



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

Faune et flore dans un monde en réchauffement, p. 2

Planète

SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur les
sciences exactes et naturelles

Vol. 8, No. 1
Janvier-mars 2010

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR ...

- 2 Faune et flore dans un monde en réchauffement

ACTUALITÉS

- 10 Pour Mme Bokova, la science doit être une priorité
- 10 Inquiétudes au sujet du budget de la science
- 11 La Colombie accueille le plus grand marathon spatial de l'Année
- 11 Lancement du Consortium pour la science dans le Sud
- 12 Attribution de trois prix scientifiques
- 12 Une école de biosphère en Guinée Bissau
- 13 La santé des océans vitale pour combattre le changement climatique
- 14 L'effondrement des karez oblige des Irakiens à fuir leurs maisons
- 14 Le développement durable a besoin de sa dimension culturelle
- 15 Deux prix Nobel pour des lauréates l'ORÉAL-UNESCO
- 15 18 pays testent le système d'alerte aux tsunamis

INTERVIEW

- 16 Farouk El-Baz retourne à la lune

HORIZONS

- 18 Les guérisseurs de Bushbuckridge découvrent leurs droits
- 21 Une teinture bleue peut-elle venir au secours de la mer d'Aral ?

EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

ÉDITORIAL

Demain commence aujourd'hui

Elle n'a peut-être pas fait les gros titres, mais la préservation à long terme de la biodiversité se trouvait, elle aussi, suspendue aux résultats des négociations de Copenhague sur le climat. Comme l'expliquent les auteurs de *Faune et flore dans un monde en réchauffement*, qui débute page 2, l'impact du réchauffement sur la biodiversité « sera profond et général ».

Même de 2° C, le réchauffement va stresser les espèces et les écosystèmes, et, par exemple, faire blanchir les récifs coralliens d'Australie, d'Asie du Sud et des Caraïbes. Si nous voulons le limiter à 2° C au cours du siècle, il nous faut agir rapidement et avec détermination ; or, certaines délégations à Copenhague viennent de décider de remettre à demain ce qui aurait pu se faire aujourd'hui. Deux semaines d'intenses négociations se sont conclues, le 18 décembre, sur un vague accord, signé par une minorité de pays, ne comportant, au niveau international, aucun engagement contraignant pour la réduction des émissions de carbone, même s'il mentionne l'objectif de limiter à 2° C la hausse de la température mondiale. L'Accord de Copenhague entérine également le mécanisme de Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en développement (REDD). Nous examinerons, dans un prochain numéro, les implications de cette décision pour la préservation de la biodiversité.

Le message de l'Année internationale de la biodiversité est clair : agissez maintenant pour ralentir le rythme alarmant des pertes de biodiversité, ou regrettez-le demain. Le changement climatique n'est évidemment pas la seule menace qui pèse sur la biodiversité. Les pertes d'habitats, la déforestation, la surpêche et les espèces invasives en sont d'autres manifestations.

L'Année débute le 21 janvier prochain au siège de l'UNESCO à Paris. Son lancement sera suivi d'une conférence au cours de laquelle les scientifiques montreront comment les nouvelles connaissances peuvent éclairer les prises de décisions en matière de biodiversité. Ils traiteront, entre autres, d'une taxinomie de nouvelle génération, de biogéographie en rapport avec le changement climatique, d'établissement de priorités pour la biodiversité, et de l'interface entre science de la biodiversité et politique. Les actes et les recommandations de la conférence seront soumis en octobre à la fois au Conseil exécutif de l'UNESCO et à la réunion au Japon des Parties à la Convention sur la diversité biologique (CDB).

L'importance de la biodiversité dans le développement économique sera également au programme de la conférence scientifique de janvier. Qui aurait imaginé, par exemple, qu'une simple teinture naturelle pourrait résoudre une partie des problèmes écologiques et socioéconomiques les plus aigus du bassin de la mer d'Aral, comme nous le verrons dans ce numéro ?

L'éducation sera l'un des objectifs de l'Année. Après huit jours au siège de l'UNESCO, une exposition itinérante partira, le 30 janvier, pour un tour du monde, où elle transmettra aux politiques, aux décideurs, aux jeunes et au grand public les principaux messages de l'Année. S'ensuivra, en octobre, un kit éducatif sur la biodiversité, à l'intention des enseignants et des formateurs.

L'Année mettra également en évidence les liens entre diversité biologique et culturelle. Avec la CDB et d'autres organismes, l'UNESCO tiendra en juin une conférence internationale sur la diversité biologique et culturelle à Montréal, au Canada. Comme nous le verrons dans les pages qui suivent, les guérisseurs traditionnels de Bushbuckridge, en Afrique du Sud, illustrent la symbiose des deux entités. Ayant pris conscience de leurs droits, ils entendent les faire respecter. Les bienfaits seront à court et à long terme, car en protégeant les plantes médicinales – leur moyen d'existence –, ils protégeront en même temps la santé de leurs communautés.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Faune et flore dans un monde en réchauffement

L'Année internationale de la biodiversité va constituer une plateforme idéale pour plaider à nouveau la cause de la préservation des espèces, qui disparaissent à une vitesse alarmante. S'il est probable que les défenseurs de la conservation incrimineront la destruction des habitats, les espèces invasives, la surpêche en mer et la pollution, il est vraisemblable que c'est l'argument global de l'impact du changement climatique sur les écosystèmes et les espèces qui fournira les plus gros titres.

Par-delà les beaux discours et la sensibilisation du public, subsiste un énorme défi scientifique. Les politiques et les décideurs ont besoin d'informations détaillées et géographiquement précises sur la façon dont les écosystèmes et les espèces réagiront au changement climatique avant de prendre des décisions éclairées sur l'exploitation des terres, la gestion et la préservation des ressources. Afin de relever ce défi les scientifiques sont en train d'élaborer un ensemble passionnant de nouvelles techniques et de modèles destinés à réduire les incertitudes de sorte que d'importantes décisions concernant la conservation puissent être appliquées au monde réel avec un maximum de fiabilité. Nous mettons ici en lumière certains problèmes cruciaux posés par la prévision des effets du changement climatique sur les communautés écologiques, et nous présentons certaines solutions innovantes qui sont en cours d'élaboration afin de résoudre ces problèmes.

Il n'est pas surprenant que l'Année internationale de la biodiversité fera une large place au changement climatique. En premier lieu, même selon le scénario improbable d'une maîtrise rapide des émissions de gaz à effet de serre, le réchauffement planétaire est désormais considéré comme inéluctable. Les dernières projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) de 2007 prévoient des scénarios de réchauffement allant de 1,8 °C à 4 °C au cours de ce siècle, par rapport aux références du 20^{ème} siècle, accompagné d'une modification du régime des précipitations (pluie et neige) et des variations saisonnières. Le réchauffement planétaire du siècle pourrait même dépasser les projections les plus pessimistes du Giec si les émissions de carbone ne sont pas

rapidement maîtrisées. D'après les prévisions, l'impact sur la biodiversité sera profond et général (voir tableau page 4).

En second lieu, le changement climatique est devenu le sujet dominant à l'ordre du jour pour l'environnement dans ce nouveau siècle. Pour les décideurs et les politiques il s'agira probablement plutôt d'harmoniser la conservation de la biodiversité avec l'évolution du climat et non pas simplement de protéger la biodiversité. Ce sera en outre l'occasion de rappeler au public que la disparition de certaines espèces et le délabrement des écosystèmes n'ont pas pris fin avec la signature de la Convention sur la diversité biologique en 1992.

Qu'entendons-nous par biogéographie de la conservation ?

Le climat est un facteur crucial dans pratiquement tous les aspects de l'écologie, la physiologie et le comportement d'un organisme, si bien que les répercussions de l'évolution du climat sont empreintes d'une extrême et inévitable complexité. Cela représente un défi considérable pour les scientifiques qui s'efforcent de prévoir comment des organismes et des écosystèmes particuliers pourront réagir, alors que non, il n'existe pas de méthode qui puisse donner des réponses univoques. La biogéographie a principalement concentré ses efforts sur les deux questions clés : 1) comment sera affectée l'aire géographique actuelle des espèces selon les divers scénarios du changement climatique ? 2) combien d'espèces, et lesquelles, ne pourront pas ajuster leur aire géographique en fonction de l'évolution du climat, et seront ainsi menacées de disparition ?

L'étude des aires géographiques relève de l'une des plus anciennes disciplines biologiques, la biogéographie. Elle traite de la répartition du vivant sur la Terre et des processus qui



« Au cours de l'été austral 2002-2003, plusieurs grands icebergs se sont détachés de la calotte glaciaire de la mer de Ross. Cela força les pingouins Adélie à traverser d'immenses étendues de glace pour creuser leurs nids. La plupart des pondeuses ne purent élever de poussins faute de nourriture suffisante ». Emma Marks, une des lauréates du concours photo UNESCO : Le visage changeant de la Terre



© Department of Forestry/Alain Compost

Abattage illégal d'arbres à Giam Siak Kecil-Bukit Batu, réserve de biosphère depuis le mois de mai. Cette zone de tourbières couvre deux réserves de faune et de flore qui abritent le tigre de Sumatra (médaillon), l'éléphant, le tapir et l'ours des cotiers. Mais le déboisement met à nu et à sec la tourbe, élaborée pendant des millénaires à partir de la décomposition des plantes. La tourbe contient des quantités considérables de CO₂ qui s'échappent dans l'atmosphère lorsqu'on la brûle¹. Les incendies de forêts, en particulier dans les tourbières, sont la principale source d'émissions de gaz à effet de serre en Indonésie (70 à 75 % du total).

déterminent ces modèles géographiques. La biogéographie est moins connue que les sciences apparentées, écologie et évolution, mais cela pourrait bientôt changer. Elle est passée, ces deux dernières décennies du statut de science plutôt historique descriptive à celui d'une discipline dynamique ayant des choses importantes à dire sur l'avenir du vivant sur cette planète. Elle doit cette transformation à des progrès techniques remarquables comme les bases de données numériques de répartition des espèces et les ordinateurs surpuissants capables de simuler des processus biogéographiques complexes. Cette transformation s'est accompagnée d'une prise de conscience croissante de l'importance de la biodiversité dans le maintien de la bonne santé des écosystèmes, et de l'émergence de l'idée que le changement climatique pourrait représenter le plus grand défi du 21^{ème} siècle en matière de conservation.

Pour toutes ces raisons, et dans le cadre de l'Année internationale de la biodiversité, la Société internationale de biogéographie et l'UNESCO parrainent conjointement en janvier, à Paris, un séminaire d'une journée sur la Biogéographie de la conservation. Le sujet devient le point de ralliement et le cadre conceptuel des biogéographes, physiologistes, mathématiciens modélisateurs, comportementalistes, qui tenteront de mettre au point, entre autres, des outils de prévision pour évaluer l'impact du changement climatique sur la biodiversité. Deux principales approches se détachent : celles des modèles mécanistes et des modèles de répartition des espèces.

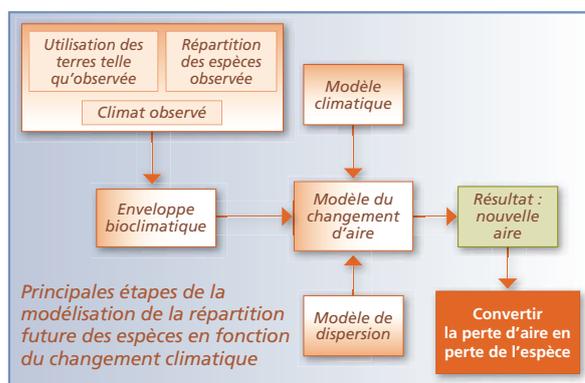
Modèles mécanistes

Les modèles mécanistes cherchent à quantifier les relations entre les grands processus physiologiques ou comportementaux et l'environnement extérieur. Par exemple, un grand nombre de poissons d'eau douce tels que la truite ou le saumon sont adaptés à des rivières rapides et fraîches ; leur physiologie ne tolère pas une température plus élevée. On peut évaluer ces seuils critiques de façon expérimentale et prévoir l'aire future de l'espèce selon

divers scénarios du changement climatique. L'une des faiblesses du modèle mécaniste vient du fait que l'on ne connaît pas les données physiologiques d'un grand nombre d'espèces, notamment de celles qui sont déjà rares et pourraient souffrir le plus d'un changement climatique.

Modèles de répartition des espèces

La méthode la plus répandue pour prévoir la modification des aires induite par le climat est celle d'une famille de modèles dits « de répartition des espèces ». Ils corréleront la présence ou l'absence d'une espèce à un aspect particulier du milieu, le climat par exemple. Ils se composent en général de trois éléments (voir graphique). En premier lieu, le climat et l'habitat propres à la répartition géographique observée pour une espèce font



l'objet d'une analyse statistique. Cela donne une enveloppe bioclimatique spécifique (dite aussi « espace climatique ») représentant les conditions physiques qui permettent à l'espèce de s'épanouir. En second lieu, la capacité de l'espèce à se déplacer vers de nouveaux espaces (la dispersion) est quantifiée. En troisième lieu, on choisit un ou plusieurs scénarios d'impact de changement (de modification) sur lesquels on prévoit la répartition géographique de l'« espace climatique » futur de l'espèce. On choisit le plus souvent un ensemble de scénarios – élevé, moyen et faible – projetés sur une ou deux dates significatives dans l'avenir. C'est souvent un nombre d'années en « chiffres ronds », comme 2050 ou 2100.

Ces trois éléments sont utilisés pour modéliser la future aire de répartition potentielle de l'espèce. En comparant les aires actuelles et futures de chaque espèce il est possible de déterminer comment les aires vont se restreindre ou s'élargir, l'étendue du chevauchement entre ces deux aires et si une espèce est en mesure de se déplacer entre ces deux aires. S'il n'existe pas de chevauchement et que la dispersion est improbable, l'espèce peut être destinée à disparaître un jour. Répétés pour des ensembles complets d'espèces, ces modèles peuvent aboutir à des tableaux d'ensemble de l'évolution de la diversité des espèces, du moins en principe.

Il y aura des gagnants et des perdants

Il faut garder à l'esprit que les aires des espèces vont à la fois rétrécir et s'élargir sous l'effet du changement climatique. Autrement dit, il y aura des gagnants et des perdants. Les plus grandes perdantes seront les espèces qui n'auront ni le climat ni l'habitat convenables à l'intérieur de leur aire de dispersion. Cela pourrait se produire dans les montagnes, où l'enveloppe bioclimatique grimpe plus haut et où les espèces finiraient par disparaître

La végétation de fynbos ci-contre est spécifique à la Région florale du Cap. Couvrant moins de 0,5% de la superficie de l'Afrique, cette région abrite néanmoins près de 20% de la biodiversité florale du continent. Quelque 32% de ses espèces sont endémiques. Un point chaud de la biodiversité et l'un des six domaines floraux du monde, ce site du Patrimoine mondial sera probablement soumis, d'ici 2050, à des conditions généralement plus chaudes et sèches. S'il est vrai qu'une augmentation de la concentration de CO₂ favorise la croissance des végétaux, cet avantage sera contrebalancé, pour les fynbos, par la recrudescence des incendies. Les fynbos pourraient disparaître dans une proportion allant jusqu'à 65% si la température globale s'élevait de 2,3°C.



Le tableau suivant illustre certaines des prévisions les plus inquiétantes quant à l'impact potentiel du changement climatique sur la biodiversité. Étant donné les nombreuses incertitudes inhérentes à la modélisation, bon nombre de ces prévisions doivent être traitées avec prudence (voir le texte pour plus de détails)

Hausse moyenne de la température par rapport au niveau préindustriel (°C)*	<p style="text-align: center;">Effets du changement climatique sur des écosystèmes de populations spécifiques ou très répandues</p> <p style="text-align: center;"><i>Compilation d'études publiées par le Giec</i></p>	Pays ou région
<1,0	Écosystèmes marins affectés par la diminution continue du krill, affectant peut-être les populations de pingouins Adélie ; écosystèmes arctiques de plus en plus endommagés	Antarctique, Arctique
1,3	Perte de 8% des habitats de poissons d'eau douce, perte de 15 % dans les montagnes Rocheuses, perte de 9% des saumons	Amérique du Nord
1,6	Enveloppes bioclimatiques finalement dépassées, aboutissant à une transformation de 10 % des écosystèmes mondiaux; perte de 47 % de la toundra arborée, de 23 % de la forêt tempérée de conifères, de 21 % des brousses, 15 % des prairies/steppes, 14 % de la savane, 13 % de la toundra et 12 % de la forêt décidue. Divers écosystèmes se réduisent de 2 à 47 % ; espèces vouées à disparaître : 9 à 31 % (moyenne : 18 %)	Monde
1,6	Dépassement des conditions tolérées pour 25 % des eucalyptus	Australie
1,7	Tous les récifs coralliens blanchis	Grande barrière de corail, Asie du Sud-est, Caraïbes
1,7	38 à 45 % des plantes du Cerrado vouées à disparaître	Brésil
1,7	2 à 18 % des mammifères, 2 à 8 % des oiseaux et 1 à 11 % des papillons voués à disparaître	Mexique
1,7	16 % de perte d'habitat des poissons d'eau douce, 28 % dans les Rocheuses, 18 % pour le saumon	Amérique du Nord
1,9	7 à 14 % des reptiles, 8 à 18 % des grenouilles, 7 à 10 % des oiseaux et 10 à 15 % des mammifères voués à disparaître par perte de 47 % des habitats adaptés au Queensland. Perte de 40 à 60 % de l'aire de l'oiseau jardinier doré	Australie
1,9	La plupart des régions subissent une multiplication de périodes de ≥7 jours avec indice d'incendies de forêt >45 ; la fréquence des incendies transforme les forêts en maquis et brousses, provoque davantage d'invasions d'insectes	Méditerranée
2,1	41 à 51 % de pertes de variété des plantes endémiques	Afrique du Sud, Namibie
2,1	Les systèmes alpins des Alpes peuvent tolérer une élévation de 1 à 2 °C la température locale, tolérance qui pourrait être annulée par la modification de l'utilisation des terres	Europe
2,1	13 à 23 % des papillons voués à disparaître	Australie
2,1	Les enveloppes bioclimatiques de 2 à 10 % des végétaux sont dépassées, provoquant la mise en danger ou la disparition ; perte moyenne de 27 % des espèces	Europe
2,2	3 à 16 % des végétaux voués à disparaître	Europe
2,2	15 à 37 % des végétaux voués à disparaître	Monde
2,2	8 à 22 % des 227 animaux de taille moyenne ou grande de 141 parcs nationaux sérieusement menacés ou disparus ; 22 à 25 % en danger	Afrique
2,3	Perturbations des bivalves et des patelles de l'Antarctique	Océan austral
2,3	Déclin des populations de poissons; les écosystèmes de terres humides s'assèchent et disparaissent	Malawi, Grands lacs africains
2,3	Disparition de 10 % des espèces endémiques (100 % de perte potentielle d'aire) ; 51 à 65 % de perte des fynbos, y compris 21 à 40 % de Proteacées (plantes à fleurs) vouées à disparaître ; l'aire des plantes succulentes du Karoo réduite de 80 %, menaçant 2 800 espèces de disparition; 24 à 59 % des mammifères, 28 à 40 % des oiseaux, 13 à 70 % des papillons, 18 à 80 % des autres invertébrés, 21 à 45 % des reptiles voués à disparaître. 66 % des espèces animales du parc national Kruger potentiellement perdues	Afrique du Sud
2,3	2 à 20 % des mammifères, 3 à 8 % des oiseaux et 3 à 15 % des papillons voués à disparaître	Mexique
2,3	48 à 57 % des plantes du Cerrado vouées à disparaître	Brésil
2,3	Changements de la composition des écosystèmes, 32 % des plantes se déplacent dans 44 % de la zone, entraînant la disparition de certaines espèces endémiques	Europe
2,3	Perte de 24 % des habitats de poissons d'eau douce, 40 % dans les montagnes Rocheuses; perte de 27 % des saumons	Amérique du Nord
2,4	63 des 165 rivières étudiées perdent >10 % des espèces de poissons	Monde
2,5	Pour 5 197 espèces végétales, perte de 25 à 57 % de l'aire bioclimatique (dispersion totale) ou bien 34 à 76 % (sans dispersion)	Afrique sub-saharienne
2,5	La fonction de puits de la biosphère terrestre se sature et commence à devenir une source nette de carbone	Monde
2,5	Disparition des écosystèmes de récifs coralliens (étouffés par les algues)	Océan indien
2,5	42 % de la surface du territoire subit un climat totalement nouveau ; au Hampshire déclin du courlis et du gros-bec, multiplication des mulots à cou jaune ; pertes d'habitats de montagne en Écosse ; invasion possible de hannetons dans les zones montagneuses de Snowdonia.	Royaume-Uni
2,5	Grandes pertes de la forêt pluviale amazonienne, avec fortes pertes de biodiversité	Amérique du Sud, monde
2,5	20 à 70 % de perte (moyenne : 44 %) de l'habitat des oiseaux côtiers sur quatre sites	États-Unis

Suite page 6 .../.

L'effet escalator

Déterminer avec précision la répartition d'une espèce peut être très problématique en de nombreuses régions du monde : nous n'avons tout simplement pas suffisamment de données pour un nombre adéquat de localités. Ce problème a été récemment mis en lumière par Kenneth Feely et Miles Silman de l'Université de Wake Forest aux États-Unis, dans une étude portant sur près de 1 000 espèces végétales d'Amazonie et des Andes*.

Jusqu'à la récente mise au point des systèmes de positionnement géographique, la notation des coordonnées géographiques des spécimens (la géoréférenciation) donnait souvent des résultats imprécis. Si la région concernée était plus ou moins plane, l'imprécision pouvait ne pas tirer à conséquence, car le climat ne varie pas beaucoup en quelques dizaines de kilomètres. Mais en montagne, cela peut poser un problème d'importance, car les conditions de température et de précipitation changent de façon très marquée au cours de votre ascension. Si la localisation d'un spécimen est faussée, même de quelques centaines de mètres, ou si le relevé (l'interpolation) des paramètres du climat entre stations très espacées est inexact, l'enveloppe bioclimatique que vous attribuez à l'espèce sera erronée.

Feeley et Silman ont démontré que l'exploitation des données standards de répartition a fait surestimer d'environ 400 m l'altitude de l'aire des espèces étudiées par rapport aux analyses fondées sur des données géoréférencées de meilleure qualité. Cela équivaut à surestimer de 3 °C la tolérance de température. Ces erreurs pourraient facilement inciter les scientifiques à sous-estimer la sensibilité des espèces au changement climatique et, dès lors, fausser la prise de décisions appropriées.

D'autres études ont cependant donné à penser que les montagnes comportent souvent des « niches secrètes » d'espaces climatiques où les espèces menacées pourraient trouver refuge. Les systèmes montagneux ont souvent joué un rôle déterminant pour la survie d'espèces dans l'histoire du changement climatique. Il se pourrait qu'ils fassent de même dans les siècles à venir.

*publiée en 2009 dans le *Journal of Biogeography*

du sommet. Cet effet « escalator » a suscité de nouvelles recherches sur la faune et la flore de montagne (voir encadré).

Lorsque les modèles de répartition des espèces présentent une perte collective d'aire pour plusieurs espèces, il est raisonnable de prévoir aussi une réduction proportionnelle de la taille de la population. Beaucoup d'espèces seront réduites à une population petite et fragmentaire, incapable de survivre à long terme. Cependant, étant donné le délai entre le changement climatique et les processus de contraction ou d'expansion de l'aire de l'écosystème et de la recomposition de l'écosystème, il est probable qu'un grand nombre de disparitions ne se produise que bien après le début du changement climatique. Les scientifiques qualifient donc de « destinée à disparaître » toute espèce animale ou végétale dans cette situation. Mal comprise, cette expression a inspiré dans la presse de gros titres simplistes et à sensation tels qu'« Un million d'espèces auront disparu d'ici 2050 ! » Or, les espèces ne s'évanouissent pas dans l'air dès que leur environnement ne leur convient plus. En fait, leur population se restreint et se fragmente jusqu'à ce que l'interaction complexe entre les fluctuations génétiques et environnementales aboutisse éventuellement à faire disparaître certaines



Singes capucins en Amérique du Sud

espèces de toute la surface de leur aire. Cela peut prendre des décennies, ou même des siècles et, vu sous un angle positif, cela peut donner aux spécialistes de la conservation une bouffée d'air dans leur lutte pour minimiser les disparitions.

Aucun modèle n'est parfait

Aucun modèle n'est parfait. Il faut seulement espérer que les principaux processus puissent être modélisés de façon suffisamment précise pour permettre des prévisions qui s'avèrent exactes dans leurs grandes lignes. Si, par exemple, une espèce peut développer une plus grande tolérance à une atmosphère en réchauffement, son aire future pourra être bien plus vaste que prévu. Mais la rapidité supposée du changement climatique va probablement prendre de vitesse l'adaptabilité d'évolution de bon nombre d'espèces.

Lorsqu'il s'agit de modéliser les changements de biodiversité sous l'effet du changement climatique, l'une des plus grandes difficultés est l'ignorance du nombre total des espèces sur la Terre. C'est particulière-

ment vrai dans le cas des écosystèmes tropicaux hyper-diversifiés comme celui de la forêt pluviale amazonienne et celui de groupes d'animaux mal connus, comme les arthropodes (insectes, araignées et autres). Dès lors, les scientifiques ne peuvent que faire des extrapolations approximatives concernant les conséquences possibles du changement climatique sur l'ensemble de la biodiversité de ces écosystèmes. C'est notamment le cas pour la prévision des futures disparitions. Plus vous estimez nombreuses les espèces qui, dans des régions comme l'Amazonie, attendent d'être découvertes et cataloguées, plus élevé sera le nombre d'espèces appelées à disparaître (voir page 8 *Un avenir incertain pour l'Amazonie*). Quand les spécialistes de la conservation ou les médias parlent de disparition, par centaines, par milliers ou même par millions, ils incluent l'extinction prévisible d'espèces non encore décrites : peut-être 5 millions, ou 30 ou même davantage ! Cela est parfaitement admissible si le public comprend bien ce calcul.

Sinon, cela peut, là encore, exposer les défenseurs de la conservation à des accusations d'exagération et de catastrophisme.

Serait-ce la première victime du changement climatique ? Le crapaud doré (Bufo periglenes) était endémique dans les forêts nébuleuses de Monteverde (Costa Rica) mais n'a pas été aperçu depuis 1989. Les causes de sa disparition n'ont pas été élucidées mais la plus probable est une prolifération d'un champignon hautement pathogène dont la croissance a été stimulée par l'élévation des températures



... Suite de la page 4

Hausse moyenne de la température par rapport au niveau préindustriel (°C)*	Effets du changement climatique sur des écosystèmes de populations spécifiques ou très répandues <i>Compilation d'études publiées par le Giec</i>	Pays ou région
2,6	Augmentation de 20 à 34 %, dans la majorité des régions, du nombre de périodes de ≥7 jours d'indice d'incendie de forêts >45 ; la multiplication de incendies transforme la forêt en maquis et brousses, suivies d'invasions d'insectes	Méditerranée
2,6	4 à 21 % des plantes vouées à disparaître	Europe
2,7	Les enveloppes bioclimatiques sont dépassées, provoquant la transformation éventuelle de 16 % des écosystèmes mondiaux : perte de 58 % de la toundra arborée, 31 % de la forêt tempérée de conifères, 25 % des brousses, 20 % des prairies/steppes, 21 % de la toundra, 21 % de la forêt tempérée décidue, 19 % de la savane. Les divers écosystèmes se réduisent de 5 à 66 %	Monde
2,8	Importantes transformations ou pertes d'habitat dans les terres humides de Kakadu par suite de l'élévation du niveau de la mer et de l'infiltration d'eau salée	Australie
2,8	Perte moyenne selon de multiples modèles de 62 % de l'étendue de glace d'été de l'Arctique (entre 40 et 100 %), risque élevé de disparition de l'ours polaire, du morse, du phoque ; les écosystèmes de l'Arctique sont stressés	Arctique
2,8	Les régions de forêts nébuleuses perdent des centaines de mètres en altitude, disparition potentielle en cas d'élévation de la température moyenne de 2,1 °C pour l'Amérique centrale et de 2,5 °C pour l'Afrique	Afrique, Amérique centrale, Afrique tropicale, Indonésie
2,8	Perte éventuelle de 9 à 62 % des mammifères des zones montagneuses du Grand bassin ; 38 à 54 % de perte d'habitat de la sauvagine dans la région du «Prairie Pothole»	États-Unis
2,9	Perte de 50 % de la toundra actuelle compensée par un gain potentiel de seulement 5 % ; des millions d'oiseaux arctiques côtiers perdent selon les espèces entre 5 et 56 % d'aires de ponte	Arctique
2,9	La latitude des limites de la forêt nordique se déplace de 0,5° N en Europe occidentale, de 1,5° en Alaska, de 2,5 au Chukotka et de 4° au Groenland	Arctique
2,9	Risques de perturbation des écosystèmes marins par disparition de ptéropodes aragonitiques	Océan austral
2,9	Réduction de 70 % des coraux aragonitiques d'eaux profondes et froides	Bassins océaniques
2,9	21 à 36 % des papillons voués à disparaître ; perte de >50 % d'aire pour 83 % de 24 espèces condamnées par la latitude	Australie
2,9	21 à 36 % de papillons voués à disparaître	Monde
2,9	Pertes importantes de forêt boréale	Chine
3,0	66 des 165 rivières étudiées perdent >10 % de leurs espèces de poissons	Monde
3,0	Perte de 20 % de l'habitat des oiseaux côtiers migrateurs du Delaware	États-Unis
3,1	Disparition des écosystèmes restants de récifs coralliens (étouffés par les algues)	Monde
3,1	Les systèmes alpins des Alpes se dégradent ; risques de disparition des espèces alpines	Europe
3,1	Graves risques de disparition des oiseaux jardiniers dorés par perte de 90 % de leur habitat	Australie
3,3	Retard de croissance de 20 à 60 % des coraux aragonitiques d'eaux chaudes ; réduction de 5 % de la productivité mondiale du phytoplancton	Globe
3,3	Pertes substantielles de la zone alpine et de sa flore et faune associées (le « lis céleste » et le possum nain des montagnes)	Australie
3,3	Risques de disparition des chlorophanes émeraude hawaïens par perte de 62 à 89 % de leur habitat	États-Unis
3,3	4 à 38 % des oiseaux voués à disparaître	Europe
3,4	Pertes de 6 à 22% des terres humides côtières ; fortes pertes d'habitats d'oiseaux migrateurs, notamment aux États-Unis, dans la Baltique et la Méditerranée	Monde
3,5	Disparition prévisible de 15 à 40 % des espèces endémiques dans les points chauds mondiaux de la biodiversité	Monde
3,5	Perte d'habitat d'hivernage du papillon Monarque dans la forêt tempérée	Mexique
3,6	Dépassement des limites bioclimatiques pour 50 % des eucalyptus	Australie
3,6	30 à 40 % des 277 mammifères de 141 parcs menacés de disparition rapide ou disparus ; 15 à 20 % menacés	Afrique
3,6	Certaines régions des États-Unis perdent 30 à 50 % de la variété des espèces d'oiseaux migratoires néotropicaux	États-Unis
3,7	Peu d'écosystèmes peuvent s'adapter ; 50 % de toutes les réserves naturelles ne peuvent remplir les objectifs de conservation ; enveloppes bioclimatiques outrepassées, aboutissant à la transformation de 22 % des écosystèmes mondiaux ; la perte de 68 % de toundra arborée, 44 % de forêt nordique de conifères ; 34 % de brousses, 28 % de prairies/steppes, 27 % de savane, 38 % de toundra et 26 % de forêt décidue tempérée ; les divers écosystèmes diminuent de 7 à 74 %	Monde
3,9	4 à 24 % des plantes sérieusement menacées/disparues ; perte moyenne d'espèces : 42 % (aire : 2,5 à 86 %)	Europe
4,0	Disparition probable de 200 à 300 espèces (32-63 %) de la flore alpine	Nouvelle-Zélande
>4,0	38 à 67 % des grenouilles, 48 à 80 % des mammifères, 43 à 64 % des reptiles et 49 à 72 % des oiseaux voués à disparaître au Queensland par perte de 85 à 90 % de perte d'habitat adapté	Australie

* En fin 2005, la température moyenne de la planète avait augmenté d'environ 0,76 °C par rapport à 1850.

Le problème du Bigfoot

À l'image du Yéti, censé hanter l'Himalaya*, Bigfoot est un animal fabuleux qui suscite beaucoup d'intérêt dans le public. Bien que des personnes aient déclaré avoir vu « un grand primate qui n'est pas reconnu par la science » dans les forêts de l'ouest de l'Amérique du Nord, il n'y a aucune preuve valable que cette « espèce » ait jamais existé.

Un groupe de scientifiques dirigé par le Dr Jeff Lozier de l'Université d'Illinois a récemment démontré le paradoxe selon lequel de mauvaises données peuvent produire de bons modèles. Ils ont exploité les données faisant état des prétendues observations et traces de pattes que l'Organisation des chercheurs de Bigfoot sur le terrain avait réunies. Une fois les données triées, ils ont utilisé un modèle de répartition des espèces pour modéliser l'enveloppe bioclimatique de Bigfoot. Ils ont obtenu** une carte convaincante des espaces hantés par Bigfoot. Ils ont aussi calculé un modèle d'enveloppe bioclimatique de l'ours brun (*Ursus americanus*), qui présentait une ressemblance frappante avec la carte de Bigfoot. La plupart des apparitions de Bigfoot pouvaient-elles se rapporter en réalité à des ours ?

L'intérêt de cette expérience est qu'il a été possible d'obtenir un bon modèle de répartition de Bigfoot, paraissant statistiquement cohérent, et même de le projeter sur son espace climatique futur afin de prévoir les modifications de sa répartition. Or, selon le consensus scientifique général, à la base, il n'y a pas de Bigfoot. En somme, des données douteuses peuvent produire des modèles apparemment bons, mais scientifiquement douteux.

* Partout dans le monde, des personnes ont déclaré avoir vu des bêtes insaisissables. Il y a, par exemple, l'Almas (Mongolie), le Barmanou (Afghanistan et Pakistan), Bigfoot, également appelé Sasquatch (Amérique du Nord), le Chuchunaa (Sibérie), l'Hibagon (Japon), le Mono Grande (Amérique du Sud), l'Orang Mawas (Malaisie), le Yéti et le Yeren (Chine). Source : Wikipedia

** Publié en 2009 dans le *Journal of Biogeography*

La connaissance imparfaite de la répartition géographique des animaux et des végétaux est une autre grande difficulté pour les scientifiques. La répartition observée des espèces est un élément essentiel de tous les modèles, mais leur répartition réelle n'est, au mieux, qu'une approximation, notamment pour celles qui sont rares et mystérieuses, difficiles à recenser (voir l'encadré). C'est le cas exemplaire de la redécouverte d'espèces considérées comme disparues, parfois avec un intervalle de plusieurs décennies après leur précédent recensement. Par exemple, la rousserolle à grand bec n'était connue que par un seul spécimen recueilli dans la vallée de la Sutlej de l'Himachal Pradesh, en Inde, en 1867. En mars 2006, un autre spécimen a été piégé, cette fois à Laem Phak Bia, province de Phatchaburi, dans le sud-ouest de la Thaïlande, à 3100 km de la localité type, chose surprenante. Cela montre à quel point il peut être difficile de connaître l'aire de plantes et d'animaux encore mystérieux, dans des régions du monde où les moyens d'enquête et d'inventaire biologiques sont limités.

De façon générale, les données utilisées pour les modèles de répartition des espèces se présentent sous forme de cartes d'aires. Elles ne peuvent être que des généralisations : les espèces ne sont pas présentes en tous les points de ces aires. Cela signifie que l'enveloppe qui entoure les points des données attestant leur présence comportera nécessairement de nombreuses localités où l'espèce est en réalité absente. Par souci de cohérence, les scientifiques standardisent la cartographie des aires des espèces, en commençant par diviser le paysage en grilles de cellules d'une dimension donnée. Chaque cellule est censée contenir l'espèce si celle-ci a été observée en un point quelconque de la cellule, mais si la superficie est grande, l'espèce peut n'y apparaître que dans un petit secteur, si bien que les cartes d'aires surestiment fortement la superficie occupée. À l'inverse, des cellules de très petite taille peuvent représenter l'aire de manière plus précise et exacte, mais au prix d'un travail d'échantillonnage considérable, sans parler des sommes d'argent et du temps investis dans l'acquisition de ces données.



Examen de traces de pas dans la neige, qui semblent appartenir à l'insaisissable Yéti, dans *Tintin au Tibet*, de l'auteur belge Hergé

La présence attestée d'une espèce dans un carré de la grille se réfère finalement à des relevés scientifiques qui, en fonction de l'auteur de l'observation sont plus ou moins fiables. Il est évident que des enquêtes d'experts ou des spécimens certifiés, déposés dans des herbiers et des musées sont très sûrs. Mais ce genre d'enquêtes a moins de chances d'avoir couvert la totalité de l'aire potentielle de l'espèce. D'autres problèmes se posent si les données ont été recueillies sur une longue période. Dans ce cas, bien que le nombre total de données soit plus élevé, il en va de même du risque de recenser une espèce comme présente dans des zones qu'elle n'avait pas fréquentées pendant quelque temps. Les aires peuvent dès lors être recensées inexactes, en étant soit surestimées soit sous-estimées ou déplacées de leur véritable localisation. En outre, certaines espèces peuvent se trouver encore en phase de relocalisation après le dernier bouleversement climatique, celui de l'ère glaciaire. Prendre en compte l'influence de l'histoire climatique est donc l'un des grands défis dans toute tentative de modéliser l'influence potentielle du changement climatique sur la répartition future des espèces.

La dispersion joue, elle aussi, un rôle important dans la façon dont les espèces répondront au changement climatique. Par exemple, les espèces végétales dispersées par l'eau ont plus de chances de se répandre rapidement si un nouvel espace



Amazona aestiva (à gauche) et Amazona farinosa

Un avenir incertain pour l'Amazonie

Le bassin de l'Amazonie abrite, sur plus de 5 millions de km², le plus vaste espace continu de forêt tropicale de toute la Terre. Elle réunit, selon certaines estimations, un cinquième de toutes les espèces végétales et animales de la planète. De la forêt originelle, on pense que 20 % ont déjà été éclaircis, essentiellement au bénéfice de l'agriculture. Malgré le ralentissement de la déforestation, de nouvelles parcelles sont constamment livrées à l'exploitation.

Moins connu est le rôle important de l'Amazonie dans la régulation du climat mondial et régional. L'évaporation et la condensation de l'Amazonie font partie des grands moteurs de la circulation atmosphérique mondiale : elles déterminent, dans une large mesure, le régime des précipitations observé sur l'ensemble de l'Amérique du Sud.

Sur la base des estimations de la valeur moyenne des émissions des gaz à effet de serre, les scientifiques ont prévu que la température de l'Amazonie s'élèvera de 1,8 à 5,1° C. D'autres prévisions vont même jusqu'à 8° C si de vastes espaces forestiers laissent place au maquis et à la savane.

L'impact du changement climatique sur les plantes et les animaux de l'Amazonie n'est pas aussi évident. Jusqu'ici, les recherches ont surtout porté sur la connaissance et la prévision de l'impact sur l'écosystème forestier plutôt que sur les espèces prises individuellement. La recherche s'est appuyée, pour ce faire, sur une simulation informatisée très savante visant à modéliser les paramètres dominants, tels que le volume de l'évaporation et de la transpiration végétales qui s'élèvent de la terre vers l'atmosphère (l'évapotranspiration). La plupart des modèles prévoient que, si le déboisement à petite échelle peut effectivement faire monter la pluviosité au plan local, à plus grande échelle elle tend à la réduire de façon significative. En outre, si la pluviométrie tombe en dessous d'un niveau critique, la forêt pourrait commencer à disparaître et laisser place au maquis ou à la savane. Certains modèles ont indiqué que la destruction de 30 à 40 % de la forêt

subsistante pourrait faire basculer l'Amazonie, de façon permanente, dans un régime climatique plus sec.

Les prévisions sont certes inquiétantes, mais elles pourraient ne pas refléter ce qui va se passer réellement. Les écosystèmes sont, par nature, complexes et difficiles à simuler, et les résultats d'études expérimentales approfondies, comme la fabrication de sécheresses artificielles, suggèrent que la forêt amazonienne pourrait se révéler bien plus résiliente qu'on ne l'avait pensé. On l'a soupçonné en découvrant que le système racinaire de nombreuses espèces d'arbres leur permettait de trouver de l'eau bien en dessous de la surface de la forêt, et de la redistribuer dans le sol superficiel



Tortues tachetées de jaune de l'Amazonie

comme par un ascenseur hydraulique. L'autre facteur est l'aptitude des arbres à s'acclimater à des températures plus élevées et à une moindre abondance d'eau. À long terme, cela pourrait se traduire par une modification de la structure de la communauté, les espèces les plus aptes à s'adapter au changement climatique remplaçant celles qui le sont moins. Enfin, il est même possible que l'élévation du taux de CO₂ dans l'atmosphère améliore l'aptitude des plantes à exploiter au mieux la quantité d'eau disponible. Récemment, une étude très controversée a prétendu que pendant la sécheresse de 2005 en Amazonie, de vastes parties de la forêt ont effectivement reverdi, du fait que les arbres

profitaient d'un surcroît d'ensoleillement tout en continuant à aspirer l'eau par leurs racines profondes. En outre, l'étude des collections de pollen suggère que l'Amazonie du Sud était encore boisée il y a 10 000 ans, alors que le climat était considérablement plus sec qu'aujourd'hui.

Si l'on connaît de mieux en mieux les conséquences potentielles du changement climatique dans le bassin de l'Amazonie, on ignore encore dans une large mesure l'étendue et l'intensité du changement. Le destin des millions d'espèces qui vivent dans la forêt – souvent non répertoriées scientifiquement – est encore plus incertain, notamment lorsque l'on introduit dans l'équation de plus en plus compliquée les effets de la poursuite de la déforestation, des incendies, de la pollution et des excès de la chasse.

climatique s'ouvre en aval dans de grands bassins que si elles doivent migrer en amont. Mais il est bien plus difficile de prévoir le rythme d'expansion dans un nouvel espace climatique pour des plantes dont la dispersion des graines dépend de gros oiseaux ou de mammifères frugivores qui peuvent eux-mêmes être affectés par le changement climatique.

Enquêtes citoyennes et autres nouveautés

En dépit de nombreuses difficultés, nous pouvons affirmer que la qualité des données s'améliorera de façon spectaculaire dans la prochaine décennie. De grandes opérations sont en cours pour combler les lacunes au sujet du nombre et de la répartition des espèces sur la Terre. Le projet de bioinformatique qui est probablement le plus ambitieux est l'Encyclopédie du vivant², qui vise à « mettre à disposition sur Internet pratiquement toutes les informations sur le vivant de l'ensemble de la Terre ». Elle fonctionne sur la base d'une série de sites Web interconnectés dont l'un recensera chacune des espèces qui a été officiellement décrite. Le site de chaque espèce sera aménageable et en constante évolution, de façon à pouvoir facilement recevoir

de nouvelles informations sur l'écologie, la génétique et la conservation, au fur et à mesure de sa rédaction. D'ici 2014, le projet devrait avoir créé un million de pages d'espèces, précieuse ressource pour la biogéographie de la conservation s'il peut faciliter à la fois l'accès aux connaissances et la qualité, l'exactitude et la rapidité de la collecte des données. Un projet de nature comparable, le Catalogue du vivant,³ vise à établir une liste définitive de tous les organismes connus sur la Terre.

Plusieurs autres initiatives en matière de systèmes d'information sur la biodiversité travaillent à créer des cartes d'aires. La plus ambitieuse est le Service mondial d'informations sur la biodiversité⁴, qui comporte déjà plus de 180 millions d'entrées. Bien que cette surprenante initiative connaisse un développement rapide, sa couverture reste insuffisante pour beaucoup de pays. Sa base de données contient par exemple moins d'1 million d'entrées pour les collections ou les observations du Brésil, pays qui possède la plus grande biodiversité.

Pour certains types d'organismes, les scientifiques ont mis à profit le vif intérêt du public. Le Dénombrement américain des

oiseaux de Noël en est un exemple. Bien que ces enquêtes de « science citoyenne » courent davantage de risques d'erreur et de distorsion dans l'échantillonnage, elles permettent de créer de vastes jeux de données contemporaines, qui constituent une précieuse ressource pour les chercheurs. Après un traitement rigoureux des données, ces programmes donnent déjà la preuve de leur utilité comme point de départ pour des publications scientifiques. Ils présentent l'avantage supplémentaire de relier les scientifiques aux citoyens et de rehausser dans le public l'image du mouvement pour la conservation. Il nous faut encourager de telles initiatives dans d'autres parties du monde et pour d'autres types d'animaux et de végétaux.

Il sera nécessaire d'améliorer aussi bien la théorie que la pratique des modèles de répartition des espèces. Il est vrai que nous nous sommes concentrés, dans ces pages, sur les incertitudes inhérentes à ces modèles. Disons pour leur défense que leur création est très récente et que les scientifiques font tout leur possible pour améliorer leurs capacités de prévision. L'une

des voies prometteuses est la prévision par consensus, méthode reposant sur la réalisation d'un grand nombre de simulations à partir de nombreux modèles, pour en extraire un « consensus » général sur les scénarios futurs les plus probables.

Nos capacités de prévision vont s'améliorer

Les conséquences du changement climatique sur la flore et la faune de la Terre seront complexes et profondes. Si les sociétés veulent prendre des décisions rationnelles sur la façon de réagir à cet impact, elles auront besoin d'informations systématiques et géographiquement détaillées sur ce qui adviendra aux espèces et aux écosystèmes. À l'heure actuelle les modèles de répartition sont la meilleure méthode pour ce faire, malgré leurs incertitudes, nombreuses et inévitables, dont une bonne partie est imputable à l'insuffisance ou à la mauvaise qualité des données.

La bonne nouvelle est que vont s'améliorer nos capacités de prévoir comment changera la répartition des espèces, lesquelles vont décliner ou disparaître. Des initiatives mondiales et nationales de collecte, collationnement et mise à disposition de données sur la biodiversité sont en cours dans le monde entier. Des outils et des technologies

nouvelles rendent plus facile que jamais la collecte d'énormes quantités de données toujours plus exactes. En outre, les scientifiques maîtrisent de mieux en mieux la modélisation des processus fondamentaux qui déterminent la répartition géographique des espèces. Toutefois le renforcement des bases de la prévision scientifique n'est que l'un des éléments de l'élaboration de politiques éclairées pour réduire et éviter la perte de biodiversité face au changement climatique planétaire du 21^{ème} siècle. L'échelle même des défis posés par la conservation de la biodiversité exige la mobilisation, à tous les niveaux, de la communauté internationale et des organes de décision ainsi que l'intérêt continu du public.

Anna Frangou⁵, Richard J. Ladle⁵,
Ana C. M. Malhado⁶ et Robert J. Whittaker⁵

Auteurs selon l'ordre alphabétique

Pour en savoir plus :
robert.whittaker@ouce.ox.ac.uk;
www.biogeography.org

- 1 La tourbe emmagasine environ 5 000 à 6 000 t/C/ha et l'Indonésie compte environ 20 millions d'ha de tourbières.
- 2 www.eol.org
- 3 www.catalogueoflife.org
- 4 www.gbif.org
- 5 Groupe de recherche sur la biodiversité, Université d'Oxford, Royaume-Uni
- 6 Département d'ingénierie agricole et environnementale, Université fédérale de Viçosa, Brésil

La sensation de s'enfoncer

À cheval sur l'Inde et le Bangladesh, les Sundarbans comportent la plus grande forêt de mangroves du monde : 10 000 km² de terre et d'eau dans le delta de confluence du Gange, du Brahmapoutre et de la Meghna, dans le golfe du Bengale. Les Sundarbans sont entrecoupés par un réseau de canaux à marée, de vasières et de forêts de mangroves.

Les Sundarbans sont le siège d'une subsidence naturelle ininterrompue, qui fait monter de 2,2 mm par an le niveau de la mer. Si celui-ci devait s'élever tout autour de la Terre de 45 cm, 75 % des mangroves des Sundarbans seraient détruites. Le Giec prévoit que le niveau de la mer montera de 60 cm d'ici la fin du siècle. Encore cette prévision ne prend-elle pas en compte la fonte accélérée des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique, jugée trop incertaine pour être quantifiée au moment où paraissait le rapport, en 2007.

Si les mangroves des Sundarbans continuaient à disparaître, elles perdraient leur fonction d'amortisseurs des cyclones tropicaux, alors que 10 % de tous ces cyclones frappent le golfe du Bengale. Des dispositions peuvent être prises pour aider les Sundarbans à s'adapter à la montée du niveau de la mer : en préservant les forêts de mangroves restantes dans des zones protégées ; en les restaurant ou en les réhabilitant par l'implantation d'espèces sélectionnées, le long de canaux d'eau douce ou sur des terres asséchées, comme cela a été fait à l'île de Sagar.

Le parc national des Sundarbans en Inde et la partie des Sundarbans du Bangladesh forment deux sites du Patrimoine mondial.

Présentant une riche diversité, les forêts de mangroves des Sundarbans abritent 260 espèces d'oiseaux, dont le rollier indien (Coracias benghalensis), représenté ici. Ils abritent également la loutre indienne, le daim tacheté, le sanglier sauvage, le crabe appelant et le crabe des vasières, et cinq espèces de tortues marines. Les Sundarbans servent de refuge à trois espèces menacées, le crocodile des estuaires, le python indien et le tigre du Bengale.



Projection de l'impact d'une montée de 1 m du niveau de la mer dans les Sundarbans

Pour Mme Bokova, la science doit être une priorité

Le 15 octobre, la Conférence générale a élu Irina Bokova Directrice générale de l'UNESCO pour un mandat de quatre ans. « Ma conviction est que la science doit être une vraie priorité » a-t-elle déclaré sur son site Web au cours de la campagne électorale⁷. « L'UNESCO devrait devenir le leader et mobiliser les gouvernements, les institutions spécialisées et la communauté scientifique dans le domaine de la science, de l'innovation et des nouvelles technologies, y compris des technologies vertes, avec le mot d'ordre : La science et la technologie au service de l'humanité ».



Irina Bokova

« Le plus grand défi est de conduire le monde dans une nouvelle ère de paix et d'humanisme », pense-t-elle, « afin de créer des sociétés plus compréhensives, plus justes et plus équitables, grâce à un développement économique et social durable basé sur le savoir, la science et l'innovation au service de l'humanité, tout en préservant l'environnement ».

Pour la nouvelle Directrice générale, « le changement climatique, la biodiversité, la réduction des effets des catastrophes naturelles, la gestion des ressources en eau, l'énergie et les pandémies sont des problèmes scientifiques majeurs, qui doivent être pris en compte dans les programmes de l'UNESCO, en même temps que leur dimension éthique ». Elle estime également que l'UNESCO doit accompagner les politiques nationales pour qu'elles intègrent mieux la science, la recherche et l'enseignement scientifique ».

« Pour donner plus de visibilité à la science et en faire une priorité », ajoute-t-elle, « je proposerai la création d'un Comité scientifique consultatif composé d'éminentes personnalités comme des Prix Nobel et des lauréats de Prix UNESCO ».

« Face à nos ambitions, le budget de l'UNESCO est nettement trop modeste », observe-t-elle. « Mais nous devons être réalistes ; par ces temps de crise, l'Organisation devrait faire un usage meilleur et plus efficace des ressources existantes, réduire les dépenses administratives, moderniser ses structures et devenir ainsi plus réactive et plus performante. L'accomplissement du programme devrait l'emporter clairement sur l'activité administrative ».

Née en 1952 à Sofia, Irina Bokova était, avant son élection, Ambassadrice de Bulgarie en France et Déléguée permanente auprès de l'UNESCO. Diplomate et politicienne de carrière, elle a étudié à l'Institut d'État des relations internationales de Moscou, puis à l'École des Affaires publiques de l'Université du Maryland (É-U). Elle a d'abord été ministre adjointe des affaires étrangères (1995–1997), puis ministre des affaires étrangères (1997). En 1996, candidate au poste de vice-présidente de la Bulgarie, elle a plaidé pour l'adhésion de son pays au Traité de l'Organisation de l'Atlantique nord et à l'Union européenne.

Irina Bokova a été nommée le 22 septembre par le Conseil exécutif, après avoir obtenu 31 voix sur 58 au 5^{ème} tour de l'élection, devant Hosni Farouk, ministre égyptien de la culture. Le Conseil l'avait choisie parmi les neuf candidats interviewés le 15 septembre.

Inquiétudes au sujet du budget de la science

Au cours de la Conférence générale de l'UNESCO, réunie cette année du 6 au 23 octobre, plusieurs délégués ont demandé que le rapport écrit de la Commission des sciences naturelles reflète leur profonde inquiétude au sujet de la place faite à la science dans le budget actuel. À peine 59 millions de dollars sur le budget total de 653 millions de dollars seront affectés en 2010–

2011 aux sciences exactes et naturelles. Plusieurs délégués ont contesté la répartition entre coûts administratifs et activités du programme.

Tous les deux ans, les 193 États membres de l'UNESCO se réunissent à Paris afin d'adopter le programme et budget pour les deux ans à venir. Pour 2010–2011, les nouvelles priorités sont l'utilisation des politiques de la science, de la technologie et de l'innovation de façon à mener les pays sur la voie du développement durable et vers une économie respectueuse de l'environnement. Ces priorités doivent permettre la réalisation des Objectifs du millénaire pour le développement. Les programmes de l'UNESCO en matière d'eau douce et de sciences écologiques se concentreront sur l'adaptation au changement climatique et à la réduction de ses effets négatifs, notamment dans les pays les moins développés.

La création d'une initiative en Afrique pour l'éducation en sciences de la Terre a été approuvée. Fruit de consultations à travers toute l'Afrique dans le cadre de l'Année internationale de la planète Terre, elle donnera aux pays africains les capacités de gérer et d'exploiter efficacement leurs immenses ressources minérales, en optimisant leurs revenus.

La Commission des sciences naturelles a également autorisé la Directrice générale à collecter des fonds pour une étude de faisabilité sur la création, à l'UNESCO, d'un programme international d'ingénierie.

La Conférence générale a autorisé la Directrice générale à signer des accords créant neuf centres scientifiques internationaux (de catégorie 2) sous les auspices de l'UNESCO. Ce sont le Centre international de technologie spatiale pour le patrimoine culturel et naturel (Chine) ; le Centre de gestion durable des ressources en eau dans les États insulaires des Caraïbes (République dominicaine) ; le Centre international de formation et d'enseignement de protéomie, de génomie fonctionnelle et de bioinformatique (Israël) ; le Centre international sur les ressources en eau et le changement planétaire (Allemagne) ; le Centre international d'écohydrogéologie côtière (Portugal) ; le Centre international d'éducation, de renforcement des capacités et de recherche appliquée à l'eau (Brésil) ; le Centre international de gestion intégrée des ressources en eau (États-Unis) ; le Centre Asie-Pacifique d'écohydrologie (Indonésie) ; et le Centre régional de développement du parc scientifique et de la pépinière de technologie (Iran).

La Colombie accueille le plus grand marathon spatial de l'Année

Pendant trois jours, Barranquilla a accueilli 2 000 enseignants et 24 000 jeunes de 140 écoles colombiennes accourus dans cette ville côtière pour participer à Aventura Espacial, la plus grande manifestation au monde de l'Année internationale de l'astronomie. Elle était organisée par la Fundación Genius, en collaboration avec le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Amérique latine et aux Caraïbes (Montevideo, Uruguay), ainsi que le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extratmosphérique des Nations unies (COPUOS), la Nasa, les ministères colombiens de l'éducation et des affaires étrangères et le Centre Maloka Science de Colombie, entre autres.

Du 6 au 8 mai, les jeunes de 12 à 17 ans et leurs enseignants ont assisté chaque jour à 35 conférences données par de grands spécialistes des sciences de l'espace, dont le contenu avait été conçu par des experts du COPUOS, de la Nasa et de l'UNESCO.

Le vice-président de Colombie, Francisco Santos Calderón, lui-même astronome amateur, a reçu tous les conférenciers au Palais présidentiel avant la manifestation. Il leur a déclaré sa conviction que la Colombie se devait de mettre en place « un programme spatial plus développé, en collaboration avec la Commission nationale pour l'espace, COLCIENCIAS (l'Agence nationale de science et technologie), les universités et les organisations internationales telles que l'UNESCO et le COPUOS ».

La manifestation de trois jours comportait également des cours de science pour les enseignants, des sauts en simulateurs de parachutes, des veillées d'observation du ciel avec un télescope, et une exposition sur les sciences spatiales. Plusieurs concours ont été organisés pour tester les connaissances des jeunes sur l'espace et l'astronomie, ainsi qu'un concours de rédactions sur l'importance de la science pour la société. Abraham Sánchez Elguedo et Sebastián Ujueta ont gagné une bourse d'études complète à Georgia Tech University (É-U). Cinq autres élèves, Manuel Bermúdez Porto, María Fernández Dávila, Valerie García, Luis Carlos González Castro et Ciro David Plata Barros, ont gagné un voyage pour assister au lancement, en février, de la navette spatiale au Kennedy Space Center (É-U) vers la Station spatiale internationale. Deux autres élèves, Paula Valderrama et Kevin Darío Alfonso Aldana, ont gagné un voyage en République de Corée pour participer à un concours de lancement de fusées à eau.



Les écoliers réunis à Barranquilla pour leur « aventura espacial »

Quant au professeur de sciences Rodolfo González Novoa, du Collège San José, il a gagné un voyage à Montevideo pour assister à une autre manifestation de l'Année internationale de l'astronomie, la seconde École ibéro-américaine de 3^{ème} cycle en astrobiologie, qui s'est tenue du 7 au 12 septembre sur le thème : Du Big Bang aux civilisations. Près de 80 étudiants de 16 pays de la région ont assisté à la manifestation, d'une durée de six jours, organisée par Guillermo Lemarchand, astrophysicien de l'Université de Buenos Aires, consultant au bureau de l'UNESCO à Montevideo.

Les cours et discussions intenses entre étudiants et experts alternaient avec des conversations à bâtons rompus, des conférences publiques, des interviews avec les médias et un atelier spécial sur l'enseignement des sciences destiné à 250 professeurs du secondaire de la région. Il s'agissait de profiter de la curiosité du public sur la possibilité d'une vie extraterrestre pour faire entrevoir aux élèves les nombreuses disciplines requises par cette quête : astronomie, biologie, physique, géosciences, sciences de l'atmosphère, paléontologie, biochimie, sciences cognitives, ingénierie etc.

L'École de 3^{ème} cycle était parrainée par l'Organisation des États américains, l'Académie des sciences pour le monde en développement et le Centre international Abdus Salam de physique théorique de l'UNESCO.

Pour en savoir plus : glemarchand@unesco.org.uy ; sur la mission de février de la navette spatiale : www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts130/

Lancement du Consortium pour la science dans le Sud

Les ministres chargés de la science et la technologie des pays du Groupe des 77 ont lancé, le 4 novembre, le Consortium pour la science, la technologie et l'innovation dans le Sud (COSTIS), au cours d'une table ronde ministérielle, à l'ouverture du Forum mondial sur la science à Budapest (Hongrie). Ce lancement honore la promesse contenue dans la Déclaration adoptée par les ministres lors du premier Sommet du G77 et de la Chine, en 2004 à La Havane (Cuba).

L'Académie des sciences pour le monde en développement (TWAS) a piloté la création du COSTIS, en collaboration avec l'UNESCO. COSTIS offrira aux États membres du G77 un accès direct aux meilleurs cerveaux scientifiques du monde en développement

« COSTIS représente une alliance unique de pouvoir politique et d'expertise scientifique et technique », déclare Mohamed Hassan, Directeur exécutif de la TWAS. « Le consortium offrira une plateforme unique aux agences gouvernementales responsables du financement de la recherche et

du développement pour dialoguer avec les leaders du savoir et de l'industrie ». COSTIS aura pour principale mission de promouvoir le développement économique fondé sur la science et d'encourager la coopération scientifique internationale par des programmes d'échanges internationaux et des projets de recherche conjointe. S'inspirant des nombreuses politiques de développement établies sur des bases scientifiques mises en œuvre dans des pays en développement comme le Brésil, la Chine et l'Inde, COSTIS permettra aux pays en développement d'échanger leurs savoirs.

L'activité phare de COSTIS consistera à réunir régulièrement des forums Sud-Sud sur la science, la technologie et innovation en vue du développement, consacrés à des sujets d'intérêt crucial, tels que la conception de technologies appropriées, d'un prix abordable, pour multiplier l'accès à une eau potable, à l'énergie et aux technologies d'information et de communication. Par ailleurs, COSTIS prévoit de soutenir la création de centres scientifiques d'excellence.

« Nous chercherons des fonds pour nos initiatives auprès de plusieurs sources différentes », annonce Hassan, « et même auprès de gouvernements des mondes en développement et développés aussi bien que de donateurs et de fondations internationales ».

Des représentants du G77, de la TWAS et de l'UNESCO siègeront au comité de direction. Leurs noms seront annoncés en janvier.

COSTIS remplace le Réseau des organisations scientifiques du Tiers monde.

Le Forum mondial sur la science a été organisé du 5 au 7 novembre par l'UNESCO, le Conseil international pour la science et l'Académie hongroise des sciences. L'ambition du forum est de devenir pour la science ce qu'est le forum de Davos pour l'économie.

Pour en savoir plus : www.twas.org

Attribution de **trois** prix scientifiques

En cette Année internationale de l'astronomie, il était tout indiqué que le prix Kalinga de l'UNESCO pour la vulgarisation de la science fût attribué à deux astrophysiciens, les Professeurs Yash Pal de l'Inde et Trinh Xuan Thuan du Viet Nam. Le prix a été décerné lors du Forum mondial sur la science, à Budapest (Hongrie) le 5 novembre, en même temps que le prix du Grand fleuve artificiel consacré par l'UNESCO au thème de l'eau pour les zones arides et semi-arides, et que le prix Sultan Qaboos pour la protection de l'environnement.

Le **Pr Yash Pal** a participé à l'élaboration de plusieurs émissions de télévision pour populariser la science, telles que la série destinée aux enfants des zones rurales de l'Inde *La science est partout*. C'est une personnalité bien connue du célèbre magazine scientifique de télévision *Turning Point*, où il répond aux questions du public. Il a également participé à la création de plusieurs institutions dans son pays, dont le Centre de communication éducative à Ahmedabad.

Le **Pr Trinh Xuan Thuan** écrit en français, mais ses livres ont été traduits en 20 langues au moins. Ses ouvrages les plus connus sont, notamment, *La mélodie secrète*, panorama de la cosmologie moderne et de ses implications philosophiques ; *Le destin de l'univers – le Big Bang et après* ; *L'infini dans la paume de la main*, dialogue avec le moine bouddhiste Matthieu Ricard sur les convergences et les divergences de la science et du bouddhisme dans leurs descriptions du réel ; et *Les voies de la lumière*, qui explique l'univers au travers du signal qu'il nous envoie : la lumière.

Cette année, le prix international de l'eau, Grand fleuve artificiel pour les zones arides et semi-arides est décerné au **Dr Bellachheb Chahbani**, de l'Institut des régions arides à Médenine (Tunisie), pour avoir amélioré l'efficacité de l'eau d'irrigation tout en réduisant la quantité nécessaire à l'irrigation. Le Dr Chahbani a mis au point une technologie qui limite le ruissellement en retenant l'eau dans des poches de pierres, enterrées dans le sol profond des terrasses ; cela est combiné à des systèmes qui diffusent de l'eau à faible profondeur, et de petits barrages de terre qui collectent et utilisent l'eau. Il a recruté des chercheurs et des paysans locaux pour tester sa technologie, qui est déjà exploitée dans le centre et le sud de la Tunisie et en Algérie. Cela a non seulement réduit d'un tiers environ les coûts de fonctionnement, mais a même sauvé de nombreuses cultures qui, autrement, auraient été perdues par manque d'eau en périodes de sécheresse.

Le prix de l'UNESCO Sultan Qaboos pour la protection de l'environnement a été attribué à l'**Autorité autonome des parcs nationaux (OAPN)**, placé sous l'égide du ministère espagnol de l'environnement et des zones rurales et marines. Pour le Bureau du Conseil international de coordination du programme de l'UNESCO l'Homme et la biosphère, qui en était le jury, l'OAPN est un modèle de gestion pour les réserves de biosphère. Il s'emploie à protéger le patrimoine naturel de l'Espagne par ses travaux de sauvetage des espèces en voie de disparition et de leurs habitats, l'élimination des espèces non endogènes, le rétablissement des zones dégradées et la surveillance de la qualité de l'air et de l'eau, tout en soutenant l'enseignement et la formation relatives à l'environnement.

L'OAPN a, en outre, aidé des pays d'Amérique latine et des Caraïbes, d'Afrique du Nord-ouest et d'Asie du Sud-est à trouver et financer des stratégies sous-régionales pour protéger la biodiversité dans les réserves de biosphère par une coopération Sud-Sud, le transfert de technologie et la formation. Le prix de 30 000 dollars servira à créer une école de biosphère dans la Réserve de biosphère de Bijagos, en Guinée Bissau (*voir ci-après*).

Une école de biosphère en Guinée Bissau

L'Autorité autonome espagnole pour les parcs nationaux (OAPN) a décidé de consacrer la totalité de la somme de 30 000 dollars du prix Sultan Qaboos à la création d'une école de biosphère à Eticoga, village situé dans la Réserve de biosphère de Boloma Bijagos, en Guinée Bissau.

La Réserve de biosphère de Boloma Bijagos est un archipel de 88 îles, couvert de mangroves, de forêts, de savanes côtières et de bancs de sable. Il abrite le crocodile du Nil (*Crocodilus niloticus*) et l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*). Ses habitants vivent de la culture

du riz, de l'élevage, de l'exploitation des palmiers sauvages, de la pêche et de l'horticulture.



Photo: OAPN

La future école de biosphère d'Eticoga

Elle sera la première à bénéficier d'un financement au titre de ce projet nouveau de l'OAPN pour l'éducation à l'environnement, qui en crée cinq autres dans les régions d'intérêt prioritaire pour la coopération de l'Espagne avec l'Afrique et l'Amérique latine.

L'école est fréquentée par 80 enfants de 5 à 10 ans, pour lesquels la scolarité est obligatoire à partir de 7 ans. L'école, qui fait aussi jardin d'enfants, est dirigée par Monsieur Second. C'est un instituteur d'Eticoga qui gère l'école à titre bénévole. L'idée de ce projet vient de lui.

Pour le moment, l'école, qui occupe une petite pièce appartenant à une station de radio publique désaffectée, n'a ni fournitures ni livres ni mobilier.

L'OAPN se propose d'y remédier. Après avoir consolidé le bâtiment, il équipera l'école d'un tableau noir, de pupitres, chaises et autres meubles et fournira aux enfants des uniformes ainsi que des fournitures de base, telles que cahiers, stylos, règles etc.

L'OAPN prépare aussi un ouvrage d'éducation à l'environnement pour les enfants et leurs instituteurs, qui sera offert à l'école en même temps que les manuels d'apprentissage de la lecture, de l'écriture et de l'arithmétique.

Le projet insistera sur l'importance du développement durable et de la protection de la biodiversité dans la réserve de biosphère.

ffcantos@oapn.mma.es; m.clusener-godt@unesco.org

La santé des océans vitale pour combattre le changement climatique

Un fonds « carbone bleu » pour entretenir et restaurer les grands écosystèmes marins qui fonctionnent comme de véritables puits de carbone devrait être envisagé par les gouvernements décidés à combattre le changement climatique, déclare un rapport lancé simultanément, le 14 octobre par le PNUE, la FAO et l'UNESCO au Cap (Afrique du Sud), à Nairobi (Tanzanie) et à Rome (Italie).

Étant donné que l'océan a déjà absorbé 82 % de l'ensemble de l'énergie supplémentaire accumulée sur la planète en raison du réchauffement mondial, il est juste de reconnaître qu'il nous a déjà préservé d'un changement climatique catastrophique », affirme Patricio Bernal, Secrétaire exécutif de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO. « Mais chaque jour nous rejetons pratiquement 25 millions de tonnes de carbone dans l'océan, qui devient plus acide ». Cela constitue une menace considérable pour les organismes à structure calcaire. Dans la mesure où les eaux se réchauffent et la composition chimique de l'océan se modifie, le fragile équilibre qui maintient la biodiversité marine est perturbé, ce qui a de graves conséquences pour l'écologie marine et le climat de la Terre.

Blue Carbon : the Role of Healthy Oceans in Binding Carbon estime que les écosystèmes marins tels que les algues, mangroves et marécages saumâtres attirent et piègent environ la moitié des émissions annuelles de carbone du secteur des transports mondiaux. Ces habitats couvrent moins d'1 % du fond des mers, et pourtant, ils emmagasinent plus de la moitié de l'ensemble du carbone stocké dans les sédiments océaniques.

Le rapport rappelle qu'au lieu d'entretenir et de restaurer ces puits naturels de carbone, l'humanité les dégrade à un rythme accéléré. Il estime que 7 % de ces réservoirs de carbone bleu disparaissent tous les ans, à un rythme sept fois plus rapide qu'il y a 50 ans. Si ces écosystèmes ne sont pas mieux préservés, ils auront, pour la plupart, disparu dans deux décennies, affirme le rapport.

En s'opposant à de nouvelles pertes et en agissant pour leur restauration, il serait possible de contrebalancer 3 à 7 % des émissions actuelles de combustibles fossiles, soit environ 27 000 millions de tonnes de CO₂ en deux décennies. Cela aurait un effet équivalent au moins à la réduction des 10 % indispensables pour maintenir la concentration du CO₂ atmosphérique en dessous de 450 ppm, et donc le réchauffement en dessous de 2°C.

Par ailleurs, une étude publiée le 19 novembre dans *Nature* par Khaliwala et coll. nous prévient que les océans arrivent au point de saturation et perdent ainsi leurs capacités d'agir comme puits car, plus ils s'acidifient, moins ils peuvent absorber de carbone.

Pour en savoir plus et lire le rapport, voir page 24

L'effondrement des *karez* oblige des Irakiens à fuir leurs maisons

Plus de 100 000 personnes du nord de l'Irak ont dû abandonner leurs maisons depuis 2005 en raison de graves pénuries d'eau, annonce une étude de l'UNESCO. La sécheresse et le pompage excessif des puits ont fait baisser le niveau de la nappe dans la région et entraîné une diminution spectaculaire du débit de l'eau dans les antiques aqueducs souterrains (qanats), appelés *karez* en Irak.

C'est la première étude qui présente la réalité des conséquences de la sécheresse sur les systèmes de *karez*. Spécialement conçus pour les climats arides, les *karez* sont connus pour conserver leur efficacité même pendant les épisodes de sécheresse. Cette étude confirme toutefois que, depuis les débuts de la sécheresse actuelle il y a quatre ans, 70 % des *karez* encore en service s'étaient asséchés. La surexploitation des eaux souterraines par les pompes modernes de puits a aussi été un facteur déterminant. L'année dernière, vers fin août, seuls 116 des 683 réseaux de *karez* du nord de l'Irak fournissaient encore de l'eau à leurs bénéficiaires.

Avant le début de cette sécheresse, les systèmes de *karez* d'Irak avaient surtout à souffrir de l'instabilité politique, d'abandon et de négligence. Il reste peu de personnes en Irak qui sachent encore les entretenir ou les réparer. Le village de Jafaron, l'un des plus touchés de la région, a vu 44 de ses 52 *karez* s'assécher en 2008, laissant la seule ressource alimentaire – 113 hectares de terres irriguées – stériles et poussant la plupart de sa population à émigrer.

Quelque 36 000 personnes sont sur le point d'abandonner leurs logements si la situation ne s'améliore pas rapidement. En plus du filet d'eau fourni par leurs *karez*, elles ne peuvent compter que sur des citernes qui doivent être remplies en plusieurs fois par des camions parcourant de longues distances, ou par des pompes de puits, qui doivent souvent être creusés plus profond qu'autrefois. Pour beaucoup d'entre elles, aucune des deux solutions n'est financièrement acceptable.

L'étude conclut que des mesures doivent être rapidement prises afin de prévenir de nouveaux déplacements de populations. L'UNESCO estime que chaque *karez* peut fournir suffisamment d'eau domestique pour près de 9 000 personnes et irriguer plus de 200 hectares de terres cultivées. Traduit en termes économiques,

cela correspond à 300 tonnes supplémentaires de grain par an, ou 160 000 dollars de revenu, au prix actuel du marché. L'étude a dénombré 50 communautés qui bénéficieront de travaux de remise en état des *karez*.

L'étude de l'UNESCO présente au gouvernement de l'Irak son tout premier inventaire complet des *karez*. Avant le début de l'étude, il y avait très peu d'informations sur le nombre, la localisation et l'état des *karez*. Le Dr Dale Lightfoot, chef du département de géographie à l'Université de l'État d'Oklahoma (É-U) et expert de renom international sur les *karez*, a mené l'enquête au nom de l'UNESCO.

L'UNESCO travaille depuis 2007 avec le gouvernement afin de restaurer les réseaux de *karez*. L'Organisation se prépare à lancer, cette année, l'Initiative *karez* pour la renaissance de la communauté, afin d'aider les communautés rurales à reconstruire leurs *karez*.

Pour en savoir plus et lire le rapport, voir page 24

Le développement durable a besoin de sa **dimension culturelle**

La diversité culturelle a un rôle important à jouer – même s'il est souvent sous-estimé – pour assurer la viabilité de l'environnement et le développement socioéconomique, d'après un rapport publié par l'UNESCO le 20 octobre.

Le rapport mondial de l'UNESCO *Investir dans la diversité culturelle et le dialogue interculturel* signale le fait que, si la communauté internationale a recherché en priorité des réponses scientifiques et techniques aux défis écologiques, il apparaît de plus en plus clairement que les pratiques culturelles sont intimement liées au maintien de l'intégrité de l'environnement. Si l'identité culturelle et la stabilité sociale peuvent être fortement influencées par l'état de l'environnement, de même des facteurs culturels peuvent influencer sur le comportement des consommateurs et la valeur qu'ils accordent à l'environnement.

L'enchaînement redoutable des problèmes environnementaux qui menacent la stabilité, sinon l'existence même des sociétés humaines, nous a poussé à une vaste réflexion et une définition holistique du développement, qui devra nécessairement intégrer un large ensemble d'expériences, des intuitions et des pratiques culturelles afin d'assurer collectivement l'adaptation de l'homme au changement climatique et la réduction de ses effets nocifs. Si rien n'est fait, l'impact des changements environnementaux de grande ampleur à venir pourrait provoquer, entre autres, des déplacements massifs de populations qui menaceront sérieusement la permanence et la diversité culturelles, notamment dans les zones rurales et chez les minorités attachées à leurs localités, déjà traumatisées.

Le savoir local, rural ou autochtone peut proposer des solutions aux problèmes environnementaux contemporains ; qu'il s'agisse des procédés de production à petite échelle, produisant peu d'excédents et utilisant peu d'énergie, ou des manières de traiter la terre et les ressources naturelles sans gaspiller ni épuiser les ressources. D'après le rapport, il est urgent de « rendre opérationnels » les résultats de la recherche sur la dimension culturelle de la préservation et de la gestion des ressources naturelles.



Fillette irakienne remplissant un jerrican à un *karez*

Le rapport cite quelques mécanismes traditionnels qui ont fait leurs preuves depuis des siècles. Dans les villes espagnoles de Murcie et Valence, par exemple, le Conseil des sages et la Cour de l'eau sont des tribunaux de droit coutumier qui ont juridiction sur toutes les affaires touchant à l'irrigation locale.

Pour avoir une chance de réussir, les politiques de développement doivent, elles aussi, être culturellement pertinentes. Au Nigeria, les monarques traditionnels exercent une forte influence sur leurs sujets. Dans un discours adressé à l'UNESCO en mars 2007, au nom du Conseil des Chefs traditionnels du Nigeria, Oba Okunade Sijuade, 50^{ème} Ooni (roi) d'Ife, a affirmé la volonté des monarques de promouvoir le développement scientifique. « La science et la technologie sont, sans aucun doute, la base du développement socio-économique de toute nation », a-t-il observé. « Cependant, il faut que la technologie soit culturellement pertinente et adaptée aux situations et aux besoins locaux. L'expérience a montré qu'au Nigeria, les stratégies de développement sont conçues et transmises en anglais, langue qui n'est pas accessible à une grande partie de la population ».

Les trois monarques des groupes ethniques Yoruba, Ibo et Haoussa traitent le problème par le biais de trois initiatives : l'enseignement et la communication de la science et de la technologie en langues yoruba, ibo et haoussa, parlées par environ 85 % des 140 millions de Nigériens ; l'intégration du savoir traditionnel dans le renouveau des systèmes d'innovation locaux ; et enfin, l'établissement de passerelles entre les communautés linguistiques du Nigeria et leur diaspora. Les monarques s'emploient à créer une Académie yoruba des sciences, par exemple, pour promouvoir la coopération scientifique entre communautés de langue yoruba dans le monde entier. L'UNESCO a participé aux études de faisabilité pour l'académie dont l'inauguration est prévue dans le courant de l'année.

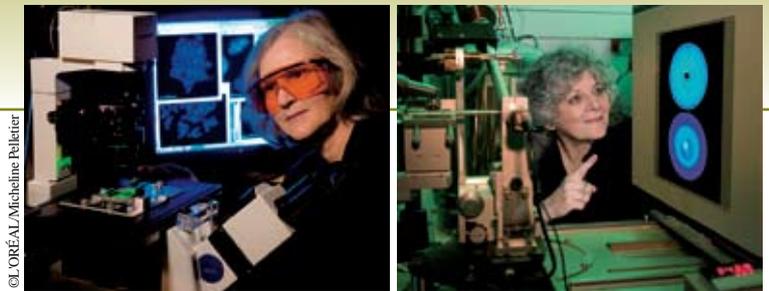
Pour en savoir plus et lire le rapport, voir page 24

Deux prix Nobel pour des lauréates l'ORÉAL-UNESCO

Deux jours après qu'Elizabeth Blackburn eut reçu le prix Nobel de physiologie ou de médecine, le 5 octobre, une seconde lauréate l'ORÉAL-UNESCO, Ada Yonath, apprenait qu'elle avait reçu le prix Nobel de chimie.

Le prix Nobel de chimie récompense cette année la recherche dans l'un des phénomènes au cœur du vivant : comment le ribosome traduit l'information d'ADN en processus et structures indispensables à la vie. Venkatraman Ramakrishnan, Thomas A. Steitz et Ada Yonath ont été distingués pour avoir montré à quoi ressemble le ribosome et comment cette particule infra-cellulaire fonctionne au niveau atomique. Ils ont tous les trois utilisé la cristallographie aux rayons X pour cartographier la position de chacun des centaines de milliers d'atomes qui constituent le ribosome.

Les ribosomes sont la principale cible des antibiotiques, qui sont capables d'inhiber l'activité ribosomiale des bactéries nuisibles tout en laissant intacts les ribosomes humains. La recherche du P^r Yonath a montré par quel mécanisme les bactéries deviennent résistantes aux antibiotiques.



© J. ORÉAL / Micheline Pelletier

Elizabeth Blackburn, d'origine australienne (à gauche), dans son laboratoire à l'Université de Californie (USA) et Ada Yonath dans son laboratoire à l'Institut Weizmann pour les Sciences (Israël)

Le prix Nobel de cette année en physiologie ou médecine est décerné à trois scientifiques qui ont résolu un problème majeur de la biologie : comment les chromosomes peuvent se répliquer fidèlement pendant la division cellulaire et comment ils sont protégés des dégradations qui aboutissent à la maladie. Gentiment surnommés « le trio contre le vieillissement », Elizabeth Blackburn, Carol Greider et Jack Szostak ont montré que la solution peut se trouver dans les terminaisons des chromosomes – les télomères – et dans une enzyme qui les constitue : la télomérase.

Pour en savoir plus sur les travaux des P^r Blackburn et Yonath, voir Planète Science d'avril 2008

18 pays testent le système d'alerte aux tsunamis

Dix-huit pays⁸ ont participé, le 14 octobre, à un exercice afin de tester l'efficacité du Système d'alerte aux tsunamis et d'atténuation de leurs effets dans l'océan Indien. Le système a été créé par la COI de l'UNESCO après le tsunami dévastateur du 26 décembre 2004. L'exercice a eu lieu quinze jours après qu'un tsunami provoqué par un séisme a tué plus de 100 personnes à Samoa, le 29 septembre.

L'exercice Indian Ocean Wave 09 a fourni à ces pays l'occasion de tester leurs lignes de communication, de passer en revue leurs procédures standards de réaction à l'alerte et à l'urgence, et d'améliorer leurs dispositifs de prévention.

Le scénario de l'exercice s'inspirait du tremblement de terre de magnitude 9,2 qui a frappé la côte nord-ouest de Sumatra (Indonésie) en 2004, provoquant un tsunami destructeur qui a touché des pays aussi éloignés que l'Australie et l'Afrique du Sud. Le tsunami simulé s'est propagé en temps réel dans l'ensemble du bassin de l'océan Indien, prenant environ 12 heures pour se déplacer de l'Indonésie à la côte de l'Afrique du Sud. Des bulletins ont été émis par l'Agence météorologique japonaise à Tokyo et par le Centre d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique à Hawaï (É-U), qui servent temporairement de conseillers depuis 2005.

Les services récemment établis de Fournisseurs régionaux d'alerte aux tsunamis en Australie, en Inde et en Indonésie ont également participé à l'exercice et partagé les bulletins expérimentaux en temps réel. Ces services régionaux d'alerte remplaceront bientôt les services aujourd'hui assurés temporairement depuis Hawaï et Tokyo.

Pour en savoir plus : www.coi-tsunami.org/

7. Voir www.bokova.eu

8. Australie, Bangladesh, Inde, Indonésie, Kenya, Madagascar, Malaisie, Maldives, Maurice, Mozambique, Myanmar, Oman, Pakistan, Seychelles, Singapour, Sri Lanka, Tanzanie et Timor-Est



Farouk El-Baz

Retour à la Lune

La Chine aussi bien que l'Inde, le Japon et les États-Unis ont lancé, ces trois dernières années, des missions vers la Lune. La Chine a même l'intention de déposer en 2012 un véhicule d'exploration sur notre satellite. Depuis 2007, le Japon saisit de nouvelles images de la surface de la Lune grâce à son satellite Kaguya. En septembre, la mission Chandrayaan-1 de l'Inde a déclaré avoir découvert la preuve de la présence d'eau aux pôles, quelques semaines à peine avant que la Nasa n'ait annoncé, le 13 novembre, la découverte de 95 litres d'eau glacée conservée dans une partie d'un cratère près du pôle sud de la Lune, région qui ne bénéficie jamais de la chaleur du Soleil. La Nasa a découvert l'eau en faisant s'écraser une sonde dans le cratère en octobre avant de faire analyser par une autre sonde les débris en résultant.

Qui plus est, la présence d'eau donne à penser que la vie humaine serait temporairement possible sur la Lune. Les scientifiques espèrent que des astronautes pourraient, un jour, non seulement boire cette eau mais en extraire de l'oxygène pour le respirer et de l'hydrogène comme combustible. Cela réduirait considérablement le prix d'une colonisation de la Lune : le coût du transport d'1 litre d'eau sur la Lune a été estimé à 50 000 dollars.

Le géologue d'origine égyptienne Farouk El-Baz a participé au choix des sites d'alunissage des missions Apollo 11 à 17, de 1969 à 1972. Trente-sept ans après la dernière marche sur la Lune, il « y retourne » pour nous expliquer jusqu'où pourrait nous mener l'exploration de notre satellite.

Quel rôle avez-vous joué dans la programmation du premier alunissage de 1969 ?

J'étais secrétaire du comité des sites d'alunissage de la Nasa. Il fallait choisir des surfaces planes pour assurer la sécurité de l'opération, mais intéressantes sur le plan scientifique afin d'enrichir nos connaissances de l'histoire et de la composition de la Lune. Choisir une plaine unie sans disposer de données topographiques posait déjà un vrai défi : nous ne pouvions qu'examiner les ombres portées par le Soleil pour « évaluer » les accidents du terrain. La richesse, au plan scientifique, impliquait une topographie plus complexe, antinomique avec la platitude.

En outre, des imprévus ont perturbé la mission, telles que la puissante attraction subie par le vaisseau spatial lorsqu'il est passé au-dessus des roches basaltiques denses des mers lunaires. Cela a fait alunir le vaisseau à 7 km du site choisi pour Apollo 11 et a failli mettre en danger l'alunissage. Des corrections ont dû être apportées à l'orbite des missions ultérieures afin d'éliminer de tels contretemps.

Que nous ont appris les missions vers la Lune sur les conditions des milieux désertiques de la Terre ?

La physionomie de la Lune montre le résultat des bombardements de météorites subis depuis la naissance du Système solaire, il y a environ 4,6 milliards d'années. Elle ne présente aucune trace d'érosion due à l'eau ou au vent, tandis que dans le désert terrestre, tout ce que nous voyons résulte d'une érosion active et de dépôts par des agents atmosphériques, notamment du vent. Comme la Lune ne possède pas d'atmosphère, elle garde la trace des événements anciens. Nous pouvons ainsi observer une multitude d'impacts de cratères et de coulées de lave, tous préservés, vieux de plus de 3 milliards d'années. Sur la Terre, ces formes ont, soit été recouvertes de sédiments récents, soit ont été effacés depuis longtemps par l'eau et le vent.

Comment la Lune s'est-elle formée et quand ?

D'après la composition et l'âge des échantillons lunaires obtenus, la théorie la plus conforme aux données est que, dans les premiers temps de la formation du Système solaire, une grosse masse s'est constituée à partir de l'explosion du Soleil initial. Lorsqu'une autre masse planétaire est entrée en collision avec cette proto-Terre, du matériel qui lui avait été arraché a continué à tourner autour d'elle, entraîné par la gravitation. La proto-Terre s'est ensuite solidifiée en Terre et la matière arrachée a formé la Lune.

Que se passerait-il si la Lune modifiait son orbite autour de la Terre ?

Le système Terre-Lune fait partie intégrante de la famille du Soleil. La rupture du lien amènerait le désordre. La suppression de l'attraction de la Lune mettrait fin aux marées et affecterait la vie marine qui en dépend. Les plaques de la croûte terrestre devraient, elles aussi, réagir à cette disparition en modifiant leurs mouvements, ce qui provoquerait de nombreux séismes et éruptions volcaniques. La perte de la masse lunaire affecterait aussi l'attraction exercée par les autres planètes en accentuant leur pression sur les plaques de la croûte. Si la Terre réagissait à cette perte en tournant plus vite, la vitesse du vent augmenterait et la température de l'atmosphère pourrait s'élever brusquement, en faisant fondre la neige des régions polaires et en faisant monter brutalement le niveau de la mer. Cela rendrait notre planète bien moins hospitalière pour le vivant.

D'où vient l'eau sur la Lune ?

Nous savons, d'après la composition des roches lunaires, que le volcanisme était généralisé sur la Lune jusqu'à il y a environ 3 milliards d'années. Au cours des éruptions, de nombreux gaz, accompagnés de vapeur d'eau, auraient été crachés depuis l'intérieur brûlant de la Lune en même temps que la lave.



Les vastes et sombres plaines basaltiques visibles ici s'appellent des mers car on les avait d'abord prises pour telles. Elles ont été formées par d'anciennes éruptions volcaniques. Ce sont celles qui sont de forme arrondie qui ont exercé une attraction accrue sur le véhicule orbital Apollo en 1969.

Il est très probable que ces gaz aient enveloppé la Lune, mais cela ne dura pas longtemps, en raison de la faible gravité lunaire, à peine le sixième de celle de la Terre. En atteignant les régions polaires, ils se sont congelés dans les zones en permanence à l'ombre, protégés de la chaleur du Soleil.

La Nasa parle de coloniser la Lune aux environs de 2020. Ce projet associe-t-il d'autres agences spatiales ?

Il existe déjà beaucoup de coopération entre la Nasa et les agences spatiales japonaise et européenne pour des missions sur la Lune, comme la fourniture d'instruments par la Nasa. Il est bien possible que la coopération donne lieu un jour à des missions conjointes habitées sur la Lune. Cela dépendra des programmes de formation d'astronautes dans les pays concernés. Les seuls pays, en dehors des États-Unis, qui aient aujourd'hui une expérience en vols habités sont la Russie, de longue date, et la Chine, depuis trois ans.

Quelles sont les chances que des êtres humains puissent s'établir un jour sur la Lune ?

L'ingéniosité humaine ne connaît pas de limites. Tant que nous réfléchissons à notre cosmos et à la place que nous y occupons, nous trouverons toujours de nouvelles façons d'y voyager. Il semble bien possible que nous établissions une présence permanente sur une station spatiale, en un point d'égale gravité (dit L-5) entre la Terre et la Lune où les vols aller et retour d'une base humaine à la Lune exigeraient une poussée minimale. Nous pourrions alors nous lancer dans l'utilisation industrielle des sols lunaires pour l'agriculture et pour l'extraction de métaux rares comme le titane destiné à la construction aéronautique, au matériel chirurgical, etc.

Lorsque les astronautes d'Apollo ont rapporté des échantillons lunaires, les scientifiques y ont testé leur capacité à produire des cultures. Deux graines identiques ont été placées dans des sols lunaires et terrestres, dans le même environnement et arrosées en même quantité. La plante du sol lunaire a poussé plus vite et de manière plus vigoureuse car le sol lunaire contient des éléments chimiques vierges qui n'ont jamais été exploités par des plantes.

Toutefois, avant d'envisager l'utilisation potentielle de cette fertilité, il faudra imaginer des engins spéciaux de terrassement pour le sol lunaire composé d'une poudre fine. Une fois traité sur la Lune, le sol pourrait être transporté sur la Terre, directement ou via des stations spatiales intermédiaires. En outre, de l'oxygène pourrait être extrait de la glace du sol des régions polaires pour être respiré et servir de combustible pour fusées. De l'hydrogène pourrait également être extrait de la glace pour servir dans des cellules à combustible.

Les échantillons de sol lunaire contenaient de l'hélium 3. Pourquoi des pays sont-ils intéressés à exploiter ce gaz sur la Lune ?

L'hélium 3 est un isotope non radioactif, plus léger que l'hydrogène. Il est très rare sur la Terre et bien plus commun sur la Lune car il s'incruste dans la couche du sol lunaire sous le bombardement du « vent solaire ». Les couches les plus profondes y ont été piégées depuis l'époque où la Lune s'est formée, il y a 4,6 milliards d'années, et elles subsistent aujourd'hui encore dans le sol lunaire. On peut dire, sans risque de se tromper, que

tout sol lunaire exposé au Soleil contiendra de l'hélium 3, car le bombardement par le vent solaire est constant.

Ce gaz, qui se prête à la fusion nucléaire, pourrait générer des quantités illimitées d'énergie. Il est donc envisagé non seulement comme source d'énergie sur une station lunaire, mais aussi sur la Terre.

Mais alors, l'hélium 3 comme source d'énergie devra-t-il attendre que nous maîtrisions la fusion nucléaire ?

Oui, la fusion n'est possible qu'en théorie, mais certaines expériences montrent qu'elle est réalisable, et une usine pilote est en train d'être construite en France par un consortium international dans le cadre du projet ITER⁹.

Une tonne d'hélium 3 produirait-elle assez d'énergie pour satisfaire 75 % des besoins annuels du monde, soit l'équivalent de 130 millions de barils de pétrole, pour une valeur d'environ 3 milliards de dollars¹⁰ ?

Je ne connais pas les données ayant servi à ce calcul, mais c'est vraisemblable, du moins en théorie.

Est-il vrai qu'aucun pays ne peut posséder une quelconque partie de la Lune ?

Oui. Le traité des Nations unies sur l'espace extra-terrestre, signé par presque toutes les nations en 1967, interdit toute propriété sur la Lune. Une décennie plus tard, des pays en développement ont lancé une campagne contre l'extraction minière qui n'a pas abouti car les principaux acteurs – Chine, États-Unis, Europe, Japon et Russie – ont refusé de signer le deuxième traité. Il est donc possible aujourd'hui pour les pays non signataires d'exploiter les ressources de la Lune, mais non de posséder le territoire lunaire.

La quête d'énergie est donc bien au cœur de la course à la Lune. Le reste du monde bénéficiera-t-il lui aussi de cette source « miraculeuse » d'énergie ?

Pour certains, c'est une chose assurée, mais la technologie ne l'est pas encore ; personne ne peut compter sur la certitude qu'il sera possible, un jour, de produire de l'énergie à partir de l'hélium 3. En cas de réussite, le bénéficiaire en serait évidemment le ou les pays qui en prendraient l'initiative. Les autres resteraient sur le bas-côté, ou achèteraient leur énergie à des multinationales, comme si c'était une marchandise quelconque !

Interview réalisée par Susan Schneegans

9. Le projet réunit la Chine, la Corée (Rép. de), l'Inde, le Japon, la Russie, l'Union européenne et les États-Unis. La difficulté pour le Réacteur expérimental thermonucléaire international (ITER) sera d'accélérer suffisamment les noyaux pour surmonter la répulsion électromagnétique (due à leur charge positive) jusqu'à ce que leur proximité les fasse fusionner.

10. Source de données : www.spacecentre.co.uk

Les guérisseurs de Bushbuckridge découvrent leurs droits



L'Année internationale de la biodiversité fera sans doute date dans le droit international de l'environnement. Les négociations en cours, sous les auspices de la Convention des Nations unies sur la diversité biologique, seront probablement couronnées de succès en octobre par l'adoption d'une législation sur l'accès aux ressources génétiques. Cet instrument juridique international contraignant régira l'accès aux ressources génétiques, au savoir traditionnel, ainsi que l'utilisation des avantages qui en découlent. Les guérisseurs traditionnels de la Région de biosphère Kruger to Canyons en Afrique du Sud feront partie des nombreux bénéficiaires de cet accord.

Réserve de nature du canyon de la rivière Blyde, l'une des zones centrales de la Région de biosphère Kruger to Canyons en Afrique du Sud

La région Kruger to Canyons (K2C) fait partie du réseau mondial de l'UNESCO des réserves de biosphère. Elle relie les provinces de Limpopo et de Mpumalanga du nord-est du pays. Couvrant plus de 4 millions d'hectares, cette vaste région comprend des savanes arborées, des forêts afromontanes et des prairies. L'une des plus grandes réserves de biosphère du monde, elle comporte quelques points chauds remarquables tels que le célèbre parc national Kruger et la réserve de nature du canyon de la rivière Blyde.

L'extrême diversité de la réserve de biosphère n'est pas seulement biologique mais aussi culturelle. Sa zone tampon et sa zone de transition abritent environ 1,6 million de personnes appartenant à des groupes d'origine ethnique et linguistique différents. Bon nombre de leurs communautés sont pauvres et vivent dans des zones rurales.

Lorsque le K2C a été officiellement désigné en 2001 comme réserve de biosphère par le programme l'Homme et la biosphère (MAB) de l'UNESCO, beaucoup l'ont considéré comme une mesure importante pour le développement économique de la région. Les communautés ont fait cause commune avec les autorités locales pour promouvoir l'écotourisme et préparer des programmes éducatifs sur l'importante diversité biologique et culturelle de la région.

Les guérisseurs traditionnels établissent un protocole pour leur communauté

Les guérisseurs traditionnels prodiguent des soins de première nécessité à une grande partie de la population de la région. Ils sont également investis d'un important rôle culturel en prônant les valeurs traditionnelles et en maintenant le riche corpus des connaissances sur les végétaux présents sur le territoire de la réserve. En qualité de détenteurs du savoir traditionnel, ils ont

récemment acquis de nouveaux droits, au titre du Biodiversity Act de l'Afrique du Sud (2004) et du Règlement sur la bioprospection, l'accès et le partage des avantages (2008). Mais c'est seulement maintenant qu'ils se sont réunis pour discuter de leurs préoccupations communes.

En mars 2009, le Comité de la biosphère a commencé à soutenir un groupe de guérisseurs installés à la pépinière Vukuzenzele de plantes médicinales de Bushbuckridge qui souhaitaient convoquer une série de réunions avec d'autres groupes de guérisseurs. Pendant les cinq mois suivants, ils ont régulièrement tenu ces réunions afin de confronter leurs opinions et de mieux comprendre la réglementation de l'Afrique du Sud sur la protection des plantes médicinales et du savoir traditionnel.

Après plusieurs réunions, plus de 80 guérisseurs ont décidé de créer une structure de gouvernance intitulée Guérisseurs traditionnels de Bushbuckridge, dotée d'un Comité exécutif qui les représente auprès des parties concernées. Cette association s'est constituée à partir de deux groupes linguistiques différents, Sepedi et Tsonga, qui se sentent unis par la spécificité de leur savoir et leur utilisation des mêmes plantes médicinales. Ils se sont alors tournés vers le Comité de la biosphère et vers Natural Justice, une ONG de juristes qui conseille les communautés sur les questions d'environnement, afin d'élaborer leur protocole propre. Celui-ci a d'abord été présenté en septembre 2009 aux autorités locales, aux réserves de chasse privées et aux autres parties concernées sur le territoire de la réserve de biosphère.

« Nous protégeons la biodiversité »

Dans leur protocole de sept pages, les guérisseurs traditionnels rappellent la contribution qu'ils apportent à la santé de leurs communautés. Ils expliquent que, bien qu'ils partagent un savoir commun sur les principaux types de maladies de

leurs communautés, chacun a sa propre manière de traiter ses malades. Les spécialistes de certaines maladies adressent leurs patients à des collègues. Comme les patients sont pauvres, les guérisseurs les soignent, qu'ils soient rétribués ou pas. « Nos ancêtres nous interdisent de réclamer de l'argent » disent-ils, « alors nous comptons sur la bonne volonté et la réciprocité ».

Dans le protocole, les guérisseurs expliquent l'affinité de leurs communautés avec la biodiversité qui les entoure. « Nous pensons que seul un prélèvement de feuilles ou d'écorces qui garantisse la survie de la plante ou de l'arbre pourra guérir le patient » disent-ils. « Cela implique que nous ne prélevons que de petites bandes d'écorce, des feuilles ou des tiges déterminées de plantes, et que nous recouvrons toujours les racines des arbres ou des plantes après avoir cueilli le strict nécessaire. Nous respectons également des règles concernant les saisons pendant lesquelles nous pouvons prélever les diverses plantes, règles dont la transgression peut entraîner de terribles conséquences, comme le risque de privation de pluie. Ne prélevant de plantes que pour un usage immédiat, nous n'amassons jamais de grandes quantités d'une ressource particulière. Autre manière de protéger la biodiversité, nous évitons d'allumer des incendies de brousse et décourageons le braconnage des végétaux par des chasseurs *muti* » (chasseurs de plantes médicinales traditionnelles).

Craintes de surexploitation et manque d'accès

Les guérisseurs décrivent les menaces pesant sur leur mode de vie par la restriction des accès à la biodiversité locale ou sa disparition. « Le nombre des plantes diminue en raison de la cueillette excessive qu'en font les herboristes ou les chasseurs *muti* qui en prélevent de grandes quantités selon des méthodes non durables » affirment-ils. « La zone de protection de Mariepskop est importante pour nous en raison de sa grande diversité végétale, mais nous est difficile d'accès car, jusqu'ici, nous n'étions pas sûrs des règles applicables à la cueillette des plantes médicinales et parce que les déplacements dans ces zones soulèvent pour nous des difficultés logistiques et financières. Nous sommes exclus de la Réserve de nature de Bushbuckridge qui, bien qu'étant plus proche que Mariepskop, nous reste totalement inaccessible. » Ils ajoutent que « les terrains privés nous sont interdits ».

Nous voulons qu'on sollicite notre consentement

« Nous avons reçu la visite de dizaines de chercheurs », remarquent les guérisseurs, « qui, en général, nous fournissent peu de précisions sur les personnes pour lesquelles ils travaillent, ou l'usage qui sera fait de notre savoir. Nous ne sommes encore engagés dans aucun accord de partage des avantages concernant notre savoir, ni le transfert matériel des plantes auxquelles ils ont eu accès. Nous sommes fatigués de partager nos informations avec les chercheurs, en qui nous n'avons plus confiance. Nous voulons que l'on recherche notre consentement avant de voir partir notre savoir ou nos plantes, être reconnus comme détenteurs du savoir, et tirer profit de toute commercialisation ».

Les guérisseurs se sont tournés vers Natural Justice pour se renseigner sur leurs droits légitimes. Une fois la loi bien comprise, ils ont décidé que les conditions qu'ils mettraient au transfert de leur savoir traditionnel dépendraient en grande partie de la nature de l'utilisateur. Cela implique que si des étudiants veulent devenir guérisseurs, ils devront s'entendre avec les praticiens locaux qui organiseront un stage de formation et leur feront payer des droits. Les guérisseurs des autres zones et les chercheurs universitaires seront orientés vers le Comité exécutif des guérisseurs, qui examinera dûment leurs propositions. « Nous connaissons nos droits », affirment-ils, « et nous exigeons de voir la lettre du Département des eaux et de l'environnement confirmant qu'ils [les chercheurs] peuvent effectuer ces recherches ». Les bioprospecteurs commerciaux devront également commencer par s'adresser au Comité exécutif avant toute négociation avec leur compagnie en vue d'un accord de partage des avantages, financiers ou autres.

Les guérisseurs proposent un partenariat

Dans le protocole, les guérisseurs proposent de travailler avec leurs autorités traditionnelles afin de réglementer l'accès aux terres communales par les chasseurs *muti*, et ainsi régler le problème de la surexploitation. Ils demandent également des facilités d'accès aux zones protégées. « Maintenant que nous sommes bien informés des procédures d'accès aux plantes de Mariepskop », disent-ils, « nous voulons être reconnus par le Département de l'agriculture, des forêts et des pêches (DAFF)



Réunion des guérisseurs traditionnels de Bushbuckridge vers la mi-2009 pour décider du protocole de leur communauté

comme contributeurs et bénéficiaires de la biodiversité de la région ». Ils proposent en outre de collaborer avec le DAFF pour établir un système facilitant leur accès aux ressources qu'il gère. Ils demandent au Département d'examiner la possibilité de décréter une zone de protection et de mise en valeur des plantes médicinales sur Mariepskop afin d'y intensifier la culture des principales plantes médicinales ».

Vers une législation internationale sur l'accès et le partage des avantages

En 2002, lors du Sommet mondial de Johannesburg (Afrique du Sud) sur le développement durable, les gouvernements avaient appelé à négocier une législation internationale sur le partage juste et équitable des avantages tirés de l'utilisation des espèces végétales et animales (les ressources génétiques).

L'appel a été entendu par la Conférence des parties à la Convention sur la diversité biologique qui, en 2004, a mandaté le groupe permanent de travail sur l'Accès et le partage des avantages pour qu'il élabore et négocie une législation internationale sur l'accès aux ressources génétiques et au partage des avantages découlant de leur utilisation (IRABS).

Il existait déjà quelques dispositions à cet effet dans la Convention sur l'accès aux ressources génétiques (Article 15) et le Savoir traditionnel (Article 8j), mais il manquait un dispositif d'application. L'objet de la nouvelle législation serait d'adopter un ou plusieurs instruments permettant de mettre en œuvre les dispositions des articles 8j et 15, dans le cadre général des objectifs de la Convention : préservation, utilisation et accès durables, partage des avantages.

En 2008, la Conférence des parties a élargi le mandat du groupe de travail. Il a été chargé de négocier un texte pour l'application de l'IRABS et de déterminer précisément quels éléments de la loi feraient l'objet de mesures contraignantes, de mesures non contraignantes et d'un compromis entre les deux. Le texte ainsi élaboré sera soumis pour adoption à la prochaine réunion de la Conférence des parties en octobre 2010.

L'IRABS devrait marquer un progrès important vers la réalisation du troisième objectif de la Convention, « le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques, notamment grâce à un accès satisfaisant aux ressources génétiques et à un transfert approprié des techniques pertinentes ».

Il est évident que l'IRABS aura également des répercussions considérables sur la vie des populations autochtones et des communautés locales. Les avantages environnementaux et sociaux attendus de cet instrument ne seront cependant réels que si sa mise en œuvre au niveau local garantit un respect absolu des valeurs culturelles et des modes de vie qui participent à la protection et à l'utilisation durable de la biodiversité*.

Pour en savoir plus : www.cbd.int/abs/ir/ regime.shtml

* Kabir Bavikatte et Harry Jonas (2009) Biocultural Community Protocols: a Community Approach to Ensuring the Integrity of Environmental Law and Policy. PNUE.

En conclusion du protocole, les guérisseurs font appel au Comité de la biosphère pour qu'il les aide à reproduire les pépinières de plantes médicinales les plus prospères dans la région. Ils demandent aussi à l'Agence du tourisme et des parcs de Mpumalanga de réserver des terres à cet usage. De même, le Département de la santé et du développement social est invité à « accélérer » la procédure d'enregistrement des guérisseurs afin qu'ils disposent de cartes certifiant leur qualité de praticiens traditionnels de la santé.

Se tourner vers l'avenir

La rédaction d'un protocole a aidé les guérisseurs à se définir comme un groupe partageant certaines valeurs et détenant un savoir qui transcende la barrière linguistique. Désormais, le protocole leur permet de mettre au clair leurs principales préoccupations et de collaborer pour surmonter ensemble les difficultés communes. Le protocole de leur communauté ne fait pas qu'énoncer leurs opinions, il vise aussi à envoyer aux chercheurs et bioprospecteurs désireux d'utiliser leurs ressources locales ou leur savoir traditionnel le message qu'ils connaissent leurs droits et qu'ils entendent

les exercer. Cela donne également aux utilisateurs potentiels une plus grande assurance juridique en cas d'obtention de la permission.

Grâce au protocole, la communauté a pu rencontrer des représentants du Département de science et de technologie afin d'envisager les modalités de participation au Farma to Pharma Grand Challenge, qui vise à mettre en rapport les communautés avec les projets de conservation et les opérations de bioprospection.

Inspiré par le succès initial du *Protocole bioculturel de la communauté de Bushbuckridge*, le programme MAB de l'UNESCO projette d'aider les communautés vivant dans des réserves de biosphère ailleurs dans le monde, et qui le désiraient, à élaborer leurs propres protocoles communautaires. Dans cette entreprise, le programme MAB de l'UNESCO poursuivra sa collaboration avec l'Agence allemande de développement, Natural Justice et le PNUE.

Ana Persic¹¹ et Harry Jonas¹²

Pour en savoir plus : www.kruger2canyons.com ;
www.unep.org/communityprotocols/index.asp ;
www.unesco.org/mab -

11. Spécialiste adjointe du programme à la Division des sciences écologiques et de la Terre à l'UNESCO

12. Co-Directeur de Natural Justice



La pépinière Vukuzenzele de plantes médicinales, gérée par des femmes appartenant aux Guérisseurs traditionnels de Bushbuckridge

Une teinture bleue peut-elle venir au secours de la mer d'Aral ?

Indigo. Le terme peut paraître exotique, mais notre vie quotidienne baigne dans l'indigo. Peut-être en portez-vous en ce moment même. Pour beaucoup d'entre nous, notre première rencontre avec l'indigo s'est passée il y a longtemps, le jour où nous avons acheté notre premier blue jeans. L'indigo est la teinture naturelle la plus ancienne du monde. Il y a 4 000 ans, les feuilles de *Indigofera tinctoria* servaient déjà à teindre les tissus en bleu. Aujourd'hui, les méthodes naturelles de production de la teinture indigo ont cédé la place aux procédés chimiques partout sauf en Inde du Sud-est.

Cependant, si le projet de l'UNESCO en Ouzbékistan se réalise comme prévu, l'indigo naturel pourrait bientôt être produit dans l'une des régions du monde les plus ravagées, au plan écologique, le bassin de la mer d'Aral.

Ce mannequin porte un ensemble du couturier mondialement connu, Oscar de la Renta, à la Foire internationale des teintures naturelles, aux États-Unis, en 2005. Sa jupe est teinte à l'indigo naturel ouzbek.



Photo : Rásul Mirzazakiriyev

Il y a peu, l'idée de faire pousser *I. tinctoria* dans ce bassin aurait porté à rire. Car enfin, pourquoi choisir une région dont le climat est devenu aussi hostile, non seulement pour des végétaux comme l'indigo, mais aussi aux être humains ? L'irrigation intensive et l'assèchement des terres pour la mise en culture ont pendant 40 ans transformé ce qui fut le quatrième lac du monde par sa dimension en un désert salé et toxique, où presque rien ne pousse. Le peu d'eau douce restante est polluée par les engrais et les pesticides utilisés pour le coton, ainsi que par les déchets industriels et domestiques.

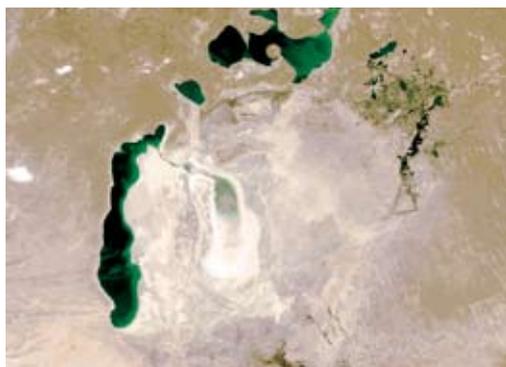
On pourrait dire sans exagérer que la situation de l'eau est devenue critique en Ouzbékistan. Les nouvelles images satellites de l'Agence spatiale européenne montrent que la partie ouzbek de la mer d'Aral s'est réduite de 80 % en trois ans à peine (voir images satellite). « À ce rythme, d'ici 2020, toute la partie sud de cette mer sera complètement asséchée », indiquait ScienceDaily.com, le 12 juillet 2009. Le même rapport signalait que des travaux en cours tentaient d'implanter dans la zone des arbustes et des arbres supportant le sel afin d'éviter un désert de poussière catastrophique pour l'environnement. « Chaque année, de violentes tempêtes de sable soulèvent au moins 150 000 tonnes de sel et de sable [du bassin] de la mer d'Aral et les transportent à des centaines de kilomètres », poursuivait la revue « en provoquant

de sérieux problèmes sanitaires pour les populations et en rendant les hivers plus froids et les étés plus chauds ».

Une excellente idée folle

Dans toute l'histoire de l'indigo, il n'existe aucune preuve qu'il ait été cultivé en Asie centrale (voir encadré page suivante). Ou plutôt, pas avant que l'équipe du bureau de l'UNESCO à Tachkent eut lancé, en 2005, le projet UzIndigo. L'économie des provinces de Karakalpakstan et de Khorezm repose sur l'agriculture. La vie des fermiers dépend du coton bien que cette culture gourmande en eau soit visiblement mal adaptée à l'écosystème de la région. Les agriculteurs avaient donc besoin d'une source complémentaire de revenus qui n'aggraverait pas les problèmes écologiques de leur région.

I. tinctoria semblait remplir le contrat. Tout en donnant un deuxième souffle à l'économie, l'équipe a pensé que la culture de l'indigo amenderait les sols gorgés de sel grâce aux qualités multiples de ce végétal. Une fois la teinture extraite de la plante, ses feuilles, sa tige creuse (son chaume) et ses racines peuvent servir de « fertilisant vert », riche en azote, pour les potagers, les vignobles et les vergers. Malheureusement, les secrets de la culture et de l'extraction de l'indigo se sont presque tous perdus, sauf chez



Images : NASA

Ces images satellites de la mer d'Aral ont été prises en 2009 (à gauche) et en 2006 (à droite) par l'Agence spatiale européenne. Elles montrent la vitesse alarmante à laquelle cette mer rétrécit. Si la partie nord de la mer pourra être préservée grâce à un barrage financé par la Banque mondiale, le reste devrait toutefois disparaître dans la décennie.

une poignée de maîtres de cette spécialité en Inde, en Chine et au Japon. Des travaux de recherche considérables seraient nécessaires avant que l'indigo ne puisse pousser en Asie centrale.

Adapter l'indigo aux sols salés et peu fertiles

L'équipe d'UzIndigo a commencé par analyser les divers moyens de faire pousser *I. tinctoria* dans les sols salins du bassin de la mer d'Aral. Sous la direction du P^r Abdukodir Ergashev, conseiller scientifique du bureau de l'UNESCO à Tachkent, un groupe de scientifiques s'est mis à étudier les méthodes de culture de l'indigo et d'extraction de la base tinctoriale de la plante. Ils étaient soutenus par un projet de l'UNESCO impliquant l'Université de Bonn, en Allemagne et l'Université d'État d'Urgench en Ouzbékistan. Financé par l'Allemagne, ce projet allie la recherche scientifique et les techniques de gestion, avec pour résultat une politique agricole raisonnée et cohérente permettant à la région de mieux gérer ses terres et son eau. Le projet a, par exemple, introduit le nivelage des champs au laser, afin de réduire le ruissellement et laisser l'eau de pluie pénétrer dans le sol.



Un professeur de l'Université nationale d'Ouzbékistan mesure la hauteur d'*I. tinctoria* en compagnie d'un étudiant de 3^{ème} cycle dans la parcelle expérimentale de l'Université. Les scientifiques ont en conclu que ces plantes étaient prêtes à moissonner.

© UNESCO/Abdukodir Ergashev

Aperçu historique de la reine des teintures



L'indigo a été qualifié de « teinture reine ». Son nom vient du mot latin *indicum* et du grec *indikos*, signifiant « indien ». Le latin et le grec étant des langues indoeuropéennes, il n'est guère surprenant que l'origine de l'indigo puisse être attribuée à la zone tropicale de l'Asie. Aujourd'hui encore, les Indiens pensent que cette teinture porte la couleur de Krishna, un dieu indien. Ils ne sont toutefois pas les seuls à associer l'indigo à une divinité, les Turcs assimilant cette couleur à leur dieu Tangri.

L'indigo fut également cultivé depuis des temps reculés par les Touaregs du Sahel et les populations nomades d'Afrique de l'Ouest. Même la tunique mortuaire du pharaon égyptien Toutankhamon (1341-1323 av. J.-C.) était teinte en indigo.

L'*Indigofera tinctoria* fut introduite en Europe par des marchands arabes au 8^{ème} siècle ap. J.-C. Craignant la concurrence, les teinturiers européens firent front contre elle. Ils travaillaient, à l'époque, avec une teinture bleu foncé extraite d'une plante appelée *Isatis tinctoria*, source bien connue d'indigo naturel utilisée pendant des millénaires en Europe et au Moyen-Orient pour teindre les tissus. En dépit des protestations des teinturiers locaux, la teinture reine ne tarda pas à trouver sa niche en Europe.

Après un temps d'arrêt, l'indigo redevint à la mode en Europe à la fin du 18^{ème} siècle. Il fallut toutefois attendre que le chimiste allemand Adolf Bayer décrypte en 1882 la structure de l'indigo et réussisse à la produire de façon artificielle, au prix de 15 ans de recherches.

Depuis 20 ans, la teinture d'indigo naturel est très recherchée par les industries du textile et de la poterie, en raison de son innocuité pour la santé.



Pays ayant cultivé l'indigo

Indigofera tinctoria
Isatis tinctoria

D'après Indigo de Balfour-Paul Jemmy (1998), British Museum Press

L'équipe du P^r Ergashev a imaginé de nombreuses expériences pour déterminer comment l'indigo réagirait à des sols salins ayant un faible rendement. Elles ont été menées, en 2006 dans la ferme expérimentale de l'Université d'État d'Urgench. L'indigo a été planté après la moisson du blé d'hiver. Ces recherches ont abouti à la mise au point d'un nouveau cultivar de l'indigo, Feruz-1, spécialement adapté aux conditions locales. Il est capable de pousser dans des sols très salés grâce à un savant mélange, dans ses racines, de bactéries hautement spécialisées.

En 2008, de nouvelles expériences ont été effectuées en collaboration avec une association d'agriculteurs du district de Bagat, afin de vérifier les effets de différents dosages de fertilisants sur la croissance des plants d'indigo. Bien que la plante fixe l'azote du sol, on a découvert qu'elle grandirait bien davantage si on lui adjoignait des fertilisants minéraux. C'est là un point important, car l'un des objectifs du projet est de pousser au maximum le rendement à l'hectare.

Commercialiser l'indigo : teindre ou s'éteindre

Dès le début, il a été décidé de cibler les marchés locaux et internationaux pour y vendre cette teinture. La Banque européenne pour la reconstruction et le développement a contribué à identifier des marchés fiables en Europe. Malgré sa médiocre fertilité, chaque hectare des champs des provinces de Karakalpakstan et de Khorezm peut produire jusqu'à 35 tonnes d'*I. tinctoria*. On peut en extraire plus de 100 kg de pâte de teinture. Sur le marché européen, le kilogramme vaut entre 80 et 240 €. C'est donc un levier économique très appréciable.

Le marché local n'est pas moins prometteur. En ajoutant à celle du coton certaines productions commerciales comme les teintures naturelles, les plantes médicinales, les légumes et les fruits, les cultivateurs pourront fournir non seulement la population locale mais aussi les hôtels et les restaurants. En outre,



©UNESCO/Michael Barry Lane

Des jeunes femmes du bassin de la mer d'Aral tissent des tapis pour l'exportation avec des teintures naturelles

le projet pourra promouvoir des technologies économes en eau, dont bénéficieront l'agriculture aussi bien que les secteurs domestiques et industriels.

Ce projet détient donc la solution de certains problèmes aigus qui se posent au plan social, économique et écologique dans le bassin dévasté de la mer d'Aral. Le projet est passé à la vitesse supérieure l'an dernier, grâce à une dotation de 55 000 dollars provenant du Programme des petites subventions du PNUD, de la Banque mondiale et du Programme pour l'environnement mondial du PNUE. Cela a permis à l'UNESCO d'organiser des ateliers de formation à l'intention des agriculteurs sur la façon de cultiver l'indigo dans les conditions difficiles qui sont les leurs.

Le premier atelier s'est tenu dans la province d'Urgench, région du Khorezm de l'Ouzbékistan, les 26 et 27 mai de l'année dernière. Si l'atelier réunissant

plus de 30 participants s'adressait principalement aux agriculteurs, il a également attiré des enseignants et des scientifiques désireux d'apprendre la biotechnologie des teintures naturelles et les moyens d'améliorer l'écologie des sols. Le bureau de l'UNESCO à Tachkent a profité de l'opportunité pour fournir aux agriculteurs des semences de Feruz-1, afin qu'ils expérimentent en conditions réelles dans leurs propres champs.

Le principal obstacle à la généralisation de la culture d'*I. tinctoria* est l'absence de semences en Ouzbékistan. L'une des solutions serait de créer dans le pays la première ferme spécialisée dans la production de ces semences, puis d'initier les paysans ouzbeks à cette technologie.

L'équipe de l'UNESCO est optimiste. « Alors qu'il semblait autrefois quasi impossible de faire pousser *I. tinctoria* en Ouzbékistan, il y a désormais un moyen », s'enthousiasme le P^r Ergashev. « Grâce à l'introduction de la culture de l'indigo, des terres appauvries vont en quelques années retrouver la fertilité. Nous sommes heureux d'avoir résolu ce difficile problème scientifique ».

Alexandr Osipov¹

Notre gratitude va au P^rAbdukodir Ergashev, créateur du projet indigo, pour avoir apporté à la rédaction de cet article de nombreux documents et illustrations.

Sur l'état de la mer d'Aral, voir aussi l'interview du P^r Seversky, chef du laboratoire de glaciologie à l'Institut de géographie du Kazakhstan, dans Planète Science d'avril 2007



©UNESCO/Abdukodir Ergashev

Des semences offertes par l'UNESCO vont être distribuées aux agriculteurs pendant l'atelier de mai 2009.

1. Conseiller scientifique au bureau de l'UNESCO à Tachkent, Ouzbékistan : a.osipov@unesco.org



2010 Année internationale de la biodiversité

Agenda

9-10 janvier

L'astronomie au-delà de 2009

Cérémonie de clôture de l'Année Intern. de l'astronomie. Résumé des résultats et perspectives. Dans l'*Aula Magna* de l'université où enseigna Galilée. Padoue (Italie) : www.beyond2009.org

10-14 janvier

Contribution de la science spatiale à l'astronomie

Symposium UNESCO-COSPAR parmi les manifestations de clôture de l'Année intern. de l'Astronomie. UNESCO Paris : r.missotten@unesco.org; www.iap.fr/cospar-iaa/index_en.html

11-13 janvier

Gulf Eco

Conf. organisée avec l'assistance de l'UNESCO. Golden Tulip Hotel. Muscat (Oman) : www.oite.com/; b.boer@unesco.org

19-22 janvier

Groupe sur les observations océaniques pour le climat

Groupe d'experts GOOS-GCOS-PMRC. Miami (É.-U.) : a.fischer@unesco.org

20-22 janvier

Réseau de données et d'information océanographiques pour l'Afrique

14^e réunion du comité directeur. Le projet regroupe 40 institutions marines de 25 pays africains. Bureau IODE de l'UNESCO-COI à Oostende (Belgique) : s.mazzilli@unesco.org (à Nairobi)

21-22 janvier

Lancement de l'Année intern. de la biodiversité

Manifestation de hauts responsables avec communications et discussions de décideurs et politiques, experts et leaders d'opinion afin de sensibiliser le public. UNESCO, Paris. Programme : www.unesco.org/fr/biodiversity

21-29 janvier

La biodiversité c'est la vie.

La biodiversité est notre vie.

Exposition. Parmi les sujets : Pourquoi perdons-nous de la biodiversité et qu'y pouvons-nous ? Pourquoi est-elle importante pour l'économie et le développement ? UNESCO, Paris : www.unesco.org/fr/biodiversity

25-29 janvier

Science et politique de la biodiversité

Conf. de l'UNESCO pour l'Année intern. de la biodiversité. Sujet sur la relation homme-femme dans la biodiversité le 27 janvier. UNESCO, Paris : www.unesco.org/fr/biodiversity

27-29 janvier

Comité consultatif pour les réserves de biosphère

Évaluation de propositions de nouvelles réserves de biosphère. UNESCO Paris : www.unesco.org/mab

1-2 février

Cadre pour l'enseignement et la formation relatives à l'eau

L'UNESCO est l'agence de mise en œuvre pour le projet (de fonds-en-dépôt) de renforcement des capacités du secteur de l'eau de

l'Afrique du Sud. Limpopo (Afrique du Sud) : www.fetwater.co.za

12-28 février

Sommet du développement durable

10^e sommet annuel de hauts responsables sur la biodiversité pour le développement et le dialogue politique. New Delhi (Inde) : s.arico@unesco.org

23-25 février

Gérer les aquifères transfrontaliers en Afrique de l'Ouest

Avec l'Autorité intergouvernementale pour le développement. Addis Abeba (Éthiopie) : a.makarigakis@unesco.org

3-4 mars

Cérémonie de remise des prix L'ORÉAL-UNESCO

Remise de 15 bourses en sciences de la vie (le 3 mars) et de 5 prix à des femmes de science remarquables (le 4 mars) en présence de la Directrice générale. UNESCO Paris (France) : r.clair@unesco.org; www.forwomeninscience.com

22 mars

Journée internationale de l'eau

Sur la communication au sujet des problèmes de qualité de l'eau et des opportunités. Coordonnée par le PNUE : www.worldwaterday.org/

9-15 avril

Géoparc

4^e conférence intern. Géoparc de Langkawi (Malaisie) : m.patzak@unesco.org

Erratum

Dans le numéro d'octobre 2009 de *Planète science*, les crâne et carapace du tatou (page 4) dataient du Pliocène (et non du Pleistocène).

Vient de paraître

Climate Change and Arctic Sustainable Development

Produit par le programme LINKS de l'UNESCO. Avant-propos de SAR le Prince Albert II de Monaco et le Directeur général de l'UNESCO, Éditions UNESCO. €22,00, ISBN : 978-92-3-104139-6. En anglais, 376 p.

L'ouvrage rassemble les connaissances, les préoccupations et les opinions des grands scientifiques spécialistes de l'Arctique et les représentants des ethnies Chukchi, Even, Inuit et Saami de l'ensemble du Nord circumpolaire, ainsi que des experts internationaux en éducation, santé et éthique. Ils soulignent l'urgence d'une approche pluridisciplinaire, concertée et durable de la surveillance, la gestion et la réaction au changement climatique dans l'Arctique. Ils explorent également les possibilités d'y parvenir. Présenté à la conférence des Nations unies de Copenhague sur le climat, en décembre 2009.

Survey of Infiltration Karez in Northern Iraq History and Current Status of Underground Aqueducts

Dale Lightfoot. Rapport commandité par le bureau de l'UNESCO pour l'Irak. Existe en anglais ; versions arabe et kurde à paraître, 56 p (voir page 14). Pour en savoir plus : c.walther@unesco.org; www.unesco.org/en/iraq-office/ Lire le rapport : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001850/185057E.pdf>

Aqua-LAC

Revue périodique. Victor Pochat (Réd. en chef). Publié deux fois par an par le PHI de l'UNESCO. Bureau régional pour la science en Amérique latine (Montevideo, Uruguay). ISSN : 1688-2881, en espagnol avec résumés en anglais. 100 p. La publication réunit des articles sur des sujets scientifiques, politiques, juridiques, éducatifs et sociaux concernant les sciences de l'eau et les ressources en eau. Il s'adresse à la communauté scientifique, aux gestionnaires des ressources en eau, aux décideurs et au grand public. Les articles proposés à la publication doivent n'avoir été proposés nulle part ailleurs et feront l'objet d'une évaluation. Pour en savoir plus ou demander un abonnement en ligne : aqualac@unesco.org; pour télécharger le 2^e numéro : www.unesco.org/uy/phi/infocus/AquaLAC2-Sep2009-web.pdf

Investir dans la diversité culturelle et le dialogue interculturel 2^e Rapport mondial de l'UNESCO

Collection Ouvrages de référence de l'UNESCO, Éditions UNESCO, €30,00, ISBN : 978-92-3-104077-1. Publié en français, anglais et espagnol, 416 p. Pour en savoir plus, voir page 14 ou écrire à : worldreport2@unesco.org ; Pour lire le rapport : www.unesco.org/fr/world-reports/cultural-diversity

Tsunami Risk Assessment and Mitigation for the Ocean Knowing your tsunami risk and what to do about it

Produit par la COI de l'UNESCO. Collection des manuels et guides 52, en anglais, 84 p. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001847/184777e.pdf>



Blue Carbon The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon

Nellemann et al. (éd.), publié par le PNUE, la FAO et l'UNESCO; ISBN : 978-827701-060-1, en anglais, 72 p. (voir p. 13). Pour consulter le rapport : www.grida.no/ ; pour en savoir plus s'adresser à l'un des rédacteurs : l.fonseca@unesco.org

Réseau mondial des réserves de biosphère

Carte publiée par le MAB de l'UNESCO des 553 réserves de biosphère situées dans 107 pays en 2009, incluant neuf réserves de biosphère transfrontalières ou transcontinentales. Pour la télécharger (version allégée) : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001848/184853M.pdf>; (version imprimable, 2 Mo) : www.unesco.org/science/doc/Carte_RB_2009.pdf

The Right to Water

Produit par le Secteur des sciences sociales et humaines et le Secteur des sciences exactes et naturelles ainsi que par l'UNESCO-Exteta (Centre UNESCO du pays basque), en anglais, 16 p. – Conclusions d'une réunion internationale d'experts du 7 au 8 juillet 2009. Le droit des êtres humains à l'eau est indispensable pour mener une vie digne. Les maladies évitables causées par une eau malsaine et un manque d'installations sanitaires tuent chaque jour près de 5 000 enfants de moins de cinq ans. Chaque année 443 millions de journées d'école sont perdues en raison de ces maladies. Des millions de femmes et de jeunes filles vont chercher de l'eau tous les jours pour leurs familles, pratique qui empêche les filles d'aller à l'école. Pour télécharger le rapport : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001854/185432e.pdf>

Internationally Shared Aquifers in the Balkan Region Preliminary Assessment

Brochure et CD émis par la chaire UNESCO de l'Université Aristote de Salonique, en Grèce, après la fin de la phase I du projet. PHI de l'UNESCO, en anglais, 4 p. Le CD comprend un inventaire des 65 aquifères transfrontaliers de la région. Pour en savoir plus : ihp@unesco.org. Pour le télécharger : www.unesco.org/water/news/pdf/inventory_see.pdf

Water Education for Sustainable Development

Brochure produite par les programmes et centres de l'UNESCO traitant de l'eau douce, en anglais, 8 p. – La brochure résume les travaux de l'UNESCO dans différents domaines : enseignement et formation professionnelle de scientifiques, d'ingénieurs, de gestionnaires, de décideurs et de techniciens; enseignement dans les écoles ; sensibilisation des communautés et des parties concernées ; information pour professionnels des grands médias. Pour la télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001853/185302e.pdf>

Global Ocean Observing System

A summary for policy-makers

Brochure produite par la COI de l'UNESCO, en anglais, 14 p. Pour la télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001856/185696e.pdf>

