



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

L'Asie du Sud à l'affût
des biotechnologies, p. 2

Planète

SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur les
sciences exactes et naturelles

Vol. 9, No. 2
Avril-juin 2011

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR ...

- 2 L'Asie du Sud à l'affût des
biotechnologies

ACTUALITÉS

- 9 Top départ pour l'Année
de la chimie
- 9 Lancement de l'*African Journal
of Chemical Education*
- 10 Quelle exploitation minière pour
les réserves de biosphère ?
- 11 Six villes d'Amérique du Sud
se sont préparées aux tsunamis
- 12 Voilà pourquoi la science
a besoin des femmes !
- 13 Romain Murenzi va diriger la TWAS
- 13 L'UNESCO aide l'Irak à développer
sa politique scientifique
- 14 Festival de films scientifiques pour
la jeunesse du Cambodge
- 14 Des TIC pour des universités ouest-
africaines

ENTRETIEN

- 15 Moneef Zou'bi estime que
des bouleversements étaient
prévisibles dans le monde arabe

HORIZONS

- 17 Réagir aux conditions extrêmes
au Pakistan
- 21 Vivre sur des terres inondables

EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

Une triple catastrophe

« Mes pensées vont à la population du Japon » a déclaré Irina Bokova, quelques heures après que le pays ait été frappé par le tremblement de terre et le tsunami du 11 mars. D'une magnitude estimée à 9,0 par l'Agence météorologique japonaise (JMA), le tremblement de terre s'est produit à une assez faible profondeur, à peine 24 km sous le plancher de l'océan, son épicerie se situant à 130 km au large de la côte nord-est du Japon. En raison du respect des normes très strictes de construction, aucun bâtiment ne s'est effondré à Tokyo, conurbation de 35 millions d'habitants.

Trois minutes après le séisme, la JMA avait déjà émis l'avis d'alerte. Malheureusement, la première vague a déferlé 25 minutes après, ce qui a laissé peu de temps pour alerter la population. Le séisme sous-marin a provoqué une série de vagues de tsunami de plus de 10 m de haut qui a anéanti des villages et des villes côtières. Deux semaines plus tard, le décompte provisoire a dépassé les 10 000 morts et plus de 16 000 personnes sont portées disparues.

La progression du tsunami dans le Pacifique a fait l'objet d'un suivi par le Système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique, créé par la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO (COI) il y a près de 50 ans, avec les pays riverains du Pacifique. Il repose sur une quarantaine de bouées d'évaluation et d'enregistrement des tsunamis dans l'océan profond (DART) réparties principalement sur le pourtour du Pacifique. Les bouées proches du Japon ont enregistré une vague de 1,08 m de hauteur le 11 mars, ce qui confirmait l'approche d'un fort tsunami vers l'est.

Une préparation technique est indispensable en cas de tsunami. Les pays situés du Venezuela au Canada et sur toutes les îles Caraïbes viennent de participer, le 23 mars, à un exercice de simulation grandeur nature d'un tsunami, dans le cadre d'un système d'alerte mis en place en 2005 par la COI en collaboration avec les pays de la région.

Il est également indispensable de préparer les populations côtières à l'éventualité d'un tsunami par l'éducation et des plans d'urgence. L'UNESCO vient de mener à bien un tel projet de 15 mois au Chili, en Colombie, Équateur et au Pérou. Vous en trouverez la description dans ce numéro.

Le Japon a subi une troisième catastrophe ce mois-ci. Lorsque la centrale nucléaire de Fukushima a été noyée par le tsunami, elle s'est trouvée privée de l'électricité qui assurait son système de refroidissement. Cela a entraîné la surchauffe des barres de combustible dans plusieurs réacteurs et déclenché des explosions, jour après jour, qui ont libéré dans l'air des particules radioactives. Plus de 200 000 habitants ont été évacués dans un rayon de 30 km de la centrale. À la mi-mars, la situation était classée au niveau 6 de gravité, inférieur d'un degré à peine à la catastrophe de Tchernobyl, en Ukraine, en 1986. Au moment où nous mettons sous presse ce numéro, la situation de la centrale reste très incertaine.

Ce tremblement de terre a été le plus puissant jamais enregistré au Japon, et le quatrième du monde. Le second par sa puissance dans la même zone (magnitude de 8,3) remonte à l'an 869 de notre ère. Il est plus que jamais nécessaire d'effectuer des recherches pour déterminer où ces grands séismes et les tsunamis qu'ils génèrent pourront advenir. Les recherches sur les paléo-tsunamis et la géophysique nous en apprendront davantage sur ces phénomènes et amélioreront d'autant notre préparation pour la prochaine catastrophe.

Gretchen Kalonji
Sous Directrice générale pour les
sciences exactes et naturelles

Wendy Watson-Wright
Sous-Directrice générale et
Secrétaire exécutive de la COI

L'Asie du Sud à l'affût des biotechnologies

Autrefois considérées comme en retard, les économies de l'Asie du Sud ont connu une croissance annuelle moyenne d'environ 5,5% au cours des deux dernières décennies. Les perspectives y sont même plus optimistes, en dépit de la récession économique mondiale. Quant aux objectifs de développement fixés par ces pays, ils visent essentiellement à investir dans les infrastructures permettant de produire du personnel instruit et compétent. Les autres secteurs d'investissement sont les services publics vitaux que sont l'agriculture, la santé et l'énergie, qui exigent de plus en plus de technologie.

La biotechnologie apparaît dès lors comme la technologie dotée du plus grand potentiel pour résoudre les problèmes de faible productivité, de systèmes sanitaires surchargés, de cherté de l'approvisionnement en énergie non durable et enfin pour fournir de nouveaux matériaux pour les besoins de l'industrie et de l'environnement. Nous passerons en revue les domaines des biotechnologies qui offrent de bonnes perspectives pour le développement socioéconomique de l'Asie du Sud. Ces domaines prometteurs associent notamment la biologie, la chimie, l'ingénierie, les sciences de l'environnement, l'informatique et la physique.

Il deviendra impératif de relever le niveau de la coopération régionale pour que l'Asie du Sud puisse profiter de ces bienfaits. Des signes encourageants apparaissent tels que la création de l'Université de l'Asie du Sud et, sous les auspices de l'UNESCO, du Centre régional pour l'enseignement, la formation et la recherche en biotechnologie.

Les gouvernements sont déjà conscients, en général, du fait que la biotechnologie détient de précieux instruments pour relever nombre de défis du développement. Dans le domaine agricole, par exemple, la FAO estime que d'ici 2050, le monde devra avoir relevé de 50 % la production agricole si l'on veut éviter une pénurie mondiale de nourriture. La biotechnologie peut offrir des solutions grâce à la génomique végétale, aux engrais organiques et à la gestion intégrée des parasites. La biotechnologie a les moyens d'accroître la résistance des végétaux à la sécheresse, aux inondations et aux maladies ; elle peut fortifier les cultures de façon à combattre les maladies humaines telles que la carence en vitamine A ou l'anémie due à une carence en fer, chez les populations sous-alimentées ; elle peut encore produire des sources alternatives de combustible (les biocarburants). Elle a déjà révolutionné le système de santé par de nouveaux outils de diagnostic, des médicaments et des systèmes d'administration de médicaments aux malades.

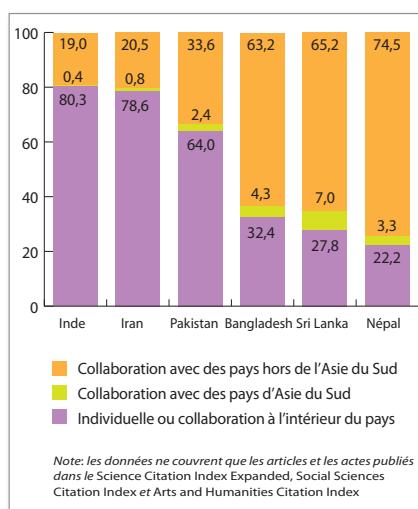
Les revenus de la biotechnologie de la région Asie et Pacifique ont augmenté de 25 % en 2008, selon *Beyond Borders : Global Biotechnology Report* (2009) de la société Ernst and Young. Plusieurs pays procèdent actuellement à de gros investissements dans ce secteur, comme la Chine, Singapour, l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, les Philippines et la Thaïlande. Ils suivent en cela les traces du Japon et de la République de Corée, selon le rapport *Bioeconomy 2030* de l'Organisation de coopération et de développement économiques.

En dépit toutefois de ces brillantes perspectives, il existe d'énormes écarts dans la façon dont les pays profitent de la biotechnologie, surtout en Asie du Sud. Le Département de biotechnologie rapporte que l'Inde a effectué de lourds investissements dans ce secteur, en enregistrant des bénéfices dépassant les 2 milliards de dollars en 2006–2007 et en déposant environ 3 000 brevets concernant la biotechnologie sur la période 1995–2004. Le Bangladesh, le Pakistan et le Sri Lanka, quant à eux, en sont encore à utiliser des technologies de première génération et, au Népal, au Bhoutan et aux Maldives, la biotechnologie est encore loin d'être répandue. Dans ces derniers pays, les efforts portent essentiellement sur la culture de tissus vivants.

En Asie du Sud, les scientifiques ont tendance à ignorer leurs voisins et à chercher à collaborer avec les États-Unis ou l'Europe, en partie parce que cela les rend plus crédibles aux yeux de leurs universités ou institutions de tutelles. *Le Rapport de l'UNESCO sur la science 2010* estime que « seuls 3 % des articles de recherche sont publiés en collaboration avec des scientifiques établis en Asie du Sud » (voir graphe). Sans nier l'importance de la collaboration internationale, la coopération régionale devrait être nettement plus importante. En identifiant les centres d'intérêt commun à la région, des alliances peuvent se nouer entre des scientifiques qui élargissent et diversifient ainsi leur champ de recherche. Cela est d'autant plus impératif au moment où déferle la vague



Ces ouvriers agricoles battent le riz dans la région pakistanaise de Mohenjo Daro.



Collaboration scientifique chez les auteurs d'Asie du Sud, 2007 (%)

Source: Rapport de l'UNESCO sur la science 2010

des domaines pluridisciplinaires de la biotechnologie qui annonce un changement de paradigme dans la manière de résoudre les problèmes critiques de l'agriculture et de la médecine. Certains de ces domaines sont décrits ci-dessous.

Biomatériaux et bio-ingénierie pour vivre mieux

Biomatériaux et bio-ingénierie appliquent aux problèmes biologiques et cliniques les principes de l'ingénierie. Simultanément, les percées dans des domaines tels que la nanotechnologie améliorent considérablement la manière de fabriquer des biomatériaux et la complexité de leurs fonctions : ils peuvent, par exemple, régénérer des tissus pour guérir des blessures.

Le (ou la) bio-ingénieur(e) emploie les méthodologies et les techniques de domaines plus traditionnels, qu'il (qu'elle) développe ou adapte en fonction des spécificités des systèmes biologiques. Prenons l'exemple des appareils d'induction de moelle osseuse, objets composites utilisant à la fois des éléments traditionnels de la prothèse et une approche d'ingénierie tissulaire afin d'assurer la stabilité des tissus de la moelle en attendant leur consolidation. La bio-ingénierie est sollicitée de diverses manières, allant de la conception, la mise au point et le fonctionnement d'appareils médicaux complexes de prévention, de diagnostic et de traitement, comme pour l'induction de moelle osseuse, jusqu'à l'étude du comportement des tissus chez des patients sains et malades, et la mise au point de logiciels et de modèles théoriques qui améliorent notre connaissance de questions biomédicales complexes. L'application revient évidemment à fabriquer et administrer plus efficacement les médicaments.

Selon l'OMS, le pourcentage de la population asiatique chez laquelle a été diagnostiqué un cas de diabète, de nature héréditaire ou environnementale, ne fait qu'augmenter. Chez ces patients, le pancréas ne produit plus l'hormone insuline, et ils doivent donc maintenir leur niveau de glucose dans le sang par des injections sous-cutanées quotidiennes d'insuline. Mais ces injections répétées ne peuvent remplacer le mécanisme naturel de l'organisme dans la distribution de l'insuline. Sans compter que l'injection est douloureuse et que les risques d'infection au cours de la piqûre sont très grands. L'administration de médicaments



© V. Durruty et P. Guedj/Fondation L'Oréal

L'une des cinq lauréates du prix L'Oréal-UNESCO de cette année, la Pr Vivian Wing-Wah Yam travaille sur des matériaux émetteurs de lumière qui peuvent agir comme des chémorécepteurs pour déceler le glucose dans le sang des diabétiques ou la présence de cellules malignes (voir aussi p. 12).

par voie orale est la plus courante et la mieux acceptée par le patient, mais elle ne convient pas dans le cas de l'insuline car l'hormone synthétique est neutralisée par les acides, ainsi que par les enzymes qui décomposent les protéines (les protéases), du système gastro-intestinal. La bio-ingénierie a pu résoudre ce problème en mettant au point une gélule d'insuline orale sensible au pH. Des innovations dans la manière de fabriquer les biomatériaux, souvent dérivées de techniques physiques ou chimiques, ont également ouvert de nouvelles approches au diagnostic.

La bio-ingénierie ne se limite pas à la recherche médicale. L'épuration de l'eau potable reste un problème majeur, notamment dans une région en développement et surpeuplée telle que l'Asie, où la majorité de la population est rurale et n'a pas accès à une eau potable de qualité. Selon les scientifiques de l'Institut national indien d'ingénierie et de recherche environnementales, l'eau disponible en Inde est polluée dans la proportion stupéfiante de 70 %, et les eaux usées produites par 25 villes très polluantes du pays sont à l'origine de 75 % de la pollution des rivières. La Yamuna, dans laquelle sont rejetés quotidiennement 200 millions de litres d'eaux souillées et non traitées par le Système d'égouts de Delhi, est devenu l'un des fleuves les plus pollués du monde, selon le PNUD.

Les produits d'épuration chimique actuellement sur le marché contiennent de l'argent, de l'iode et du chlore sous forme de comprimés. Ils sont efficaces, dans l'ensemble, mais ils présentent des inconvénients comme le rejet incontrôlé de désinfectants qui perturbent le système biologique humain, et ont des effets toxiques si leur usage est excessif. En outre, la couleur et l'odeur de l'eau filtrée sont modifiées et, après plusieurs cycles, des matières solides sont présentes dans l'eau en raison du caractère friable des composants. L'Institut indien de technologie de Delhi a mis au point un polymère microporeux non friable qui peut tuer les microbes en quelques minutes sans libérer de déchets toxiques.

Jeune homme devant le Taj Mahal. Située à 200 km au sud de New Delhi, la ville d'Agra compte une population d'environ 1,7 million d'habitants. Quelque 80 % des eaux usées de la ville s'écoule dans le fleuve Yamuna.



Photo: S Rajith, Concours de photos sur l'eau du 50ème anniversaire UNESCO-IHE

Génomique végétale

C'est au milieu des années 1990 qu'ont été cultivées, à l'échelle commerciale, les premières cultures génétiquement modifiées (GM). Alors qu'elles sont cultivées en majorité dans les pays développés, un nombre croissant de pays en développement s'y sont mis. En 2008, l'International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications estimait¹ que les agriculteurs de 12 pays en développement avaient planté des cultures GM l'année précédente et que, pour la première fois leur nombre dépassait celui des pays industrialisés. L'Argentine venait en tête du mouvement pour les pays en développement, avec 18,9 millions d'ha de maïs, de soja et de coton GM. Le Brésil venait en second, avec un peu plus de 14,9 millions d'ha de coton et de soja GM. Quant à l'Inde, elle cultivait 6,10 millions d'ha de coton GM en 2007, sa seule culture biotechnologique. Presque toutes les cultures GM commerciales sont modifiées selon deux caractères : tolérance aux herbicides (63 % des récoltes en 2008) ou résistance aux insectes (15 %). Quelque 22 % se qualifient sous les deux rubriques.

L'Asie va devoir relever un défi redoutable dans les 20 à 25 prochaines années : la croissance en termes absolus de sa population, la plus forte du monde, qui passerait de 3 à 4,5 milliards, selon des rapports récents de la FAO et du PNUD. Le changement climatique devrait lui aussi, selon les prévisions, réduire la productivité des céréales dans l'ensemble de l'Asie du Sud, et menacer la sécurité alimentaire de plus d'un milliard de personnes. De surcroît, les pays disposeront de moins d'eau et de terres pour accroître la productivité agricole et nourrir ce supplément de population.

Ces deux dernières années, selon la FAO, une infrastructure solide en recherche et développement (R&D) en matière d'agriculture s'est fait jour en Chine comme en Inde, parmi d'autres pays en développement. Il semblerait cependant que pour faire face à la crise actuelle de l'agriculture, la région aurait besoin d'une stratégie bien définie qui lui permettrait de tirer parti de la biotechnologie. C'est encore plus urgent pour les petits pays asiatiques tels que le Sri Lanka, le Népal, le Cambodge et la République démocratique du Laos dont l'infrastructure et l'accès à la technologie sont plus problématiques.

La bonne productivité agricole dépend largement de la fertilité des sols et de l'irrigation, qui manquent aux paysans les plus pauvres. Comme l'a montré l'expérience des petits cultivateurs de coton GM en Afrique du Sud, la technologie des cultures GM doit pouvoir compter sur une infrastructure et des institutions publiques pour profiter à la catégorie de la population la plus pauvre. Il est également indispensable de disposer de solides relations public-privé favorisant la collaboration au niveau local aussi bien qu'international, et évidemment d'organiser des campagnes de sensibilisation.

La biotechnologie ne se résume pas seulement à améliorer les cultures en accroissant leur productivité. Elle peut également favoriser la résilience des végétaux à l'égard d'autres conditions environnementales telles que la sécheresse et les inondations. Dans un article publié par *Nature* le 20 août 2009, une équipe japonaise dirigée par le Dr Hatori affirme avoir identifié deux gènes, le SNORKEL1 et le SNORKEL2, qui permettent à des variétés de riz cultivées dans l'eau d'allonger leurs tiges au-dessus d'une eau montante afin de maintenir leurs feuilles à l'air libre, ce qui a pour effet d'accroître la production dans des zones sujettes aux inondations. Il y a 13 ans, l'Institut international de recherche sur le riz, aux Philippines, a découvert un gène, le Sub 1A, qui permettait à une variété indienne de riz de supporter la submersion pendant plus de deux semaines. Si le Sub 1A est efficace pour de courtes périodes, les SNORKEL1 et 2 restent actifs pendant des inondations plus longues et plus sévères. Cette découverte est particulièrement adaptée au contexte asiatique, où quelque 30 % du domaine rizicole est cultivé en régime de pluies de niveau variable (voir aussi page 17).



Au Bhoutan, différentes variétés de riz sont cultivées en terrasse.

Biologie systémique en vue de la fourniture de médicaments

S'il est difficile de créer quelque chose à partir de rien, il peut être tout aussi difficile de créer quelque chose à partir de tout. Mais c'est justement ce qu'essaient de faire de nombreuses sociétés pharmaceutiques en cherchant de nouveaux médicaments qui combinent la masse infinie d'informations biologiques disponibles dans un domaine nouveau de la science appelé biologie systémique.

La biologie systémique accumule une quantité sans précédent de données sur les cellules, puis en tire des informations à l'aide de modèles mathématiques. Dans sa forme la plus élaborée,

elle peut embrasser la totalité des données moléculaires à haut débit, telles que séquences d'ADN, molécules d'ARN, protéines et autres substances produites par le métabolisme (les métabolites), ainsi que des données plus descriptives comme les diagnostics cliniques des patients et leurs réactions aux médicaments (domaine de la pharmacogénomique). Des programmes informatiques modélisent ces processus à l'intérieur de nos cellules. Les données sont ensuite intégrées dans les modèles, qui doivent également faire une place aux indications de temps et d'espace, car les molécules changent d'emplacement et de fonction à chaque microseconde. Il ne suffit pas de reproduire ce que l'on sait de la cellule : les modèles doivent aussi prédire ce qui est inconnu, afin que les scientifiques puissent tester leurs hypothèses.

Cependant, il subsiste, dans les milieux industriels et universitaires, des personnes réticentes à l'égard de la biologie systémique. Nul ne peut être certain qu'elle parviendra à augmenter le nombre de médicaments à l'étude qui passent avec succès l'épreuve des tests cliniques. C'est cependant un pari que presque tous les industriels semblent désireux de faire, même avec des investissements parfois modestes. Dans un rapport

publié en 2009, intitulé *Diagnostics*, les experts de chez Price Waterhouse Coopers ont soutenu que l'industrie pharmaceutique devait s'appuyer davantage sur la biologie systémique si elle voulait survivre au marasme actuel des découvertes dans le domaine des médicaments. Ils prévoient que cette approche s'affirmerait davantage d'ici 2020.

La biologie systémique peut aussi s'avérer utile dans le domaine de la médecine traditionnelle. Les sociétés pharmaceutiques sont devenues bien plus ouvertes aux médecines chinoise et ayurvédique au cours de cette dernière décennie. Mais leur approche par exploration des connaissances a été typiquement occidentale : isoler les ingrédients actifs et les tester un par un. Cette approche réductionniste a abouti à approuver l'usage de médicaments tels que l'artémisinine pour le paludisme qui, dans la médecine chinoise, sert à traiter la fièvre, ou le trioxyde d'arsenic, qui a été emprunté à la médecine chinoise pour le traitement de la leucémie promyélocytaire aiguë. Mais identifier les ingrédients actifs n'est pas facile. La plupart des remèdes de la médecine chinoise sont des formules complexes qui peuvent compter jusqu'à 50 espèces d'herbes contenant des milliers de produits chimiques. Pour puiser plus profond dans le gisement des traitements chinois traditionnels, les chercheurs pensent qu'ils devraient s'attacher à comprendre comment les mélanges d'ingrédients agissent entre eux. La biologie systémique s'efforce de connaître les fonctions et le comportement d'un organisme en étudiant les interactions entre ses éléments. C'est pourquoi certains la considèrent comme l'équivalent parfait de la médecine chinoise traditionnelle. En mesurant en même temps de nombreux gènes, protéines et métabolites, la biologie systémique pourrait fournir une mesure de la réaction de l'ensemble du corps à un mélange complexe d'herbes.

La plupart des pays en développement d'Asie du Sud en sont encore aux premiers stades de l'apprentissage technologique, où l'accès aux brevets déposés est indispensable au développement industriel. Il n'existe pas encore de modèles généraux qui leur permettraient de fonder dans une stratégie commune les diverses découvertes. Les sociétés de biotechnologie agricole, par exemple, recherchent les moyens de partager leurs brevets avec des pays en développement dans le cadre d'accords institutionnels spécifiques qui assouplissent leurs conditions d'attribution. Il pourrait leur être avantageux d'adopter des mesures semblables dans le domaine de la biotechnologie industrielle et environnementale².



© Ahmed Fahmi
Montagnes du centre du Bhoutan, où abondent les plantes médicinales, et (détail) chercheur en agronomie se livrant à une micropropagation de plantes lors d'un atelier organisé par l'UNESCO au Bhoutan en juin 2009



L'un des exemples d'un heureux dispositif institutionnel est l'initiative Open Source Drug Discovery prise par le Conseil de la recherche scientifique et industrielle de l'Inde. Cette initiative vise à mettre au point des médicaments bon marché pour les populations démunies grâce à des subventions de recherches en collaboration, ouvertes à tous et couvrant l'ensemble du processus de création du médicament. Cette initiative indienne n'en est encore qu'à ses débuts et son succès à long terme pourrait dépendre de sa capacité à trouver suffisamment d'incitations, financières et non financières.

Création de vaccins

L'immunisation est peut-être le moyen le plus efficace de prévenir et affronter les maladies animales. Les vaccins offrent en général des avantages considérables pour un coût relativement peu élevé, argument essentiel pour les pays en développement. En outre, pour les maladies infectieuses très répandues, de bons vaccins peuvent réduire l'utilisation des antibiotiques. Parmi les pays qui ont répondu en 2005 à une enquête de l'Organisation mondiale de la santé animale, 7 pays asiatiques sur 14 déclaraient produire ou utiliser des vaccins pour animaux issus de la biotechnologie, certains au stade expérimental, d'autres vendus dans le commerce.

À côté des avancées réalisées dans la création de vaccins, il existe des méthodes améliorées d'administration des vaccins et des médicaments. Comme l'a souligné l'OMS, des milliers d'enfants meurent chaque année de maladies pouvant être évitées grâce aux vaccins, en raison du prix prohibitif de leur administration. Les dépenses de transport et de stockage réfrigérés coûtent très cher aux campagnes de vaccination. Le recours à du personnel médical qualifié vient s'ajouter aux dépenses. Des traitements médicaux longs et compliqués posent des problèmes aux populations, surtout s'ils comportent des visites aux centres de soins. Leur interruption peut non seulement entraîner la mort mais aussi l'apparition de souches de bactéries résistantes aux médicaments. Dans la mesure où les systèmes d'administration de médicaments sans injection ou à effet progressif sont capables de résoudre un grand nombre de ces problèmes, les scientifiques explorent actuellement différentes solutions dans cette direction.

Des vaccins sont également utilisés pour améliorer la santé des poissons par la sélection conventionnelle de leur résistance aux maladies et pour la recherche moléculaire des agents pathogènes aux fins de l'examen et du diagnostic. Ces techniques sont actuellement utilisées dans le monde entier pour déceler

les maladies virales des crevettes marines et, dans de nombreuses régions, les agents bactériens et fongiques chez les poissons. Cela permet de se conformer aux normes de quarantaine et de commercialisation des espèces aquatiques édictées par l'Organisation mondiale du commerce et l'Office international des épizooties.

Les diagnostics fondés sur la biotechnologie ont également leur importance dans l'analyse des aliments. La plupart des méthodes microbiologiques classiques dépendaient de cultures de microorganismes placées sur des plaques d'agar et détectées par leur signature biochimique. Ces méthodes sont souvent fastidieuses, consommatrices de personnel et lentes. Les systèmes de diagnostic et d'identification génétiques peuvent grandement améliorer la spécificité, la sensibilité et la rapidité des tests microbiens. Les méthodologies de typage moléculaire servent, pour l'alimentation, à rechercher et surveiller la présence de bactéries nuisibles (flore et microflore d'altération). Ces méthodes reposent en général sur la technique de réaction en chaîne par polymérase, capable d'agrandir de minuscules quantités d'ADN aux fins d'un examen efficace. En combinant ces technologies à d'autres tests génétiques, les scientifiques sont en mesure de décrire et d'identifier les organismes au niveau du genre, de l'espèce, de la sous-espèce et même de la souche, ce qui permet de déterminer précisément les sources de la contamination³.

Bio-nanotechnologie

La bio-nanotechnologie a le potentiel pour révolutionner l'industrie agroalimentaire par les nouveaux moyens dont elle dispose pour détecter rapidement les maladies végétales et améliorer la capacité des plantes à absorber les nutriments. Des capteurs intelligents et des systèmes sophistiqués d'administration des traitements aideront l'industrie à combattre les virus et autres agents pathogènes des cultures.

Nombreux sont les pays émergents qui ont des projets ambitieux de R&D en nanotechnologie, comme l'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine, l'Inde, l'Iran, la Malaisie, le Mexique et Singapour. Cependant, alors que les pays pauvres se doivent toujours de renforcer, par exemple, leurs systèmes sanitaires et d'élargir l'accès de la population aux soins médicaux, la nanotechnologie pourrait, à terme, sauver des vies en améliorant sensiblement les diagnostics et les traitements. Plusieurs pays en développement d'Asie

Un scientifique du Centre de recherches marines des Maldives analyse en laboratoire la croissance des micro-algues.

©S. Abdul Sattar, Centre de recherches marines des Maldives



du Sud, d'Asie du Sud-est et du Pacifique s'efforcent de s'engager dans cette voie.

En 2009, la Commission économique et sociale des Nations unies pour l'Asie et le Pacifique (CESAP) et la Banque mondiale ont désigné certains domaines cruciaux dans lesquels la nanotechnologie pourrait être d'une grande utilité en impulsant dans la région un développement intégré et une croissance économique. Ce sont, par exemple, la production de nanoparticules pour l'épuration

de l'eau, l'utilisation de nanotubes de carbone dans la transformation et la conservation des aliments, la mise au point de kits peu coûteux et effectifs de diagnostic pour une série de maladies courantes, des systèmes innovants d'administration de médicaments et de vaccins et une plus grande efficacité de la conversion d'énergie dans les technologies photovoltaïques solaires grâce à des nanotubes et des nanoparticules.

La bio-nanotechnologie apparaît à beaucoup d'experts comme une perspective à long terme : il faudra d'abord faire des recherches et de nombreux essais, notamment dans le domaine médical, avant de passer à des procédures rigoureuses de tests et de validation. Tout va vite cependant. Si les nations en développement veulent profiter des bienfaits que cette technologie peut offrir, il faudra gérer avec le plus grand soin les nombreuses questions de financement, d'infrastructure, de formation et de politique relatives aux aspects aussi bien techniques qu'environnementaux.

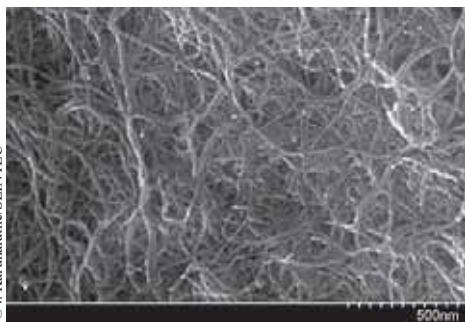
Des questions d'éthique se posent également. Dans ses recommandations publiées en 2008, intitulées *Les nanotechnologies et l'éthique : politiques et stratégies*, la Commission mondiale de l'UNESCO d'éthique des connaissances scientifiques et des technologies en a examiné un certain nombre, dont : Comment garantir la répartition équitable des avantages tirés d'une technologie créée, dans une grande mesure, par le secteur privé mais dotée d'importantes implications humanitaires ? Et le manque de compétences parmi les nations en développement dans l'adoption et l'utilisation de la nanotechnologie implique-t-il que leurs emplois manufacturiers deviendront obsolètes dès que les nations plus avancées technologiquement auront remplacé leurs procédés traditionnels par des procédés bénéficiant de la nanotechnologie ?

Biosécurité et bioéthique

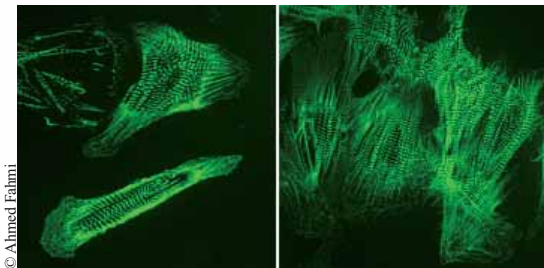
En laboratoire, le risque et le danger physiques posent des problèmes techniques. Les politiques et les réglementations destinées à gérer ces risques dépendront dans une grande mesure de la capacité scientifique, y compris de l'expertise humaine, ainsi que de la qualité des équipements de laboratoires. Or, cette capacité n'existe tout simplement pas encore dans un grand nombre de pays en développement.

Le Protocole de Carthagène sur la biosécurité, le tout premier accord nommé destiné à traiter des produits d'ingénierie génétique, applique le principe de précaution à l'évaluation des risques liés aux organismes GM. Selon ce principe, l'absence ou la faiblesse de preuve scientifique du risque ne devraient pas

Ces nanotubes de carbone vus au microscope à l'Institut de nanotechnologie du Sri Lanka sont constitués de graphite de la veine sri lankaise dont le carbone est pur à 99%. En présence de nanotubes, la croissance des plantes est plus vigoureuse et plus rapide, ce qui laisse espérer que ces nanotubes deviennent un précieux adjuvant dans les engrais.



©V. Karunanithi/SLINTEC



Muscles cardiaques néonataux d'un rat de laboratoire teintés en vert. Réalisée au Rayne Institute de Londres, au Royaume-Uni, cette expérience a respecté le strict règlement de biosécurité et les protocoles de bioéthique. À gauche, image de contrôle et, à droite, les mêmes muscles auxquels a été ajoutée de l'Interleukine 6. Cette protéine stimule la réaction immunitaire après traumatisme, notamment les atteintes aux tissus provoquant une inflammation.

être considérées comme preuve concluante de l'innocuité d'un organisme donné ; il doit, par conséquent être soumis à une analyse risque/bénéfice. Cela rassure quelque peu les pays en développement qui ne sont pas encore en mesure d'effectuer des évaluations approfondies. Cependant, si ce principe de précaution permet de soutenir qu'aucune technologie n'est totalement sans risque, celui-ci peut aussi être utilisé de manière détournée pour faire obstacle aux échanges commerciaux et au développement ultérieur de la biotechnologie. Cela donne à penser qu'il faut travailler à harmoniser certaines clauses de l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce avec celles de la Convention sur la diversité biologique.

Devant la complexité croissante des questions bioéthiques – relatives, par exemple, à la manipulation des données génétiques humaines, la bio-piraterie, la recherche sur les cellules souches embryonnaires, le clonage animal ou l'ingénierie génétique de végétaux pour produire des vaccins et des produits pharmaceutiques – les pays d'Asie du Sud sont de plus en plus nombreux à instituer des comités nationaux de bioéthique, selon l'UNESCO. Ces comités conseillent les décideurs sur la façon de traduire dans la législation et les règlements nationaux les normes universelles énoncées dans les instruments juridiques internationaux, afin de les ancrer fermement dans la politique et les pratiques nationales en matière de sciences biologiques.

A titre d'exemple, les sociétés pharmaceutiques prennent déjà l'habitude d'effectuer des essais cliniques dans les pays en développement, mais elles sont nombreuses à avoir des pratiques douteuses. Si les essais étaient menés dans des sites mondialement agréés, cela économiserait du temps et de l'argent. Il serait plus facile de réunir le nombre de patients ciblés, et la mise au point accélérée de médicaments pourrait offrir aux sociétés productrices une année supplémentaire d'exclusivité. Les pays eux-mêmes seraient gagnants en termes de finances, de formation de personnel hospitalier, d'écoles de médecine et d'organismes de recherche.

Le nombre d'essais effectués en Chine et en Inde, en particulier, est en constante augmentation, mais ces deux pays ont des points faibles quant au savoir-faire et à l'exigence éthique. Une étude récente de Normile indiquait que seuls 207 des 2 235 essais « randomisés » cités dans les publications chinoises avaient été correctement randomisés. Et qu'en Inde, la majorité des experts potentiels n'avaient pas les compétences nécessaires pour effectuer ces essais. Les patients sont souvent incités à participer aux essais, mais l'illettrisme très répandu pousse à contourner les protocoles de consentement éclairé, et les publicitaires attirent souvent les participants potentiels par de distributions conséquentes d'argent ou de médicaments onéreux. Appliquer les normes de la bioéthique aux registres et aux politiques de publications scientifiques permettrait de tenir compte de la participation grandissante du monde en développement aux essais cliniques.

La coopération régionale est impérative

Dès 1990, les chefs de gouvernements de l'Association de l'Asie du Sud pour la coopération régionale (SAARC) reconnaissent la nécessité d'institutionnaliser et de promouvoir la coopération en biotechnologie. Mais elle a été très faible et n'a produit qu'un engagement formel et tardif en juin 2009, lorsque le Groupe de travail de la SAARC sur la biotechnologie, réuni à Colombo (Sri Lanka), a lancé la coopération entre États membres par des programmes communs de recherche et de bourses.

Il est impératif de développer la coopération régionale, afin de disposer d'excellentes universités et centres de recherches, de financer généreusement la recherche fondamentale et appliquée, de forger de puissants liens internationaux et d'ouvrir largement les canaux de communication. Ceci dit, la coopération régionale ne doit pas nécessairement se limiter à une circulation à sens unique, entre donateurs et bénéficiaires. Il y a certainement des possibilités de coopération régionale sous forme de recherches conjointes et de mise au point et de transfert de technologies.

Dans les années 1980, l'ONUDI avait piloté la création du Centre international d'ingénierie génétique et de biotechnologie (ICGEB) dont les bureaux sont situés à Trieste (Italie) et New Delhi (Inde) et, depuis 2007, au Cap (Afrique du Sud). Depuis, l'ICGEB a développé les compétences des pays en matière de biotechnologie industrielle, agronomique, pharmacologique et sanitaire – animale et humaine. Plus de 30 centres y sont affiliés dans le monde entier, dont certains sont devenus des centres d'excellence. Ils se situent souvent dans des pays en développement et des économies en transition. L'importance des capacités de recherche *locales* dans la mise en place d'une base industrielle *locale* y est mise en évidence.

L'Université de l'Asie du Sud : une première pour la région

Un saut qualitatif s'est produit dans la coopération régionale en juin dernier, avec la naissance de l'Université de l'Asie du Sud, provisoirement située dans un campus de l'Université Jawaharlal Nehru de New Delhi. Fondée par la SAARC, l'université accueillera dans un premier temps 50 étudiants dans une demi-douzaine de cours de master, dont l'un consacré à la biotechnologie. Les candidatures seront examinées en juillet et les cours devraient débuter en août. Les étudiants proviendront essentiellement des huit pays de la SAARC⁴, et leurs frais d'études seront subventionnés dans une large mesure. Des étudiants de pays extérieurs à la SAARC pourraient y être admis en payant la totalité des frais. Les enseignants eux aussi seront recrutés de préférence dans les huit pays de la SAARC.

Aux médecins l'ingénierie et aux ingénieurs la biologie !

Selon Narasimharao⁵, très peu d'institutions en Inde, ou même dans l'ensemble de l'Asie du Sud, offrent une formation ou un enseignement pluridisciplinaire, alors que c'est une condition cruciale pour la réussite de toute stratégie nationale de biotechnologie. Dans les universités conventionnelles, la structure même des départements universitaires, divisés en disciplines distinctes, fait obstacle à cet objectif.

Pour être efficace, la collaboration se doit d'être intellectuellement productive pour toutes les disciplines en jeu. Elle peut découler, dans un premier temps, du besoin des biologistes de s'adresser à des physiciens ou des mathématiciens pour mettre au point des techniques ou construire des modèles répondant à des questions purement biologiques, ce qui établit une relation à sens unique. Ou bien, la séduction de modèles simples et élégants peut engager des théoriciens sur des finalités n'apportant pas nécessairement des éclaircissements sur la biologie. Mais dans les meilleurs exemples de travail interdisciplinaire, la découverte et l'élucidation se font au bénéfice des deux parties. Les biologistes ont ainsi la chance de répondre à des questions-clés de leur domaine et les mathématiciens et les physiciens de mettre au point et d'utiliser des techniques de recherche qui cadrent mieux avec leurs connaissances de milieu naturel.

Il faut déplorer également le manque de reconnaissance du fait que la biotechnologie exige une multitude de spécialistes. De sorte qu'il existe une pénurie aiguë dans de nombreuses professions dont la formation exige la pluridisciplinarité, comme celles de médecins, ingénieurs, spécialistes de la mise au point clinique de produits et experts en réglementation de la science et en assurance de qualité. Cette question a été traitée dans le rapport de l'UNESCO publié l'année dernière sur *L'ingénierie : enjeux et défis pour le développement*.

Conscient de la situation, le gouvernement de l'Inde a créé un Centre régional pour l'enseignement, la formation et la recherche en biotechnologie, dans le cadre du Programme international de l'UNESCO en sciences fondamentales, en vertu d'un accord signé en juillet 2006. Des locaux provisoires

à la pointe du progrès viennent d'être mis à disposition et trois chercheurs principaux ont été recrutés pour l'unité de recherche. La construction des locaux permanents à Faridabad, dans les faubourgs de Delhi, devrait être terminée dans quelques années. Bien que des étudiants du monde entier puissent faire acte de candidature, la préférence sera donnée aux étudiants asiatiques.

La formation est essentiellement caractérisée par l'ouverture aux autres disciplines. Les futurs médecins s'inscrivent non seulement dans les disciplines médicales mais suivent aussi des cours d'ingénierie biomédicale, de nanotechnologie et de bio-entrepreneuriat. Au cours de leur formation médicale, ils collaborent avec des biologistes et des ingénieurs grâce à la mise en réseau des hôpitaux et des écoles de médecine locaux.

Comme un enseignement et une formation de tout premier ordre vont de pair avec un environnement de recherche stimulant, les travaux de recherche effectués au Centre se situent à l'interface de multiples disciplines et se concentreront sur la mise au point de technologies. Il est prévu de mettre en place des programmes spécialisés dans les domaines spécifiques offrant de nouvelles opportunités telles que l'ingénierie cellulaire et tissulaire, la nano-biotechnologie et la bioinformatique, spécialité qui établit des synergies entre technologie de l'information et biomatériaux de pointe. Les points forts de la formation seront la réglementation, la mise au point de produits, le passage à la phase commerciale, la fabrication et le bio-entrepreneuriat.

Il est à espérer que ce centre régional devienne une plateforme pour susciter et mettre en œuvre des programmes conjoints, aussi bien dans le cadre régional pour répondre aux défis du développement de l'Asie du Sud que dans un cadre plus vaste pour approvisionner le marché mondial en produits et services.

Ahmed Fahmi⁶

Pour en savoir plus sur le Centre régional : www.rcb.res.in/ ;

Sur l'Université de l'Asie du Sud : www.southasiauniversity.org

Cet article s'inspire d'une série de conférences sur la biotechnologie et le développement en Asie sponsorisées par le bureau de l'UNESCO à New Delhi depuis 2004. Un article similaire, du même auteur, paraîtra en mai 2011 dans le *Journal of Biotechnology d'Elsevier*.



Maquette du Centre régional pour l'enseignement, la formation et la recherche en biotechnologie (à gauche) et de l'Institut transnational des sciences médicales (à droite) en construction à Faridabad. Ils font partie du Cluster unique de sciences biotechniques que le gouvernement indien met en place actuellement.

1. Voir Clive James (2008) *Global status of commercialized biotech/GM crops* : www.isaaa.org/
2. Voir S. Charturvedi et K. Ravi Srinivas (2011) *Contours of South-South Cooperation and Biotechnology in Asia: Strategising for Agricultural and Industrial Growth. RIS Policy Brief. No.49*
3. Voir J. Ruane et A. Sonnino (éd) (2006) *The Role of Biotechnology in Exploring and Protecting Agricultural Genetic Resources, Background document, pp. 151-172. FAO, Rome*
4. Réunissant l'Afghanistan le Bangladesh, le Bhoutan, l'Inde, les Maldives, le Népal, le Pakistan et le Sri Lanka
5. B.P. Narasimharao (2009) *Need for new trends in biotechnology education and training. Asian Biotechnology and Development Review, 11, 89-114*
6. Spécialiste du programme, Bureau du Cluster de l'UNESCO à New Delhi pour le Bangladesh, le Bhoutan, l'Inde, les Maldives, le Népal et le Sri Lanka : a.fahmi@unesco.org

Top départ pour l'Année de la chimie

L'Année internationale de la chimie (AIC) a été inaugurée par l'UNESCO et l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) lors d'une conférence qui s'est tenue les 27 et 28 janvier au siège de l'UNESCO, à Paris. Durant toute l'année, des élèves du primaire et du secondaire sont invités à participer au record de la plus vaste expérience scientifique jamais effectuée.

L'Expérience de chimie mondiale s'inscrit dans l'objectif général de l'Année de faire mieux apprécier la chimie. Intitulé L'eau : une solution chimique, le projet invite les élèves à mener quatre expériences sur la qualité de l'eau : tester sa salinité et son acidité, apprendre à la filtrer et à la distiller. Le 22 mars, Journée mondiale de l'eau, l'Expérience a été officiellement lancée par l'UNESCO lorsque 1000 élèves du Cap (Afrique du Sud) se sont attaqués à ces quatre expériences.

Une fois ces tests réalisés, les enfants du monde entier auront la possibilité de reporter les résultats de leur expérience sur une carte interactive en ligne. Cette expérience de chimie pourrait devenir la plus grande de ce type jamais organisée. À l'UNESCO, Rovani Sigamoney explique que « ces quatre expériences sont faciles à effectuer dans le laboratoire de la plupart des écoles car elles ne demandent pas d'équipement supplémentaire. Mais pour les nombreuses écoles du monde dépourvues de laboratoires, l'équipe de l'AIC a développé des kits spécialisés en expériences de l'eau ».

Une seconde initiative, Visualiser et comprendre la science du changement climatique, s'adresse aux lycéens et aux étudiants du monde entier. Par neuf leçons interactives accessibles en ligne, les jeunes seront à même d'appréhender les phénomènes scientifiques à l'origine du changement climatique et d'évaluer le rôle joué par l'homme dans ce phénomène.

La conférence d'inauguration de l'Année a été déclarée ouverte par la Directrice générale de l'UNESCO et Nicole Moreau, Présidente de l'IUPAC. Le 27 janvier, les débats ont porté notamment sur la contribution de la chimie à la vie moderne, la place des femmes dans la chimie et les liens entre chimie et développement durable. La seconde journée a été consacrée à l'examen des liens entre la chimie et toute une série de sujets tels que la santé, l'énergie, les matériaux, la nutrition et l'économie.

Parmi les intervenants se trouvaient le P^r Jean-Marie Lehn (France), prix Nobel de chimie en 1987, la P^r Ada Yonath (Israël), prix L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science 2008 et lauréate du prix Nobel de chimie en 2009, ou encore le P^r Yuan Lee (Taïwan, Chine) prix Nobel de chimie en 1986.

La P^r Hélène Langevin-Joliot (France), Directrice de recherches au Centre national de la recherche scientifique et petite-fille de Marie Skłodowska Curie, a donné un tour plus personnel à son allocution. Rappelant la vie extraordinaire de sa grand-mère, elle a raconté comment, lorsque Pierre et Marie Curie découvrirent le polonium et le radium en 1898, l'Académie des sciences de France ne transmet que les noms de Pierre



© EPCA/UNESCO/IUPAC

Vue tirée du film de trois minutes *Chemistry – All about You*, réalisé par l'Association européenne de pétrochimie, l'UNESCO et l'IUPAC afin de montrer comment la créativité de la chimie imprègne notre vie quotidienne. Projeté lors du lancement de l'Année, le film est disponible gratuitement pour toute personne désirant le faire connaître, partout dans le monde.

Curie et d'Henri Béquerel au comité Nobel. En apprenant cette discrimination grâce au mathématicien suédois Gösta Mittag-Leffler, Pierre protesta vivement. Si bien qu'en 1903, le prix Nobel de physique fut partagé entre Henri Béquerel, Pierre et Marie Curie « en reconnaissance des services extraordinaires qu'ils ont rendus, par leurs recherches en commun sur les phénomènes de radiation découverts par le P^r Béquerel » [en 1896]. En 1911, cinq ans après la mort accidentelle de son mari bien-aimé, Marie Curie recevait le prix Nobel de chimie « pour ses découvertes et son étude des éléments radium et polonium ».

La célébration de la contribution des femmes à la chimie fait partie des principaux objectifs de l'AIC. Lors de son inauguration, Mary Garson, de l'Université du Queensland, en Australie, a commenté un court métrage présentant quelques-unes des 5 000 femmes de 44 pays qui avaient participé, le 18 janvier, à des petits-déjeuners en réseau sur le thème Des Femmes partagent un moment chimique.

Pour en savoir plus : r.sigamoney@unesco.org ; j.hasler@unesco.org ; www.chemistry2011.org ; www.explainingclimatechange.ca

Lancement de l'African Journal of Chemical Education

Le premier numéro de l'African Journal of Chemical Education a été publié en janvier par la Fédération des sociétés africaines de chimie. Il couronne plusieurs années d'efforts de la part du Rédacteur en chef Temechegn Engida de l'Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique (IICBA), dans le but d'améliorer l'enseignement de la chimie sur le continent.

Fondée en Éthiopie en février 2006 avec le soutien de l'UNESCO, la Fédération des sociétés africaines de chimie compte aujourd'hui dix pays membres, ainsi que huit pays francophones d'Afrique de l'Ouest, regroupés en une seule Société de chimie⁷.

La revue en ligne paraîtra en anglais, deux fois par an, en janvier et juillet. Qu'elle ait été lancée le même mois que l'Année internationale de la chimie n'est pas pure coïncidence. La Fédération des sociétés africaines de chimie, tout comme la Société éthiopienne de chimie, ont été le moteur dans l'adoption de l'Année, ayant été mandatées par l'IUPAC pour proposer en 2007 l'Année aux organes directeurs de l'UNESCO.

La fédération admet volontiers que les principaux objectifs de l'Année – accroître la reconnaissance et la compréhension

du public pour la chimie en tant qu'elle répond aux besoins du monde, et encourager les jeunes à s'y intéresser – constitue un défi pour les Africains qui enseignent la chimie.

« Nous autres, professeurs de chimie de ce continent, nous nous plaignons constamment que la chimie ne soit pas la première option, ni même la deuxième ou la troisième, de la jeune génération qui entre à l'université ou dans les classes préparatoires », écrit le Dr Engida dans l'éditorial du premier numéro de l'*African Journal of Chemical Education*. « Nombre de nos étudiants n'ont pas une vision claire de ce qu'est la chimie, ce qui réduit leurs chances d'être créatifs plus tard. En outre, le grand public a une image faussée de la chimie, cette discipline étant perçue de façon négative par assimilation aux explosifs, à la toxicité etc. » T. Engida déplore également la faible proportion de femmes parmi les chimistes, ainsi que la visibilité « très limitée » des sociétés africaines de chimie sur la scène internationale.

Il soutient que l'Afrique ne sera en mesure de réaliser les objectifs de l'Année que quand les chimistes et les enseignants africains seront capables de proposer à la jeune génération dans l'enseignement de la chimie à tous les niveaux – du primaire au 3^{ème} cycle universitaire – des expériences à la fois pratiques, pertinentes et significatives. « J'estime, pour ma part, que peu de choses ont été faites dans ce sens », écrit-il, « et je doute même que cela puisse être reconnu par bon nombre d'entre nous en Afrique ».

Il lance un appel aux chimistes professionnels, professeurs et concepteurs des politiques de technologie et d'éducation afin qu'ils unissent leurs efforts pour répondre à des questions telles que : comment concevoir et valider des stratégies d'enseignement fondées sur l'utilisation de produits locaux ; comment tirer le meilleur profit de ces ressources dans les écoles et les collèges ; les méthodes traditionnelles d'enseignement sont-elles adaptées à « nos classes nombreuses et nos ressources limitées » ; et quels bienfaits l'Afrique peut-elle tirer de l'expérience des nations développées ?

Le journal dispose de deux rédacteurs associés, Sileshi Yitbarek du Collège Kotebe de formation des maîtres d'Éthiopie, et Ahmed Mustefa de l'Université d'Addis-Abeba.

Pour lire la revue : www.faschem.org ; pour en savoir plus : t.engida@unesco.org ; etemchegn@unesco-iicba.org ; www.unesco-iicba.org

Quelle exploitation minière pour les réserves de biosphère ?

Le 15 février, des experts participant à une réunion internationale au siège de l'UNESCO, à Paris, ont recommandé la création d'un groupe de travail qui traiterait de l'exploitation et de l'extraction de métaux précieux, du pétrole et du gaz dans les réserves de biosphère.

Il a été suggéré que le groupe se compose de membres du Comité consultatif du Programme l'Homme et la biosphère (MAB), du Bureau du Programme international des géosciences (PICG) et d'experts invités. Ce serait la première collaboration entre ces organismes.

Ils étaient plus de 30 experts venus de gouvernements, de l'industrie, d'organismes de recherche et de la société civile à traiter du difficile problème de savoir comment extraire de façon durable les minerais dans les réserves de biosphère. Ce ne sont pas uniquement des espaces protégés – ces réserves comprennent une aire centrale sous protection nationale, entourée d'une zone tampon et de zones de transition qui elles, sont ouvertes à des activités commerciales et industrielles sous contrôle. C'est ce zonage qui permet de faire des projets sur l'ensemble de chaque réserve pour son utilisation équitable, dans un double but de conservation et de développement économique, comme la mise au point de techniques exemplaires d'extraction minière.

Dans la plupart des cas, l'extraction minière dans les réserves de biosphère a été considérée comme une menace pour la préservation de la biodiversité. Mais, comme ces réserves servent de laboratoires pour le développement durable, et comme le développement actuel continue à dépendre étroitement des ressources minérales, elles se sont appliquées à rechercher les meilleures pratiques et à établir des partenariats avec des entreprises des secteurs public et privé. La demande croissante d'énergie et de métaux précieux a fait monter la spéculation et la pression sur les réserves de biosphère. « Cette tendance est évidente », a déclaré Sarah Gaines, spécialiste du programme à l'UNESCO. « Ce qui reste moins évident, c'est quel est le meilleur moyen qu'ont les réserves de biosphère de répondre à cette pression. »

La réunion a cité en exemple le succès des partenariats conclus entre secteur minier et réserves de biosphère au Canada et au Brésil, tout en appelant à établir des outils et des cadres de durabilité pour l'industrie minière. Il a été question également de l'exploitation artisanale de subsistance en Afrique centrale.

Selon les secrétaires du MAB et du PICG, cette réunion amorçait un dialogue à l'UNESCO, dont la première question serait : quels sont les principaux problèmes que soulève l'exploitation minière dans les réserves de biosphère ou leur voisinage ? « Il nous importait de donner aux gestionnaires des réserves de biosphère l'occasion de décrire la situation sur place et de discuter avec des experts qui ont résolu des problèmes semblables », a déclaré Aaron Welch, Boursier Fulbright à l'UNESCO et coordinateur de la réunion, avec Sarah Gaines.

Les experts ont suggéré qu'un groupe de travail commun au MAB et au PICG pourrait se pencher sur les points suivants :

- ▶ Mieux présenter au public la finalité et la structure des réserves de biosphère afin de susciter une meilleure compréhension de leur fonctionnement potentiel en tant que laboratoires pour l'extraction durable des ressources de la Terre ;
- ▶ Recueillir et diffuser un corpus d'études de cas illustrant des pratiques d'extraction durable des ressources de la Terre, et attirer l'attention des sociétés minières sur les directives et outils de protection existants ;
- ▶ Améliorer la communication et la circulation transparente de l'information entre les parties prenantes afin d'obtenir une meilleure coordination du dialogue politique à tous les niveaux.

Pour en savoir plus : s.gaines@unesco.org ; a.welch@unesco.org

7. Afrique du Sud, Botswana, Égypte, Éthiopie, Ghana, Kenya, Maroc, Nigeria, Ouganda et Tunisie et la Société ouest-africaine de chimie ; Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Sénégal et Togo

Six villes d'Amérique du Sud se sont préparées aux tsunamis

Un projet de l'UNESCO d'une durée de 15 mois pour préparer les villes côtières du Chili, de Colombie, d'Équateur et du Pérou à l'éventualité d'un tsunami a pris fin le 15 octobre. Il portait sur l'éducation et la planification d'urgence en cas de tsunami.

Financé à hauteur de 779 000 dollars dans le cadre du sixième Plan d'action pour la préparation aux catastrophes de l'Amérique du Sud parrainé par le service d'aide humanitaire de la Commission européenne (programme DIPECHO), le projet a été piloté par la COI de l'UNESCO et le Bureau régional de l'UNESCO pour l'éducation en Amérique latine et aux Caraïbes basé à Santiago du Chili, et mis en oeuvre conjointement avec les bureaux de l'UNESCO à Quito (Équateur) et Lima (Pérou).

Le projet concernait six villes de la côte Pacifique particulièrement exposées aux tsunamis : Penco, Tomé et Coronel dans la région Bio Bio du Chili, Tumaco dans la région de Nariño de Colombie, Esmeraldas en Équateur et El Callao, au Pérou.

Les spécialistes en éducation des trois bureaux de l'UNESCO, les ministères de l'Éducation et les universités des quatre pays participants ainsi que la Croix rouge colombienne ont travaillé avec les enseignants du primaire et du secondaire et avec plus de 10 000 élèves. Dans chacun des pays avait été élaboré du matériel pédagogique sur les tsunamis qui se devait d'être cohérent avec le programme éducatif du pays et adapté au contexte national. Au Chili, ce matériel

a même été adapté à l'usage des classes maternelles. Les écoles de chaque pays participant au projet ont par ailleurs profité de l'occasion pour tester et réviser leurs plans de sécurité scolaire sous forme d'exercices d'évacuation.

Dans le même temps, le projet a développé une campagne de sensibilisation des associations de parents d'élèves et de leaders des communautés. Les principaux messages étaient diffusés par des affiches, des dépliants, des annonces à la radio et des vidéos transmises par l'Internet et la télévision. En Équateur, la campagne a également utilisé le porte-à-porte.

Afin d'améliorer la planification d'urgence en cas de tsunamis, les spécialistes ont aidé les autorités locales à mettre leurs plans à jour et à réviser les systèmes locaux d'alerte rapide aux tsunamis en installant des sirènes et des panneaux signalant les zones de sécurité, les zones de risques et les voies d'évacuation. L'efficacité de chacun des plans d'urgence a ensuite été testée dans les communautés ciblées par des simulations sur ordinateur et des exercices.

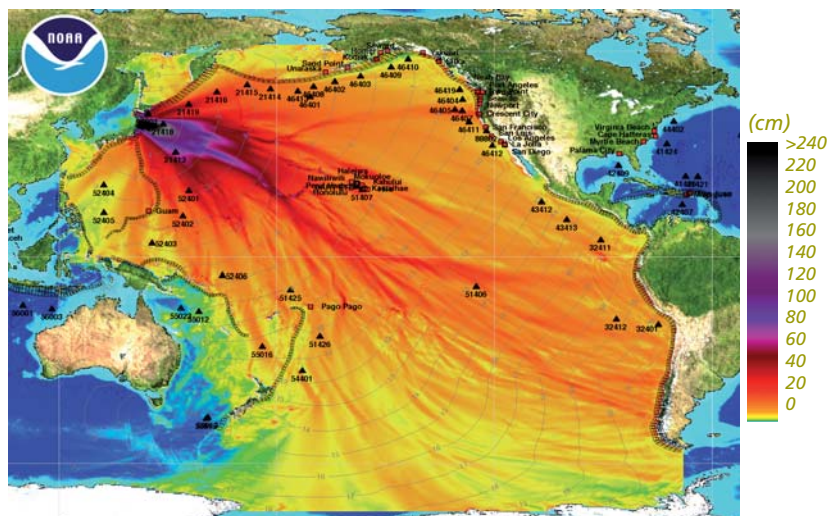
L'un des objectifs du projet était de créer ou renforcer les mécanismes de coordination aussi bien au niveau national qu'entre pays, ce qui constitue une première étape vers la création d'un système régional d'alerte rapide aux tsunamis. Deux réunions régionales ont été organisées à Quito en septembre 2009 et à Santiago du Chili en octobre 2010 pour permettre d'échanger des informations sur les points forts et les faiblesses des systèmes nationaux d'alerte rapide et rechercher les possibilités d'un échange régulier d'informations. L'UNESCO a mis sur la table son propre diagnostic de la situation assorti d'un ensemble de recommandations.

Voilà deux ans que la Commission permanente du Pacifique Sud et son comité de coordination ont jeté les bases d'un système régional d'alerte rapide aux tsunamis qui permettrait d'échanger en temps réel des informations sismologiques et océanographiques entre pays et institutions. En y associant les ministères de l'Éducation, l'UNESCO a pu souligner l'importance d'un système d'alerte allant de l'éducation à l'évacuation.

Les pays riverains du Pacifique sont vulnérables aux séismes et aux tsunamis. Ce n'est pas sans raison que le pourtour de cet océan et de ses mers bordières a été appelé la Ceinture de feu. Non seulement le Pacifique recouvre un tiers de la surface de la Terre, mais il est entouré d'une succession de chaînes de montagnes, de fosses océaniques profondes et d'arcs insulaires. Le 27 février 2010, le Chili était secoué par un séisme destructeur qui donna lieu à un tsunami. Ce pays avait aussi



Exercice d'évacuation dans l'éventualité d'un tsunami, organisé en 2010 par les enseignants de l'Institución Educativa Heroínas Toledo, un lycée d'El Callao au Pérou



Carte composée par le Centre d'alerte aux tsunamis de la Côte ouest/Alaska, montrant la première estimation du temps de parcours, de la direction et de la hauteur de la vague du tsunami généré par le tremblement de terre au large du Japon le 11 mars

été victime, le 22 mai 1960, du séisme le plus violent qui ait jamais été enregistré (d'une magnitude de 9,5).

Pour en savoir plus : a.hollander@unesco.org ; b.aliaga@unesco.org ;
pour regarder un film (en espagnol) :
www.youtube.com/user/UNESCOSantiago

Voilà pourquoi la science a besoin des femmes !

Le 3 mars, cinq lauréates ayant apporté une exceptionnelle contribution, soit à la physique soit à la chimie, se sont vu décerner un prix de 100 000 dollars chacune, au siège de l'UNESCO à Paris, à l'occasion de la 13^{ème} édition des prix L'Oréal-UNESCO pour les femmes et la science. La veille, 15 femmes spécialistes des sciences de la vie ont chacune été dotées de bourses pouvant aller jusqu'à 40 000 dollars pour deux années consécutives.

La **P^r Faiza Al-Kharafi** est la lauréate pour l'Afrique et les États arabes. Professeure de chimie à l'Université du Koweït, elle doit sa distinction à ses travaux sur la lutte contre la corrosion, enjeu fondamental pour l'exploitation minière, l'agriculture, l'industrie pétrolière et le traitement de l'eau. Le coût de la corrosion, qui affecte toutes les machines fabriquées avec du fer et de l'acier lorsqu'elles sont exposées à l'oxygène de l'air, est estimé à environ 2% du PIB mondial. Et chaque seconde, ce sont quelque 5 tonnes d'acier qui sont transformées en rouille ! La P^r Al-Kharafi consacre ses recherches à l'étude de deux métaux très utilisés dans l'industrie : le cuivre et le platine.

La **P^r Vivian Wing-Wah Yam** est la lauréate pour l'Asie et le Pacifique. Professeure de chimie et énergie à l'Université de Hong Kong (Chine), elle est récompensée pour ses travaux sur les matériaux émetteurs de lumière (photo-actifs)

et les méthodes innovantes pour capturer l'énergie solaire. Quelque 19 % de l'électricité dans le monde est consacrée à l'éclairage. La mise au point de matériaux pour diodes électroluminescentes organiques blanches aura un impact majeur, en facilitant l'avènement d'un système efficace d'éclairage par semi-conducteurs. Mais surtout, la biologie reste l'un des champs d'applications les plus spectaculaires. En émettant de la lumière lorsqu'ils sont exposés au pétrole ou à des ions de métaux lourds, ces matériaux permettent de détecter des dangers environnementaux comme une marée noire ou une contamination radioactive (*sur la santé, voir aussi photo, page 3*).

La **P^r Anne L'Huillier** est la lauréate pour l'Europe. Professeure de physique atomique à l'Université de Lund, en Suède, elle est récompensée pour ses travaux sur la mise au point d'un appareil photo pouvant enregistrer des mouvements en une attoseconde : un milliardième d'un milliardième de seconde. C'est ainsi que peut être filmé le déplacement d'un électron à l'intérieur d'un atome. Les technologies nous permettant d'observer en temps réel les déplacements des électrons à l'intérieur des atomes et des molécules vont nous aider à mieux comprendre la structure de la matière et son interaction avec la lumière.

La **P^r Silvia Torres-Peimbert** est la lauréate pour l'Amérique latine. Professeure émérite à l'Institut d'Astronomie de l'Université de Mexico (UNAM), elle a été récompensée pour ses travaux sur la composition chimique des nébuleuses. Les principaux événements du cycle de la vie d'une étoile se passent dans les nébuleuses, zones de l'Univers où la densité d'hydrogène, d'hélium, de poussières et d'autres gaz est élevée. Les unes, dites nébuleuses HII, sont de véritables pouponnières stellaires ; les autres, dites « nébuleuses planétaires », sont le résultat de la mort des étoiles qui explosent ou n'ont plus suffisamment d'énergie pour vivre. Ses études de la nébuleuse d'Orion ont permis de démontrer sa ressemblance chimique avec notre Soleil.

La **P^r Jillian Banfield** est la lauréate pour l'Amérique du Nord. Professeure à l'Université de Californie, Berkeley (É-U), elle est récompensée pour ses travaux sur le comportement des bactéries et de la matière dans les conditions les plus improbables, comme les mines métallifères. Avec ses étudiants, elle a pu séquencer le génome de certaines bactéries et montrer comment elles contribuent à l'acidification de ces mines en produisant des composés toxiques polluant les nappes aquifères, que l'on croyait jusqu'alors dus à des réactions chimiques spontanées.

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



Lauréates L'Oréal-UNESCO (en rouge) et boursières (en bleu)

Romain Murenzi va diriger la TWAS

L'un des principaux architectes des plans de développement durable du Rwanda basé sur la science, élaborés après des années de guerre civile et de génocide, Romain Murenzi, a été nommé Directeur exécutif de l'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS). Il remplace Mohamed Hassan, qui part à la retraite.



Né au Rwanda et élevé au Burundi, Romain Murenzi a obtenu son doctorat de physique (1990) à l'Université catholique de Louvain, en Belgique. Ses recherches portaient sur les applications de la transformation des ondelettes continues et multidimensionnelles à la mécanique des quanta et au traitement de l'image et de la vidéo.

Après deux ans de recherches postdoctorales au Centre européen de recherche et de formation avancées en calcul scientifique de Toulouse (France), il a travaillé comme chercheur principal, puis chercheur en titre au Centre Clark de l'Université d'Atlanta (É-U) pour les études théoriques et les systèmes physiques.

En 2001, Paul Kagamé, président du Rwanda, a nommé Romain Murenzi ministre de l'Éducation, de la science, de la technologie et de la recherche scientifique puis, en 2006, ministre de la Science, de la technologie et des technologies de l'information et de la communication. En qualité de ministre, R. Murenzi a contribué à la modernisation du système éducatif du Rwanda et à la construction des capacités scientifiques et technologiques du pays.

Au cours de la décennie, le Rwanda a surmonté son passé déchiré par la guerre pour représenter, dans l'Afrique subsaharienne, un modèle de développement basé sur la science. Le pays consacre actuellement 1,6 % de son PIB à la science et la technologie, et prévoit de porter ce pourcentage à 3 % dans les cinq prochaines années. En outre, l'économie nationale a connu un rythme annuel de croissance de près de 7 % entre 1998 et 2008. Plus de 95 % des 2,5 millions d'enfants d'âge scolaire sont inscrits à l'école primaire.

En 2009, R. Murenzi a quitté le Rwanda pour devenir Chercheur principal à l'Association américaine pour l'avancement des sciences (AAAS), à Washington, DC, puis en juillet 2010, il a été nommé directeur du Centre de l'AAAS pour la science, la technologie et le développement durable.

Ancien vice-président de la TWAS pour l'Afrique, Romain Murenzi est également membre du conseil de l'Institut africain de mathématiques et du Fonds international Dian Fossey pour les gorilles. Il est membre du conseil consultatif de Scientifiques sans frontières et du conseil scientifique du Programme international de l'UNESCO pour les sciences fondamentales.

La TWAS fonctionne sous les auspices administratives de l'UNESCO et son financement est assuré, pour une grande part, par le gouvernement italien. Son secrétariat se situe à Trieste (Italie) sur le campus du Centre international Abdus Salam de l'UNESCO pour la physique théorique. Elle dispose de bureaux régionaux au Brésil, en Chine, en Égypte, au Kenya et en Inde.

Pour en savoir plus : www.twas.org

L'UNESCO aide l'Irak à développer sa politique scientifique

L'UNESCO et le gouvernement irakien ont lancé en décembre une initiative visant à reconstruire l'infrastructure intellectuelle du pays et à entamer la transition vers une économie fondée sur le savoir, grâce à une politique de science, technologie et innovation (STI).

Fruit d'une collaboration entre le gouvernement central, le gouvernement régional du Kurdistan et l'UNESCO, le plan bénéficie du soutien financier du Japon à hauteur de 212 000 dollars.

Depuis l'annonce de cette initiative, le Bureau de l'UNESCO pour l'Irak s'emploie, en étroite collaboration avec le gouvernement, à réunir une équipe nationale de travail. Elle devra, dans un premier temps, piloter une évaluation complète de l'infrastructure de la recherche dans l'ensemble du pays.

L'équipe se composera d'experts gouvernementaux, de scientifiques, de professeurs d'université et d'entrepreneurs. Pendant 12 mois, ils seront appelés à formuler des priorités en termes de politiques, grâce à une consultation conduite dans un esprit de dialogue national sur les moyens de faire en sorte que les STI réussissent à dynamiser la croissance économique et à améliorer la qualité de vie en Irak. Cette équipe envisagera les moyens d'encourager le transfert de technologie et l'engagement du secteur privé, de déterminer les besoins en chercheurs et innovateurs, et d'orienter les ressources financières dans le sens des priorités régionales et locales, notamment. Une fois déterminées les priorités, une politique nationale de STI devra être élaborée.

Les priorités du gouvernement en matière de recherche pour les quatre prochaines années ont déjà été précisées dans le plan quinquennal du ministère du Plan. Elles relèvent de cinq grands domaines: renforcement des capacités ; technologie de l'information ; agriculture ; environnement et ressources en eau ; et enfin énergies renouvelables.

Anciennement moteur de l'innovation au Moyen-Orient, l'Irak dépend aujourd'hui de la technologie importée, après des années d'isolement et de conflits. Quelques modestes signes de rétablissement se font sentir cependant. Les scientifiques irakiens ont publié 55 articles scientifiques en 2000, mais 184 en 2008, selon le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*, surtout en médecine clinique. Quant à la part des articles qu'ils ont publiés en collaboration internationale, elle est passée de 27 % à 45 %.

Pour en savoir plus: www.unesco.org/en/iraq-office ; c.walther@unesco.org

Festival de films scientifiques pour la jeunesse du Cambodge

À Phnom Penh, un festival de films scientifiques a attiré 9 597 jeunes spectateurs, dont plus de la moitié (55 %) étaient féminins. Projetés du 12 au 21 novembre dans divers endroits, dont des écoles et universités, les 16 documentaires et « docu-fictions » produits en Asie et en Europe avaient été sélectionnés de manière à sensibiliser les jeunes aux merveilles du monde naturel et aux menaces qui pèsent sur la biodiversité du Cambodge.

Le Cambodge reste en grande partie encore couvert de forêts et possède des systèmes hydriques spectaculaires tels que le Mékong et le lac de Tonlé Sap. Mais les forêts perdent du terrain et des espèces endémiques disparaissent sous l'effet du récent développement de l'économie et de l'urbanisme.

Encouragée par le succès du premier Festival khmer de films scientifiques de 2009, qui avait attiré 5 500 jeunes, l'UNESCO avait décidé d'en organiser un second l'année dernière, en collaboration avec le ministère de l'Éducation, de la jeunesse et des sports et avec le Goethe Institute de Bangkok en Thaïlande.

L'idée était de montrer qu'apprendre peut être amusant. Dans *Les gènes, à quoi ressemblent-ils et que disent-ils de nous ?* le présentateur Eric Mayer demande : « Si mes parents étaient de mauvais élèves, puis-je être bon à l'école ? Ou les gènes de mes parents influencent-ils négativement ma façon d'apprendre ? Un deuxième film montre Lucie racontant comment l'éclairage et l'électricité ont été inventés, en faisant un voyage dans le passé. Emmenant le spectateur dans un passé bien plus éloigné, *Darwin (R)évolution* montre la théorie de l'évolution de Charles Darwin en retraçant les origines lointaines de l'*Homo sapiens*.

Trois de ces films appartenaient à une nouvelle collection de 26 œuvres appelée *I Got it !* (J'ai compris !), élaborée par des producteurs de sept pays asiatiques : Cambodge, Indonésie, Laos, Malaisie, Philippines, Thaïlande et Vietnam. Les trois épisodes projetés au cours du festival portaient sur les vers à soie, le cycle de l'eau et une forêt pluviale de Malaisie.

Doublee en khmer, la majorité des films du festival portait sur l'écologie et l'environnement. Dans l'une des docu-fictions, une

fillette découvre la signification de « combustible vert » après avoir été aspirée dans le réservoir d'une voiture fonctionnant à la canne à sucre. Dans *Les voyageurs de la science*, l'explorateur Stéphane Lévin emmène un groupe de lycéens dans une aventure vécue en vrai. Le documentaire suit le groupe jusqu'au cœur de la forêt tropicale de la Guyane française, où il apprend comment le changement climatique et les activités humaines sont en train d'affecter les fleuves, les forêts et l'atmosphère. Pour sa part, *Éco-crimes* explore la nouvelle source de revenus que constitue le trafic très lucratif des animaux en danger d'extinction, vivs ou morts, par des réseaux internationaux de braconniers et de cartels criminels.

Dans sa quête de ressources naturelles nouvelles et plus abondantes, l'humanité en vient à explorer les vastes régions des profondeurs marines de la Terre : un autre documentaire pose ainsi la question brûlante : À qui appartient la mer ?

Si les fonds le permettent, l'UNESCO espère organiser un troisième festival khmer de films scientifiques cette année.

Pour en savoir plus (au Cambodge) : t.diez@unesco.org ; www.goethe.de/sciencefilmfestival

Des TIC pour des universités ouest-africaines

Irina Bokova, Directrice générale de l'UNESCO, a signé un accord, le 11 février, afin de lancer un projet de 12 millions de dollars destiné à soutenir les technologies d'information et de communication (TIC) dans les universités ouest-africaines.

L'accord a été signé avec Soumaïla Cissé, Président de la Commission de l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA), organisme qui en assure le financement. Le projet sera mis en œuvre par le bureau multi-pays de l'UNESCO à Bamako (Mali).

Cette initiative s'inscrit dans le cadre d'une vaste coopération amorcée en 2006 par l'UNESCO et l'UEMOA. Elle vise à développer l'utilisation des TIC en vue de soutenir les réformes de l'enseignement supérieur dans les États membres de l'UEMOA : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau, Niger, Mali, Sénégal et Togo.

D'une durée de trois ans, ce projet vise à installer des infrastructures d'accès aux TIC, à la fois matérielles et virtuelles. Les campus de huit universités, un dans chaque pays de l'UEMOA, seront équipés de la fibre optique et de salles dotées d'accès à Internet à haut-débit avec au moins 200 ordinateurs par campus. Outre la création d'une bibliothèque virtuelle interconnectée au niveau régional à laquelle seront reliées les universités, le projet prévoit la mise en place d'un cyber-institut qui fournira une formation en ligne à l'intention des professeurs. Une base de données centrale permettant de calculer l'accumulation des crédits des étudiants de toutes les universités publiques sera créée afin d'harmoniser les normes académiques et de faciliter la mobilité des étudiants.

Pour en savoir plus (à Bamako) : j.shabani@unesco.org ; www.unesco.org/new/en/unesco/themes/icts ; www.uemoa.int



Des jeunes assistent à une projection en plein air pendant le festival khmer de films scientifiques à Phnom Penh

Moneef Zou'bi

« J'étais persuadé que des bouleversements étaient inéluctables »



Depuis quelques mois, une vague de manifestations en faveur de la démocratie a balayé le monde arabe, renversé les régimes autoritaires de Tunisie en janvier, et d'Égypte en février, et déclenché un conflit armé dans la Jamahiriya arabe libyenne. En mars, le mouvement a incité le Maroc, Oman et le Yémen à annoncer des réformes constitutionnelles. Entonnés par la jeunesse, les appels lancés à travers toute la région réclamant une meilleure gouvernance ont aussi résonné dans les milieux universitaires.

Si les observateurs ont été pris de court par le moment du déclenchement et la rapidité du changement de régime en Tunisie et en Égypte, Moneef Zou'bi estime, quant à lui, que les circonstances étaient mûres pour « des bouleversements ». Directeur général de l'Académie des sciences du monde islamique, il est l'auteur, avec l'ancien premier ministre jordanien Adnan Badran, du chapitre sur les États arabes dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Les deux scientifiques y dénonçaient la faiblesse de la gouvernance et le fort taux de chômage comme principales menaces à la stabilité et au développement dans une région où plus de 30 % de la population a moins de 15 ans. Moneef Zou'bi décrypte ici les implications du mouvement pro-démocratique pour la science dans la région.

Êtes-vous surpris par la tournure qu'ont prise les événements depuis décembre ?

Étant un bon connaisseur du monde arabe, j'étais persuadé que des bouleversements étaient inéluctables, notamment en Afrique du Nord où, malgré des conditions économiques assez favorables, le chômage des jeunes faisait des ravages et les indicateurs de gouvernance montraient l'ampleur du désastre. La réalité devait se révéler encore pire et la frustration des jeunes était certainement plus aiguë que nous n'avions pu le croire.

Comment les scientifiques arabes ont-ils réagi devant les manifestations pro-démocratiques ?

Les scientifiques du monde arabe ne peuvent qu'être en faveur de la démocratie, d'une meilleure gouvernance et du sens de la responsabilité des autorités. Ils savent que ce sont là les conditions nécessaires à l'établissement de sociétés meilleures, plus équitables. C'est pourquoi je pense que les scientifiques arabes aspirent à des réformes, à tous les niveaux.

La communauté scientifique arabe est, dans l'ensemble, prête à soutenir le changement. Nous en avons eu la preuve en Égypte et en Tunisie. Le nouveau premier ministre égyptien, Essam Sharaf, par exemple, nommé le 3 mars, est un ingénieur éminent qui a été le candidat favori du mouvement de la jeunesse occupant la place (Tahrir) de la Libération au Caire.

Diriez-vous que les régimes autoritaires ont étouffé la science et l'innovation ?

Dans le monde arabe, la plupart des gouvernements ne considèrent pas la science, la technologie et l'innovation (STI) comme des moyens de développement socioéconomique. Seuls 7 des 22 pays arabes ont une académie nationale des sciences ou accueillent sur leur territoire une académie supranationale, au mépris du rôle de consultation impartiale que jouent ces institutions.

La plupart des pays arabes n'ont toujours pas de politiques ni de stratégies pour la science et la technologie. Dans d'autres pays, c'est

tout récent : la Jordanie a adopté sa première politique scientifique en 1995 et l'Arabie saoudite seulement en 2003. Tous ces pays ont néanmoins des politiques sectorielles, comme par exemple pour les domaines prioritaires de l'agriculture, des ressources hydriques, énergétiques et environnementales.

Le Qatar a l'intention de relever le niveau de ses dépenses intérieures brutes en recherche et développement (la DIRD) de sa valeur de 0,33 % du PIB en 2006 à 2,8 % en fin 2011, comme nous l'avons affirmé dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. L'Égypte, quant à elle, a déclaré son intention de relever ce pourcentage du PIB de 0,23 % en 2007 à 1% en 2012. Cependant, ces objectifs seront difficiles à atteindre à la lumière des récents événements.

À en croire les statistiques, la science se portait assez bien en Tunisie. En 2007, ce pays venait en tête de la région pour les dépenses de recherche et développement (R&D) en pourcentage du PIB (1,02 %), selon le même rapport, alors qu'il se situait à 0,46 % en 2000. Dans le monde arabe, la Tunisie n'était devancée que par le Koweït pour le nombre de publications scientifiques par rapport au nombre d'habitants. Mais les conditions de la recherche n'incitaient pas à l'innovation. La physicienne tunisienne Faouzia Charfi⁸ est citée dans l'édition du 25 janvier de *Nature* pour avoir déclaré que « les universités et les chercheurs avaient peu de liberté pour développer leurs propres stratégies, ou même choisir avec qui travailler » du temps du président Zine el-Abidine Ben Ali. Selon l'article, des scientifiques affirmaient que les bureaucrates du régime contrecarriaient toute tentative d'établir des liaisons indépendantes avec l'industrie.

Comment avaient évolué l'état de droit et la responsabilisation ces dernières années ?

Eh bien, ils n'avaient pas évolué. Dans beaucoup de pays du Moyen-Orient, les indicateurs de la gouvernance ne se sont pas du tout améliorés. L'état de droit a même reculé, entre 1998 et 2007, en Arabie saoudite, en Irak, au Liban, au Maroc, en Syrie, en Cisjordanie et sur la bande de Gaza, selon une étude réalisée en 2008 par Kaufmann et coll., citée dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science*.

En 2007, selon la même étude, les cinq pays en tête de liste pour l'indice « participation et responsabilisation » étaient le Liban, le Koweït, le Maroc, le Qatar et la Jordanie. Encore faut-il dire que leurs scores étaient faibles eu égard aux normes internationales. Quatre autres pays avaient affiché une amélioration marquée depuis 1998 : Bahreïn, Algérie, Djibouti et Irak. Dans l'ensemble, 12 des 18 pays et territoires arabes avaient enregistré une baisse de l'indice « participation et responsabilisation », dont 4 des 5 pays en tête pour cet indicateur : Cisjordanie et bande de Gaza, Égypte, Émirats arabes unis, Jordanie, Koweït, Liban, Jamahiriya arabe libyenne, Maroc, Oman, Syrie, Tunisie et Yémen.

Pourquoi avez-vous déclaré dans le rapport que « dans la plupart des pays arabes, la gouvernance est en état d'ébullition » ?

Je sentais bien que les pays arabes souffraient de l'état de leur gouvernance. Les régimes ne répondaient pas aux attentes. Et ceux qui le faisaient agissaient d'une façon incohérente qui n'apportait rien de positif au niveau de la population. Au plan politique, il ne s'est pas produit de changement significatif de direction depuis plus de 30 ans. Il n'a pas été permis à des générations entières de bons décideurs éventuels de servir leurs pays. Les personnalités talentueuses et les brillants scientifiques ont dû se faire une place à l'étranger.

Bien évidemment, les conflits régionaux ont encouragé ces régimes à opter pour la continuité plutôt que l'innovation politique, mais là, les événements ont pris tout le monde de court.

Qu'entendez-vous par continuité ?

Dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science*, nous avons écrit : « Les régimes arabes sont écartelés entre la défense de la sécurité nationale – telle qu'ils la perçoivent – et le maintien de l'ordre d'une part, et d'autre part l'adoption de bonnes pratiques comprenant le renforcement de la démocratie et de l'état de droit, le développement de la responsabilisation et la lutte contre la corruption. »

« Le principal obstacle au développement économique de la région a été la persistance des conflits politiques en Irak, au Liban, dans les Territoires autonomes palestiniens et au Soudan... Des actes de terrorisme en Algérie, en Arabie saoudite, en Égypte et en Jordanie ont aggravé la situation en incitant un grand nombre de pays arabes à détourner des ressources vers la sécurité, les budgets militaires et la défense au dépens du développement. »

Selon la CIA des États-Unis, les pays les plus dépensiers du monde en armements par tête d'habitant se situent tous au Moyen-Orient : Arabie saoudite, Irak, Israël, Jordanie, Oman, Qatar et Yémen. La plus grande partie de leurs dépenses militaires sont consacrées à l'achat d'armements coûteux aux pays industrialisés.

Êtes-vous optimiste sur les chances de la démocratie ?

Des signes d'espoir sont perceptibles au Moyen-Orient. Il ne s'agira pas nécessairement de démocratie multipartis à l'occidentale, vu la faiblesse des partis dans la région, qui n'ont pas de ligne politique définie. Toutefois, tant que les conflits ne seront pas résolus et que la valeur de la région ne se mesure qu'à l'aune de son pétrole, la démocratie ne fleurira pas au Moyen-Orient.

Comment voyez-vous les perspectives scientifiques dans la région ?

Pendant quelque temps encore, la science, la technologie et l'enseignement supérieur seront à la peine tant que les pays arabes

se replieront sur eux-mêmes pour tenter de retrouver un certain équilibre. Mais avec le temps, nous nous attendons à des changements positifs à tous les niveaux dans la majorité des États arabes.

Que conseillerez-vous aux gouvernements désireux de réformer la gouvernance de la science ?

Nous avons résumé nos recommandations dans le *Rapport de l'UNESCO sur la science* en disant que « la stabilité et la sécurité des pays arabes ne peuvent dépendre uniquement des dépenses militaires et des dépenses de maintien de l'ordre. La sécurité et la prospérité de tous les pays de la région ne pourront être réalisées que par la satisfaction de la triple hélice de la sécurité alimentaire, hydrique et énergétique, dans un contexte de développement socioéconomique durable et équitable, dans des sociétés tolérantes où règnent la responsabilisation et l'état de droit. La science et la technologie sont en mesure de réaliser certains de ces objectifs, sinon tous ».

Il importe, par ailleurs, que les gouvernements utilisent la science pour apporter plus de richesse aux pays et donner du travail aux cohortes de jeunes diplômés qui arrivent tous les ans sur le marché du travail, et qui seront environ 100 millions au cours de la prochaine décennie. À l'heure actuelle, la plus grande partie de la recherche s'effectue dans le système de l'enseignement supérieur. Même en Égypte, ce sont les universités qui effectuent 65 % de l'ensemble des recherches. La Jordanie a récemment voté deux lois qui pourraient contribuer à stimuler les industries à valeur ajoutée, ce qui offrirait des perspectives de carrière à des diplômés compétents. La première loi de 2005 affectait à un fonds spécial de R&D 1 % des bénéfices nets des sociétés publiques par actions. La seconde loi obligeait les universités, publiques et privées, à affecter 5 % de leurs budgets annuels à la R&D.

Face à des problèmes communs, les gouvernements doivent, en toute logique, mettre leurs ressources en commun. Au cours de la dernière décennie, deux grands centres de recherche ont vu le jour, le Centre international d'agriculture bio-saline en 1999, localisé dans les Émirats arabes unis et, en 2008, le Centre régional d'énergie renouvelable et d'efficacité de l'énergie, situé en Égypte.

Il est de l'intérêt des gouvernements de consolider de telles louables initiatives afin de développer la coopération panarabe dans les domaines prioritaires de la région que sont l'eau, l'énergie, la santé, l'agriculture, et la protection de la biodiversité. Ces cinq priorités figurent dans le projet de Plan d'action arabe en science et technologie.

Les troubles actuels pourraient-ils menacer l'adoption du Plan lors du sommet arabe de fin mars ?

Cela est certain, car les diverses activités et réunions prévues par la Ligue arabe, y compris le sommet, ont dû être ajournées. La plupart des pays arabes, qu'ils aient connu un changement de régime ou non, auront besoin de temps pour prendre acte des bouleversements qui se sont déroulés depuis le début de l'année et lancer des réformes à tous les niveaux, y compris en STI, aussi bien au plan national que régional.

Interview de Susan Schneegans⁹

8. Elle fut brièvement Secrétaire d'État pour l'Enseignement supérieur dans le gouvernement de transition avant de démissionner le 1^{er} mars « pour raisons personnelles ».

Voir : www.nature.com/news/2011/110125/full/469453a.html

9. Rédactrice en chef du Rapport de l'UNESCO sur la science 2010 : www.unesco.org/science

Réagir aux conditions extrêmes au Pakistan

Il y a huit mois, la mousson la plus abondante depuis 80 ans a noyé sous les pluies le Pakistan. Vingt millions de personnes ont été touchées et près d'un million d'habitations détruites, sans compter quatre millions d'hectares de cultures. Les inondations ont anéanti des vies et emporté les grandes infrastructures. Aujourd'hui, les scientifiques en sont encore à analyser les conditions météorologiques qui les ont provoquées, comme nous allons le voir ci-après.

Habitations isolées par l'inondation, le 11 août 2010

Si cette inondation a été particulièrement dévastatrice, il faut observer que ce type de phénomène devient de plus en plus fréquent au Pakistan. Qui plus est, il a tendance à coïncider avec la sécheresse dans d'autres régions du pays, au prix de souffrances supplémentaires. Depuis la première mission d'experts qui s'est rendue au Pakistan en août de l'année dernière, l'UNESCO aide le pays à élaborer une stratégie intégrée de gestion des inondations et des sécheresses, et à réviser intégralement sa politique de l'eau.

Les inondations sont, au Pakistan, la conséquence normale de la mousson d'été, qui survient entre mai et août. La Zone de convergence intertropicale apporte sur le sous-continent de l'air humide de la baie du Bengale et de la mer d'Oman en passant par les collines de l'Himalaya, où il atteint les bassins versants des fleuves en provoquant les pluies normales de la mousson. Les vents d'est détournent les pluies au large du Pakistan et réduisent l'importance des inondations. Les vents d'ouest, au contraire, infléchissent la mousson depuis la baie du Bengale vers le nord, ce qui provoque des pluies soutenues sur l'Himalaya, phénomène qui a provoqué l'inondation de l'année dernière sur le bassin de l'Indus.

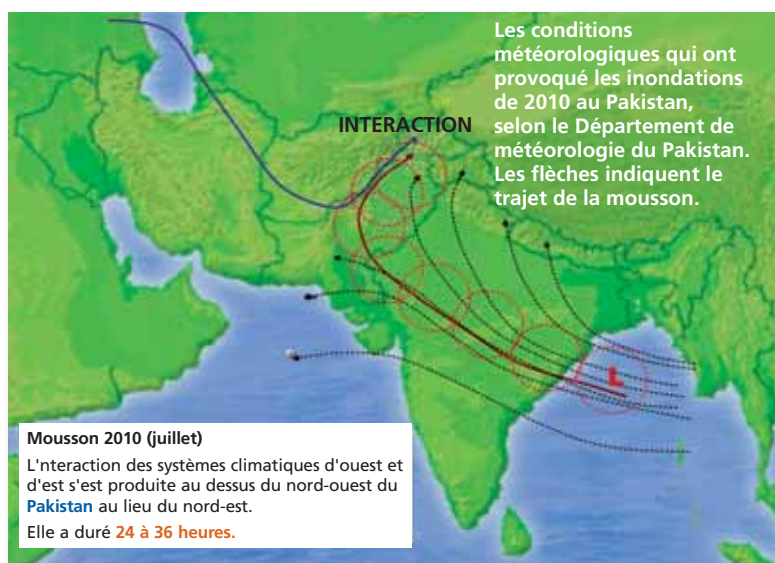
Pourquoi l'inondation de l'an dernier s'est-elle avérée catastrophique, c'est un sujet sur lequel la communauté scientifique

avance des théories contradictoires. La climatologue Olivia Romppainen Martius, de l'Institut de recherches atmosphériques et climatiques de l'Institut fédéral suisse de technologie de Zurich, y voit la conjonction des pressions extrêmement fortes au-dessus de la Russie au milieu de l'année 2010 et d'une abondance inusitée des pluies de mousson. Le chaînon manquant est le Jet Stream de l'hémisphère nord, ces vents de haute altitude qui tournent autour du globe d'ouest en est en un mouvement ondulatoire appelé ondes de Rossby, et qui véhiculent des hautes et des basses pressions.

La vague de chaleur qui a frappé la Russie en juillet et août 2010 a déclenché et entretenu plus de 300 incendies de forêts pendant des semaines, en recouvrant Moscou d'un linceul de fumée. La température a atteint 39° dans la capitale, un record absolu. Selon le *New Scientist*, la vague de chaleur a trouvé son origine dans des conditions atmosphériques extraordinaires. Au lieu de se déplacer avec les vents, les ondes de Rossby se sont mises, en juillet et août, à tourner en sens contraire de ceux-ci, ce qui a bloqué le Jet stream. La vague de chaleur s'en est trouvée renforcée, l'air chaud s'étant élevé dans l'atmosphère jusqu'à le faire grimper au-dessus du Jet stream immobilisé.

Par un malheureux hasard, une deuxième anomalie s'est produite : le Jet stream bloqué a permis à une énorme quantité d'air humide de s'accumuler sur l'Inde du nord et sur le Pakistan en 2010.

La question se pose de savoir si la vague de chaleur de Russie et la mousson torrentielle du Pakistan ont été des phénomènes coïncidant par hasard ou si d'autres facteurs y ont également joué un rôle. À titre d'exemple, les auteurs d'une étude de 2008, publiée dans les *Geophysical Research Letters*,



La faute à la Niña ?

Nous savons qu'une mousson d'une rare intensité a été largement responsable de l'inondation du Pakistan l'an dernier. Cette mousson exceptionnelle pourrait-elle être en partie due à la présence d'un épisode de La Niña ? Et La Niña serait-elle également responsable des méga-inondations qu'ont connues l'Australie, le Sri Lanka, le Brésil et l'Europe ?

L'épisode de La Niña fait partie du vaste phénomène cyclique El Niño/Oscillation australe, se produisant une fois tous les 2 à 7 ans en provoquant des anomalies de pression atmosphérique et de température de surface de la mer qui, en s'insérant dans les systèmes climatiques, occasionnent des inondations et des sécheresses. L'El Niño/Oscillation australe se déroule en deux temps : El Niño puis La Niña. Le premier se manifeste par le ralentissement de la circulation atmosphérique et océanique dans le Pacifique équatorial, ce qui se traduit par une élévation de la température de surface de la mer dans la partie orientale du Pacifique. Sa contrepartie, l'épisode de La Niña, produit l'effet inverse : l'accélération de la circulation et une chute de la température de surface de la mer dans le Pacifique oriental.

Pakistan

L'an dernier, en juillet, la NASA a relevé sur le Pacifique oriental des températures de surface de la mer bien inférieures à la normale et, sur le Pacifique occidental des températures supérieures à la normale. C'est un signe de conditions favorables à La Niña, qui va de pair avec une mousson plus abondante en raison de la présence d'un air plus chaud, humide et léger sur les océans, conditions propices à la formation de tempêtes plus violentes. Selon la NASA, les conditions ayant engendré La Niña, combinées à un cycle écourté du système climatique qui a élevé la température de la partie nord de l'océan Indien, ont également contribué à l'anormale abondance de la mousson, qui a provoqué les inondations pakistanaïses.

Australie

De la même façon, La Niña serait grandement responsable des inondations de l'État du Queensland qui ont submergé en janvier de cette année une superficie égale à celles de la France et de l'Allemagne réunies, phénomène aggravé par les fortes températures des eaux du nord-est de l'océan Indien. La Niña a poussé les eaux froides du Pacifique oriental à s'approcher du Pacifique occidental, en piégeant les hautes pressions le long de la côte de l'Australie. Ces hautes pressions ont alors renforcé les systèmes de tempêtes qui étaient refoulés vers l'ouest par les forts alizés est-ouest de La Niña.

Sri Lanka

Ces mêmes alizés est-ouest de La Niña ont intensifié la mousson au Sri Lanka. Selon l'ONG Oxfam, les inondations de janvier au Sri Lanka ont peut-être affecté plus d'un million de personnes, alors que plus de 33 000 familles étaient relogées dans des abris provisoires sur toute l'île.

Brésil

Une extrême pluviosité a provoqué cette année plus de 500 décès à Rio de Janeiro, essentiellement par suite d'inondations et de glissements de terrains. Il n'est pas encore possible de dire si les effets de La Niña, à elle toute seule, ont aggravé les systèmes de tempêtes qui ont abouti aux inondations de Rio de Janeiro, ou bien si La Niña était associée à une nouvelle variation à long terme du climat de la Terre, celle de l'Oscillation de l'Atlantique Nord (NAO, voir ci-dessous).

Selon Zelmira May, du Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Amérique latine et aux Caraïbes, « la construction d'habitations sur les hauteurs de Rio a aggravé l'impact des pluies intenses. La Présidente Dilma Rousseff a indiqué que l'expansion incontrôlée et accélérée de la ville serait l'une des principales causes du désastre car la population s'est installée dans les parties les plus vulnérables de la ville ».

Europe

Les fortes pluies qui ont provoqué des inondations éclairs en République tchèque, en Allemagne et en Pologne pendant l'été 2010 ont été considérées par la National Oceanic and Atmospheric Administration des États-Unis comme ayant un lien avec la présence d'une faible Oscillation de l'Atlantique nord (NAO). La NAO mesure la différence de pression entre les systèmes permanents de hautes et basses pressions présents, dans l'Atlantique Nord, sur l'archipel des Açores et l'Islande. Une forte NAO représente une grande différence de pression et donne lieu à des précipitations supérieures à la moyenne sur l'Europe du Nord, et inférieures à la moyenne en Europe du Sud et en Europe centrale. La faible différence de pression (une faible NAO) pendant l'été 2010 aurait annoncé une pluviosité supérieure à la moyenne sur l'Europe centrale, ce qui a pu contribuer aux inondations observées en Europe centrale.

Amrita Ganguly*

Sur les travaux de l'UNESCO au Brésil : phi@unesco.org.uy; et, au Sri Lanka : b.neupane@unesco.org

* Mathématicienne du MIT, détachée à la Division des sciences de l'eau de l'UNESCO

ont établi que les Jet streams des hémisphères nord et sud s'étaient rapprochés des pôles entre 1979 et 2001 à la vitesse moyenne d'environ 2 km par an. Ce phénomène pourrait affecter des systèmes climatiques majeurs. Les auteurs estimaient que des recherches complémentaires seraient nécessaires avant qu'il ne soit possible d'attribuer cela au changement climatique.

Le service météorologique d'Allemagne, quant à lui, a estimé que l'inondation dévastatrice du Pakistan était due à une anomalie climatique située au-dessus du Pacifique sud. Il soutient que la mousson exceptionnelle de juillet était l'œuvre de La Niña (voir encadré). En longeant la ligne de crête de l'Himalaya pendant la saison de la mousson, normalement les pluies s'épuisent. En juillet 2010, la force des vents a permis à la pluie de pénétrer plus avant que d'habitude dans le Pakistan du nord-ouest.

Abondance et pénurie d'eau simultanées

Les caprices du système climatique n'ont pas été les seuls responsables de l'inondation catastrophique de 2010. Le climat du Pakistan est très variable, entre aridité et humidité, avec des excès périodiques dus à la mousson.

L'agriculture consomme jusqu'à 98 % de l'eau douce. Le Système d'irrigation du bassin de l'Indus au Pakistan est le plus étendu du monde. Avec des ressources en eau de surface s'élevant en moyenne à 123 000 hectomètres cubes (hm³) par an, il irrigue 13,5 millions d'hectares, dont 9 millions irrigués en toutes saisons, grâce à un système d'ingénierie ayant un débit de 7 000 m³ d'eau par seconde. Quelque 150 000 puits tubés pompent 24 500 hm³ par an d'eaux souterraines afin de subvenir aux besoins supplémentaires des cultures.

Face à une croissance rapide de la population, à l'urbanisation et au changement climatique, le Pakistan est devenu l'un des pays soumis aux plus fortes pressions du point de vue hydrique : la quantité totale d'eau disponible par habitant est tombée de 1 299 m³ en 1996–1997 à 1 101 m³ en 2004–2005. Si cet indice devait tomber à 1 000, ou en dessous, le Pakistan deviendrait un pays à pénurie d'eau, selon la définition courante.

Les eaux de surface constituées par les fleuves, les lacs ou la pluie ne suffisent pas aux besoins de l'irrigation. La pénurie est compensée par l'exploitation des eaux souterraines et des bassins de rétention construits dans les années 1960 et 1970. Mais la capacité mobilisable des grands barrages du Pakistan a diminué pour cause de sédimentation. À titre d'exemple, la capacité du barrage de Mangla (6,5 milliards de m³) s'est réduite d'environ 20 % entre 1967 et 2000, et celle de Tarbela (11,5 milliards de m³) a diminué de plus de 40 % entre 1975 et 2000.

Ces problèmes sont graves mais pas insurmontables. Une utilisation plus efficace de l'eau, des engrais et des autres intrants pourraient réduire le gaspillage de l'eau, atténuer leurs dégâts sur l'environnement, réduire les coûts de production et réaliser l'équilibre entre les besoins de l'irrigation et les technologies douces de préservation de l'eau : le rehaussement des terres et la plantation en sillons sur lits, par exemple, ont démontré la possibilité de réduire de 40 à 50 % la quantité d'eau utilisée, en augmentant de 10 à 25 % la productivité, par comparaison avec l'irrigation par inondation. L'obstacle réside dans l'érosion constante du socle des connaissances au Pakistan quant

au système complexe du bassin de l'Indus, sans parler de la faiblesse de la gouvernance et de l'ambiance de méfiance et de conflit qui va du niveau des autorités de la province jusqu'au cours du fleuve.

Le Pakistan subit, par ailleurs, les effets du changement climatique, notamment par l'ampleur et la fréquence des inondations. Les scientifiques sont en général d'avis que les sécheresses et les inondations vont se multiplier. La pluviosité a augmenté dans les régions chaudes et sèches et diminué dans les zones montagneuses et les régions côtières. En conséquence, le débit moyen des fleuves Indus et Kaboul a diminué, en même temps qu'une tendance mitigée était observée pour les fleuves Jhelum et Chenab. Les inondations récentes des deux premiers constituent des anomalies du régime de leur débit moyen. De nombreuses méthodes scientifiques ont été élaborées pour résoudre ce problème.

Fréquence accrue des inondations

Les inondations deviennent nettement plus fréquentes au Pakistan. Depuis les années 1970, six inondations catastrophiques ont balayé le pays. En provoquant, à chaque fois des souffrances humaines considérables, avec perte de vies humaines et dégâts colossaux aux infrastructures privées et publiques. L'inondation de 1992, par exemple, a causé la mort de plus de 1 000 personnes et détruit quelque 13 000 villages abritant plus d'un million de foyers lorsque les digues ont cédé en libérant l'eau d'un bassin de rétention (le barrage de Mangla). Plus de 2 millions d'hectares de terres agricoles ont alors été inondés, engloutissant environ 15 % des cultures de coton et de riz du pays et 10 % de la canne à sucre. Les dommages, à l'échelle de la nation, ont été estimés à environ 2,2 milliards de dollars.

Accompagner le Pakistan

En accompagnant le Pakistan dans la réforme de sa politique de l'eau, l'UNESCO a diligemment de nombreuses missions d'experts venant du Siège, des bureaux hors-siège et de centres spécialisés associés à l'UNESCO, avec le soutien de son bureau à Islamabad. Les organismes pakistanais participant au processus de réforme sont notamment le ministère de l'Eau et de l'Agriculture, le ministère de l'Environnement, la Commission fédérale des inondations, l'Agence nationale de gestion des catastrophes, le Département de météorologie du Pakistan et l'Agence du fleuve Indus. D'autre part, une coopération efficace s'est mise en place avec des agences des Nations unies comme l'OMM, le PNUD et le CESAP. Le travail de l'UNESCO est piloté par sa Sous-directrice générale pour les sciences exactes et naturelles.

La succession fréquente des inondations et des sécheresses augmente la salinité des sols, leur engorgement, la surexploitation et l'épuisement des eaux souterraines. La tension s'exacerbe entre utilisateurs en amont et en aval pour la répartition de l'eau.

Une mission pour l'Équipe spéciale du secteur de l'eau

L'UNESCO a élaboré plusieurs projets répondant aux objectifs prioritaires du Pakistan qui sont en attente d'approbation par les donateurs. Par ailleurs, elle est devenue un membre influent de l'Équipe spéciale chargée du secteur de l'eau chez les Amis du Pakistan démocratique, équipe créée en mars 2010 et coordonnée par la Banque asiatique de développement.

L'équipe spéciale du secteur de l'eau devra livrer un rapport proposant une stratégie d'ensemble pour assurer une sécurité en eau qui puisse concilier toutes les demandes antagonistes pour cette ressource. La stratégie, qui se composera d'un plan d'action et d'un projet d'investissement, devra être élaborée en consultation avec le gouvernement du Pakistan.

Devant être terminé en décembre de cette année, le rapport indiquera comment développer et gérer le secteur de l'eau en respectant les principes de durabilité de la ressource, d'efficacité financière et économique et d'amélioration de l'environnement. Il devra également préciser les réformes nécessaires en matière de politique et d'institutions dans ce secteur. La stratégie, quant à elle, définira le service de distribution d'eau, y compris la gestion des ressources en eaux de surface et souterraines, leur stockage, l'irrigation et le drainage, l'usage domestique et industriel, la gestion des eaux usées, la production d'énergie hydraulique, les questions liées à l'environnement telles que l'engorgement et la salinité des terres, la gestion des terres humides ainsi que l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets.

Devant être terminé en décembre de cette année, le rapport indiquera comment développer et gérer le secteur de l'eau en respectant les principes de durabilité de la ressource, d'efficacité financière et économique et d'amélioration de l'environnement. Il devra également préciser les réformes nécessaires en matière de politique et d'institutions dans ce secteur. La stratégie, quant à elle, définira le service de distribution d'eau, y compris la gestion des ressources en eaux de surface et souterraines, leur stockage, l'irrigation et le drainage, l'usage domestique et industriel, la gestion des eaux usées, la production d'énergie hydraulique, les questions liées à l'environnement telles que l'engorgement et la salinité des terres, la gestion des terres humides ainsi que l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets.



©Jahangir Khan/Associated Press of Pakistan. Reproduit avec autorisation

Un hélicoptère de l'armée apporte des secours d'urgence aux zones du Nowshero Feroze frappées par l'inondation.

Un duo redoutable : lacs de glaciers et glissements de terrain

L'an dernier, en juillet et août, de fortes pluies se sont abattues sur toute la partie nord du Pakistan avant de fusionner en un flot qui a finalement débordé les rives entrelacées du puissant Indus et inondé les cultures et les villes d'un cinquième du territoire pakistanais. C'est sur ce terrain instable que l'UNESCO entend focaliser les travaux d'une équipe pluridisciplinaire de géologues, glaciologues, hydrologues et planificateurs appartenant à des agences gouvernementales, nationales et internationales, ainsi qu'à des universités, afin de mieux comprendre les processus naturels complexes qui y sont à l'œuvre et leur impact sur le bassin versant, ainsi que d'évaluer l'état de préparation du pays dans l'éventualité des catastrophes naturelles.

La région montagneuse du Pakistan du Nord comprend le Gilgit Baltistan, le Khyber Pakhtunkhwa et la partie du Cachemire administrée par le Pakistan. Cette région d'une extrême beauté et d'une intense activité géologique couvre une partie de la chaîne de l'Himalaya-Karakorum-Hindou-Kouch, la plus haute du monde, et l'une de celles qui s'élèvent encore le plus rapidement. C'est là que s'est produit le catastrophique tremblement de terre de 2005.

Les glaciers de la région sont d'énormes réservoirs d'eau douce qui alimentent les fleuves du Pakistan. Les inondations dévastatrices dues à la rupture de lacs de barrage glaciaire, fréquentes depuis deux siècles, ont redessiné le paysage. Aujourd'hui l'accumulation d'énormes masses d'eau dans ces lacs en raison du recul accéléré des glaciers constitue l'un des pires dangers auxquels le changement climatique expose le Pakistan.

La région est traversée par la route mythique du Karakorum, parfois décrite comme « la huitième merveille du monde moderne », qui emprunte l'une des Routes historiques de la soie. Cette route est sujette aux glissements de terrain mais en provoque elle-même souvent, du fait qu'elle sectionne les pentes environnantes.

Si la région est si vulnérable aux glissements de terrain et à l'érosion fluviale, c'est à cause des fortes dénivellations, des pentes très abruptes et dénuées de végétation ainsi que de la précarité des conditions géologiques, que le séisme de 2005 a encore aggravée. La majeure partie de la masse de neige et de glace de la région du Pakistan dominée par la chaîne de l'Himalaya-Karakorum-Hindou-Kouch se concentre dans les bassins versants de l'Indus. Tant que la température mondiale continue à s'élever au cours de ce siècle, il devrait en être de même de la température moyenne au Pakistan. Aujourd'hui, nos connaissances sur les eaux montagneuses du cours supérieur de l'Indus et notamment sur les conditions actuelles de la neige et de la glace sont tout à fait insuffisantes au Pakistan.

Alors que les glaciers, les montagnes, les lacs et les fleuves ont été habituellement étudiés séparément, les risques qui menacent ces éléments du paysage et leurs processus sont désormais observés et étudiés dans leur globalité partout dans le monde, en faisant appel aux mêmes moyens d'action, perspectives scientifiques et planification des solutions. C'est pourquoi la réduction des risques de catastrophes au Pakistan devrait inclure des études de l'ensemble de sa région nord selon une approche intégrée qui associe l'analyse et le renforcement des capacités. Les spécialistes de l'UNESCO travaillent avec des experts du Pakistan depuis août 2010 afin de mettre au point, grâce aux propositions provenant des différentes agences, un processus d'observation de cette région de nature instable.

Sarah Gaines* et Anil Mishra**

* Spécialiste du programme des sciences de la Terre: s.gaines@unesco.org

** Spécialiste du programme des sciences de l'eau : a.mishra@unesco.org



Les fréquents glissements de terrain sur l'itinéraire du Karakorum bloquent la route pendant des heures, voire des jours, comme ici en juillet 2001.

Composer avec les incertitudes

C'est l'UNESCO qui pilote l'élément de la stratégie ayant trait à la gestion des inondations. Sa contribution au rapport comprendra des recommandations pour améliorer cette gestion en concertation avec le gouvernement du Pakistan.

La stratégie que l'UNESCO met au point depuis septembre ne se limite pas à aider le pays à gérer l'inondation mais aussi à mesurer l'impact potentiel de l'utilisation des sols, de la croissance de la population, du changement climatique et autres facteurs relatifs aux ressources en eau. La stratégie couvre quatre grands domaines :

- ▶ Préviation et gestion des risques d'inondation,
- ▶ Cartographie et évaluation des géo-risques tels que fonte de glaciers et glissements de terrain (*voir encadré*),
- ▶ Cartographie, développement et protection des ressources en eaux souterraines pouvant être utilisées en toute sécurité en cas d'urgence,
- ▶ Education.

Les grandes lignes de l'élément « éducation » de cette stratégie ont été définies par un atelier de l'UNESCO organisé à Islamabad du 24 au 26 janvier à l'intention des experts pakistanais et internationaux sur le thème Éducation pour gérer les extrêmes hydrologiques et les géo-risques associés. L'atelier a rédigé un plan d'action qui prévoit la formation de personnalités politiques, de décideurs et de gestionnaires de haut niveau qui auront à faire face aux incertitudes.

La capacité des universités et des instituts spécialisés du Pakistan à assurer un enseignement et des recherches de qualité sera également évaluée, et leurs programmes seront actualisés. Des gestionnaires et des techniciens de niveau intermédiaire seront, eux aussi, formés. En outre, des modules sur la gestion des géo-risques seront introduits dans les programmes scolaires, et des campagnes seront organisées pour sensibiliser l'ensemble de la communauté.

La gestion des inondations traite peut-être de l'incertitude, mais il y a une chose au moins qui est certaine : la prochaine fois que la catastrophe le frappera, le Pakistan sera mieux préparé.

Shahbaz Khan¹⁰, Siegfried Demuth¹¹
et Toshihiro Sonoda¹²

10. Spécialiste du programme en hydrologie : s.kahn@unesco.org

11. Spécialiste principal du programme en hydrologie : s.demuth@unesco.org

12. Spécialiste du programme en hydrologie : t.sonoda@unesco.org

Vivre sur des terres inondables

Avec une population de plus de 12 millions d'habitants, Jakarta apparaît comme l'une des mégapoles les plus problématiques du monde. Située sur une côte basse entrecoupée de 13 rivières et de nombreux ruisseaux, la capitale de l'Indonésie est souvent le théâtre d'inondations, notamment d'octobre à mars pendant la mousson d'hiver. Les pluies de février 2002 ont été les plus violentes de l'histoire de cette ville : elles ont coûté la vie à 30 personnes au moins et en ont poussé 300 000 hors de leurs maisons. Bien qu'il soit normal d'enregistrer une forte pluviosité annuelle à cette latitude, la gravité et la fréquence des inondations sont amplifiées par l'urbanisation rapide du bassin versant et l'utilisation des rivières pour l'évacuation des déchets.

De juillet 2003 à octobre 2007, le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie et Pacifique a mis en œuvre, dans l'une des zones les plus affectées de Jakarta, un Projet d'action communautaire pour lutter contre les inondations. Le projet s'appliquait à des zones occupées légalement par des propriétaires ou des locataires, qui ne pouvaient être ni délogés ni déplacés. Le projet pilote impliquait toutes sortes de partenaires, comme le gouvernement, la Fondation pour la recherche et l'affiliation industrielle de l'Institut de technologie de Bandung et la Croix rouge indonésienne. Fondé sur une approche participative, le projet associait l'éducation et la formation à des dispositifs peu coûteux de lutte contre l'inondation.

En février 2002, les inondations ont submergé 24 % de la superficie du grand Jakarta, soit environ 650 km², et paralysé la ville pendant plusieurs jours. L'une des zones les plus touchées était le sous-district de Kelurahan Bidara Cina, dans Jakarta-est, dont la population compte environ 44 000 habitants. Elle se compose de 16 quartiers dits Rukun Warga.

Selon les recommandations du maire de Jakarta-est, le Rukun Warga 6 a été retenu comme site pilote du projet. Bordant la rivière Ciliwung, ce quartier de 3 000 habitants répartis entre 757 foyers est inondé une ou deux fois par an. Chaque fois, les résidents sont contraints de s'abriter dans des bâtiments municipaux voisins, au Centre de

Depuis la création du forum communautaire je constate que nous sommes plus unis dans le secours aux victimes d'inondation. Auparavant, je n'avais jamais eu à aider les victimes mais maintenant (grâce à) la formation aux secours je sais y faire.

Sofyan, un habitant de Rukun Warga 6

santé publique ou dans une rue située en hauteur. Durant l'évacuation, la Croix rouge indonésienne et diverses organisations gouvernementales et non gouvernementales offrent gratuitement des soins médicaux et une assistance à la communauté sous forme d'une cuisine et d'abris collectifs. Pendant les inondations de février 2002, la hauteur moyenne des eaux atteignait entre 1,5 et 3 mètres !

La communauté est l'acteur vedette

Faire face à une inondation revient à construire un puzzle pièce après pièce. Il vous faut analyser tout un ensemble de facteurs relevant de l'environnement et de la vie socio-économique pour pouvoir comprendre les causes d'une inondation et impliquer un vaste ensemble de collaborateurs. La première étape de tout programme de lutte contre les catastrophes devrait normalement consister à identifier les problèmes spécifiques auxquels une communauté est confrontée et savoir de quelle manière elle envisage de les résoudre. Cette approche permet d'éviter les solutions imposées du haut par les autorités, les institutions ou des organisations étrangères à la communauté, qui peuvent ne pas refléter les besoins locaux.

Le Projet d'action communautaire pour lutter contre les inondations a donc été conçu et développé selon trois principes fondamentaux : la participation de la communauté, des mesures non structurelles et une approche de la base vers le haut. La participation spontanée de la communauté à toutes les



Une famille dans l'arrière cour de sa maison inondée



Un habitant tente de sauver sa télévision.

En quoi consiste la lutte contre les inondations ?

Les inondations provoquent des pertes humaines et matérielles, mais les victimes meurent plus souvent de maladies véhiculées par l'eau que de noyade, sauf en cas de crues éclairs et d'ondes de tempête

La lutte contre les inondations consiste en des mesures préventives visant à réduire ou supprimer les effets des crues, sur la communauté aussi bien que sur l'environnement. Les mesures structurelles peuvent se résumer à surélever le niveau des rues et des sols ou bien à construire des canaux, des digues et des écluses. Les mesures autres que structurelles comprennent la mise en place de systèmes d'alerte rapide et d'activités de préparation de la communauté à l'éventualité des inondations. Du fait que la connaissance, le savoir-faire et la solidarité sont les principaux atouts de cette lutte non structurelle, celle-ci repose sur l'éducation du public et les activités de formation en direction de la population.

phases du projet a été indispensable pour garantir l'efficacité des mesures de lutte.

Au cours de la première phase du projet, de juillet 2003 à janvier 2004, l'UNESCO et ses partenaires ont pu évaluer la vulnérabilité de la communauté ainsi que sa capacité à résister à l'impact de l'inondation. Il était important que celle-ci s'implique dans l'évaluation, non seulement pour identifier les actions prioritaires et les groupes ciblés, mais aussi pour garantir la visibilité et la légitimité des mesures proposées.

Mieux comprendre les inondations

Comme l'une des visées du projet était de modifier les comportements des habitants afin de réduire leur vulnérabilité aux inondations, des cours de formation ont été organisés pour leurs représentants, qui se sont révélés être de bons élèves.



©UNESCO Jakarta/ P. Utami

Il arrive que les habitants refusent de quitter leurs maisons et se trouvent piégés. Une équipe de sauvetage les aide à se dégager.

Les cours traitaient des soins de première urgence à assurer par la communauté elle-même, de la gestion intégrée des déchets, de la lutte contre les inondations, du cadre institutionnel et du renforcement des moyens d'action de la communauté. La première phase s'est terminée par la tenue d'un forum qui réunissait 20 des volontaires ayant participé à la fois à l'évaluation et aux cours de formation. Sa première responsabilité consistait à proposer des activités permettant de réduire la vulnérabilité de la communauté.

La formation était dispensée selon deux modules. Au cours du premier, les habitants du Rukun Warga 6 ont été initiés à la réduction des effets des inondations. La formation s'est concentrée sur les sujets suivants : causes et conséquences des inondations, concepts et processus fondamentaux de l'hydrologie, interaction entre l'eau et les déchets urbains, crues catastrophiques et évaluation de leurs risques – avec évaluation



©Koos Wieriks

des capacités et de la vulnérabilité de la communauté – et enfin, cadre institutionnel de gestion des inondations.

Le second module a duré de mai à août 2004, ce qui correspondait à la phase de mise en œuvre du projet. Il a donné aux participants l'occasion de s'exercer à des activités de caractère plus pratique, comme la formation à la sensibilisation du public, la gestion des déchets, le leadership, le sauvetage, les exercices d'incendie, les soins d'urgence à assurer par la communauté et la gestion des épidémies après l'inondation. L'une des techniques qu'ils ont apprises consistait à étouffer un incendie avec des sacs mouillés et des extincteurs rudimentaires.

Cette phase de mise en application comprenait également des actions concrètes de lutte contre les inondations comme la fourniture d'une eau saine, l'acquisition de matériel de communication tels que walkies-talkies et mégaphones, la remise en état d'un site de stockage pour ce matériel et la réhabilitation du système local de drainage.

Pas de gaspillage, pas de pénurie

Les cours de formation ont été complétés par une vaste chasse aux déchets destinée à valoriser le recyclage et le compostage. Là encore, le projet a adopté l'approche du bas vers le haut. La communauté était chargée de formuler des propositions de gestion des déchets et de suggérer les techniques les plus aptes à anticiper l'avènement de crues. Le forum communautaire était également chargé de surveiller la mise en œuvre et le suivi des mesures d'atténuation des effets des inondations.

La plupart des habitants du Rukun Warga 6 se débarrassaient de leurs déchets dans la rivière Ciliwung, alors qu'ils disposaient d'un système de ramassage par charrettes à bras. L'une des raisons était que nombre d'entre eux n'étaient pas prêts à payer

pour ce service. Le projet communautaire devait donc aider à vaincre cette indifférence des habitants à l'égard de la qualité de leur environnement. Le secours est arrivé de manière inattendue. Tout juste émoulue d'une formation en gestion des déchets, la communauté Banjarsari de Jakarta-sud a proposé d'assurer la formation du Rukun Warga 6, en étroite collaboration avec l'Unité des régions côtières et des petites îles de l'UNESCO.

Le projet a démarré en mai 2004 par la distribution de 22 poubelles collectives et de 205 poubelles domestiques aux résidents afin de les encourager à jeter leurs déchets dans des réceptacles appropriés.

Tous les jours, trois personnes faisaient le tour des maisons avec une charrette pour ramasser les ordures. La plupart des habitants ont pris l'habitude d'utiliser les poubelles et, en deux semaines l'état de la rivière et de ses berges était déjà visiblement amélioré.

Pour réduire le volume des déchets tout en créant des emplois, un animateur de Banjarsari a enseigné aux jeunes de la communauté à recycler le papier et fabriquer, avec du matériel usagé, des encadrements de photos, de petites boîtes et autres objets qu'ils pouvaient vendre. Il est prévu dans un deuxième temps d'apprendre aux familles à fabriquer du compost avec la matière organique.

Il a été également décidé d'interdire l'accès à la rivière Ciliwung afin de décourager les habitants d'y jeter leurs déchets. Deux des quatre accès ont déjà été fermés par la construction de nouvelles barrières.

Toujours vaillant

Sept ans plus tard, le forum communautaire du Rukun Warga 6 est toujours vaillant. Il assure l'assistance avant et après catastrophe et la coordination entre les autorités et la communauté. Il est également chargé d'assurer la pérennité du programme en maintenant les activités en cours et en imaginant de nouvelles.

Le projet pilote du Rukun Warga 6 a été conçu comme une première étape dans la création d'un programme permanent de lutte contre les inondations impliquant d'autres quartiers de Jakarta. Chaque phase du projet a été planifiée de façon à être facilement reproductible à plus grande échelle, avec pour ultime objectif d'améliorer la lutte contre les inondations dans l'ensemble de la ville. Or, en ce début de 2011, la ville de Jakarta n'a pas encore pris de mesures pour passer à une échelle supérieure et assurer une plus large sensibilisation.

Giuseppe Arduino¹³

Pour en savoir plus : g.arduino@unesco.org;
www.unesco.org/jakarta

13. Spécialiste du programme en hydrologie et sciences de la Terre au Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie et Pacifique, basé à Jakarta



Déchets jetés le long de la rivière

Agenda

28-31 mars

Climat de l'océan et écosystèmes marins du Pacifique occidental
 8^e symposium scientifique intern.
 UNESCO-COI/WESTPAC. Busan (Rep. de Corée) : www.westpac.unescobkk.org

29-31 mars

Expériences de micro-science
 Formation assurée par l'UNESCO et le ministère de l'Éducation éthiopien pour planificateurs et formateurs de l'enseignement. Addis-Abeba : a.makarigakis@unesco.org

6-8 avril

Gestion de l'énergie dans le patrimoine culturel
 Conf. intern. coparrainée par l'UNESCO Venise et le PNUD-Croatie. Dubrovnik (Croatie) : www.unesco.org/en/venice ; m.scalet@unesco.org

12-15 avril

Renforcement des capacités nationales en STI
 Atelier sous-régional regroupant les 10 pays de la Communauté économique des États de l'Afrique centrale plus le Rwanda. UNESCO : Division des politiques scientifiques, Institut de statistiques et bureau à Libreville (Gabon) : m.bachiri@unesco.org, m.schaaper@uis.unesco.org, s.nair-bedouelle@unesco.org

19 avril

Préparation aux risques naturels pour les sites du patrimoine culturel en Albanie
 Lancement du projet par « Une seule ONU-Albanie » et l'UNESCO Venise dans le cadre de l'Accord-cadre de Hyogo (2005-2015). Tirana (Albanie) : z.harasani@unesco.org ; d.poleto@unesco.org

24-28 avril

Cultures commerciales halophytes et biodiversité
 Réunion d'experts de l'UNESCO et EAD. Abu Dhabi (EAU) : b.boer@unesco.org

25-27 avril

Encourager l'usage des kits éducatifs pour l'environnement
 1^{ère} réunion sous-régionale pour renforcer les capacités des gouvernements, des communautés et des écoles. UNESCO Le Caire et Comm. nat. des ÉAU. Dubaï : m.alawwah@unesco.org

3-5 mai

Bonnes pratiques en matière de politiques d'énergies renouvelables
 Sessions organisées par l'UNESCO Le Caire à la conf. et expo sur le solaire au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (MENASOL 2011). Comprend une table-ronde d'experts pour élaborer un Plan d'action arabe en énergies

renouvelables. ONU-CESAO, CSP Today, ministère marocain de l'Énergie, Comm. nat. marocaine. El Gadida (Maroc) : n.hassan@unesco.org

10 mai

Remise du prix Ramanujan du CIPT
 Ce prix pour jeunes mathématiciens de pays en développement sera décerné à Yuguang Shi de l'Université de Beijing. CIPT, Trieste (Italie) : ramadas@ictpt.it

16-20 mai

Forum du Sommet mondial sur la Société de l'information
 Organisé par UIT, UNESCO, CNUCED et PNUD. Comprend des sessions de l'UNESCO sur la science en libre accès et l'accès libre et gratuit en Afrique au savoir scientifique (19 mai). Genève (Suisse) : m.yamanaka@unesco.org ; e-science.s.nair-bedouelle@unesco.org

20-25 mai

Technologies innovantes pour une gestion plus intégrée de l'eau
 Atelier de formation FRIEND-Nil organisé par l'UNESCO Le Caire (Égypte) : aa.zaki@unesco.org

10-16 juin

Modèles océaniques
 Cours de formation du Centre régional de formation et de recherche sur la dynamique et le climat océaniques de la COI de l'UNESCO. Qingdao (Chine) : www.westpac.unescobkk.org

15-16 juin

Vers une économie du savoir
 Depuis le golfe Persique jusqu'à l'Atlantique. Réunion d'experts pour la mise en place d'un Plan d'action arabe en matière de STI en vue du développement durable. UNESCO Le Caire et Ligue arabe. Le Caire (Égypte) : n.hassan@unesco.org ; m.alawwah@unesco.org

22 juin

Systèmes socio-écologiques durables
 Conf. de l'UNESCO présidée par Elinor Ostrom (É-U), 1^{ère} femme prix Nobel d'économie (2009). UNESCO Paris : m.bouamrane@unesco.org

27-28 juin

Pour la vie, pour l'avenir : les réserves de biosphère et le changement climatique
 Conf. intern du MAB de l'UNESCO, gouvernement allemand, Comm. nat. Allemande. Élaboration d'une Déclaration de Dresde à soumettre à la Conf. Gén. de l'UNESCO, fin 2011. Dresde (Allemagne) : m.clusener-godt@unesco.org

28 juin - 1er juillet

Conseil intern. de coordination du MAB
 23^e session organisée par le MAB de l'UNESCO pour désigner de nouvelles réserves de biosphère et remise de prix. Dresde (Allemagne) : t.schaaf@unesco.org

Rectificatif Suite à une erreur de traduction dans l'éditorial du numéro de janvier 2011 de *Planète Science*, le mot « carbone » a été omis de la liste des six éléments principaux composant le corps humain.

Vient de paraître

Where the First Wave arrives in Minutes

Indonesian Lessons on Surviving Tsunamis near their Sources
Eko Yulianto et coll. Produit par le Centre d'information sur les tsunamis de Jakarta, UNESCO-COI, Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie et dans le Pacifique, situé à Jakarta. En anglais 36 p.
 La brochure explique, à l'aide de cartes, pourquoi les tsunamis frappent l'Indonésie. Il décrit les signaux d'alerte d'un tsunami et présente les stratégies d'évacuation. Pour la télécharger : www.ioc-tsunami.org/ ; pour en savoir plus : [jtic.org](http://www.jtic.org)

Ocean Fertilization

A Scientific Summary for Policy-makers
Doug Wallace et coll. Produit par l'UNESCO-COI, en anglais, 16 p.
 Cette brochure explique pourquoi et comment l'océan est fertilisé, les conséquences attendues et inattendues ; il analyse l'efficacité d'une fertilisation de l'océan à grande échelle pour y séquestrer le carbone ; décrit les procédures de vérification et de réversibilité et évoque les questions de gouvernance et de politique. Pour la télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190674e.pdf>

Sabkha Ecosystems

Volume III: Africa and Southern Europe
Öztürk, M.; Böer, B.; Barth, H.-J.; Breckle, S.-W.; Clüsener-Godt, M.; Khan, M.A. (Éd.). Avant-propos de W. Erdelen (UNESCO), Preface de SAR Prince Turki bin Nasser bin Abdulaziz al Saud. Éditions Springer, collection Tasks for Vegetation Science. ISBN: 978-90-481-9672-2, €147,65, 148 p.
 « Sabkha » est la transcription anglaise du mot arabe qui désigne un marais salant (sebkha en français). Les sebkhas se forment le long de littoraux arides. Cet ouvrage passe en revue leurs plantes halophytes, leur salinité, leur engorgement, etc., du point de vue agricole et écologique. Il s'adresse aux étudiants et aux spécialistes. Pour en savoir plus : b.boer@unesco.org

Report on the Current Status of Marine Non-Indigenous Species in the Western Pacific Region

Suchana Chavanich, Lik Tong Tan, Benjamin Vallejo Jr et Voranop Viyakarn. Sous-commission de la COI de l'UNESCO pour le Pacifique occidental, en anglais, 64 p.
 Le document fait le point sur la situation en Chine, en Indonésie, au Japon, en Malaisie, aux Philippines, en République de Corée, à Singapour, en Thaïlande et au Viet Nam. Pour la télécharger : www.unescobkk.org/westpac/ioc-westpac/

Sandwatch

Adapting to Climate Change and Educating for Sustainable Development
Gillian Cambers et Paul Diamond. Édition révisée et élargie, publiée par la Section des petites îles et du savoir autochtone. En anglais, éditions française, espagnole et portugaise à paraître, 136 p. Livret d'activités pédagogiques.
 Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001894/189418e.pdf>

L'UNESCO en action

S'engager ensemble pour Haïti
Publiée par le Bureau de coordination des unités hors-siège. En français et en anglais, 12 p.
 Plus d'un an après le tremblement de terre dévastateur du 12 janvier 2010, cette brochure fait le point sur les divers programmes et projets pour Haïti. Elle lance un appel aux partenaires bilatéraux et multilatéraux pour qu'ils soutiennent l'action de l'UNESCO. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001905/190539f.pdf>

Patrimoine mondial

No 59, Éditions UNESCO et Publishing for Development Ltd. ISSN: 1020-4520. En français, en anglais et en espagnol, €7,50, 92 p.
 Ce numéro s'intéresse à l'interaction entre l'humanité et l'eau au cours du temps, notamment sur des sites tels que le polder Beemster (Pays-Bas), la région protégée des Trois fleuves parallèles du Yunnan (Chine) et les îles de Gough et Inaccessible (Royaume-Uni). Pour plus d'informations et remises sur l'abonnement : <http://whc.unesco.org/en/review>

Acentos

Bulletin d'information en ligne du Bureau régional de l'UNESCO pour la culture en Amérique latine et aux Caraïbes, situé à La Havane. En espagnol. No.1.
 Parmi ses articles, le lancement d'un timbre commémoratif de l'Année internationale de la chimie et une présentation à La Havane, le 31 janvier, du *Rapport de l'UNESCO sur la science 2010*. Pour le télécharger : www.unesco.org/cu/acentos.php ; i.viera@unesco.org

Advanced Simulation and Modelling for Urban Groundwater Management - UGROW

Dubravka Pokrajac et Ken Howard. Collection Eaux urbaines, Éditions UNESCO / Taylor & Francis, €38,00. Accompagné d'un CD-ROM, en anglais, 252 p.
 Les évaluations des systèmes d'eau urbaine prennent rarement en compte la contribution des eaux souterraines au budget total.