, en Bolivie, au Brésil, au Canada, en Colombie, au Guatemala, au Liban, en Turquie et au Vietnam, etc...

Alassane Agalassou est employé par l'Agence pour le développement de l'électrification rurale et de l'énergie domestique (AMADER) à Bamako, au Mali, où il est chargé de l'amélioration de l'accès des populations rurales et péri-urbaines aux services modernes d'électricité, tels que l'éclairage des maisons, la réfrigération, la télévision et la radio. « AMADER est confrontée à l'important défi d'apporter la modernité et l'espoir à la majorité des maliens à travers son programme d'électrification décentralisé », explique M. Agalassou. « Vous devez comprendre que dans mon pays, 10% seulement des onze millions d'habitants vivent dans des communautés qui bénéficient de l'électricité ».

M. Agalassou a l'intention d'utiliser les notions qu'il vient d'acquérir sur les aspects technologiques et économiques de la conversion photovoltaïque pour mieux définir et mettre en œuvre des projets destinés à améliorer les conditions de vie et les conditions sanitaires, afin que la production et la conservation des aliments soient plus efficaces et hygiéniques dans un pays où les températures peuvent dépasser les 40°C.



Participants s'exerçant à l'utilisation d'un logiciel de dimensionnement pour définir le besoin exact en énergie d'un projet donné lors d'une journée de travaux pratiques pendant l'école d'été de cette année



Au cours d'ateliers de formation sur le terrain organisés par l'UNESCO en 2003 à Bamako au Mali, câblage électrique de panneaux solaires et installation de systèmes photovoltaïques par les participants durant les travaux pratiques

L'Ecole d'été s'adresse à des femmes et des hommes ayant une formation universitaire ou technique liée directement ou indirectement à l'électrification décentralisée par l'énergie solaire. La formation est assurée par un groupe d'experts sur les divers aspects théoriques et appliqués de la conversion de l'énergie solaire, ainsi que par des représentants du secteur industriel et des institutions spécialisées.

Initialement, l'Ecole d'été incluait des visites de centres de recherches, d'industries et d'installations uniquement en France. Depuis 1992, grâce au soutien à la fois humain et financier de partenaires extérieurs, les visites techniques ont été élargies à la Belgique, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et le Maroc. Ces visites durent une semaine en moyenne, les deux semaines de formation restantes ayant lieu au Siège de l'UNESCO.



Formation pratique organisée au CDER, au Maroc, lors de l'école d'été en 2001. Les participants sont en train de faire une évaluation de l'ensoleillement et de simuler une installation solaire

Qu'est-ce que l'énergie solaire ?

L'électricité solaire est le résultat de l'effet photo-électrique (ou photovoltaïque) découvert en 1839 par le scientifique français Edmond Becquerel. Les cellules photovoltaïques convertissent l'énergie lumineuse du soleil en électricité. La plupart des cellules solaires utilisées actuellement sont en silicium.

Les cellules photovoltaïques produisent une tension de circa 0,6 volts (V) qui ne dépend pas de la surface de la cellule, contrairement à l'intensité du courant produit. Pour obtenir une tension supérieure, les cellules sont alors connectées en série pour constituer un module dont le voltage est la somme des tensions aux bornes de chacune des cellules. Les modules produisent un courant continu, la tension étant de 12 V pour les modules standard commercialisés. Suivant les besoins de l'installation, les modules peuvent être connectés en série pour obtenir une tension plus élevée. Les tensions les plus fréquemment utilisées pour les installations photovoltaïques sont de 12, 24 et 48 V. En général, les modules sont caractérisés par la puissance qu'ils produisent exprimée en Watts (W), qui est pour ceux commercialisés de 10 W, 50 W, 75 W ou 120 W.

Au début des années 60, la conversion solaire a connu un développement important dû aux applications spatiales. L'utilisation de l'énergie solaire aujourd'hui a été largement étendue à diverses applications telles que : l'électrification rurale et décentralisée, le pompage de l'eau, la santé, les télécommunications... partout où le réseau électrique n'est pas présent.

Dans les sites isolés, le coût moyen d'une installation solaire complète (système complet incluant les batteries pour le stockage) varie de 15 euros hors taxe (HT) par Watt (pour une puissance de 1,5 à 2 kW) à 40 euros HT par Watt (pour une puissance de 200 à 400 W).



© Osmani Benelkhal/UNESCO

Réfrigérateur solaire utilisé pour la conservation des médicaments dans les centres de santé des zones rurales et isolées. Cette technologie était l'un des thèmes de l'école solaire de cette année

Modules à la carte

Le fait que la formation soit structurée en modules permet aux spécialistes de domaines différents de choisir à la carte les cours qui les intéressent. Les décideurs, responsables du secteur énergétique et autres peuvent ainsi participer à tel ou tel aspect spécifique des travaux pratiques ou à une visite technique ou encore à des tables rondes sur un sujet donné.

Mahamat Oumara, du Tchad, est reconnaissant d'avoir pu mettre à jour ses connaissances sur les technologies photovoltaïques. Mais pour lui, les contacts établis au cours de l'École d'été s'avèrent tout aussi précieux. Son seul regret étant, « si nous avions un meilleur équipement dans nos propres laboratoires pour tester le matériel de base, nous pourrions faire un travail plus efficace en matière de diffusion de la technologie ».

« Un des plus grands obstacles au développement des énergies renouvelables dans nos pays », ajoute M. Oumara, « est le manque d'informations appropriées à tous les niveaux, que ce soit pour les décideurs et utilisateurs ou pour les ingénieurs et techniciens n'ayant pas les compétences nécessaires. Les populations rurales tireraient bénéfice de l'apport de responsables de projets bien formés » note-t-il. « Une bonne gestion de projet conduit à des économies et permet également de prolonger la durée de vie des systèmes sans oublier bien entendu une meilleure exploitation et maintenance des systèmes installés. De la même façon, un bon ingénieur concevra un meilleur projet et, ainsi, élargira les opportunités de financement. Il ou elle dimensionnera également le système de manière plus adéquate en fonction des besoins de l'utilisateur final, ce qui se traduira par des économies de coût pour les populations rurales. »

Démystifier l'énergie solaire

En compagnie de trois autres industriels français, René Desserrières, de chez Photowatt, un des fabricants français du solaire, a enseigné à l'École d'été lors des trois dernières sessions. « Nous connaissons toujours environ 20 % des participants », dit-il, « ce qui donne lieu à des discussions animées et d'un grand intérêt entre fabricants et utilisateurs à propos des installations existantes et de leurs composants ».

M. Desserrières explique que la formation de l'UNESCO est un excellent complément à d'autres activités de formation davantage liées à des projets spécifiques. « La formation de l'UNESCO est faite dans un autre esprit », dit-il. « Son objectif est que les ingénieurs et les techniciens acquièrent un niveau supérieur. Désignés par leurs pays ou par une institution locale ou régionale, ces jeunes gens joueront au final un rôle important dans l'élaboration et la mise en oeuvre de politiques énergétiques rationnelles, en évitant, nous l'espérons, les erreurs passées dans la planification et la gestion de projets. Cette formation offre une approche plus réaliste qui remet en cause les mythes en démystifiant l'énergie solaire. Les deux parties doivent faire l'effort de se considérer comme partenaires. Certains experts dans les pays en développement nous voient comme de simples fournisseurs d'une technologie dont ils voudraient un transfert immédiat ».



Utilisation d'une plateforme de simulation d'un système solaire, utilisée lors d'une séance de formation pratique organisée en 2002 au cours de l'école d'été. Cette plateforme pédagogique a été développée par l'UNESCO en collaboration avec l'ADEME

© Osman Benchikh/UNESCO

Pour M. Desserrières, la fabrication de cellules photovoltaïques est encore trop complexe et coûteuse à transférer. « Néanmoins, » relativise-t-il, « les pays en développement peuvent produire d'autres composants et, en développant l'électricité solaire, récolter 80% des bénéfices, créer des emplois et améliorer la qualité de vie de leurs communautés rurales ».

De nombreuses institutions régionales, comme le Centre de développement des énergies renouvelables (CDER) à Alger (Algérie) et le Centre national pour la recherche scientifique et technique (CNRST) à Rabat (Maroc), ont envoyé des ingénieurs et des techniciens à l'Ecole d'été de l'UNESCO. « Pour notre personnel de haut niveau », dit M. Bennouna, Chef du laboratoire d'énergie renouvelable au CNRST, « cette formation est excellente à plusieurs points de vue – pour suivre ce qui se fait actuellement dans ce domaine, rencontrer les acteurs-clé, nouer des contacts avec les membres de facultés de haut niveau, et enfin, non moins important, rencontrer des spécialistes d'autres régions ».

Acheter son « kit solaire » au marché

Près de deux milliards d'individus dans les zones rurales en Afrique et ailleurs n'ont toujours pas accès aux services électriques de base. « Il est très triste de voir qu'à l'aube de ce nouveau millénaire, la majorité de la population rurale du monde en développement utilise encore les bougies et la lampe à pétrole », soupire M. Bennouna, en regrettant le manque d'autonomie technologique dans les pays qui sont ceux concernés par une massive application et utilisation des énergies renouvelables. Pour M. Bennouna, « la production et la fabrication de cellules solaires, ainsi que la production de silicium, ne sont malheureusement pas à l'ordre du jour. Le processus industriel pour la production



© Osman Benchikh/UNESCO

Participants visitant une petite station électrique solaire lors des visites techniques organisées en Espagne à l'occasion de l'école d'été en 2001 sur le même thème de « l'électricité solaire pour les zones rurales et isolées »



© Osman Benchikh/UNESCO

Dimensionnement d'un système solaire et simulation de panne électrique lors d'une formation pratique organisée au cours de l'école d'été en 2001

de cellules solaires requiert un savoir faire technologique élevé et une technologie pointue qui nécessitent un marché très important afin d'être profitable et économiquement viable ».

« Cependant », ajoute t-il, « des progrès énormes ont été faits et aujourd'hui des composants de systèmes solaires sont fabriqués et commercialisés localement dans plusieurs de nos pays et parfois même exportés. Au Maroc, par exemple, les systèmes solaires sont vendus au marché par des commerçants locaux au même titre que les fruits, les épices ou autres marchandises. Les mentalités ont également changé et les gens achètent désormais leur énergie en acquérant leurs propres 'kits solaires' comme il feraient pour avoir une télévision ou un réfrigérateur. C'est une des diverses manières par laquelle la technologie solaire parvient jusqu'à l'utilisateur final et devient populaire ».

Osman Benchikh

Pour en savoir plus : o.benchikh@unesco.org;
www.unesco.org/science/bes

Qui a besoin des maths dans un moment pareil ?

Les mathématiques sont au cœur de la vie quotidienne, au 21^{ème} siècle, mais combien de personnes ont conscience, au moment où elles utilisent un téléphone ou une carte bancaire, qu'elles écoutent un CD, conduisent une voiture ou prennent un avion, que ce sont les mathématiques qui font fonctionner ces appareils ? De même, lorsque les personnes investissent dans la bourse, consultent le bulletin météo ou admirent une œuvre d'art, sont-elles conscientes qu'il existe une relation entre ces actes et les maths ? On a déjà entendu des adultes proclamer, non sans une certaine fierté, que les maths les dépassent. Les systèmes mathématiques qui rendent possibles ces opérations et la fabrication de ces objets – parties intégrantes de notre vie quotidienne – sont tout simplement « invisibles » à l'homme de la rue. Pour prouver que les mathématiques ne sont pas seulement indispensables à la vie de tous les jours mais qu'elles peuvent aussi être divertissantes, l'UNESCO a conçu une exposition itinérante intitulée « Pourquoi les mathématiques ? », qui a commencé son tour du monde en juillet dernier. Tous les pays sont encouragés à l'accueillir chez eux.



Il vous faut soulever une lourde charge ? Une méthode consiste à placer une planche sur deux rondins. Grâce à leur section circulaire les rondins roulent aisément. On peut en dire autant des roulements dont la section représenterait d'autres figures, de largeur constante, comme le montre les bûches non circulaires ci-dessus

Dans le sillage des attentats terroristes qui ont frappé les Etats-Unis le 11 septembre 2001, un forum Internet a posé la question « Qui a besoin des maths dans un moment pareil ? ». Un professeur de mathématiques de l'État de l'Ohio y a répondu : « Les sauveteurs qui dégagent les personnes prises dans les décombres des édifices effondrés doivent être en mesure de calculer la quantité de force à appliquer et l'angle d'attaque, afin de soulever sans danger les blocs de pierre. Il faut qu'ils puissent prévoir quels bâtiments sont sur le point de s'écrouler et où exactement ... Les docteurs et les infirmiers doivent pouvoir calculer la dose de médicaments



Vous êtes-vous jamais demandé pourquoi les couvercles de bouches d'égout sont ronds ? Un couvercle carré pourrait s'en-foncer dans une bouche d'égout de même taille. Cela vient du fait que la diagonale d'un carré est plus longue que ses côtés. À l'inverse, un couvercle rond ne peut tomber dans une bouche d'égout ronde de même dimension car un cercle a un diamètre constant. Autrement dit, la distance entre toute paire de parallèles tangentes au cercle est constante. Il n'y a donc aucun risque qu'un couvercle de bouche d'égout s'enfonce dans les entrailles de la ville, y entraînant éventuellement un piéton...



La planche de Galton se compose d'un plateau monté sur une base courbe qui laisse le plateau osciller dans deux directions possibles. Le plateau comporte, à une extrémité, un tiroir qui contient les billes ; des aiguilles sont alignées à intervalles réguliers le long de lignes horizontales dirigées vers l'extrémité opposée du plateau et ses compartiments. Les billes sont retenues dans le tiroir par une porte. Lorsque l'appareil s'incline dans le sens des compartiments, et que la porte s'ouvre, les billes dévalent la pente. Les aiguilles dressées selon la succession de lignes horizontales sont placées à des angles tels que lorsqu'une bille rebondit sur une aiguille en suivant la pente, elle a autant de chances de tomber à gauche qu'à droite d'une aiguille située plus bas. L'appareil peut servir à démontrer plusieurs modèles de probabilités ; il fonctionne selon le même principe que, par exemple, les jeux de loterie où les joueurs choisissent une série de nombres, au hasard, en espérant gagner un lot si leur série sort

à administrer à chaque personne selon son poids et selon d'autres facteurs. Ils doivent pouvoir évaluer le nombre de litres de sang dont les blessés ont besoin et la quantité déjà utilisée ».

Faisant allusion au quatrième avion civil détourné le jour où trois autres détruisaient les tours jumelles de New York, et défonçaient une partie du Pentagone (le ministère de la défense), le professeur déclarait : « Les passagers [de ce quatrième avion] ont fait un calcul dramatique : ils ont décidé de faire s'écraser leur avion dans un champ pour éviter qu'il n'atteigne une cible de plus grande dimension, entraînant la mort de milliers d'autres personnes ».

Près de trois mille personnes sont mortes ce jour-là. Combien d'autres morts aurait-on compté si les gens n'avaient pu exploiter leurs connaissances mathématiques ?

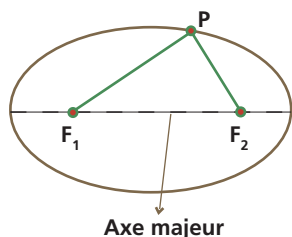
Convertir les « mathémaphobes »

La plupart des personnes à qui on demande ce qu'elles pensent des maths ont tendance à répondre qu'elles sont « ennuyeuses et difficiles ». Les maths sont encore et toujours mal aimées. Pour beaucoup de personnes, elles sont devenues une sorte de monstre, suscitant une « mathémaphobie », selon l'expression créée par William Dunham dans son livre *The Mathematical Universe*. Certaines personnes diront en avoir été dégoûtées par un seul mauvais professeur. D'autres pensent qu'elles sont génétiquement inaptes à comprendre les maths. Même si la faute ne leur est pas toujours imputable, les enseignants feraient bien, tout de même, de réfléchir davantage à la façon dont ils présentent les maths aux élèves.

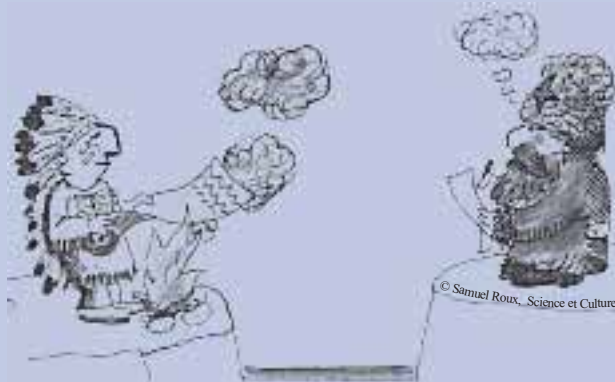
À l'occasion d'une réunion d'experts sur l'Enseignement des sciences et de la technologie, organisée en juin dernier conjointement par l'UNESCO et l'*American Association for the Advancement of Science*, le Directeur général de l'UNESCO a souligné l'inquiétante baisse d'intérêt manifestée par les jeunes pour les maths, la physique et la chimie, ainsi que pour tous les domaines de l'ingénierie. « Si ces tendances n'étaient pas corrigées », avertissait-il, « cela aurait, à l'avenir, de graves conséquences sur les aspects du développement qui exigent des compétences, notamment dans les pays en développement ».

Cette dérive devrait inquiéter les pays riches tout autant que les autres. Le quotidien britannique *The Guardian* a publié, le 24 février de cette année, un rapport alarmant de 180 pages sur l'enseignement des mathématiques. *Making Mathematics Count* (Faire en sorte que les mathématiques comptent) décrit le déficit catastrophique – qui a atteint un niveau critique – de professeurs de maths qualifiés et la chute massive du nombre d'élèves et d'étudiants étudiant les maths dans les écoles, les lycées et les universités du Royaume-Uni. Il estimait à 100 millions de £ (150 millions d'euros par an) la dépense qui permettrait d'éviter la crise. Le rapport précise que nombreux sont les élèves qui ne prennent aucun plaisir aux cours de mathématiques et que le cercle

Nous avons ici une table de billard elliptique, qui se distingue des tables rectangulaires classiques. Lorsque le joueur frappe la boule F_1 avec la queue, la boule rebondit sur la bordure pour toucher l'autre boule (F_2). Cela tient au fait que ce billard exploite les propriétés de l'ellipse : le diagramme de droite montre une section conique à deux foyers F_1 et F_2 telle qu'en tout point P de l'ellipse, $\overline{PF_1} + \overline{PF_2}$ = la longueur du grand axe



Codes secrets et cryptographie



En entendant le mot *code*, on a tendance à penser à la transmission de messages secrets. Jusqu'aux années 1940-50, c'était bien à cela que servaient les codes. Un code de transposition était en usage chez les Spartes (de la Grèce actuelle) dès le 5^{ème} siècle av. J.C. Ce code utilisait un système appelé *scytale*, sorte de bâton autour duquel était enroulée une bande de parchemin. Le message secret était inscrit en longueur sur le bâton, il était ensuite déroulé et expédié. Les caractères disjoints étaient dépourvus de sens sauf si l'on enroulait de nouveau le parchemin autour d'un bâton de même diamètre.

Jules César utilisait un code de substitution où chaque lettre du message était remplacée par la lettre située trois rangs plus loin dans l'alphabet. Au Moyen Âge et à la Renaissance (vers les 11^{ème} au 17^{ème} siècles), des codes compliqués étaient en usage à la cour du Pape et à celles des rois d'Europe.

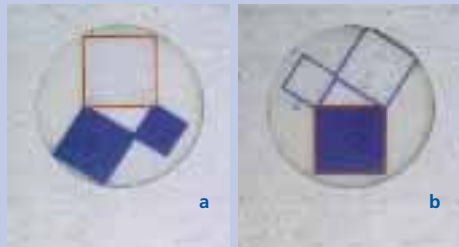
La première guerre mondiale (1914–1918) a connu un tournant lorsque les Britanniques ont déchiffré le code d'un télégramme émis par le ministre des affaires étrangères d'Allemagne, Arthur Zimmerman, pressant le Président du Mexique d'envahir les Etats-Unis. Les Américains réagirent en abandonnant leur politique de neutralité pour entrer en guerre aux côtés des Alliés. Le décryptage des codes devait décider du sort de nombreux combats au cours de la seconde guerre mondiale (1939–1945).

Le foisonnement des informations transmises par l'électronique et le développement généralisé de la technologie des communications ont donné au terme de code le sens de traduction d'informations en séquences bien définies de symboles, destinée à la transmission exacte (codes de correction d'erreurs), efficace (algorithmes de compression) et sécurisée (cryptographie par encodage). Dans les années 60, lorsque les ordinateurs sont devenus plus puissants et d'un prix plus abordable, la standardisation s'est imposé : le Bureau national de normalisation des Etats-Unis a mis au point un système standard d'encodage, le Data Encryption Standard, adaptation du code créé pour la société IBM par l'émigré allemand Horst Feistel.

Le théorème de Pythagore

Le Grec Pythagore (6^{ème} siècle av. J.C.) fut l'un des mathématiciens les plus célèbres de son temps. Il fonda une communauté religieuse dont la philosophie peut se résumer dans la formule : « Tout est nombre ». Les Pythagoriciens se croyaient capables de déchiffrer les secrets de l'univers et de se rapprocher des divinités par la compréhension des rapports entre les nombres. Ils ont élaboré une somme importante de connaissances mathématiques qu'ils gardaient jalousement, à la manière des sociétés secrètes.

L'une des plus grandes de leurs découvertes est le théorème de Pythagore : ils ont démontré que le carré du grand côté d'un triangle rectangle (l'hypoténuse) est égal à la somme des carrés des deux autres côtés ; autrement dit, que $A^2 + B^2 = C^2$. Ce théorème, auquel on a attaché le nom de Pythagore, était cependant connu des Chinois et des Babyloniens depuis mille ans. Mais si ces derniers ne le reconnaissaient que pour les angles droits qu'ils avaient rencontrés, Pythagore a été le premier à démontrer sa validité pour tous les angles droits.



Dans ce modèle, la dimension des carrés est calculée par le théorème de Pythagore. Les deux petits récipients sont remplis d'eau (a). Lorsque la base circulaire tourne, l'eau s'écoule des petits dans le grand et les deux petits sont vides (b)

vieux se referme puisque peu de ces derniers s'orientent vers les mathématiques à l'université, d'où découle le faible nombre de diplômés dans cette discipline et la rareté des professeurs de mathématiques qualifiés et enthousiastes.

Pourquoi les mathématiques ?

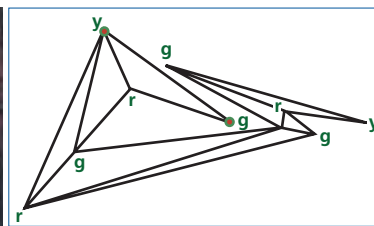
Pour prouver sa volonté de promouvoir la coopération dans le champ des mathématiques, l'UNESCO propose une exposition internationale, qui parcourra de nombreuses villes du monde. Ce projet a été réalisé par un groupe de travail dirigé par l'UNESCO, rassemblant des mathématiciens provenant d'universités, d'organismes de recherche et de centres scientifiques.

Réalisée par le Centre Sciences d'Orléans (France), l'exposition Pourquoi les mathématiques ? s'adresse aux jeunes de 10 à 18 ans mais aussi aux parents et aux enseignants. Elle comporte des affiches et des dispositifs interactifs répartis sur 9 tables composées, entre autres « d'îlots ». Ceux-ci s'organisent autour des thèmes suivants : les formes de la nature, les pavages et les symétries, comment remplir l'espace, les codes secrets et la cryptographie (voir p.17). L'un des modèles de manipulation illustre le théorème de Pythagore (ci-contre). On y trouve également la perceuse à trou carré, la planche de Galton (voir p.16), le tricycle à roues carrées, l'arbre qui joue de la musique et l'horloge chaotique.

Dans un premier temps, l'exposition itinérante est présentée en anglais et en français. Elle a commencé sa tournée par Copenhague (Danemark) du 4 au 11 juillet, à l'occasion du 10^{ème} Congrès international sur l'enseignement des mathématiques (ICME-10). Elle se rend actuellement en France pour son inauguration officielle, en décembre et un séjour d'un mois à la Maison des Métallos, en collaboration avec la municipalité de Paris. De nombreux pays ont demandé à recevoir ou à reproduire l'exposition, parmi lesquels : l'Afrique du Sud, le Canada, l'Équateur, les Émirats arabes unis, les Etats-Unis, la Finlande, le Ghana, l'Italie, le Mexique, la

Russie et la Zambie.

Les autres demandes provenant du monde entier seront examinées par le groupe de travail du projet dirigé par l'UNESCO. Les pays en développement ont appris avec satisfaction que les plans et la construction des divers éléments de l'exposition ont été placés sur Internet, ce qui réduit les frais de réplique. En outre, tous les pays hôtes sont invités à ajouter des objets et des modèles susceptibles de mieux représenter leurs propres cultures, à condition qu'ils respectent les thèmes mathématiques de l'exposition. Ses organisateurs recherchent des appuis financiers et techniques pour aider les pays désireux de recevoir l'exposition, mais qui n'ont pas les moyens d'en assumer les frais.



Supposez que vous soyez chargé d'assurer la sécurité de la galerie d'art ci-contre. Comment attribuer une lumière colorée à chaque sommet (angulaire) de la galerie comportant dix côtés (un décagone), de telle sorte que, quelle que soit la couleur des lumières que l'on allume, tout l'intérieur du décagone soit illuminé ? Pour résoudre ce problème, tracez des diagonales pour partager le décagone en aires triangulaires. Attribuez ensuite des couleurs à chaque sommet de façon à ce que, dans chaque triangle, les sommets reçoivent une couleur

différente. Vous pouvez colorer les sommets sur le dessin, en n'utilisant que trois couleurs, de telle sorte que toute paire de sommets adjacents soient colorée différemment. Vous attribuez maintenant une des trois couleurs à chaque sommet selon sa couleur. Du fait que chaque triangle dispose des trois couleurs différentes à ses sommets, chaque section triangulaire sera allumée, quelle que soit la couleur de la lumière que l'on allume. Ainsi donc, en allumant toutes les lumières d'une même couleur, on éclairera tout l'intérieur de la galerie. Le modèle ci-dessus s'inspire de la démonstration du Théorème de la galerie d'art



Les figures en spirales abondent dans la nature. Ci-contre, exemple d'un mollusque, le nautilus. Ce n'est que l'un des nombreux phénomènes naturels qui arborent une structure en spirale comme la coquille des escargots, les tourbillons, les ouragans et les systèmes stellaires des galaxies. L'ammonite, fossile de 300 millions d'années, possède une structure en spirale. On trouve aussi des spirales chez les fruits et les fleurs ; les graines de certains fruits, les pétales de certaines fleurs, les feuilles de certains arbres (de même que la coquille de notre nautilus) se composent toujours de ce que l'on appelle la séquence des nombres de Fibonacci : 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55 ... dans laquelle tout nombre après le deuxième est la somme des deux qui le précèdent. Outre son expression dans les objets naturels, la séquence de Fibonacci peut servir à analyser les prix du marché ou à construire des martingales dans les jeux de hasard... applications qui n'auraient pas effleuré l'esprit de Leonardo de Pise (vers 1180-1250), qui a découvert la séquence il y a tant de siècles. À l'époque, il cherchait à résoudre le problème de la croissance d'une population de lapins : combien de couples de lapins peuvent naître

d'un seul couple en une année, à supposer que tous les mois chaque couple donnerait naissance à un nouveau couple, qui dès l'âge de deux mois deviendrait fécond ? Les spirales intriguent l'homme depuis longtemps. Le Grec Archimède découvrit une spirale ayant la particularité de laisser un écart constant entre les spires successives, observation qu'il consigna dans son ouvrage Des spirales (vers 225 av. J.C.)

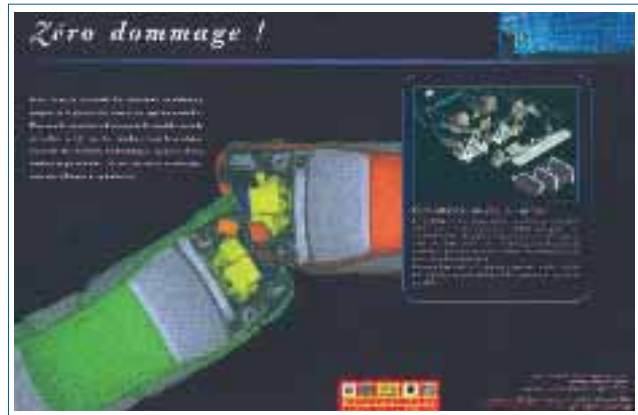
Il n'existe pas de mathématiques sans beauté

L'exposition s'inspire de deux opérations menées avec succès en 2000 en France et au Japon. Il y eut d'abord une Exposition d'arts mathématiques, à l'occasion du 9^{ème} Congrès international sur l'enseignement des mathématiques (ICME-9). Le Professeur Jin Akiyama, Directeur général adjoint de l'Institut de recherches sur le développement de l'éducation à l'Université de Tokai (Japon), a déclaré à ce sujet : « Cette exposition rend hommage à la beauté et à la puissance des mathématiques à travers des objets artistiques illustrant les concepts et les formules mathématiques et à travers des modèles et des appareils qui donnent au public une chance de faire des expériences, des découvertes, de se faire une idée nouvelle des vérités mathématiques... Espérons que l'exposition lui donnera des occasions de s'émerveiller et de voir les mathématiques d'un autre œil ». Akiyama a cité le mathématicien G.H. Hardy : « Tout comme le peintre et le poète, le mathématicien crée des modèles... Comme ceux du peintre et du poète, les siens se doivent d'être beaux ; comme les couleurs du monde, les idées doivent s'agencer de façon harmonieuse. La beauté en est le premier test, il n'existe pas de place sur terre pour des mathématiques sans beauté ».



Combien de fois dans la vie quotidienne sommes-nous confrontés au problème de ranger rationnellement des objets dans des cartons ou des valises ? Regardez les valises ci-dessus. Combien de boîtes cubiques, dont le côté mesure une unité, peut-on caser dans une valise dont les côtés ont une longueur de 3,9 unités ? Vous pouvez évidemment en mettre $3 \times 3 = 9$, comme dans l'exemple (1), mais cela laisse un grand vide. Il n'est pas difficile non plus de caser 10 boîtes mais vous pouvez en placer 11 en vous y prenant bien comme dans l'exemple (2)

La seconde source d'inspiration provient de certaines activités qui ont marqué l'Année mondiale des mathématiques en 2000. Sous la direction du Prof. Mireille Chaleyat-Maurel, le Comité français pour l'Année a conçu et réalisé une série d'affiches exposées dans les stations du



Zéro dommage ! L'une des affiches présentées dans les stations de transport souterrain de Paris, en 2000. On peut lire, à gauche, « Dans l'industrie automobile, les simulations sur ordinateur remplacent de plus en plus souvent les expériences réelles. Pour cela, les ingénieurs développent des modèles virtuels de voiture décrits par des équations dont la résolution nécessite des méthodes mathématiques avancées et des ordinateurs performants. On peut ainsi tester le comportement des véhicules à moindre coût »

métro de Paris. En 2002, cette équipe s'est vu décerner le prix D'Alembert par la Société française de mathématiques pour avoir attiré l'attention du public sur l'évolution des mathématiques et mis en lumière leurs liens avec les préoccupations de la vie actuelle.

La réalisation de cette exposition⁹ n'aurait pas été possible sans l'appui substantiel que lui avaient apporté, au plan technique et financier, la Commission internationale pour l'enseignement des mathématiques, l'Union internationale des mathématiques, la Société européenne de mathématiques, l'Université Tokai du Japon, le ministère japonais de l'éducation, l'Université René Descartes et l'Université Pierre et Marie Curie de France, ainsi que l'Université Ateneo des Philippines.

Minella Alarcon¹⁰

Pour demander à accueillir l'exposition, s'adresser au Prof. Mireille Chaleyat-Maurel, du groupe de travail dirigé par l'UNESCO : mcm@ccr.jussieu.fr

9. Tous les modèles proviennent de Pourquoi les mathématiques, sauf le Théorème de la galerie d'art, originaire d'ICME-9

10. Spécialiste du programme, à l'UNESCO, pour les mathématiques et la physique ; coordonnatrice de l'Année internationale de la physique : www.wyp2005.org

Agenda

27 septembre–1er octobre

L'hydrologie dans un environnement montagnoux L'UNESCO-PHI et l'UNESCO-MAB/OMM, le PNUE, l'AISH, le MRI, l'Université technique de Braunschweig, ministère bavarois du développement et de l'environnement, etc. Parc national de Berchtesgaden (Allemagne) : www.tu-braunschweig.de

6–8 octobre

L'eau : catalyseur au service de la paix 2^e conf. intle du programme mondial UNESCO-PHI-WWAP, consacrée aux eaux partagées « De conflits potentiels à un potentiel de coopération », Zaragoza (Espagne) : www.unesco.org/water/

10–15 octobre

Jeter un pont entre l'espace et l'éducation 1^{ère} session d'une série, co-organisée par l'UNESCO et l'Institut d'enseignement scientifique pour les pays en développement. Philippines : y.berenguer@unesco.org; www.sei.dost.gov.ph

11–15 octobre

Comprendre les stratégies de développement au service de modèles de croissance axés sur

les innovations – Atelier de sensibilisation du Réseau asiatique de politique de S&T (STEPAN), co-financé et co-organisé par le l'UNESCO à Jakarta et par l'Institut coréen de politique scientifique et technologique (STEPI) : m.nakata@unesco.org

18–21 octobre

Sédimentation des rivières – 9^e Colloque international, co-parrainé par l'UNESCO et l'IRTCS. Au programme, entre autres : les conséquences des grands projets hydrauliques, des activités côtières et de celles menées dans les estuaires ; l'érosion des sols ; les sédiments et l'environnement. Yichang, Province de Hubei (Chine) : irtces@public.bta.net.cn

18 octobre–5 novembre

Conception de systèmes d'énergies renouvelables – Atelier CIP-AIEA ; CIPT, Trieste (Italie). Contacter B. Stewart : smr1585@ictp.trieste.it

20–22 octobre

Amélioration de la qualité et de la pertinence des politiques et programmes d'enseignement scientifique et technologique – Projet pilote. Atelier national, Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONCYTEC) /UNESCO. Lima : www.concytec.gob.pe

10 novembre

Journée mondiale de la science au service de la paix et du développement 3^e édition de cette Journée, initiée par l'UNESCO : d.malpede@unesco.org

15–19 novembre

Coopération scientifiques-éducateurs Atelier régional CONCYTEC/UNESCO. Lima : www.concytec.gob.pe

5–7 décembre

Académie mondiale des jeunes scientifiques 1^{ère} conf. générale du réseau, créé sous l'égide de l'UNESCO. Maroc : www.waysnet.org ; d.malpede@unesco.org

24–28 janvier

Biodiversité : science et gouvernance Conf. organisée par le ministère français de la recherche et co-parrainée par l'UNESCO, s'inscrit dans le processus global destiné à réduire l'érosion de la biodiversité de façon significative d'ici à 2010. Le Comité d'organisation est composé du G8, du PNUE, de la FAO, de la Banque mondiale, de l'UISB, de l'UICN, du programme Diversitas, etc., Paris. Inscriptions en ligne : www.recherche.gouv.fr/biodiv2005paris; biodiv2005paris@recherche.gouv.fr

Vient de paraître

Aux origines de la métallurgie du fer en Afrique

Une ancienneté méconnue, Afrique de l'Ouest et Afrique centrale
Ed. H. Bocoum. Collection *Mémoire des Peuples/Publications UNESCO*. Existe en anglais et en français. ISBN 92-3-103807-9, 240 p. Jusqu'à une époque récente, l'Afrique subsaharienne n'était considérée que comme simple bénéficiaire d'une technologie du fer, supposée provenir du Moyen-Orient. L'Afrique subsaharienne a en fait inventé et mis au point sa propre sidérurgie dès le 3^e millénaire av. J.C. Dans cet ouvrage, les spécialistes fournissent une idée plus claire des origines de la métallurgie en Afrique subsaharienne, de l'exploitation des ressources, de ses caractéristiques technologiques et des répercussions socio-économiques et culturelles de cette évolution.

Les humeurs de l'océan – Effets sur le climat et les ressources vivantes

Par B. Voituriez. Collection *COI Forum Océans/Publications de l'UNESCO*. Existe en anglais, français et espagnol. ISBN 92-3-103877-X, 172 p. L'océan est en perpétuelle évolution. Ses variations affectent le climat et la vie que l'océan abrite doit à son tour s'adapter à ces fluctuations. Pour le non-spécialiste.

Nordic Stone

Publié sous la direction de O. Selonen et V. Suominen. Editions UNESCO/ Agence intle pour le développement économique/Service géologique de la Finlande, en anglais seulement, ISBN : 92-3-103899-0, 64 p. Les pays nordiques sont célèbres pour leurs granites, stéatites, gneiss et schistes, matériaux de construction durables ; retrace l'histoire et le patrimoine minéral des pays nordiques, brosse un tableau des techniques d'exploration, d'extraction et d'exploitation et aborde les questions environnementales liées à l'extraction des pierres.

Evolution of village-based marine resource management in Vanuatu, between 1993 and 2001

Par R. E. Johannes et F. R. Hickey. *Dossiers CSI 15, UNESCO, 48 p.*, en anglais seulement. Téléchargez : www.unesco.org/csi/pub/papers3/vanu.htm ou demandez un exemplaire à Apia : h.thulstrup@unesco.org

... pour les jeunes

Community-based Biology

Par A.J.F. Griffiths. 1^{er} vol. de la nouvelle Coll. bio-littéraire, co-produite par le Programme pour l'enseignement des sciences et de la technologie de l'UNESCO et l'Union intle des sciences biologiques (UISB), via la Commission de l'enseignement de la biologie de l'UISB. Écrit par des biologistes et des enseignants de biologie de renom de pays développés et en développement. Illustre les diverses approches et méthodes. En anglais seulement, ISSN 02532069, 47 p. Présente une série d'activités en rapport avec l'environnement de l'enfant, de type 'main à la pâte', impliquant parents/enseignants/animateurs de groupes d'enfants. Les enfants pourront observer des brins d'herbe, mesurer la croissance des plantes, construire un herbier, conserver des empreintes de spores de champignons, observer et noter les comportements des animaux, étudier la biologie des populations d'escargots, les diverses couches de champignons sur du fumier, la circonférence des arbres, la colonisation des surfaces rocheuses en milieu aqueux, etc. Téléchargez : www.iubs.org/cbe/ ou demandez un exemplaire au journal.

Organes directeurs

A sa session d'octobre (du 4 au 14), le Conseil exécutif analysera un rapport présenté par le Directeur général, qui actualise la contribution de l'UNESCO au Programme commun des Nations Unies sur le VIH/sida (Onusida). L'UNESCO a mis sur pied en mars 2002 une équipe spéciale interinstitutionnelle sur le VIH/sida et l'éducation, composée de l'ensemble des parrains d'Onusida, de bailleurs de fonds bilatéraux, d'ONG et d'experts. L'équipe a édité une stratégie inter-agences et parrainé à la fois des séminaires de formation sous-régionaux pour des fonctionnaires de ministères de l'éducation et des documents d'orientation sur des questions pertinentes. En sa qualité de Président en exercice du Comité des organismes co-parrainants d'Onusida, le Directeur général a tenu une réunion en mars de cette année, en Zambie, qui a inauguré une initiative globale de prévention contre le VIH/sida « Génération sans sida d'ici la prochaine génération », portant sur les programmes, les modules de formation des enseignants, les politiques de lutte contre le VIH/sida en entreprises, les mécanismes de financement de la prise en charge de l'éducation des orphelins et enfants vulnérables et les « écoles, refuges pour les enfants ». Des stratégies pour chacune des cinq régions : l'Europe, l'Afrique, les Etats arabes, l'Asie et le Pacifique, et l'Amérique latine sont venues compléter la Stratégie de l'UNESCO en matière d'éducation à la prévention du VIH/sida.

Le Directeur général fera également un rapport sur l'Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique (IIRCA), implanté à Addis Ababa : www.unesco-iirca.org. L'Institut a été créé en 1999 afin de mettre en place des réseaux d'instituts de formation des enseignants s'étendant à l'ensemble du continent.

Il exposera un plan d'action destiné à évaluer les incidences de la *Déclaration universelle sur le génome humain et les droits de l'homme* (1997), qui portera sur cinq domaines : la scène internationale, la réglementation nationale, l'information du public, le domaine de l'éducation et le renforcement des capacités nationales.

Ces thèmes seront abordés au titre du point 3.2 de l'ordre du jour du Conseil (document 170 EX/5).