



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

L'essor du règne animal, p. 2

Planète SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur
les sciences exactes
et naturelles

Vol. 5, No. 4
Octobre – décembre 2007
Version révisée

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR

- 2 L'essor du règne animal

ACTUALITÉS

- 9 L'éducation relative à l'eau
pénètre en Chine
- 10 Appui unanime en faveur des
gorilles de RDC
- 10 Le Refuge de l'Oryx (Oman)
retiré de la Liste du patrimoine
mondial
- 11 L'UNESCO intervient après le
séisme au Pérou
- 12 Un plan directeur de science et de
technologie en Mongolie

INTERVIEW

- 13 Robert Hepworth explique
pourquoi les espèces migratrices
sont parmi les plus menacées
du monde

HORIZONS

- 16 Le jour où le mont Manaro
s'est réveillé
- 21 Des mini-laboratoires séduisent
le Moyen-Orient

EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

ÉDITORIAL

Déterrer la vérité

Si le tsunami de l'océan Indien et l'ouragan Katrina ont tragiquement démontré à quel point les connaissances en géosciences peuvent nous être indispensables pour atténuer les effets des catastrophes naturelles, les connaissances en géologie bénéficient en permanence à toute la société car tout ce que nous ne pouvons pas faire pousser, toute l'énergie et les matières premières dont la société dépend, vient de la Terre et doit donc être déterré par les géologues.

Avec la diminution du nombre d'étudiants inscrits en géosciences, les spécialistes craignent de voir s'effondrer l'infrastructure de cet enseignement dans le monde entier. Ce n'est pas impossible, car avant que la prospection ne soit davantage relancée par la montée des prix, le déficit sans précédent des inscriptions aura peut-être déjà conduit à la fermeture des départements de géologie. Étant donné la place centrale qu'occupent les sciences de la terre pour notre avenir, cette perspective a de quoi inquiéter.

Pendant les 18 mois à venir, l'Année internationale de la planète Terre, initiée par l'UNESCO et l'Union internationale des sciences géologiques (UISG), va exhorter les politiques à agir.

L'inauguration officielle de l'Année aura lieu au siège de l'UNESCO, les 12 et 13 février. Sur sa liste de priorités : réduire la vulnérabilité à l'égard des catastrophes naturelles et celles provoquées par l'homme ; mieux connaître les aspects médicaux des sciences de la terre ; découvrir de nouvelles ressources naturelles et les exploiter de façon durable ; pénétrer sous la peau vivante de la Terre, le sol ; construire plus solide ; tenir compte de l'état du sous-sol avant d'étendre les zones urbaines ; préciser les facteurs non anthropiques du changement climatique ; découvrir des eaux souterraines profondes et peu accessibles ; résoudre certains mystères de l'évolution de la vie.

De grands efforts d'explication seront également entrepris en direction du public. La paléontologue australienne Patricia Vickers-Rich, auteure de l'article de ce numéro sur l'évolution de la vie sur Terre, personnifie cette volonté. Ce récit fascinant résume les découvertes d'un projet en cours, mené par le Professeur Vickers-Rich et ses collaborateurs et parrainé par l'UNESCO et l'UISG, dans le cadre du Programme international de géosciences.

Un second article s'intéresse aux risques géologiques, autre thème de l'Année. Nous suivons les aventures des habitants d'Ambae aussitôt qu'ils aperçoivent un panache de vapeur et une fumée noire au sommet du volcan qui domine leur île de Vanuatu.

Parmi les grandes manifestations de l'année prochaine, citons l'exposition Planète Terre au siège de l'UNESCO, du 16 octobre au 3 novembre, la 3^{ème} Conférence internationale sur les géoparcs, en juin en Allemagne et le Congrès international de géologie, en août en Norvège, sous les auspices de l'UNESCO. Plus de 60 pays ont prévu une multitude de manifestations nationales à l'intention des scientifiques et du public.

Par ailleurs, un rendez-vous à ne pas manquer pour les jeunes de 15 à 20 ans du monde entier : le 31 janvier est la date limite pour participer au concours de photos organisé par l'UNESCO à l'occasion de l'Année de la planète Terre – 40 ouvrages sont à gagner. Consultez les conditions sur le portail des sciences de l'UNESCO.

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

L'essor du règne animal (1ère partie)



Stromatolites modernes se formant à Shark Bay, en Australie occidentale, site du Patrimoine mondial. Ce genre de structures étaient déjà érigées par les tapis de microbes il y a 3 Ga

Pour lancer une série d'articles sur des thèmes tirés de l'Année internationale de la planète Terre, nous commençons par le commencement en racontant brièvement l'histoire de l'évolution de la vie sur Terre. Même résumée, cette histoire est longue à raconter : nous l'avons donc divisée en deux épisodes, le premier sur les débuts de la Terre, à l'ère précambrienne (il y a 4 900 à 542 millions d'années – Ma), et le second, à paraître dans le prochain numéro de *Planète science*, sur les 542 derniers Ma, le Phanérozoïque.

L'essor du règne animal est une histoire gravée dans la pierre. C'est une histoire dont certains chapitres sont manquants, car la trace fossile reste fragmentaire.

Néanmoins, paléontologues, géologues, modélisateurs du climat, biologistes et autres scientifiques peuvent d'ores et déjà se plonger dans l'étude d'une myriade de témoignages couvrant des millions – voire des milliards d'années – : dépôts minéraux livrant des indices sur les déplacements des continents, les paléoécosystèmes, les tendances des variations du niveau de la mer et du climat, ainsi que la découverte de fossiles de bactéries, de minuscules algues, de plantes archaïques et d'anciens animaux, qui jalonnent l'avènement du règne animal, et les nombreuses réussites et échecs de l'évolution.

En apportant des éclairages sur le fonctionnement et la stabilité des paléoécosystèmes et la dynamique de la biodiversité sur de longues plages de temps, cette recherche aide les scientifiques à comprendre la planète d'aujourd'hui et à tenter de prévoir intelligemment son avenir. Elle offre également un trésor inestimable à l'industrie, si l'on considère les enjeux économiques liés à la prospection et à l'exploitation des dépôts minéraux du monde et à l'épuisement des réserves des combustibles fossiles que sont le pétrole, le charbon et le gaz.

Les visions de l'enfer devaient être proches de l'aspect que présentait la Terre dans son enfance, il y a cinq milliards d'années, ou davantage. Il n'y avait ni atmosphère, ni eau, ni aucune surface stable où aurait pu se former un sol. Autour de cette ancienne Terre tournait une énorme lune rouge, plus proche qu'elle ne l'est aujourd'hui. Un pâle Soleil était suspendu dans un ciel noir tout constellé d'étoiles. Déchirant l'obscurité, des milliers de visiteurs extraterrestres, les météorites, traversaient le ciel en faisant exploser la surface obscure de la Terre. D'énormes nuages de décombres s'élevaient après chaque impact dans le plus grand silence, avant de retomber rapidement sur la Terre, car il n'y avait pas d'atmosphère pour permettre aux particules de rester en suspension ou pour transmettre le bruit.

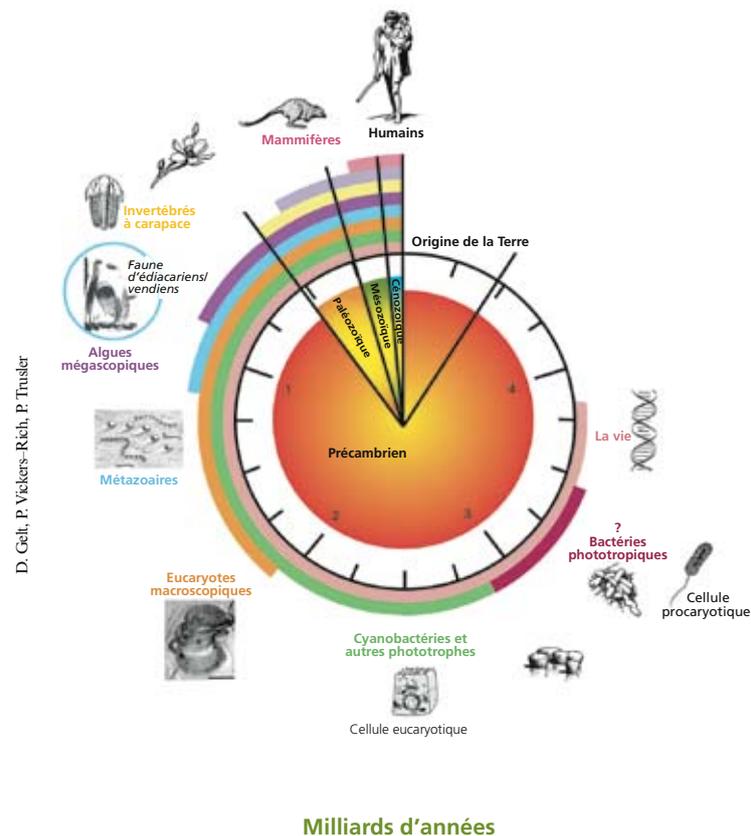
Grâce aux gaz et à l'eau provenant des éruptions volcaniques, les océans et l'atmosphère commencèrent à prendre forme. La dimension et la distance de la Terre par rapport au Soleil permirent à l'eau de rester liquide au lieu de geler ou de s'évaporer en bouillant.

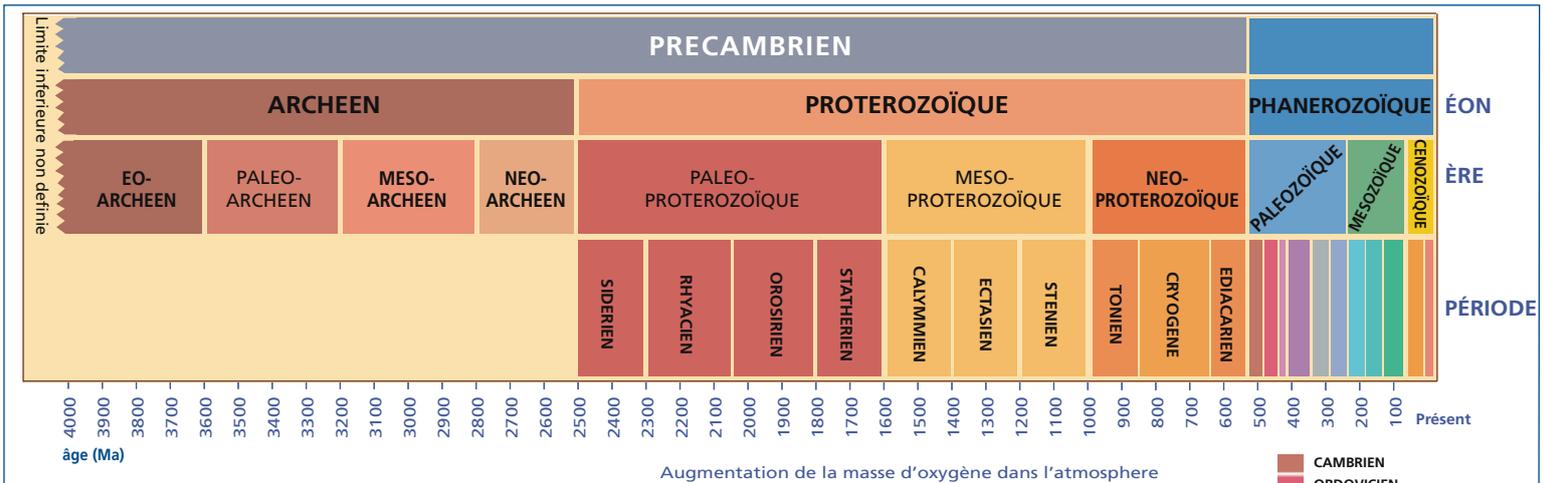
L'Archéen hostile

Les plus anciens minéraux¹ connus sur la Terre ont quelque 4,1 à 4,5 milliards d'années (Ga). Ce sont les zircons et les diamants de l'Australie occidentale. Après cette période, la Terre commença à se refroidir.

Plus tard, apparut la première trace de vie sur Terre, période dominée par les bactéries. Il est établi que la vie a débuté il y a 3,8 Ga. L'arrivée des animaux devait attendre encore près de 3 Ga.

Les principaux événements de l'histoire du vivant





Source: UNESCO/IUGS (2004) Global Stratigraphic Chart

Les conditions qui avaient donné lieu à cette première vie étaient très différentes de celles d'aujourd'hui. L'oxygène y était très rare, si bien que les environnements archéens favorisèrent la formation de grands dépôts de minerais où dominaient le plomb, le zinc et le fer, tous indispensables à l'industrie moderne.

Parmi ces anciens dépôts, certains restent irremplaçables et ne se reconstituent quasiment plus. C'est le cas des formations de fer rubané (FFR), dont on trouve des exemples dans l'État d'Australie occidentale, en Afrique du Sud, en Amérique du Nord et du Sud. Les FFR sont des roches d'un rouge très vif et souvent noires, finement litées, où les couches de fer alternent avec des concrétions de boue et des roches vitreuses – siliceuses –, les cherts. Il semble que les FFR se soient formés lorsque des cyanobactéries libéraient de l'oxygène, de sorte que le fer se déposait sous forme d'oxydes rouges. Lorsque l'oxygène se faisait rare, c'était au tour des boues et des cherts de se déposer.

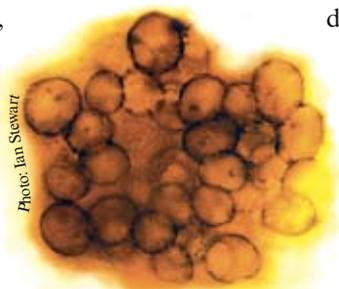


Photo: Ian Stewart
Cellules fossilisées dans des roches datant de plus de 900 Ma dans les monts Macdonnell de l'Australie centrale. Elles n'ont pas plus d'un micron de diamètre

Les roches les plus anciennes connues sur Terre sont les gneiss d'Acasta du nord-ouest du Canada, datant de 3,8 à 4,05 Ga. Elles sont riches en silice, le minéral du verre. Des roches un peu plus jeunes viennent du sud-ouest du Groenland, dans la ceinture d'Isua : elles ont 3,7 à 3,85 Ga. Après leur formation, ces roches ont été soumises, à deux reprises au moins, à des températures élevées et à un plissement (elles ont été métamorphosées). En dépit de leurs réels efforts, les géologues étudiant cette région du Groenland n'ont pu trouver aucune trace des continents ou des sédiments terrestres qui leur avaient été associés. On peut en déduire qu'à cette époque, les océans couvraient la surface de la Terre.

Premiers signes de vie

L'un des premiers signes de présence de la vie, il y a 3,8 Ga, est celui des stromatolites découverts dans des roches de cette époque. Des structures de ce type se forment encore en des lieux tels que Shark Bay, en Australie occidentale (voir photo), et dans le golfe persique, si bien que nous pouvons comparer les organismes actuels à leurs anciens vestiges. Les stromatolites peuvent prendre diverses formes : ce sont des roches sédimentaires, dont le dépôt est dû à des microorganismes qui peuvent soit avoir provoqué un dépôt de grès finement lité, soit avoir piégé des sédiments dans leurs volumineux tapis de microbes.

Il existe encore d'autres traces des débuts de la vie : des marqueurs chimiques abandonnés par des organismes vivants dans des sédiments plus anciens que ceux qui contiennent les premiers stromatolites, ainsi que des structures cellulaires réellement fossilisées !

Sans ADN, pas d'avenir !

Qu'est-ce que le vivant, et en quoi diffère-t-il du non vivant ? La vie est un système organisé de réactions chimiques qui se produisent dans un espace confiné, une cellule en général. La vie est une suite de réactions chimiques qui se perpétuent indéfiniment et comportent un système dynamique d'auto-assemblage. Le vivant tire son énergie et sa structure de nutriments élémentaires (acides aminés, sucres et graisses) grâce au procédé du métabolisme. Le lieu où tout cela se passe, à l'intérieur de la cellule, est séparé du milieu extérieur par une membrane. Il importe de savoir que cela permet aux réactions chimiques de se produire à l'intérieur de la cellule, tout à fait indépendamment du monde extérieur. La membrane de la cellule permet encore la communication avec l'extérieur, mais en régule ce qui entre et sort : c'est le concierge.

Comment les scientifiques mesurent les temps géologiques

Les fossiles sont la principale base sur laquelle repose la définition de l'échelle des temps géologiques, qui divise l'histoire de la Terre en éons, ères, périodes et époques.

Les éons archéens et protérozoïques évoqués dans ces pages sont des temps de « vie cachée », car pendant presque toute cette période les seuls organismes étaient des microbes unicellulaires qui ont laissé peu de fossiles.

L'éon phanérozoïque se subdivise en Paléozoïque (ère de la vie ancienne), Mésozoïque (ère de la vie intermédiaire, appelée couramment ère des reptiles) et Cénozoïque (ère de la vie moderne, ou encore des mammifères).

Certaines méthodes de reconstitution de l'histoire chronologique de la vie ou des événements géologiques ne fournissent que des datations relatives, c'est à dire l'ordre dans lequel un événement s'est produit par rapport à un autre. Les dates relatives peuvent être établies par l'examen de la séquence des couches rocheuses, les plus anciennes reposant sous les plus récentes, à moins, évidemment, que l'activité tectonique n'ait bousculé la séquence.

Il n'était pas possible, bien après le début du 20^e siècle, de dater les roches avec précision. Toutes les techniques de datation absolue reposent sur le principe selon lequel les phénomènes radioactifs procèdent à une vitesse constante dans les limites d'amplitude de la température, de la pression et des conditions chimiques normales à la surface de la Terre. Voici deux méthodes parmi les plus courantes.

La technique potassium-argon est utilisée pour dater les roches dont l'âge varie de 1 Ma jusqu'à 4 Ga. Cette technique radioactive repose sur le principe selon lequel, après une période de temps donnée – la demi-vie – la quantité restante du matériel radioactif d'origine a diminué de moitié par désintégration. La désintégration continue à réduire de moitié la matière radioactive, à la même vitesse, jusqu'à ce qu'il n'en reste qu'une quantité infinitésimale, pratiquement indécelable en raison du rayonnement pénétrant l'environnement en provenance de l'espace.

L'autre technique radiométrique est celle, bien connue, du carbone 14. Elle sert souvent à dater le charbon et la matière végétale découverts sur des sites de moins de 35 000 ans. Le carbone 14 a une demi-vie trop courte (5 700 ans) pour être utile dans les séquences de roches plus anciennes. C'est l'une des trois formes (isotopes) du carbone, les deux autres étant le carbone 12 et le carbone 13. Si le carbone 14 est radioactif, les deux autres, eux, ne le sont pas. Donc, alors que la quantité de carbone 14 diminue avec la désintégration, les carbones 12 et 13 restent à jamais inchangés, à moins que la roche ne subisse un échauffement ou une altération chimique. Aussi, en mesurant le ratio de carbone 14 sur les carbones 12 et 13 dans la matière fossile, pouvons-nous déterminer avec précision l'âge d'un fossile.



Photo: S. Morton
Parvancorina fossilisée, de la famille des Édiacariens, provenant des monts Flinders d'Australie du Sud

Source : Vickers-Rich, P. et Rich, H.T. (1999). Wildlife of Gondwana. Indiana University Press.

Les systèmes vivants sont également obligés de stocker des informations sous la forme d'une structure microscopique, l'acide désoxyribonucléique (ADN). Tout organisme vivant doit également être en mesure de réparer l'ADN endommagé afin d'assurer son avenir.

Échappée d'une prison hydrothermale

Le vivant nécessite de l'eau liquide pour survivre dans des milieux très contrastés, allant du très chaud au très froid. Certaines formes de vie parmi les plus primitives que nous connaissons aujourd'hui sont ce que nous appelons des hyperthermophiles. Ce sont des archées et des bactéries, organismes qui se plaisent vraiment dans des eaux entre 80 et 110° C ou même plus, et sont capables de résister à des pressions allant jusqu'à 265 atmosphères². Il est probable que la vie qui était présente il y a environ 3,8 Ma ait été rendue possible par ces hyperthermophiles. Elle se serait d'abord développée autour des sources ou événements chauds dus aux dorsales océaniques en expansion, où la matière de l'intérieur de la Terre s'élève et entre en contact avec l'eau.

Avec l'apparition de la photosynthèse³ – que les cyanobactéries ont été les premières à maîtriser – l'oxygène devenait disponible. L'oxygène se combina aux chaînes de carbone pour constituer des sucres, des graisses, des protéines, matériel de base de la matière organique. En commençant à produire de l'oxygène, le vivant put échapper à ses infernales prisons hydrothermales.

La Terre prend un aspect plus familier

Au début du Protérozoïque, il y a 2,5 Ga, la Terre aurait commencé à nous paraître plus familière. L'oxygène produit par les cyanobactéries s'accumulait en quantités croissantes. La couverture d'ozone qui entoure la Terre se serait alors formée par suite de l'interaction entre l'oxygène ainsi produit et la lumière du Soleil. Cela offrait une protection au matériel génétique des systèmes vivants et réduisait les risques de mutation.

Les océans eux-mêmes changeaient beaucoup. Ceux de l'époque protérozoïque de la Terre contenaient bien plus d'oxygène en surface que leurs grands fonds désertiques en ce temps-là. Ces océans se situaient à une étape intermédiaire entre les mers archéennes privées d'oxygène (anoxiques) et les océans bien oxygénés d'aujourd'hui. Les taux de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane étaient probablement plus élevés qu'à l'heure actuelle, et le Soleil sans doute plus ardent. Et pourtant, la Terre allait vers sa première glaciation généralisée, la plus rigoureuse de son histoire.

Un peu plus tard, la quantité d'oxygène commença à augmenter et les premiers organismes dotés d'un noyau défini (les eucaryotes) apparurent. Les bactéries continuaient à régner en maîtresses dans les mers et dans les profondeurs moins oxygénées des océans, formant de vastes « pâturages » de microbes pour les premiers animaux qui s'en nourriraient.

Les continents émergent

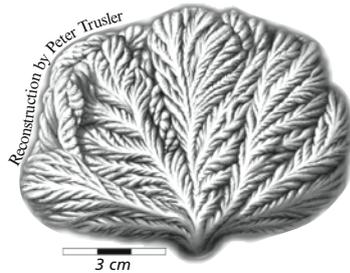
À un certain stade du Protérozoïque s'enclencha la tectonique des plaques. Ce fut la conséquence de la convection de matière en fusion venue de l'intérieur de la Terre – sa température élevée étant due à la fois à la gravitation et à la radioactivité. Ainsi naquirent les premiers environnements purement continentaux. Désormais, la tectonique des plaques allait continuellement modifier la position des continents, ouvrir et fermer des bassins océaniques, bloquer ou changer le tracé des courants marins, ériger ou détruire des continents.

Sur environ 100 km, la couche supérieure de la Terre se divisa en une série de plaques fragiles soutenant soit des continents, soit des bassins océaniques. La collision entre certaines de ces plaques donna naissance à des chaînes de montagnes qui engloutirent des métaux lourds – manganèse, fer, zinc, cuivre et chrome – ainsi que du carbone, conservés pour longtemps dans les vestiges des organismes enterrés. L'élimination de ces masses de CO₂ des océans et de l'atmosphère eut un effet sur le climat en faisant baisser la température. Les premières mers peu profondes et éclairées par le Soleil s'établirent sur les nouvelles et larges plates-formes continentales, régions qui, de nos jours encore, entretiennent une grande biodiversité.

Pendant ce temps, pour la première fois de l'histoire de la Terre, les océans commencèrent à brasser leurs eaux : celles du fond, chargées de nutriments remontaient (par *upwelling*) en injectant, dans les mers peu profondes et claires, une nourriture chargée d'énergie, ce qui stimula de nouvelles formes de vie. L'*upwelling* était dû à la collision des masses d'eau avec les continents de haute stature nouvellement créés.

Les premiers animaux

C'est au cours de cette époque dynamique de la Terre, le Protérozoïque, que sont apparus les premiers animaux (les métazoaires) et les premiers végétaux, il y a peut-être même 1,8 Ga. Ils faisaient partie des premiers organismes



Reconstitution d'un Édiacarien, *Bradgatia linfordensis*, provenant de sédiments marins de 570 Ma de Terre-Neuve, dans l'est du Canada

pluricellulaires. Dépourvus d'yeux et d'oreilles, ils dépendaient totalement du toucher et de signaux chimiques pour évaluer leur environnement, comme le font encore les méduses et les vers. Pour nous, humains, qui attachons tant d'importance à la vision, ce monde semble bizarre, presque unimaginable ; il ne saurait être vraiment appréhendé que par les personnes qui ne peuvent voir ni entendre.

Comment les ères glaciaires favorisèrent l'essor du règne animal

Les périodes glaciaires sont inhabituelles dans l'histoire de la Terre. Lorsqu'elles se produisent, elles ont un impact considérable sur le vivant. Il y a environ 750 Ma, les températures chutèrent de façon spectaculaire sur toute la planète. La preuve en a été faite par l'étude des isotopes d'oxygène et de carbone conservés dans les sédiments et par la brusque apparition d'autres formations sédimentaires, comme les diamictites. Ce sont des sédiments massifs dont la structure interne chaotique indique qu'ils se sont déposés au moment de la fonte d'énormes calottes glaciaires.

Il y avait déjà eu des périodes glaciaires à l'Archéen, mais celles du Protérozoïque furent intenses et ont peut-être joué un grand rôle dans l'origine des animaux. Parce que des eaux plus froides contiennent plus d'oxygène, et que la plupart des animaux ont besoin d'oxygène. Mais les animaux ne sont pas apparus, dans les traces fossiles, dès le début de ces périodes glaciaires. Peut-être les mers étaient-elles simplement trop salées, ce qui aurait contraint les premiers animaux à vivre dans des milieux très limités, et donc sans laisser une abondance de fossiles. En général, les animaux s'accommodent mal de l'hypersalinité.

En un temps situé entre 630 à 580 Ma, d'énormes dépôts de sel se formèrent sur toute la Terre. Ils sont surtout bien préservés en Arabie saoudite, en Australie, en Iran, à Oman et au Pakistan. Ces dépôts signalent une chute de la salinité de l'eau de mer. Avant cette diminution, la salinité a pu être de 1,6 à 2 fois plus forte qu'elle ne l'est aujourd'hui, ce qui ne posait pas de problème aux cyanobactéries, ou aux bactéries en général, mais aurait pu constituer un véritable barrage pour les premiers animaux.

Les mers devenant moins salées, les animaux qui s'étaient développés en des périodes plus froides, où le taux d'oxygène était supérieur, mais qui s'étaient probablement trouvés confinés dans des zones moins salées, comme l'embouchure des fleuves où l'eau douce se mêle à l'eau des océans, purent presque sans transition se trouver un nouvel habitat dans les océans. Ils auraient rapidement pris possession



D. Gelt, P. Vickers-Ritch

Carte du monde il y a 1 100 Ma. Des blocs de croûte terrestre formèrent, vers cette époque, le plus ancien supercontinent connu, Rodinia (adaptée de Condie, 2001)

Retracer l'essor et la disparition des Édiacariens

Mikhail Fedonkin (Russie), Patricia Vickers-Rich (Australie) et Jim Gehling (Australie) sont à la tête d'un projet d'une durée de six ans se terminant en 2008, qui retrace l'essor et la disparition des Édiacariens, apparus dans des empreintes fossiles datant d'environ 580 Ma avant de disparaître, pour l'essentiel, vers 542 Ma.

Le projet réunit des scientifiques d'Afrique, d'Amérique du Nord, d'Asie, d'Australie, d'Europe et d'Amérique latine. Il a pour mission de dater avec précision les événements qui ont marqué les Édiacariens au cours du Protérozoïque, comme les changements d'environnement, les climats, la chimie de l'océan et de l'atmosphère mondiale et de la paléogéographie. Les assemblages les plus variés de fossiles de l'Édiacarien sont situés dans des régions d'Australie, de Terre-Neuve dans l'est du Canada, en Namibie et en Russie, mais on trouve également des traces fossiles en Amérique du Nord, en Chine, en Inde, au Royaume-Uni et en Ukraine. L'équipe de chercheurs a également tenté de localiser de nouvelles empreintes de fossiles en Amérique latine et ailleurs – avec un certain succès d'ailleurs, car elle a pu publier ses résultats concernant des Édiacariens probables provenant de la formation Puncoviscana, en Argentine du Nord-Ouest. La prospection devrait cependant s'y poursuivre car les formes trouvées par l'équipe n'étaient pas très détaillées.

Dans un effort de vulgarisation, le projet a donné lieu à la publication d'un ouvrage grand public sur *The Rise of Animals*, à paraître avant la fin de l'année. Il a également mis sur pied une exposition itinérante intitulée « Avant les dinosaures, les premiers animaux sur la Terre » (*voir photos*). Plusieurs conférences publiques ont été organisées ; le projet a également fait appel à des artistes pour reconstituer un grand nombre d'animaux, dont certains illustrent les présentes pages. En 2005, l'équipe a organisé une émission spéciale de timbres en collaboration avec la Poste australienne, sur le thème des Créatures de la vase, allusion à la nourriture favorite des tapis de microbes ! La collection est accompagnée d'un guide de l'enseignant et d'un module. L'équipe travaille aussi avec plusieurs musées, afin de les aider à conserver et à entretenir des bases de données sur les fossiles d'Édiacariens dans leurs collections.

Le projet est parrainé par le Programme international de géosciences (PICG) créé en 1972 par l'UNESCO et coordonné, depuis, à la fois par l'UNESCO et l'Union internationale des sciences géologiques. Chaque année, le PICG lance un appel à propositions de projets. Ayant été accepté en 2003, *Essor et disparition du biote édiacarien (vendien)* est devenu le Projet 493 du PICG. Le présent article doit l'essentiel de son contenu aux conclusions du projet.

Sur le projet (en anglais) : www.geosci.monash.edu.au/precisit/index.html
 Sur le PICG : m.patzak@unesco.org; www.unesco.org/science/earth



© S. Sano

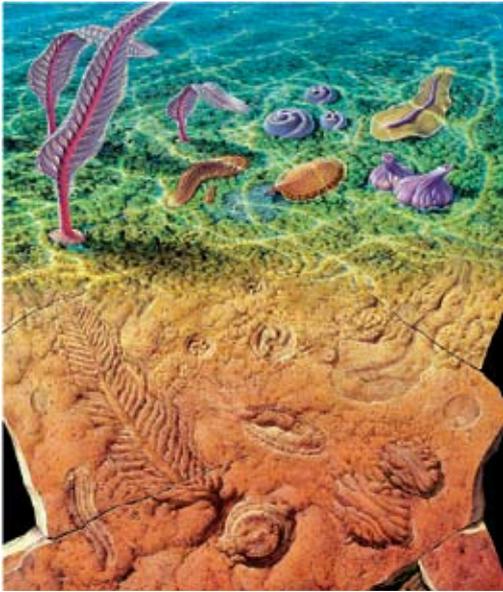
L'exposition « Avant les dinosaures, les premiers animaux sur la Terre » fit ses débuts au Musée des dinosaures de la Préfecture de Fukui, au Japon, en juillet 2006 et attira près de 100 000 visiteurs en trois mois. C'est la première fois que la majeure partie du matériel provenant d'Australie, de Namibie, de Russie, de Terre-Neuve et de plusieurs autres sites étaient présentés ensemble

« Les matériaux de construction de la joaillerie éducative », dessins de *Tribrachidium* et de *Parvancorina*. Boucles d'oreilles, épingles à cravates et pins ayant la forme de ces deux Édiacariens ont été commandées par le projet du PICG à l'artiste Australien Robert Fensham et présentées dans l'exposition itinérante. Chacun des bijoux est assorti d'une étiquette expliquant la signification de ces « accessoires de mode »

Dessins : Mikhail Fedonkin



Andrey Ivantsov, de l'Institut de paléontologie de Moscou, prépare un jouet souple en forme de *Kimberella* qui fera partie de l'exposition



Représentation des Édiacariens, premier assemblage varié d'animaux sur la Terre, sous la forme de fossiles (en bas) et reconstitués. Parmi les reconstitutions, les trois créatures qui ressemblent à une feuille, à l'extrême gauche, sont des Édiacariens appelés *Charniadiscus*. Près d'eux, de gauche à droite, en haut : *Tribrachidium* et *Dickensonia*, puis en bas : *Spriggina*, *Kimberella* et *Inaria*. *Kimberella* est particulièrement intéressante ; c'est le précurseur probable du mollusque moderne. Cet animal, qui pouvait se déplacer, a laissé des traces de son alimentation à la surface des tapis de microbes

de ces aires de jeux mondiales. Ils ont laissé partout des traces de leur mondialisation, prouvant qu'ils occupèrent un nombre incalculable de nouvelles niches. Cela expliquerait pourquoi les fossiles que la plupart des scientifiques attribuent aux premiers animaux, les Édiacariens, apparurent presque du jour au lendemain, il y a environ 580 à 560 Ma dans des empreintes retrouvées pratiquement dans le monde entier, bien après que les métazoaires eussent dû se diversifier – à en croire les études génétiques.

L'avènement des Édiacariens

Pendant des millions d'années, les premiers animaux sur la Terre, les Édiacariens à consistance molle, ont tenté de prendre différentes formes. Il semble que certains soient à l'origine de groupes que nous connaissons aujourd'hui, comme le précurseur édiacarien des mollusques, le *Kimberella*. D'autres, tels que le *Bradgatia* et le *Charniodiscus*, ont dû échouer dans leurs tentatives et disparaître.

Ce qui est certain, c'est que ces nouvelles formes sont apparues à la fin du Protérozoïque. Celles qui ont donné lieu à de nouvelles formes, au Phanérozoïque, ont changé à jamais la vie des océans. Les fonds marins, qui étaient restés couverts de tapis de microbes à l'Archéen et au Protérozoïque, lorsque les sédiments n'étaient pas perturbés, devinrent des champs labourés et fouillés.

À gauche, le fond de l'océan peu profond du Précambrien tardif (Néoproterozoïque), où les animaux ne fouillaient pas et ne possédaient pas de parties dures. Les conditions changèrent spectaculairement au Cambrien, commencé il y a environ 542 Ma, comme l'illustre le diagramme de droite : les parties dures commencèrent à apparaître, les animaux commencèrent à fouir, certains y gagnèrent même des yeux

Tiré de *The Rise of Animals*, Johns Hopkins University Press (2007)

Les Édiacariens ont pris des formes et des dimensions variées. Ils sont souvent conservés dans les sédiments riches en silice déposés dans les eaux de mer en des lieux tels que la région de la mer Blanche en Russie, les monts Flinders de l'Australie méridionale et la péninsule d'Avalon de Terre Neuve, sur la côte est du Canada. Ces sédiments prouvent que les Édiacariens vivaient dans des milieux froids puisque ceux-ci favorisent les dépôts siliceux. Dans les grès et les argiles de la Namibie du Sud, les macrofossiles d'Édiacariens sont abondants ; ils se sont peut-être déposés pendant des périodes relativement froides.

Or, on a également trouvé des fossiles de certaines formes de métazoaires de cette époque dans les déserts de Namibie et dans d'autres parties du monde, dans des roches plus jeunes, riches en carbonate, ce qui suggère que certains d'entre eux s'étaient adaptés à des milieux plus chauds. Dans les carbonates purs de l'ancienne Namibie, les *Cloudina*, *Namacalathus* et *Namapoica* sont les premiers métazoaires à avoir formé des récifs. C'est particulièrement vrai de la *Cloudina* qui, avec ses minces coquilles de carbonate de calcium, a été présente un peu partout dans le monde. La *Cloudina* vivait à une époque où le taux de salinité des océans devait être sensiblement le même qu'aujourd'hui, il y a 548 Ma.

La collision de plusieurs plaques tectoniques portant des masses continentales provoqua la formation, entre 650 et 500 Ma, d'une chaîne de montagnes de 8 000 km de long, qui souda le Gondwana en un supercontinent (voir la carte page suivante). Les fleuves qui drainaient cette « supermontagne » apportèrent apparemment aux océans d'énormes quantités de nutriments ainsi que la première concrétion de matières permettant la formation de squelettes et de coquilles. Les températures plus élevées auraient, elles aussi, favorisé le dépôt de carbonate de calcium, principale composante des coquilles. Ainsi donc, la chimie et la température de l'eau de mer auraient-elles pu jouer leur rôle dans l'origine et la multiplication des métazoaires, et dans la toute première apparition des coquilles dans les « cours de récréation estivales des océans ».



Reconstitution : Peter Trusler

Ce fossile représente l'un des premiers animaux connus sur Terre, les Mawsonites. Ces Édiacariens vivaient il y a plus de 550 Ma dans les mers peu profondes des diverses parties du monde. Comme c'est dans les collines Ediacara de l'Australie méridionale que les Édiacariens ont d'abord été datés du Précambrien, les scientifiques s'en sont inspirés pour créer le terme générique de « faune d'Édiacara ». Bien que la plupart des animaux édiacariens aient eu le corps entièrement mou et n'aient pas produit de parties dures, comme des coquilles, des dents ni des os, certains d'entre eux atteignirent 1 m de long. Ils ressemblaient peut-être aux plumes de mer modernes, aux chitons et aux escargots ou aux vers. On pense que bon nombre d'entre eux se nourrissaient en broutant ou en absorbant des nutriments provenant des tapis omniprésents de microbes qui couvraient les fonds marins à l'époque, ou qu'ils filtraient les particules d'aliments en suspension dans l'eau de mer. Normalement, les animaux à corps mou ne sont pas préservés sous forme de fossiles, surtout parce qu'à leur mort ils sont mangés par d'autres animaux. Il y a plus de 542 Ma cependant, il n'existait pas de grands charognards pour manger les animaux édiacariens morts. Les corps restaient au fond de l'océan, où certains étaient scellés dans la boue et éventuellement conservés comme des fossiles. L'enterrement rapide et la formation de « masques mortuaires » en pyrite autour des Édiacariens morts a également contribué à les conserver.

(Remerciements à Bettina Reichenbacher, Michael Krings et Wighart von Koeningswald)

Photo et conservation des fossiles : Musée d'Histoire naturelle Senckenberg, Frankfurt sur-le-Main, Allemagne

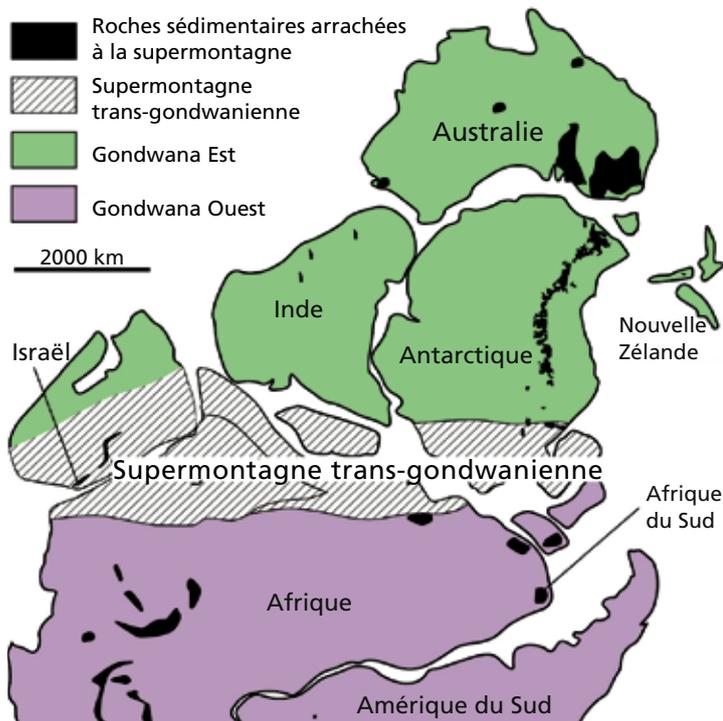


L'apparition des coquillages ouvre la voie au Phanérozoïque, il y a 542 Ma. Une fois les organismes capables de produire des tissus durs et de laisser derrière eux des squelettes, des coquillages ou des carapaces, leur variété fit littéralement exploser la présence de fossiles. Les squelettes offrent beaucoup d'avantages à leurs propriétaires : les muscles peuvent s'y fixer, ce qui rend plus efficace l'énergie dépensée pour la locomotion et la recherche de nourriture. Les squelettes externes peuvent servir d'armures pour se protéger des prédateurs et des concurrents. En fournissant souplesse et commodité, les squelettes constituaient les ingrédients nécessaires à l'apparition des premiers vertébrés, les poissons primitifs.

Notre récit s'interrompt à l'aube du Phanérozoïque, terme qui signifie « la vie visible ou évidente ». Le Phanérozoïque doit son nom à la richesse des empreintes fossiles qu'il inaugure. Parce que bon nombre d'animaux qui l'ont accompagné ont abandonné des squelettes qui se sont facilement fossilisés. Leurs précurseurs n'avaient pas bénéficié d'une telle chance.

Lorsque nous reprendrons le cours de ce récit, en janvier, nous verrons un défilé d'animaux d'une complexité toujours croissante, depuis les escargots et les ammonites jusqu'aux amphibiens, dinosaures et autres reptiles, et les mammifères, sans oublier nos propres ancêtres, les premiers hominidés.

Patricia Vickers-Rich,
avec Peter Trusler et Draga Gelt⁴



Des échantillons de grès prélevés sur différents continents contiennent des grains de zircon dont l'âge présente une remarquable similitude. Cela indique que ces roches sédimentaires proviennent toutes d'une source semblable qui, selon toute vraisemblance, serait une chaîne de montagnes gigantesque traversant tout le Gondwana, née entre 650 et 500 Ma. L'érosion de la supermountagne aurait chassé dans les océans non seulement d'énormes quantités de sable, de vase et d'autres roches sédimentaires mais aussi une bonne partie des nutriments qui étaient indispensables à l'explosion de la vie animale sur la Terre

Source : Rick Squirel Université Monash

Cet article reprend des extraits de *The Rise of Animals*, ouvrage collectif de Mikhail Fedonkin, James Gehling, Kathleen Grey, Gui Narbonne et Patricia Vickers-Rich publié en 2007 par Johns Hopkins University Press, Washington (États-Unis) : www.geosci.monash.edu.au/precsitel/index.html; www.press.jhu.edu/books/index.html

1. Les roches sont des agrégats de divers minéraux. Certaines sont constituées majoritairement d'un seul type de minéraux, comme le marbre, qui ne comporte presque exclusivement que des calcites
2. Sur les hyperthermophiles actuels, voir *Planète Science* d'avril 2006
3. La photosynthèse est la réaction chimique par laquelle l'énergie solaire réduit l'eau en ses éléments constitutifs, hydrogène et oxygène. Les organismes qui effectuent la photosynthèse s'appellent des phototrophes. De nos jours, les végétaux sont les principaux agents de la photosynthèse. Parmi les phototrophes des milieux aquatiques, on peut citer les algues et les cyanobactéries
4. Respectivement : Ecole de géosciences à l'Université Monash (Australie) ; paléontologue et artiste à l'Université Monash ; dessinatrice à l'Université Monash

L'éducation relative à l'eau pénètre en Chine

En Chine, un projet visant les écoliers et destiné à sensibiliser le public sur la nécessité de protéger et de préserver l'eau a été lancé lors d'un atelier organisé par l'UNESCO à Beijing, le 13 juillet. Il réunissait des experts de Chine, d'Australie, de France et d'Inde.

Au cours de l'année à venir, le bureau de l'UNESCO à Beijing va préparer, à l'intention des écoles primaires et secondaires, une collection de manuels concernant l'eau, en collaboration avec l'Institut chinois des ressources en eau et de recherches sur l'énergie hydraulique, ainsi qu'avec l'Association de la Chine pour la science et la technologie (CAST), ONG agréée par le gouvernement, spécialisée dans la vulgarisation de la S&T et de l'éducation relative à l'environnement. Une fois terminé, le manuel sera testé dans les écoles de diverses provinces chinoises où la CAST effectue des démonstrations.

« Dans l'idéal, ce livre sera distribué à tout les écoles primaires et secondaires de Chine, car nous travaillons en étroite collaboration avec le Programme d'éducation relative à l'environnement, à l'échelle nationale », explique Jayakumar Ramasamy, Spécialiste du programme du secteur des sciences naturelles, au bureau de l'UNESCO à Beijing. « Du fait que l'éducation relative à l'eau, en tant que discipline distincte, en est encore à ses débuts en Chine », ajoute-t-il, « le projet de manuel constituera une initiative pionnière. Dans un premier temps, l'éducation relative à l'environnement en général, aussi bien que l'éducation relative à l'eau en particulier, seront proposées comme cours hors programme ».

Les partenaires du projet vont également rédiger un manuel de l'enseignant, suggérant des exercices pratiques et des expériences concernant l'eau, telles que la manière de tester sa qualité en utilisant des mallettes très simples.

En même temps, la CAST et le bureau de l'UNESCO à Beijing vont lancer une série de stages pour les enseignants et présenteront des expositions. Ils organiseront également des concours entre les élèves qui auront utilisé en classe les nouveaux manuels. Ces deux activités s'inscriront dans la Campagne nationale d'enseignement de la science, actuellement menée par la CAST. Les lauréats du concours national se verront récompensés par les ministères chinois concernés et recevront un certificat de l'UNESCO.

Élément d'un vaste programme de Gestion intégrée et durable de l'eau (SWIM) en Chine, ce projet scolaire s'inscrit dans le cadre de la Décennie des Nations



Des élèves très concentrés à l'école primaire Mahé de Beijing, en octobre 2006

unies pour l'éducation en vue du développement durable (2005-2014) ; il est financé par des fonds de dépôt à hauteur de 126 000 euros par le ministère italien de l'environnement, du territoire et de la mer et par le ministère chinois des ressources en eau.

Le projet coïncide avec la bataille livrée par la Chine contre la crise de l'eau. Ce pays, à peine plus grand que les États-Unis, est cependant quatre fois plus peuplé (1,3 milliard d'habitants). Près du cinquième du territoire est désertique et de nouveaux déserts ne cessent d'apparaître. La consommation d'eau par habitant (2 300 m³) se situe au quart de la moyenne mondiale. Le pire est que ces rares ressources en eau sont souvent réparties de manière inégale, 70 % étant concentrés sur l'été, et les deux tiers emportés par les inondations.

La pollution industrielle pose désormais un grave problème car elle affecte non seulement le milieu naturel mais aussi la santé et la vie quotidienne des Chinois, sans parler de la croissance économique. La pollution de l'eau, à partir de sources ponctuelles et non ponctuelles, s'amplifie considérablement. D'après l'Administration de l'État chinois pour la protection

de l'environnement, le volume annuel des eaux usées rejetées par l'industrie dans le fleuve Jaune, par exemple, a atteint un nouveau pic de 12 milliards de tonnes en 2006. Les eaux usées provenant des activités agricoles et domestiques pourraient être encore plus importantes, mais elles sont difficiles à évaluer, en raison de la mobilité de leurs sources.

En mars de cette année, le Conseil d'État a décidé de réviser la loi sur la pollution de l'eau, vieille de 23 ans, qui fixe les amendes pour toutes sortes de violations, mais dont l'application s'est montrée peu efficace. L'Administration d'État pour la protection de l'environnement a imposé une interdiction temporaire de toute nouvelle construction dans les régions très polluées. Le directeur Zhu Shengxian, cité dans le *China Daily* du 6 juillet dernier, déclarait qu'un état d'urgence environnementale pourrait se produire à tout instant dans la plupart des régions.

Pour en savoir plus :
j.ramasamy@unesco.org;
www.unescobeijing.org/



Affiche pour élèves du primaire

Appui unanime en faveur des gorilles de RDC

Une mission d'experts menée par l'UNESCO s'est rendue, du 11 au 22 août, en République démocratique du Congo (RDC), pour enquêter sur les causes du récent massacre de neuf gorilles de montagne dans le parc national des Virunga, site du Patrimoine mondial, et envisager des solutions pour sauver les 370 primates dont la vie ici est sans arrêt menacée.

La mission a recueilli le soutien des autorités nationales, de la mission des Nations unies en RDC (MONUC) et des communautés locales pour la préservation des gorilles de montagne.

Les experts de l'UNESCO et de l'Union pour la conservation de la nature (UICN) étaient accompagnés d'un représentant du PNUE. À Kinshasa, ils ont rencontré les directeurs de l'Institut congolais pour la conservation de la nature (ICCN), William Lacy Swing, représentant spécial du Secrétaire général des Nations unies en RDC et Didace Pembe, ministre de l'environnement. Conscients de la nécessité de préserver le gorille de montagne et les autres espèces en danger en raison à la fois de leur valeur intrinsèque et de leur valeur potentielle pour l'économie locale, M. Swing et M. Pembe ont assuré la mission de leur soutien.

La mission s'est ensuite rendue à Rumangavo, base des patrouilles du parc, et au centre de surveillance des gorilles de Bukima. Elle a mené des entretiens avec une bonne partie du personnel travaillant avec les gorilles et avec des membres des communautés locales. Les experts ont aussi rendu visite à la famille de gorilles de Rugendo, où les massacres ont été perpétrés.

À Goma, les membres de la mission ont rencontré des représentants des différentes ONG actives dans la partie



Les trois femelles et le mâle (dos argenté) massacrés par des braconniers à Bukima, probablement dans la nuit du 22 juillet. Ils faisaient partie d'un groupe fréquentant une région régulièrement visitée par des touristes. La disparition de ces gorilles représente non seulement une tragédie pour la préservation de l'espèce mais aussi la perte d'une source substantielle de revenus pour les communautés locales. Deux autres membres du groupe, une femelle et son petit, seraient aussi portés disparus

sud du parc des Virunga et se sont entretenus avec eux sur leur perception des événements récents, sur leur coopération avec l'ICCN et avec les communautés locales. Ils ont aussi rencontré les dirigeants de l'armée et de la justice de la zone, ainsi que les chefs communautaires et traditionnels, parmi lesquels Mwami Ndeze, un des plus importants chefs traditionnels de la zone.

Le président de l'Assemblée nationale, Vital Kamerhe a, lui aussi, apporté son soutien à la mission et cité le Chef de l'État, Joseph Kabila, qui s'est dit déterminé à « encourager la conservation ».

La mission a enfin soumis ses conclusions à la présidente du comité du Patrimoine mondial, Christina Cameron (Canada).

Pour en savoir plus, voir Planète Science (juillet 2007)

ou <http://whc.unesco.org/fr/list63> ;

sur le Projet pour la survie des grands singes (GRASP),

voir : www.unesco.org/mab/grasp/home.shtml

Le Refuge de l'oryx (Oman) retiré de la Liste du patrimoine mondial

Le comité du Patrimoine mondial a pris, le 28 juin, une mesure sans précédent en retirant de la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO le Refuge d'une antilope rare, l'oryx d'Arabie (Oman) : c'est le premier site qui ait jamais été supprimé depuis que la Convention de l'UNESCO pour la protection du patrimoine mondial culturel et naturel est entrée en vigueur en 1972.

Le comité a pris cette mesure après qu'Oman eut décidé de réduire de 90 % la superficie de la zone protégée, en violation des orientations devant guider la mise en oeuvre de la Convention. Le comité y a vu une destruction de la valeur exceptionnelle et universelle du site, qui figurait sur la liste depuis 1994.

En 1996, la population de l'oryx d'Arabie sur le site s'élevait à 450 individus, pour tomber ensuite à 65, dont seulement quatre couples reproducteurs, ce qui ne suffisait pas à assurer leur avenir. Ce déclin est dû au braconnage et à la dégradation de l'habitat.

À la suite de longues négociations avec l'État partie, le comité estima que la réduction unilatérale des dimensions du refuge et les projets de prospection d'hydrocarbures réduisaient à néant la valeur et l'intégrité du site, qui abrite également d'autres espèces en péril, comme la gazelle d'Arabie et l'outarde houbara.

Pendant la session qu'il a tenue à Christchurch (Nouvelle-Zélande) du 23 juin au 2 juillet, le comité du Patrimoine mondial a également inscrit sur la Liste 23 nouveaux sites sur les 45 proposés : 16 biens culturels, cinq biens naturels et un mixte.

Les nouveaux sites naturels sont : les forêts humides de l'Atsinanana (Madagascar) comprenant six parcs nationaux



L'oryx d'Arabie

répartis le long des marges orientales de l'île ; la région du karst de Chine du Sud (Chine), l'un des plus spectaculaires exemples de la diversité des formes et des paysages de karst ; les îles volcaniques et tunnels de lave de Jeju (République de Corée), témoignage

de l'histoire de notre planète ; le parc national de Teide (Espagne) pour la visibilité des processus géologiques à l'œuvre dans l'évolution des îles océaniques ; et enfin la forêt primaire de bouleaux des Carpates (Ukraine et Slovaquie), en tant que bien naturel transnational comportant une série de dix éléments distincts. L'écosystème et le paysage culturel vestige de Kopé-Okanda est l'unique site mixte, et le premier du Gabon.

Trois sites du patrimoine mondial ont été inscrits sur la Liste du patrimoine en péril en raison de l'incertitude de leur préservation : les Galapagos (Équateur), le parc national de Niokolo-Koba (Sénégal) et la cité archéologique de Samarra (Irak), qui a en même temps été ajoutée à la Liste pour ses riches vestiges des Abbassides.

Par ailleurs, le comité a retiré quatre sites de la Liste du patrimoine en péril, pour l'amélioration de leur conservation : le parc national des Everglades (États-Unis), la réserve de biosphère du Rio Plátano (Honduras), les palais royaux d'Abomey (Bénin) et la vallée de Katmandou (Népal).

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

L'UNESCO intervient après le séisme au Pérou

L'UNESCO apporte son aide au ministère de l'éducation du Pérou pour évaluer l'état des établissements scolaires situés dans les communes affectées par le séisme de 7,9 degrés sur l'échelle de Richter qui a secoué la côte du Pérou, le 15 août dernier, en début de soirée, faisant plus de 500 morts, plus d'un millier de blessés et laissant 40 000 familles sans abri.

Les secousses ont sérieusement endommagé les bâtiments dans les villes de Pisco, Chincha Alta et Ica, dont 970 écoles dans le département d'Ica et 314 dans celui de Cañete, province située à près de 150 km au sud de Lima. Cinq écoles au moins sont totalement détruites.

Le gouvernement péruvien a rapidement lancé un appel à l'aide internationale, suivi, le 28 août, d'un Appel éclair du bureau de l'ONU à Genève en faveur du Pérou.

En qualité d'agence chef de file en matière d'éducation, l'UNESCO a reçu 500 000 dollars au titre du Fonds central d'interventions d'urgence, afin d'assurer un environnement éducatif sécurisé aux écoliers après la crise causée par le séisme.

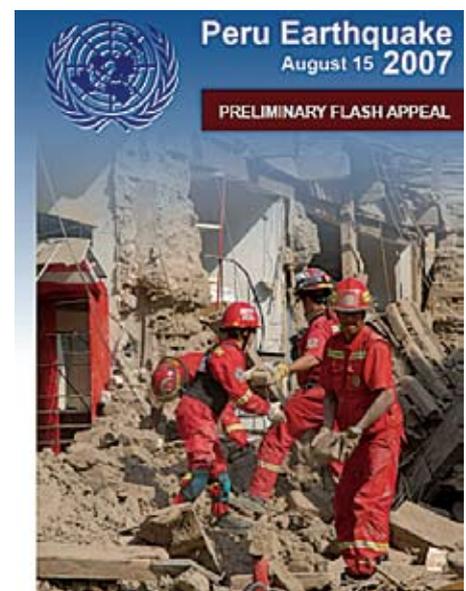
De concert avec le Fonds international d'interventions d'urgence des Nations unies pour l'enfance (UNICEF), ainsi qu'avec Save the Children et le PNUD, l'UNESCO apporte son concours afin que les écoliers puissent retourner en classe aussi vite que possible, en livrant aux écoles endommagées des locaux provisoires et du matériel pédagogique. L'UNESCO aide également le Pérou à reconstruire le système scolaire dans la perspective d'une rénovation à long terme. Le Directeur général a lancé un appel à la générosité des États membres pour qu'ils apportent leurs contributions à une demande exceptionnelle de 1 273 859 dollars qui serviront aux opérations de secours d'urgence et au processus de reconstruction menés par les autorités péruviennes.

Le Pérou a une population de 28,8 millions d'habitants et un revenu annuel par habitant de 2 650 dollars. Pisco (avec une population de 63 000 habitants) se trouvait à 51 km de l'épicentre, Chincha Alta (161 000) à 42 km, Ica (261 000) à 110 km et Cañete (26 000) à 32 km.

Une mission d'évaluation a passé le week-end du 18 août dans la région. L'équipe se composait d'experts nationaux et internationaux en sismologie, en ingénierie sismique, en ingénierie des structures, en tectonique et en géotechnique, du Centre régional de sismologie pour l'Amérique du Sud (CERESIS), fondé avec l'appui de l'UNESCO en 1966. Son objectif est de limiter les risques et les effets potentiels des répliques et de définir les besoins du pays en termes de rénovation et de reconstruction des infrastructures.

L'UNESCO met en place actuellement une « plateforme d'intervention rapide » pour les régions qui ne peuvent faire appel à un tel centre. La plateforme se composera d'une équipe internationale tournante qui, dès réception de l'appel d'un pays frappé par un séisme, se rendra sur le site d'une éventuelle réplique immédiatement après la secousse afin d'observer la résistance des constructions pendant la secousse en vue de déterminer quelles sont les structures les mieux à même de résister à des séismes futurs. Les recommandations des experts seront ensuite transmises aux autorités nationales et locales du pays concerné.

Pour en savoir plus :
www.onu.org.pe;
www.reliefweb.int/lfts;
info@reliefweb.int;
www.ceresis.org;
 sur la plateforme:
b.rouhban@unesco.org





Le tiers environ des Mongols est (semi)nomade. Les yourtes que l'on voit ici dans la vallée d'Orkhon sont démontées et transportées ailleurs au rythme des saisons.

Un plan directeur de science et de technologie en Mongolie

La Mongolie a publié en juin son Plan directeur de science et de technologie (S&T) à l'horizon 2020, avec l'assistance de l'UNESCO. La Mongolie dispose d'une base relativement solide en S&T, mais ses ressources financières sont faibles et ses capacités scientifiques essentiellement regroupées dans la capitale, Oulan-Bator, qui abrite un tiers de ses habitants.

Engagée, depuis 1990 et la chute du communisme, dans la transition vers une économie de marché, la Mongolie risque de voir ses ressources en S&T sous-utilisées, dissipées, voire anéanties. Les dépenses de R&D représentaient en 2005 0,35 % du PIB, en recul de 1 % par rapport à 1990, et le nombre des scientifiques et des ingénieurs ne cesse de baisser pour des raisons liées à la réduction des salaires, la vétusté du matériel et, d'une façon générale, le faible attrait des carrières scientifiques en Mongolie. Cette tendance a gagné l'enseignement supérieur, où les inscriptions d'étudiants en science et ingénierie connaissent la même désaffection.

Le *Plan directeur* vise avant tout à stimuler les investissements dans la S&T en augmentant la part du financement non gouvernemental dans la R&D (actuellement 10 %), en encourageant les instituts de recherche et les universités à collaborer davantage et en proposant des mesures incitatives pour favoriser la coopération entre science et industrie, ainsi que les recherches en collaboration.

À l'heure actuelle, seuls quatre des 51 établissements effectuant des travaux de R&D relèvent du gouvernement et leurs laboratoires ne disposent pas des moyens et du matériel nécessaires. Le *Plan* signale, en outre, que certains projets de recherche ne correspondent pas à la demande du marché, et qu'il est très difficile d'avoir des informations à jour et de les échanger. La gestion et le contrôle des activités financées par le gouvernement sont, elles aussi, jugées inefficaces.

Le *Plan* indique que les organismes de recherche ne sont pas en mesure de fonctionner dans les conditions d'un marché concurrentiel et que la R&D n'est pas guidée vers des orientations prioritaires, ce qui entraîne le gaspillage des

maigres ressources. Le pays est, par ailleurs, dépendant des technologies et du matériel importés de l'étranger.

Le *Plan* propose une refonte du système afin de stimuler l'investissement dans des connaissances nouvelles et des technologies de pointe. Il demande que les acteurs économiques et les parties prenantes prennent conscience de l'importance de la technologie et qu'ils valorisent l'innovation par un renouvellement constant des technologies et un système de prévision des besoins futurs. Il recommande que le gouvernement soutienne davantage l'établissement de tarifs et de taxes douanières favorables et il appelle à un renforcement des droits de propriété intellectuelle.

Le *Plan* énumère les domaines de recherche prioritaires d'ici 2010 en sciences naturelles, agronomie, technologie, santé, sciences sociales et humanités. Il recommande en même temps de soutenir financièrement la R&D entreprise par les universités, les établissements de recherche et les entreprises afin que se développent de concert les priorités de la nation en S&T et les principales technologies.

Le *Plan directeur de science et technologie de Mongolie pour 2007-2020* a été publié en langue mongole en janvier, et en anglais en juin, par le bureau de l'UNESCO à Beijing, dans la collection de l'UNESCO Études de politique scientifique.

Avec le STEPAN⁵, les bureaux de l'UNESCO à Beijing et à Djakarta ont aidé le ministère de l'éducation, de la culture et de la science de Mongolie à élaborer le *Plan directeur*. Le ministère a ensuite rédigé le *Plan*, que le gouvernement de Mongolie a approuvé en janvier 2007.

Pour le consulter :

<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001514/151490E.pdf>

Pour en savoir plus : (à Beijing) : j.ramasamy@unesco.org



Panorama du désert de Gobi. Bordée au nord par la Russie et au sud par la Chine, avec un territoire de 1,6 millions de km², la Mongolie est, par ses dimensions, après le Kazakhstan le deuxième des pays enclavés. Il possède aussi le plus faible taux de densité de population au monde, avec seulement 2,8 millions d'habitants. La Mongolie a peu de terres arables car presque tout le territoire est couvert de steppes arides, stériles, avec des montagnes à l'ouest et au nord, et le désert de Gobi au sud

5. Le Réseau asiatique de politique scientifique et technologique (STEPAN) a été établi en 1988 sous les auspices de l'UNESCO. Il est actuellement présidé par les Philippines, et c'est le Bureau régional de science et technologie de l'UNESCO à Djakarta qui en assure le secrétariat : www.stepan.org

Robert Hepworth

Les espèces migratrices sont parmi les plus menacées du monde

La Convention des Nations unies sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (CMS) fut adoptée en 1979 à Bonn (Allemagne). Près de 30 ans plus tard, la « Convention de Bonn » comme on l'appelle compte 104 États parties, dont 17 ont adhéré depuis trois ans. Un des rares accords internationaux sur l'environnement traitant explicitement de la protection des espèces et de leurs habitats, cette Convention participe à l'action internationale visant à ralentir la perte de biodiversité d'ici 2010.

Robert Hepworth est, depuis 2004, Secrétaire exécutif du Secrétariat du PNUE pour la Convention. Il nous présente la stratégie de conservation de la Convention.



Les espèces migratrices sont elles très nombreuses ?

La migration est l'un des principaux mécanismes permettant aux espèces de réagir aux changements cycliques de leur environnement. Les espèces migratrices⁶ contribuent pour 20 à 80 % à la diversité des espèces dans les écosystèmes d'oiseaux et de grands mammifères. Le pourcentage d'espèces migratrices est encore plus important aux latitudes élevées, aux hautes altitudes et dans les zones arides, car ces habitats extrêmes ne peuvent fournir le nécessaire aux animaux que pendant une partie de leur cycle vital. De fait, la colonisation de ces zones n'a été possible que grâce à l'apparition des conduites migratoires. Les habitats aquatiques – systèmes marins et grandes étendues d'eau douce – abritent eux aussi une très forte proportion d'organismes migrateurs.

Au moment où les points chauds de la biodiversité sous les tropiques font déjà l'objet de plusieurs conventions internationales, ces observations ont contribué à inciter la CMS à concentrer ses efforts sur les grands animaux terrestres des zones arides et sur les organismes marins, notamment les tortues et les petits cétacés. Nous commençons également à nous investir dans les grandes espèces migratrices d'eau douce, comme le poisson chat géant du Mékong (*Pangasianodon gigas*) qui peut peser 300 kg.

Pourquoi tant d'espèces migratrices sont-elles en danger ?

Elles sont normalement exposées aux mêmes dangers que toutes les espèces. La principale menace est, à coup sûr, une utilisation et une surexploitation totalement abusives de l'espace, dévoré de façon alarmante par l'urbanisation, la prolifération des réseaux de communication et l'emprise des activités de loisir. Une menace nouvelle, d'une ampleur sans précédent, provient des implantations de production d'énergie

dues à la prétendue crise énergétique, comme l'implantation anarchique des éoliennes, et l'attribution d'immenses espaces à la production de biocarburants.

Sans compter que l'intensification de l'agriculture, dans un nombre croissant de régions du monde, accentue la transformation de riches paysages anciennement agropastoraux en déserts pour la biodiversité.

Les divers polluants, véhiculés par l'air et par l'eau, contribuent aussi à aggraver la situation, notamment le transport et les dépôts de fertilisants sur de longues distances. Beaucoup d'animaux migrateurs sont des indicateurs très sensibles des modifications de l'environnement, comme le révèlent les pesticides toxiques découverts dans les tissus de mammifères de l'Antarctique.

Le changement climatique⁷ peut devenir très inquiétant, non pas en soi mais parce que sa vitesse de progression pourrait dépasser la capacité de réaction de la plupart des organismes, d'autant plus qu'il se produit en vase clos, dans un monde où les autres facteurs du changement planétaire rendent quasi impossible l'adaptation vers une autre aire ou un autre site. En témoigne la désertification croissante des zones semi-arides, surtout en région sahélo-saharienne, où la pression humaine aux marges interdit aux animaux la recherche de nourriture ou d'eau au-delà de leurs limites.

Pour les animaux marins, la surexploitation exorbitante, au plan mondial, des mers, le développement de la navigation et surtout l'énorme gaspillage des « prises accessoires⁸ » effectuées par des pêcheries mal conçues, constituent autant de menaces de mort.

6. La CMS a défini la migration comme tous les cas où des animaux se déplacent de façon prévisible entre des limites géographiques ou des types d'habitat au cours de leur cycle diurne, annuel ou vital à condition que ces déplacements comportent des passages de frontières

7. Voir Migratory Animals and Climate Change : www.cms.int/publications/pdf/CMS_ClimateChange.pdf

8. Terme qui désigne les espèces capturées involontairement en même temps que les espèces recherchées

Parmi les facteurs que je viens de citer, nombreux sont ceux qui atteignent de plein fouet les espèces migratrices parce qu'elles font un usage multiple et chronologiquement déterminé de leurs habitats, ce qui les rend particulièrement sensibles aux dysfonctionnements des écosystèmes. La liberté de mouvement est, pour eux, une stratégie vitale. Barrages, routes, barrières, étendues hostiles peuvent ainsi causer une « détresse écologique » dépassant largement les limites des territoires qu'ils occupent.

Combien d'espèces migratrices ont-elles déjà disparu ?

Plusieurs, parmi les plus spectaculaires, ont déjà cédé à la pression humaine. L'exemple le plus souvent cité est, évidemment, celui de la tourte (*Ectopistes migratorius*) qui fut peut-être l'oiseau le plus répandu sur Terre ; au cours du 19^e siècle, après avoir été très commun, avec des effectifs migrateurs estimés à 2 milliards d'individus, il a disparu lorsque s'est achevée la colonisation de l'Amérique du Nord. Le dernier oiseau est mort en 1914.

D'autres victimes sont plus récentes, comme les courlis à bec grêle (*Numenius tenuirostris*) naguère nombreux sur un long et large couloir de parcours, allant des steppes de l'Eurasie centrale jusqu'en Afrique du Nord et au Proche-Orient, au bord de l'extinction, s'il n'a déjà disparu. Le dauphin migrant des fleuves chinois (*Lipotes vexillifer*), dont on a hélas prouvé l'extinction probable en 2007, laisse un triste témoignage de la nécessité de proclamer une Année du dauphin⁹.

Les grands mammifères marins qui parcouraient autrefois de longues distances ont disparu de la nature si récemment que cela augure mal de nos capacités à prévenir un tel carnage. Le cheval de Przewalski (*Equus przewalskii*) n'a plus été observé en liberté depuis 1969, l'oryx arabe (*Oryx leucoryx*) en 1972. L'oryx à cornes en forme de cimeterre (*Oryx dammah*) superbe espèce, abondamment représentée dans l'art égyptien, était encore commun dans les années 1960, et quelques milliers ont survécu jusqu'à la fin des années 1970. Le dernier signalement certain date de 1983. Pour ces trois espèces, il existe des groupes en captivité, et des efforts pour les réintroduire sont en cours, parfois couronnés de remarquables succès. La CMS s'implique fortement dans ce genre d'actions (voir photo).

Le bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica pyrenaica*), qui migrait sur de petites distances de part et d'autre de la frontière franco-espagnole, l'un des animaux sauvages les

plus frappants d'Europe, a disparu en 2000 sans qu'existent des individus en captivité.

L'ours polaire (*Ursus maritimus*), dont le déclin est sans conteste lié au réchauffement planétaire, a fait en 2006 son entrée très regrettée et très remarquée sur la liste rouge de l'UICN, dans la catégorie « menacée de disparition ». Espérons que cela fera réagir les humains.

D'autres espèces migratrices encore, comme l'albatros, le chameau sauvage et certaines espèces de dauphins sont au bord de l'extinction.

Par quelles mesures la Convention peut-elle protéger les espèces migratrices ?

Comme elles se déplacent entre plusieurs pays, il faut que tous les pays coopèrent pour les protéger, sans quoi le maillon faible annulera les succès de tous les autres.

Établir des réseaux de zones protégées permettant la migration des animaux sauvages est une nécessité vitale. Nous avons mis sur pied plusieurs projets de conservation, dont l'un vise les antilopes sahélo-sahariennes ; ce projet a connu un franc succès et va être prolongé. Il vise à protéger la faune spécialisée d'ongulés (à sabots) qui occupait autrefois tout le territoire. Nous lançons également un projet de préservation des terres arides d'Asie centrale, et des espèces qui, dans certains cas, les parcourent encore librement. C'est l'une des initiatives les plus ambitieuses de la CMS, tant par son étendue géographique que par le nombre d'espèces.

Lorsqu'il est trop tard pour tout autre type d'action, certaines techniques peuvent être explorées, comme les croisements mis au point par l'Initiative pour les grands herbivores, visant à trouver des substituts à certains grands animaux européens disparus. Accroître le financement – difficulté permanente des efforts de protection de la biodiversité – est indispensable pour travailler au niveau de chaque pays et coordonner les activités sur l'ensemble de l'aire de répartition des espèces.

Nous éveillons, par ailleurs, la conscience du public en l'informant par des campagnes scolaires, la publication de matériel éducatif et des activités de grande visibilité, comme l'Année du dauphin.

9. Dans le cadre de l'Année, la CMS, l'UNESCO et d'autres partenaires ont publié un manuel intitulé *Tout sur les dauphins !* : www.Yod2007.org

Une gazelle dama. En tout, cinq espèces d'antilopes ont été réintroduites dans leur ancienne aire de répartition depuis que 14 États de parcours ont adopté le Plan d'action concertée sahélo-saharien en février 1998 : l'addax (*Addax nasomaculatus*), l'oryx à cornes en forme de cimeterre, ou oryx algazelle (*Oryx dammah*), la gazelle dama (*Gazella dama*), la gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*) et la gazelle dorcas (*Gazella dorcas*). Financé par le Fonds français pour l'environnement mondial, le projet comprend des mesures de protection et des travaux de recherche au Mali, au Maroc, en Mauritanie, au Niger, au Sénégal, au Tchad et en Tunisie. Trois projets pilotes ont bénéficié d'efforts spécifiques au Mali, au Niger et en Tunisie. Pour le projet tunisien, par exemple, des antilopes nées en captivité dans sept zones de six pays européens ont été lâchées dans le parc national de Sidi Toui, région déserte du sud tunisien. En même temps a été mis en œuvre un plan de réhabilitation de leur habitat et de sensibilisation des populations locales pour qu'elles coexistent avec les antilopes. Sur le terrain, la CMS s'est associée à des partenaires tels que le Fonds saharien de conservation et la Fondation des parcs africains. Les populations d'oryx et d'addax introduites se sont développées de façon satisfaisante, mais ces cinq antilopes restent extrêmement rares en liberté



Photo: John Newby/SSIG

La coopération internationale produit-elle des résultats tangibles ?

Elle est seule à pouvoir protéger les espèces migratrices en intégrant, à l'échelle de chaque nation, des approches à la fois centrées sur les espèces et sur les écosystèmes et coordonnées sur l'ensemble de l'aire de répartition. Dans un monde en plein changement, il ne suffit pas de créer des réseaux de zones protégées, il faut aussi les gérer et suivre leur évolution. Faute de quoi ils cessent d'être efficaces. Étant donné que les espèces migratrices ont besoin que les espaces qu'elles utilisent restent non seulement de bonne qualité localement, mais aussi soumises à une coordination fonctionnelle, elles requièrent plus que toutes les autres, des mesures concertées.

Notre espoir était, lors du premier Sommet Terre de Rio, en 1992, que les plans de conservation seraient mis en œuvre à l'échelle mondiale dans le cadre de ce qui est devenu la Convention sur la diversité biologique. Cela n'a pas eu lieu.

À l'échelle régionale toutefois, des exemples existent, comme le réseau Natura 2000 de l'Union européenne et son extension à la grande Europe, le réseau Émeraude du Conseil de l'Europe. La CMS met en place des réseaux comparables dans plusieurs parties du monde, par le biais de ses accords sur les oiseaux aquatiques d'Afrique-Eurasie, les tortues marines de l'Indo-Pacifique, les albatros, les chauves-souris d'Europe, etc. Nous développons aussi des projets en concertation, comme ceux des grands mammifères et des gorilles des terres arides eurasiennes.

Nous avons également signé plusieurs mémorandums d'accord. Celui qui vise, la conservation des cétacés et de leurs habitats dans la région des îles du Pacifique est entré en vigueur en septembre de l'an dernier, après avoir été signé par les ministres de l'environnement de neuf pays du Pacifique.

Les négociations concernant un quatrième accord de la CMS pour les cétacés de l'est de l'Atlantique commenceront à la fin de cette année aux Canaries (Espagne), nos États parties ayant récemment décidé de lui accorder la priorité. L'accord devrait protéger d'autres mammifères marins de l'Afrique de l'Ouest, comme le lamantin, pendant que son cousin de l'océan Indien, le dugong ou vache marine, devrait se voir encore plus protégé à la fin de cette année, au titre de la CMS, par un mémorandum d'accord négocié sous l'égide de l'Australie et avec son financement.

En décembre de cette année, la CMS organisera une réunion sur les requins migrateurs, en partenariat avec le gouvernement des Seychelles. Seront passés en revue l'état actuel de la protection de l'espèce, les initiatives en cours au plan international, régional et autres, afin d'améliorer la situation, ainsi que les possibilités de coopération internationale et même un « instrument » éventuel dans le cadre de la CMS. Nous nous efforçons d'obtenir une participation maximale des principaux pays de l'itinéraire de répartition, de l'aire de pêche et de consommation des requins.

La coopération entre nations est efficace à la seule condition que les décideurs et les leaders d'opinion concernés soient conscients des enjeux et de la nécessité absolue d'une action concertée. La tâche principale de la Convention a toujours été et sera toujours de porter ces problèmes à l'attention des interlocuteurs ciblés.

Vous avez dit que la mondialisation offrait de nouvelles chances aux entreprises de conservation. De quelle manière ?

Depuis deux décennies, les revenus tirés de l'observation de la faune sauvage connaissent une croissance exponentielle. C'est devenu la principale activité touristique de pays comme le Kenya, l'Ouganda et la Tanzanie. À lui tout seul, le Kenya a accueilli plus d'un million d'étrangers en 2004, ce qui s'est traduit par plus de 500 millions de dollars de recettes.

Même les petites entreprises d'observation des bêtes sauvages comme celle des requins baleines aux Seychelles, qui a attiré 496 touristes en 2005, ont engrangé 35 000 dollars dont près des deux tiers ont servi au suivi d'un programme organisé par une ONG. Qu'elle implique un programme gouvernemental ou une petite société privée, l'observation de la faune sauvage peut être rentable. Toutefois, les normes ne sont pas uniformes dans le secteur, et ne suffisent pas toujours à maintenir l'espèce en vie. Avec l'aide de son Conseil scientifique et de ses partenaires, la CMS s'emploie à fournir des informations pratiques à ce secteur d'entreprises.

Certes, l'intensification du transport des personnes et des biens à l'échelle mondiale crée des ouvertures commerciales à l'écotourisme, mais elle provoque aussi de nouveaux problèmes pour l'environnement.

Des problèmes de quelle nature ?

Pour la CMS, le meilleur exemple de ces deux dernières années est l'apparition de la grippe aviaire hautement pathogène, le virus H5N1, qui a braqué les projecteurs sur les oiseaux sauvages. Certaines professions ont désigné les oiseaux migrateurs comme principaux vecteurs mondiaux de la grippe aviaire. Cette accusation a provoqué l'an dernier un délire médiatique et alimenté l'inquiétude dans le public. Or, les sources scientifiques autorisées ont révélé que le commerce de la volaille était, dans la plupart des régions (sinon partout), le principal incubateur, vecteur et réservoir du virus. Une partie de ces sources scientifiques autorisées émanait du Groupe spécial de travail dirigé par la CMS sur la grippe aviaire et les oiseaux sauvages, composé d'experts de 14 OIG et ONG.

Un autre impact de la mondialisation a été d'intensifier le commerce du bois. Cela constitue une sérieuse menace pour beaucoup d'espèces migratrices et autres animaux sauvages.

La CMS s'emploie à renforcer sa coopération avec le secteur privé au travers de partenariats qui nous aident à accroître nos ressources mais aussi – ce qui est vital – à établir un dialogue régulier avec le secteur privé, afin de comprendre son fonctionnement et ses contraintes, et voir comment des entreprises peuvent mener en parallèle la protection de l'environnement et la poursuite d'objectifs commerciaux.

Nous avons établi, au cours des deux dernières années, un partenariat étroit avec l'une des plus grandes agences de tourisme et de voyages du monde qui, comme nous, a son siège social en Allemagne. Nous avons découvert notre complémentarité naturelle, nous sommes, chacun à sa manière, engagés dans le domaine des voyages à l'échelle mondiale !

Propos recueillis par Anne Devillers

Le jour où le mont Manaro s'est réveillé

La sérénité de l'île d'Ambae vola en éclats le 26 novembre 2005, lorsque s'éleva un panache de vapeur et de « fumée » noire au dessus du cratère au sommet du volcan de l'île, le Manaro. En dehors des petits « hoquets » de 1991 et 1995, marqués par des panaches de vapeur, les 10 000 habitants d'Ambae n'avaient pas connu de grande éruption depuis plus de 100 ans. La tension ressentie par les habitants était donc justifiée, bien qu'elle n'ait pas tourné à la panique. Tout au contraire, en moins de 48 heures, un comité local d'urgence catastrophe était en place et l'évacuation avait commencé. Dans les huit jours suivants, plus de 3 300 personnes étaient déjà relogées dans des centres d'accueil situés en deux points distincts de l'île.

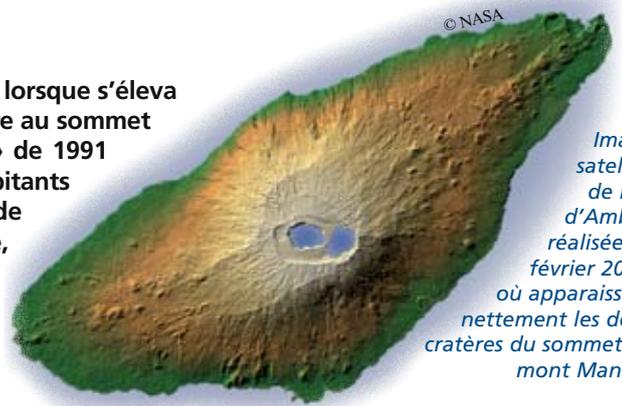


Image satellite de l'île d'Ambae réalisée en février 2000, où apparaissent nettement les deux cratères du sommet du mont Manaro

Ce mini cas de réussite n'est pas allé sans problèmes ou petites controverses, mais la réaction des villageois devant l'urgence s'organisa rapidement, avec leurs modestes moyens et sans aide extérieure. Quelle leçon tirer de l'éruption et comment en tirer profit pour améliorer la réaction des villageois devant les catastrophes, dans cette partie du monde aussi bien qu'ailleurs ?

L'île d'Ambae est l'un des plus grands volcans de Vanuatu, que certains classent parmi les plus dangereux de tous. Par le passé, les éruptions provoquaient des coulées de lave et de lahars – des boues volcaniques. Les dernières qui aient fait des victimes datent, estime-t-on, de 1890 et des environs de 1914.

Les insulaires pratiquent une économie de subsistance. Ils sont dispersés dans plus de 276 petits hameaux et villages constitués de familles élargies. La population très fragmentée parle deux langues principales et au moins 12 dialectes. En outre, les communications sont réduites sur l'île, car beaucoup de villages ne sont pas reliés au réseau téléphonique et il n'existe pas de route reliant les extrémités est et ouest.

L'administration locale fonctionne sur deux niveaux parallèles : le niveau national dirigé depuis Port Vila, la capitale de Vanuatu, sur l'île d'Efate, représentée par un bureau dans la province de Penema d'une part, et d'autre part, une structure locale fondée sur la hiérarchie entre villages, depuis le niveau des Nakamals (deux ou trois familles élargies) en passant par le district (plusieurs Nakamals) pour aboutir aux cantons (plusieurs districts), chacun derrière son chef.

Carte de dangerosité des éruptions de la cheminée centrale du mont Manaro

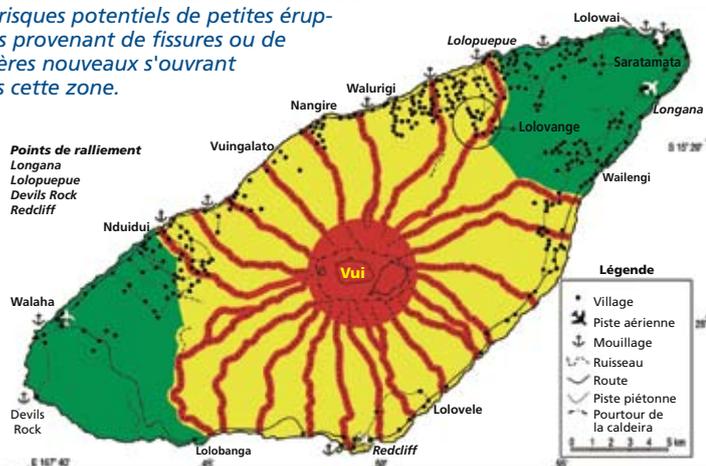
La zone rouge comprend la caldeira (voir encadré p. 18) et les vallées qui descendent du pic central. Cette zone à risques élevés est sujette aux coulées de boue volcanique et aux inondations. La zone jaune, qui couvre une distance de 10 km depuis le cratère, est exposée aux pluies de cendres et à des explosions volcaniques appelées coulées pyroclastiques. La zone verte, située aux deux extrémités de l'île est, elle aussi, soumise aux pluies de cendres venant du lac de cratère Vui, l'un des deux cratères de la caldeira. Il existe aussi des risques potentiels de petites éruptions provenant de fissures ou de cratères nouveaux s'ouvrant dans cette zone.

Le décor est planté pour un état d'urgence

Dans les pays en développement, la prévention par les villageois eux-mêmes des catastrophes s'est récemment trouvée au cœur de nombreuses initiatives et recherches stratégiques, notamment de la part des grandes agences de développement. Dans la gestion des catastrophes, elles accordent une place de plus en plus importante aux techniques participatives.

Depuis l'an 2000, le bureau de l'UNESCO à Apia s'efforce, avec une équipe de chercheurs dirigée par le Dr Shane Cronin, de l'Institut des ressources naturelles de l'Université Massey de Nouvelle Zélande, ainsi qu'avec le gouvernement et les communautés de Vanuatu, d'utiliser un cocktail de volcanologie et de savoir traditionnel (*kastom*) comme point de départ pour la prévention des cataclysmes.

Se prévalant d'une stratégie élaborée à partir d'études de cas menées aux îles Fidji et Salomon, Shane Cronin et ses collègues ont mis sur pied à Ambae, de 1999 à 2003, avec le soutien de l'UNESCO et d'autres organismes, une série d'ateliers communautaires participatifs. Il s'agissait de faire en sorte que le public ait confiance dans les alertes scientifiques et les instruments de surveillance des volcans, en prélude à leur installation dans l'île. Il s'agissait aussi de préserver son savoir traditionnel en matière de prévision des catastrophes, et ses pratiques culturelles héritées de la proximité des volcans, de manière à les intégrer dans des

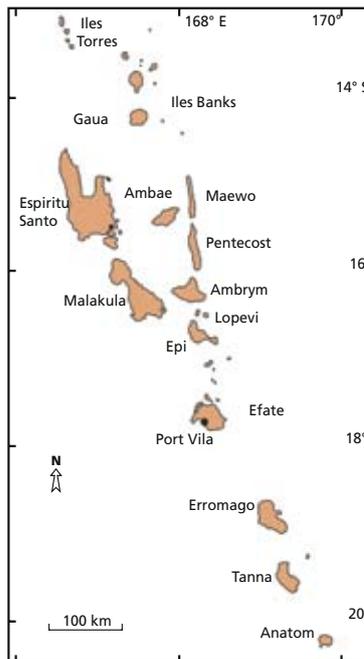


plans de gestion moderne des catastrophes pour les régions rurales de Vanuatu.

Toute une gamme d'exercices collectifs ont été pratiqués au cours d'ateliers participatifs afin d'en tirer des éléments utiles pour les plans de réaction devant les situations d'urgence, au niveau du Nakamal, à l'intention des populations qui devraient être évacuées aussi bien que de celles qui devraient accueillir les réfugiés.

Pour améliorer la représentation graphique des dangers du volcanisme, un modèle de nouvelle carte de risques a été mis au point lors d'exercices en ateliers où les habitants d'Ambae ont dessiné sur des esquisses de cartes, les paysages, les processus et les effets des volcans.

Dans plusieurs îles volcaniques de l'archipel, les résultats de ces exercices ont fini par être intégrés dans un système central national



L'île d'Ambae fait partie de l'arc insulaire des Nouvelles Hébrides de Vanuatu, qui comprend 83 îles. Un arc insulaire est une enfilade d'îles volcaniques (en général incurvée) qui se forme lorsqu'une plaque océanique entre en subduction ou plonge sous une autre plaque océanique. L'une des deux doit s'enfoncer sous l'autre, car le diamètre de la Terre étant constant, lorsqu'une nouvelle surface se forme, une autre, de taille équivalente, doit disparaître – sinon, la planète se gonflerait comme un ballon ! En descendant sous le manteau de la planète, la croûte océanique se réchauffe peu à peu jusqu'à ce que, à une profondeur de 100 à 150 km, elle perde l'eau de mer qu'elle contenait. Cela entraîne, dans cette région du manteau, une fusion partielle des péridotites (roches profondes composées de silicate de fer et de magnésium) et la formation de magma. Celui-ci s'élève verticalement et se fraie un chemin à travers la plaque sus-jacente pour atteindre la surface, en créant un chapelet de volcans. Les petites Antilles, les îles Aléoutiennes, Vanuatu et Tonga en sont des exemples. Lorsque la croûte de la plaque sus-jacente est continentale et non océanique, une chaîne de montagnes volcaniques se forme près de la bordure d'un continent. C'est alors un arc de cordillère, comme celle des Andes en Amérique latine

L'un des volcans les plus dangereux du monde ?

Si le Manaro n'a pas de cheminée visible à son sommet, mais seulement des lacs de cratère, c'est néanmoins un volcan actif (par opposition à un volcan en sommeil ou éteint) comme le démontre amplement son éruption de vapeur et de cendres (phréatiques) de novembre 2005.

Une éruption phréatique se produit lorsque le magma qui s'élève entre en contact avec de l'eau souterraine ou superficielle. Également appelées éruptions explosives ou ultravolcaniques, les éruptions phréatiques sont en général assez faibles. Elles se produisent lorsque des eaux de surface ou des eaux froides souterraines entrent en contact avec des roches chaudes ou du magma. Cela fait exploser la vapeur en expansion, dans un souffle d'eau, de cendres, de roches et de bombes volcaniques (boules de roche en fusion dont le diamètre dépasse les 65 mm), par une température allant de 600 °C à 1 170 °C. Les éruptions phréatiques donnent parfois naissance à de larges cratères de faible relief appelés maar, comme ce fut le cas lors de l'éruption du Manaro en novembre 2005. Leur particularité est que l'événement central émet des fragments de roches solidifiées mais pas de nouveau magma. Un événement géothermique moins puissant peut donner lieu à un volcan de boue.

Le Manaro a été considéré comme l'un des dix volcans les plus dangereux du monde, en termes de potentiel d'éruption catastrophique. Selon certains spécialistes, en cas de forte éruption, l'eau des lacs de cratère du Manaro, convertie en vapeur surchauffée, pourrait provoquer une énorme explosion phréatique. En dévalant les pentes abruptes de l'île, les glissements de terrain ainsi provoqués pourraient déclencher des tsunamis dans le nord de l'archipel de Vanuatu. Les explosions phréatiques peuvent s'accompagner d'émissions de dioxyde de carbone ou d'hydrogène sulfuré. Si ces premières atteignent une concentration suffisante, elles peuvent asphyxier les êtres humains, comme elles l'ont fait à Java en 1979, où une éruption phréatique a tué 149 personnes, dont la plupart ont succombé à des gaz mortels.

Sources pour cette page : Bureau d'Études géologiques des États-Unis; Bouysse, P. (2006) Explique-moi... la Terre. Éditions UNESCO/Éditions Nane. Paris ; Wikipedia en ligne



Une éruption phréatique au mont Saint Helen, Washington (États-Unis), un volcan 'gris'. On pense que l'éruption du Krakatoa de 1883, sur l'arc indonésien, était également de nature phréatique

US Geological Survey



©Bouysse, P. (2006) Explique-moi... la Terre

On distingue deux grands types de volcans : les volcans 'rouges', comme ici Mauna Loa à Hawaï aux États-Unis, qui se manifestent par des éruptions effusives au cours desquelles sont émises des laves plus ou moins fluides qui coulent sur les pentes du volcan ; et les volcans 'gris' comme Ambae, dont les éruptions explosives projettent dans l'atmosphère des panaches gris à noirs de gaz et de lave : celle-ci est fragmentée en particules fines, les cendres, ou plus grossières, jusqu'à la taille de gros blocs. Les volcans 'gris' peuvent produire des éruptions catastrophiques, alors que les volcans 'rouges' sont peu dangereux pour les populations avoisinantes

d'alerte volcanique (Vanuatu Volcanic Alert level System) et dans les modèles de planification des réactions aux risques, à l'intention des villages, de l'administration des provinces, des entreprises et des autorités nationales. Ce processus a pris toute son efficacité à Ambae grâce à la mise au point concomitante du Plan de lutte contre les catastrophes de la province de Penema, gradué en plusieurs réactions spécifiques selon les différents niveaux d'alerte en cas de crise volcanique à Ambae.

Climat de méfiance

Avant les ateliers, la méfiance régnait dans le village en raison de l'antagonisme entre les positions de la *kastom* et celles de la science, sur les risques volcaniques et leur gestion. Les croyances de la *kastom* découlent surtout des légendes ; les sorciers auraient le pouvoir de déclencher et d'arrêter les éruptions, alors que des zones *tambu* (interdites) consacrées constituent l'une des formes d'atténuation de leurs effets.

Lors d'une petite poussée volcanique en 1995, cette méfiance bien enracinée fut alimentée par une erreur de communication et une tentative avortée d'évacuation. Le problème était

dû, en partie, à une mauvaise interprétation par le village d'une carte scientifique complexe des risques volcaniques.

Les exercices collectifs des ateliers de 1999 à 2003 avaient quelque peu comblé le fossé entre les visions scientifiques et celles de la *kastom* à Ambae, notamment en intégrant dans les plans d'urgence des communautés en cas d'éruption les usages traditionnels en matière d'alerte et de prise de décisions. Les connaissances locales des signaux d'alarme sont d'autant plus utiles que l'île ne possède aucun matériel permanent de surveillance du volcan. Ce sont, par exemple, la fuite des oiseaux de l'île, le comportement insolite des insectes et autres animaux, le dépérissement brutal de la végétation et le changement de couleur des lacs. Les ateliers n'ont toutefois pas eu l'audience espérée, car seule une faible partie (3 à 8 %) de la communauté y a participé.

Par ailleurs, de nombreuses préoccupations de la communauté exprimées dans les exercices – soumis à la ségrégation selon le sexe et la hiérarchie – n'ont pas reçu de réponse satisfaisante, comme le manque de représentation des femmes et des jeunes dans la prise de décisions, et la difficulté des relations entre provinces et villages.

Qu'est-ce qu'une caldeira ?

Une caldeira est une grande dépression, en général circulaire, qui se forme lorsqu'un volcan s'effondre sur lui-même. Cela se produit au cours d'une éruption, quand la chambre magmatique s'évacue en créant un vide sous le sommet de la montagne, ce qui en fragilise la structure. Une caldeira peut se former d'un coup après une éruption massive ou progressivement, au rythme de plusieurs éruptions.

Comme les cratères, les caldeiras sont des dépressions circulaires, mais bien plus petits que les premiers, ces dernières sont dues, le plus souvent, à l'expulsion de roches sous forme explosive. Alors qu'un cratère se forme au sommet du volcan, une caldeira naît de l'effondrement du volcan (*voir photo*).

Les caldeiras sont des « supervolcans » dus à une éruption dont la magnitude atteint au moins 8 dans l'index d'explosivité volcanique. Ce sont les plus puissantes de la planète, qui expulsent au moins 1 000 km³ de magma et de matière pyroclastique. On pense qu'ils sont assez puissants pour anéantir pratiquement toute vie à des centaines de km à la ronde.

Il s'en est produit, par exemple, à Ambae, à Long Valley (*photo*) et à Yellowstone aux États-Unis (il y a environ 640 000 ans), à Toba en Indonésie (71 000 ans) et à Taupo en Nouvelle-Zélande (environ 27 000 ans). La caldeira de Taupo est occupée par un lac de cratère de 46 km de long et 33 de large, ainsi que par plusieurs villes. L'une des trois caldeiras de Yellowstone mesure 45 km de large et 75 de long !

L'éruption du mont Toba semble avoir plongé pour six ans notre planète dans un hiver volcanique, et pour 1 000 ans dans une période glaciaire encore plus froide que le dernier maximum glaciaire (datant de 21 000 à 18 000 ans). Cela aurait décimé la population humaine, dont les rares survivants auraient trouvé refuge principalement dans de petites poches tropicales d'Afrique équatoriale, théorie corroborée par des preuves génétiques.

Sources: US Geological Survey sur l'éruption du Mont Toba : Ambrose, S. (1998) *Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter and differentiation of modern humans*. Journal of Human Evolution, vol. 34.



La caldeira de Long Valley, aux États-Unis, est une dépression de 15 km sur 30. Elle s'est formée au cours d'une éruption, il y a 760 000 ans. Du fait que des milliers d'années peuvent intervenir entre deux éruptions d'une caldeira, il est difficile de déterminer si une caldeira est en sommeil ou éteinte

L'éruption

Le 26 novembre, des panaches de vapeur provenant du sommet d'Ambae, à environ 1 400 m d'altitude, alertèrent les habitants sur le début de l'éruption. Les volcanologues de Vanuatu émirent, le 29 novembre, un bulletin confirmant qu'une éruption était en cours et que, comme la matière en fusion traversait le cratère occupé par les eaux du lac Vui, il y avait risque de lahars.

Les premiers observateurs scientifiques ne purent atteindre le lieu de l'éruption, ni par voies terrestres ni par voies aériennes avant le 3 décembre, en raison du mauvais temps et des difficultés d'accès.

L'éruption avait donné naissance à une petite île dans le lac Vui, et des explosions, faibles mais spectaculaires, se poursuivaient, gagnant en puissance jusqu'à atteindre un maximum le 12 décembre. Vers le 22 décembre, elles avaient faibli et la pluie commençait à éroder l'île nouvelle. De petites éruptions se poursuivirent jusqu'à la mi-janvier et, depuis, un petit panache de vapeur persiste.

Avec le recul, il apparaît que les phases d'intensification de l'éruption présentaient



Photo K. Nemeth

Photo M. Harrison

Les projections traversant le lac de cratère Vui, au sommet d'Ambae, le 4 décembre 2005 (à gauche) donnèrent naissance à une nouvelle île dans le cratère, que l'on voit (à droite) émettre de la vapeur encore huit jours plus tard. Ce type d'éruptions, qui met en contact du magma brûlant et de l'eau est qualifié de Surtseyen, d'après le nom de l'île de Surtsey, en Islande

peu de risques de lahars. C'est une chance, car on ne disposait guère d'avis scientifiques ou de matériel de surveillance. Lorsque le mont Manaro s'est réveillé, n'ayant aucune connaissance des éruptions et des lahars mortels de 1870 et de 1914, les insulaires ne purent qu'improviser.

Les insulaires s'organisent par eux-mêmes

Dès que fut confirmée l'activité volcanique, le 28 novembre, les autorités du gouvernement local présentes dans la région et des membres du Conseil de la province se mirent à réunir, au siège du gouvernement provincial, à Saratamata, au nord-est (*voir carte de dangerosité*), un comité de coordination de Penema pour réagir à la catastrophe. Un groupe similaire se forma sitôt après à Walaha, au sud ouest, le Comité de réaction à la catastrophe de l'ouest et du sud d'Ambae.

Le Comité de Penema commença par demander l'aide d'une volcanologue, puis mit en place une structure opérationnelle, donna ses instructions aux comités de réaction dans les zones et les districts, envoya des délégations aux zones accessibles par la route et communiqua par téléphone avec Ambae Ouest.

Le moment d'évacuer

Le premier bulletin des vulcanologues du gouvernement annonça une intensification de l'activité atteignant le Niveau 2 de l'Alerte volcanique de Vanuatu, ce qui correspond, dans le plan anti-catastrophe de la province de Penema, à une « situation de préparation », à la différence du Niveau 3, qui impose l'évacuation. Sans tenir compte du niveau de l'alerte, le Comité de coordination de la lutte contre les catastrophes de Penema donna immédiatement l'ordre d'évacuer dans les jours suivants les zones de risques maximum – zones rouges (*voir carte de dangerosité*) – vers les centres d'accueil des zones vertes, dans les parties est et ouest de l'île. Parfois, des personnes habitant les zones jaunes, entre les vallées rouges, partirent spontanément, par crainte de voir leur route bloquée plus tard par des coulées volcaniques.

L'évacuation se répartit sur huit jours. Les personnes se déplaçaient soit à pied, soit avec l'aide de transporteurs locaux. Des conducteurs de taxis et de camions offraient leurs services. Deux bateaux furent envoyés par le gouvernement central. Dix « centres sécurisés » furent créés à Ambae Est pour abriter 2 370 évacués, et deux à Ambae

Ouest pour 954 autres. Les services sociaux étaient assurés par les chefs de Nakamals des villages d'accueil.

En dépit de fortes tensions, du surpeuplement, de la précarité des services sociaux et des installations sanitaires, la vie dans les camps ne fut guère troublée. Nourriture et autres biens étaient offerts par les grandes ONG de Vanuatu, les églises et les entreprises, ainsi que par les villages de la province de Penema, de Pentecôte, Santo et Vila. La Croix Rouge y dépêcha du personnel et des ressources pour aider les services sociaux et faciliter la distribution d'eau.

Dès le 24 décembre, l'activité volcanique avait baissé d'intensité, si bien que le Bureau national de gestion des catastrophes, et d'autres services du gouvernement central commencèrent à inciter les réfugiés à rentrer chez eux. Mais le comité de Penema attendit les résultats d'une nouvelle expertise des vulcanologues de Vanuatu et de Nouvelle Zélande pour déclarer, le 29 décembre, qu'il était temps de rentrer chez soi.

Le Comité de coordination anti-catastrophes de Penema annonça, à ce moment-là, un rapatriement échelonné jusqu'au 3 janvier, par des moyens de transport locaux.

Dans la zone ouest, le rapatriement se fit dès l'ordre donné par le comité de Penema, mais beaucoup de Nakamals évacués en zone orientale préférèrent rester sur place pour fêter en même temps la sortie de crise et le Nouvel an. Une fois tout le monde rapatrié, le comité de Penema entreprit, au cours du mois suivant, des opérations de récupération : nettoyage, évaluation des dommages et réflexion sur les opérations.



Des membres d'équipage d'un bateau du gouvernement de Vanuatu apportent en décembre de la nourriture et d'autres provisions aux centres d'accueil, dont beaucoup étaient presque exclusivement accessibles par petits bateaux

Photo: A. Casino

Mieux faire la prochaine fois

Les débuts de l'opération en novembre 2005 ne sont pas allés sans quelques frictions, même si la coopération s'est ensuite améliorée. Voici quelques-unes des leçons utiles pour une prochaine occasion.

Entretenir de bonnes relations avec les communautés pour garantir leur collaboration au plan

Certains groupes de Nakamals ont refusé l'évacuation, et certains comités villageois anti-catastrophes n'ont jamais été mis en place. Plusieurs groupes de Nakamals ont par ailleurs utilisé des zones sécurisées désignées par des opérations de prévention antérieures et non pas celles du plan en cours. Dans un cas, il a fallu improviser un centre sécurisé pour 400 réfugiés.

Soutenir les décisions locales sans commencer par les critiquer

Le gouvernement central a délégué à la province la responsabilité de l'évacuation. Cette décision était conforme au faible niveau de la menace, aux procédures habituelles dans l'île en cas d'éruption, et à la certitude que la gestion de la situation par la province n'exigeait que peu de soutien au plan national. Malgré cela, lorsque le comité de coordination anti-catastrophes de Penema décida d'évacuer par précaution avant que l'alerte n'atteigne le niveau 3, les autorités nationales et, dans une certaine mesure, les donateurs, critiquèrent la décision, sous le manteau ou ouvertement. Cette divergence créa des tensions entre le comité et les autorités nationales, parce que le comité national de prévention des catastrophes avait connu plusieurs éruptions plus importantes et plus catastrophiques au cours des cinq dernières années sur d'autres îles, comme Lopevi, Paama, Ambrym et Tanna. À cause de ce différend, l'aide financière du gouvernement central ne parvint au comité que vers la fin de l'opération, même si des personnes et des ressources avaient été dépêchées plus tôt.

Reconnaître les limites de l'autonomie de la communauté

Les faiblesses de cette approche locale auraient été indéniables si l'activité volcanique s'était étendue à d'autres parties de l'île, notamment aux zones vertes. Les comités de gestion auraient été menacés et une seconde évacuation vers des centres sécurisés hors de l'île aurait été nécessaire. Il n'est pas certain que les gestionnaires des urgences au niveau national auraient été prêts à cette éventualité.

Trouver le point d'équilibre entre priorités locales et nationales

Les relations entre le comité local et les autorités nationales ont été encore plus embrouillées par la création impromptue d'un comité anti-catastrophes Vila-Ambae, composé de hauts fonctionnaires d'Ambae inquiets à l'idée que le gouvernement national ne s'impliquait pas suffisamment dans les secours. Ce comité a réussi à faire pression sur le gouvernement pour obtenir des fonds, mais il a outrepassé ses prérogatives en critiquant à la fois le gouvernement et le comité local, ce qui a fâché les employés du gouvernement des autres îles.

Mettre en place une gestion efficace des médias

Montée en épingle par les médias locaux et étrangers, l'éruption a donné lieu à des reportages hostiles et erronés. Cela a avivé les conflits déjà évoqués et poussé le comité local à une réaction excessive en restreignant les contacts médiatiques à l'unique personne du secrétaire général de la province.



Photo: K. Nemeth
Un centre sécurisé, le jour de son ouverture, le 6 décembre 2005, dans la zone de Lolowai du nord-est d'Ambrym. Le moral resta tout le temps très bon, en dépit du surpeuplement et de la pénurie d'eau

L'évaluation officielle des dommages conclut que les principales pertes étaient dues à l'évacuation et à l'abandon temporaire des jardins potagers. L'interruption de la préparation des terres pour les cultures destinées à la vente avait, elle aussi, gêné les efforts des villageois pour faire face aux frais de scolarité. Si le comité avait bien réservé un budget de 14 millions de vatu (environ 140 000 dollars des États-Unis) pour l'évacuation, les dépenses effectives ne s'élevèrent qu'à environ la moitié, grâce aux dons de nourriture et autres provisions, presque toutes en nature.

Les bienfaits d'une fausse alerte

Cette étude de cas prouve qu'une communauté peut, dans certaines limites, gérer une situation d'urgence. Le village d'Ambae a réussi à évacuer un tiers de sa population pour une durée d'un mois, grâce surtout à son autonomie inhérente et à l'excellente organisation politique de cette île.

L'approche participative, encouragée pendant les ateliers, semble avoir aussi joué son rôle au moment où la communauté a dressé des plans d'urgence qui se sont parfaitement imbriqués dans les efforts déployés par l'île toute entière, même en l'absence de tout programme d'accompagnement officiel.

L'éruption avait donné lieu, en quelque sorte, à une fausse alerte, car le danger réel n'avait pas eu la gravité attendue. Elle a néanmoins galvanisé la communauté confrontée à une crise. Cet enthousiasme se canalise désormais dans de nouvelles initiatives communautaires, comme la création à Ambae d'un fonds qu'elle alimente en prévision de cataclysmes, ou l'organisation d'ateliers locaux de formation collective à la gestion des catastrophes, ou encore l'idée de prévoir des centres sécurisés hors de l'île pour des cas d'urgence plus caractérisés. On recherche actuellement un bailleur de fonds pour financer l'installation du matériel de surveillance du volcan.

Shane J. Cronin¹⁰, Karoly Nemteh¹⁰,
Douglas Charley¹¹, Hans Dencker Thulstrup¹²

Les auteurs expriment leur gratitude à la New Zealand Foundation for Research Science and Technology ainsi qu'aux chefs des communautés d'Ambae.

10. *Solution des risques de volcanisme, Institut des Ressources naturelles, Université Massey, Nouvelle Zélande*

11. *Département de géologie, des mines et des ressources en eau, Port Vila, Vanuatu*

12. *Bureau de l'UNESCO pour les États du Pacifique à Apia, Samoa*

Des mini-laboratoires séduisent le Moyen-Orient

Depuis une décennie, l'UNESCO met en place et développe avec divers partenaires, et notamment le Centre RADMASTE de l'Université de Witwatersrand en Afrique du Sud, un projet mondial qui consiste à introduire la méthodologie de la microscie, ou mini-laboratoires, dans le système éducatif des pays développés ou en développement. A ce jour, des ateliers de formation ont été organisés dans 84 pays (voir carte).



Photo: Magdi Hadid

Des enfants rentrent de l'école à Ramallah

Depuis un an, l'UNESCO oeuvre à l'introduction du projet de microscie au Moyen Orient, en collaboration avec l'Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture (ISESCO). Le projet a été introduit en Jordanie, au Liban, en Syrie, et dans les Territoires palestiniens. En qualité de coordinatrice du projet de microscie à l'UNESCO, j'ai pu me rendre au Liban et dans les Territoires palestiniens pour assister aux premiers ateliers de formation à Beyrouth et à Ramallah, en novembre 2006 et février 2007.

La méthodologie de la microscie propose des expériences pratiques en chimie, biologie et physique, aux élèves du primaire et du secondaire comme aux étudiants sous la forme de mallettes de microscie avec livrets d'accompagnement pédagogique.

Ces mallettes sont de véritables mini-laboratoires, parfaitement sécurisés dans la mesure où les étudiants n'utilisent jamais qu'une ou deux gouttes de produits chimiques pour chacune des expériences. Le matériel contenu dans les mallettes est d'un bon rapport qualité-prix¹³ : beaucoup moins cher que le matériel de laboratoire classique, il est de petite taille, réutilisable et incassable car en matière plastique. De plus, l'emploi de faibles quantités de produits chimiques est respectueux de l'environnement. Cette méthode contribue au développement de la réflexion scientifique chez les élèves et les étudiants tout en fournissant des outils didactiques, aux pays développés aussi bien qu'aux pays en développement.



Des enseignants apprennent à manier le matériel miniaturisé, lors de l'atelier à Beyrouth. Ils sont ravis de constater, au fur et à mesure des nouvelles expériences, que les résultats sont comparables à ceux obtenus dans les laboratoires classiques

Première étape : l'initiation à la méthodologie

L'initiation à la méthodologie débute par l'organisation d'un atelier de formation de deux jours, dans un pays donné, auquel participent des enseignants du secondaire et/ou du technique, des professeurs des grandes écoles et des universités du pays, ainsi que des membres du ministère de l'éducation.

En ce qui concerne les deux ateliers au Moyen-Orient, l'équipe de sciences fondamentales de l'UNESCO à Paris a procédé à l'envoi sur place des mallettes de microscie ; elle s'est occupée de la rédaction et de la fourniture des instructions pratiques et des livrets pédagogiques, ainsi que de l'envoi d'experts internationaux afin qu'ils expliquent la méthodologie aux participants et assurent la liaison avec le ministère de l'éducation. Pour leur part, les bureaux de Beyrouth et de Ramallah se sont chargés de l'organisation locale des ateliers de formation, à savoir, le choix du lieu, les invitations et la liaison avec les ministères et les autorités locales.

Les participants ont réservé un accueil enthousiaste aux deux ateliers. Dans les deux cas, le niveau des enseignants s'est avéré être très élevé.

Ambiance trompeuse à mon arrivée au Liban



©M. Liouliou/UNESCO

À mon arrivée à Beyrouth en novembre 2006, quelques mois à peine après la signature de la résolution 1701¹⁴ des Nations Unies et la fin des hostilités avec Israël, la vie semblait avoir repris son cours normal. Rien ne trahissait la situation difficile dans laquelle s'étaient trouvés les Libanais durant l'été 2006. Beyrouth revivait. La jeunesse y était omniprésente. Cependant, une forte présence de

l'armée libanaise dans les rues et les mesures de sécurité trahissaient une réelle inquiétude. Des contrôles sévères étaient effectués à l'entrée du bâtiment de l'UNESCO sur les personnes et les véhicules (procédure normale, pourrait-on dire pour les bâtiments administratifs nationaux et internationaux), mais aussi dans les rues, aux entrées des hôtels, sur les taxis et tout autre véhicule.



M. Liouliou/UNESCO

L'atelier a lieu dans un hôtel à Ramallah

Ceci dit, la réalisation de l'atelier de formation sur le projet de microscience ne fut troublée en rien. Les participants, essentiellement enseignants des différentes disciplines scientifiques des collèges et lycées, publics et privés, de Beyrouth, découvraient en séance plénière la théorie de la nouvelle méthodologie, puis sa pratique, en expérimentant à l'échelle réduite et en utilisant pour la première fois les malles de microscience.

Du scepticisme à l'enthousiasme

Un peu sceptiques au départ devant un matériel bien plus petit que celui des laboratoires classiques, et contraints d'utiliser très peu de produits chimiques, ils furent ravis de constater, au fur et à mesure des nouvelles expériences, que les résultats étaient comparables à ceux obtenus dans les laboratoires classiques.

Bien que plusieurs écoles de Beyrouth soient équipées de laboratoires classiques où les élèves peuvent effectuer des expériences dans le cadre de leurs cours et dans les limites du programme éducatif de l'année, les participants ont estimé que cette méthode d'expérimentation à micro-échelle

pourrait être facilement reprise et adaptée dans toutes leurs écoles.

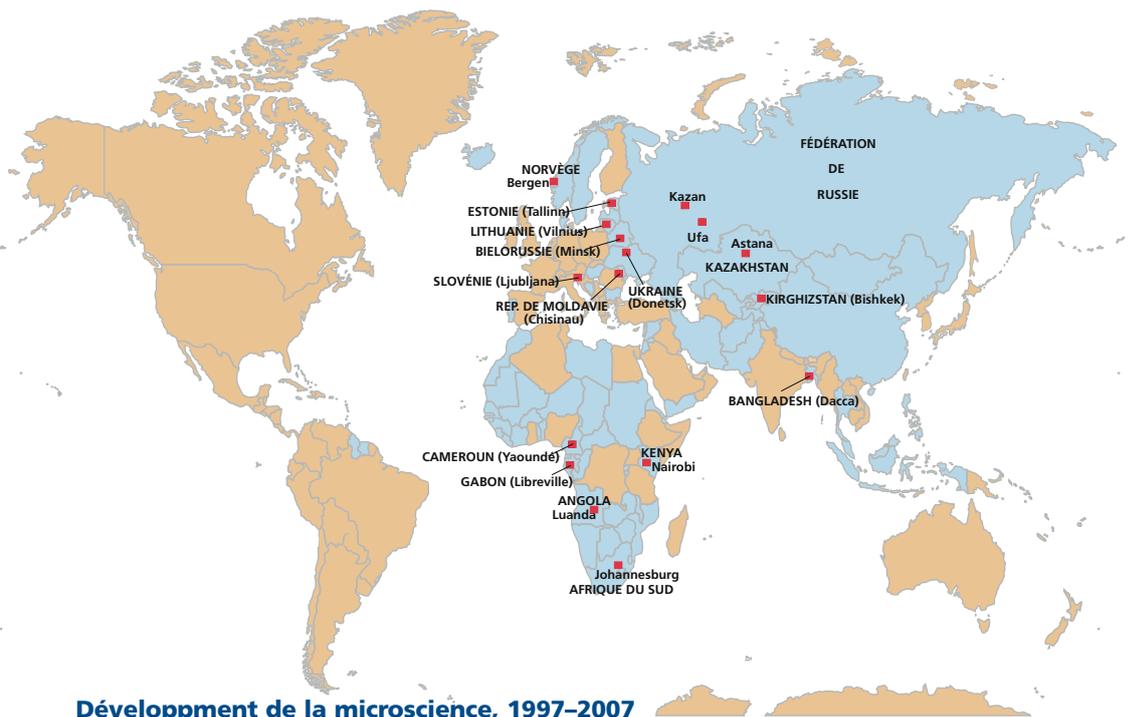
La méthodologie s'est avérée susceptible d'être adaptée aux systèmes éducatifs de tous les pays. Il suffirait que le pays intéressé inscrive au programme certaines des expériences incluses dans les malles de microscience et/ou qu'il s'en inspire afin d'en créer de nouvelles, en utilisant évidemment

les malles. Ainsi, le bon rapport qualité-prix des malles, la possibilité d'adaptation de la méthodologie au système éducatif libanais, la parfaite sécurité qu'offre cette méthode, la protection de l'environnement, ont convaincu les participants du réel intérêt du projet.

De plus, vu le coût peu élevé des malles, chaque élève pourrait devenir expérimentateur au lieu de spectateur passif : observer les réactions, analyser les résultats et en tirer des conclusions, cela constitue le triptyque fondamental des sciences. Ceci est apparu comme un élément incontestablement positif. A la fin de l'atelier de formation, les participants, munis de leurs malles, ont pris la décision d'en parler à leurs Directeurs d'école afin que cette méthode soit adoptée dans leur établissement.

L'atelier dans les Territoires peut enfin avoir lieu

Quelques mois plus tard, en février 2007, l'organisation d'un atelier de formation sur les expériences de microscience a eu lieu à Ramallah, dans les Territoires palestiniens. Cet atelier, déjà prévu depuis début 2006, avait été repoussé une première fois en raison de la situation difficile dans laquelle se trouvaient la population palestinienne et les services administratifs à l'époque. L'atelier a donc été reprogrammé en 2007, lorsque les conditions locales se sont améliorées. C'est le bureau de l'UNESCO à Ramallah qui avait évalué la situation sur place et les problèmes de transport entre les différentes villes palestiniennes de Cisjordanie avant de donner son feu vert.



Développement de la microscience, 1997-2007

LÉGENDE

- Centre d'expériences en microscience associé à l'UNESCO
- Pays et Territoires où l'UNESCO a organisé des ateliers

Self-service en microscience

Dans le cadre du Projet mondial sur les expériences en microscience, l'UNESCO met gratuitement en ligne des modules pédagogiques à la disposition des enseignants et des apprenants. Ce matériel est conçu de façon à pouvoir être adapté aux normes des différents programmes éducatifs nationaux.

Pour l'heure, il n'existe qu'en anglais, mais des versions en d'autres langues, comme l'arabe, l'espagnol et le russe sont en préparation et seront proposées prochainement sur le site web de l'UNESCO.

Les modules actuellement disponibles en ligne sont :

Au niveau élémentaire

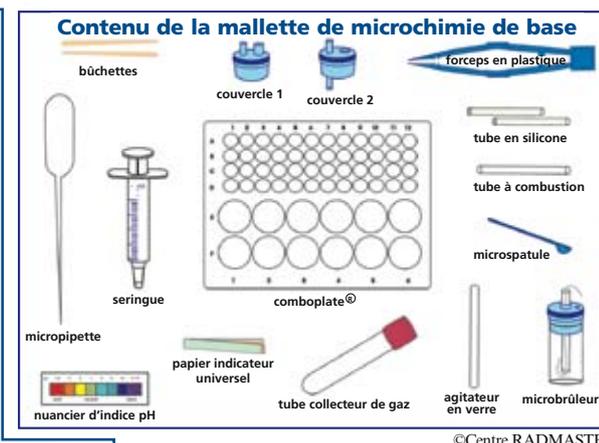
Toute une série d'expériences portant, notamment, sur : l'air, le sol, l'eau, les acides, les plantes, le vivant, l'électricité, le magnétisme, la chaleur.

Au niveau secondaire-supérieur

Chimie ; microélectricité ; biologie ; expériences de chimie microélectrique (manuels distincts pour apprenants et enseignants) ; expériences de microscience sur l'environnement, la qualité de l'eau et le traitement de l'eau (manuels distincts pour apprenants et enseignants).

Les mallettes de microscience nécessaires pour les expériences proposées dans les modules pédagogiques énumérés ci-dessus ont été conçues et composées par le Centre RADMASTE de l'Université de Witwatersrand de Johannesburg. Le financement en est assuré par la Division des sciences fondamentales de l'UNESCO et certains partenaires, parmi lesquels l'Union internationale de chimie pure et appliquée, l'Organisation internationale des sciences chimiques en développement et la Fondation internationale pour l'éducation scientifique. Fabriquées par *Somerset Educational Ltd* en Afrique du Sud, les mallettes sont achetées par l'UNESCO pour être utilisées dans les ateliers de formation.

Pour télécharger un module : www.unesco.org/sciencelbes ; Centre RADMASTE : beverly.bell@wits.ac.za ; www.radmaste.org.za ; Coordination UNESCO (à Paris) : j.hasler@unesco.org ; m.liouliou@unesco.org



Durant l'atelier de formation, un couvre-feu avait été décrété dans la région de Naplouse en raison des raids israéliens à la recherche de militants palestiniens. Le deuxième jour, l'atelier avait dû commencer plus tôt afin de donner aux participants le temps de rentrer chez eux avant le début du couvre-feu.

Les enseignants réservent un accueil chaleureux à la microscience

Des participants, dont des professeurs d'université des différentes villes de Cisjordanie, ont été invités à l'atelier de formation de deux jours. Ils ont été ravis de découvrir la nouvelle méthodologie et de faire des expériences, en présence des experts internationaux.

Tout au long de la formation, les enseignants ont pris conscience du fait que cette méthode, et plus précisément l'usage des mallettes de microscience, pouvaient être d'une grande utilité dans les établissements scolaires palestiniens, qui se trouvent pour la plupart totalement dépourvus de laboratoires. Les enseignants ont avoué qu'ils manquaient cruellement de méthodologie et du matériel de base. Notre méthodologie a donc été jugée simple à utiliser, d'un bon niveau de sécurité et d'un bon rapport qualité-prix. Le représentant du ministère de l'éducation a pu également constater la grande satisfaction des enseignants.

Un atelier sous couvre-feu

L'organisation de l'atelier s'est déroulée dans de très bonnes conditions dans un hôtel de Ramallah. Les experts ont dû se déplacer tous les jours de Jérusalem à Ramallah, avec le personnel de l'UNESCO du bureau de Ramallah, soit un trajet de 45 minutes pour une distance de 15 km tous les jours. Nous avons pu ainsi mesurer les difficultés de circulation dues aux nombreux points de contrôles lors du passage du mur de séparation. La vérification des pièces d'identité a été chose courante plusieurs fois dans la journée.



Un policier dirige la circulation dans le centre ville

Nous nous sommes ensuite rendus aux Universités de Birzeit et d'Al Qods pour y rencontrer les doyens et les professeurs. Ils nous ont fait part des difficultés quotidiennes auxquelles ils sont confrontés pour se déplacer à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur du territoire palestinien et pour participer à des colloques et séminaires à l'étranger. Selon les dires des professeurs palestiniens, lorsque l'un d'eux désire se rendre à l'étranger afin de participer à une rencontre internationale, il doit obtenir une autorisation israélienne, chose qui est loin d'être assurée.

En conclusion, le projet pourrait avoir trouvé dans les universités palestiniennes un terrain parfaitement adapté pour un plus grand développement. L'UNESCO a proposé la création dans les Territoires palestiniens d'un Centre d'expériences en microscience qui servirait de projet pilote pour garantir le développement de cette méthodologie dans l'ensemble de la Cisjordanie.

Maria Liouliou

Un article axé sur le rôle du Centre RADMASTE dans le Projet mondial sur les expériences en microscience paraîtra dans Planète Science en 2008.

Lire le profil d'un centre d'expériences en microscience existant déjà au Cameroun (Planète Science de janvier 2003) : www.unesco.org/sciencel/fr/world-of-science

13. Une mallette de microscience coûte en moyenne 15 à 20 dollars des États Unis

14. La résolution 1701, adoptée par le Conseil de sécurité des Nations Unies le 11 août 2006 à l'unanimité de ses 15 membres, a jeté les bases d'un Règlement durable du conflit qui durait depuis un mois déjà. Elle appelait la milice chiite libanaise Hezbollah à cesser immédiatement toutes ses attaques et Israël à cesser immédiatement toutes ses opérations militaires offensives au Liban

Agenda

2-4 octobre

Biodiversité des océans

Conf. du prog. IODE de l'UNESCO-COI, CIEM et OBIS. Dartmouth, Nova Scotia (Canada) : www.iode.org/calendar

3-5 octobre

Applications des technologies spatiales

Atelier pour enseignants latino-américains. Com. spatiale argentine (CONAE) avec l'UNESCO. Córdoba (Argentine) : www.conae.gov.ar ; y.berenger@unesco.org

4-5 octobre

Effet de serre sur les réservoirs d'eau douce

Atelier Itaipu binational tech. Park, Foz de Iguazu (Brésil) : phi@unesco.org

4-10 octobre

Semaine mondiale de l'espace

Le 4 octobre les élèves du monde entier lancent des fusées pour marquer les 50 ans de l'ère spatiale : www.spaceweek.org ; y.berenger@unesco.org

8-10 octobre

Pour l'élaboration d'un atlas marin des Caraïbes

Réunion avec les parties prenantes. La Barbade : www.iode.org/calendar

10-16 octobre

Gestion de la sédimentation des réservoirs

Atelier de formation avancée. Coparrainage UNESCO. Beijing (Chine) : r.jamasamy@unesco.org

16-18 octobre

Carte des zones arides, semi-arides et subhumides des Caraïbes.

— Atelier de validation et lancement du Bilan hydrique du projet caribéen. Nassau (Bahamas) : phi@unesco.org

16 octobre – 3 novembre

Exposition Planète Terre

Pendant la Conf. générale de l'UNESCO. Comprend un Panel d'orateurs des milieux vulnérables au changement climatique, le 17. UNESCO Paris : a.candau@unesco.org ; www.unesco.org/ ; sur le Panel : d.nakashima@unesco.org

17-19 octobre

De la découverte à la commercialisation

Atelier interna. de R&D biomédicale pendant le Forum universel des cultures. InnBioGeM, Univ.de Nuevo León (Mexique) et UNESCO Montevideo. Monterrey (Mex.) : recardiel@hotmail.com ; maargasa@yahoo.com.mx

22-26 octobre

Réseau asiatique d'enseignement de la physique

Assemblée générale d'ASPEN et atelier sur l'apprentissage

actif dans les 1^{ers} cours de physique. Manille (Philippines).

Inscriptions : iculaba@ateneo.edu

26-27 octobre

S&T pour le développement

Table ronde ministérielle pendant la Conférence générale.

UNESCO Paris : c.formosa-gauci@unesco.org ; www.unesco.org/

29-31 octobre

Pollution de l'eau et protection de l'environnement en agriculture

3^{ème} stage UNESCO, dirigé par la chaire UNESCO de gestion durable de l'eau. Nanchang (Chine) : j.ramasamy@unesco.org

4-9 novembre

Leçons reçues du Sud

Réunion du programme de l'UNESCO sur les solutions locales aux problèmes mondiaux (HELP). Pretoria (Afrique du Sud) : s.demuth@unesco.org

6-8 novembre

Géoparc

3^{ème} atelier interna. GEO/IGOS/GARS. Frascati (Italie) : r.missotten@unesco.org ; m.patzak@unesco.org

6-9 novembre

Comités arabes du PHI

12^{ème} réunion régionale. Unesco Le Caire et ALECSO. Dubaï (EAU) : r.weshah@unesco.org ; ouhyd@mail.unesco.org

8-10 novembre

Forum mondial de la science

Investir dans le savoir – investir dans l'avenir. Académie des sciences de Hongrie avec l'UNESCO et la Com. européenne Budapest : m.el-tayeb@unesco.org ; www.sciforum.hu

10 novembre

Journée mondiale de la science pour la paix et le développement

www.unesco.org/science/psd ; d.malpede@unesco.org

12-15 novembre

Assurer l'avenir des terres arides

Atelier de mise en œuvre de l'agenda du MAB. Selon résultats de la conf. scientifique interne UNESCO sur L'avenir des terres arides (2006). Jodhpur (Inde) : www.unesco.org/mab/ecosyst/drylands/FirstAnnouncement.pdf ; t.shaaif@unesco.org ; à New Delhi : r.boojh@unesco.org

13-15 novembre

Géoparc et dialogues d'affaires

Conf. Asie-Pacifique sur la mise en réseau des géoparc nationaux. LADA, Universiti Kegangaan Malaysia. Sous les auspices de l'UNESCO. Géoparc de l'île de Langkawi : m.patzak@unesco.org ; www.langkaweipark.com.my

17-19 novembre

Sensibilisation à la science

Forum régional Asie-Pacifique pour renforcer le rôle des centres

et des musées scientifiques dans la sensibilisation à la science.

UNESCO et Fondation coréenne pour la science. Séoul : y.nur@unesco.org

19-21 novembre

Aquifères côtiers

Atelier du projet UNESCO d'évaluation des ressources en eau sous la pression humaine et le changement climatique (GRAPHIC). Belice City (Belize) : phi@unesco.org

19-22 novembre

Hyper@SAD

Atelier de formation et de recherche sur la spectroscopie de l'imagerie. UNESCO, VITO, CSIR/SA, SunSpace et Univ. de Stellenbosch, Afrique du Sud (hôte). Suivi d'un atelier de stratégie, le 23 novembre : www.hyper@teach.co.za

21-23 novembre

Système d'alerte aux tsunamis et de mitigation

dans l'Atlantique du Nord-Est, Méditerranée et mers adjacentes. 4^{ème} session du GIC. Lisbonne (Portugal) : www.ioc-tsunami.org

25-29 novembre

Construire plus solidement

Séminaire de formation et démonstration sur la gestion de l'eau, de l'énergie et des déchets dans la construction dans les États arabes. UNESCO Doha et Friends of the Environment Centre. Doha (Qatar) : b.boer@unesco.org

26-29 novembre

Sismicité et génie sismique

Atelier pour la région étendue de la Méditerranée. UNESCO co-organisatrice. Madrid (Espagne) : b.sartre@unesco.org

27-30 novembre

Observation de la Terre pour le développement durable de l'Afrique

Exposition sur la contribution panafricaine au GEO/GEOSS. Coordonnée par GOOS-Africa/UNESCO. Le Cap (Afrique du Sud) : j.ahanhanzo@unesco.org

27-30 novembre

Forum de politique scientifique

Pour l'Asie du Sud et du Sud-Est. UNESCO et ISESCO. New Delhi (Inde). Préinscriptions : www.unesco.org/psd ; mohsinuk@yahoo.com

30 novembre

Programme d'écohydrologie au Brésil

Lancement à San Pablo (Brésil) puis réunion entre la Comm. Scientifique consultative et les équipes spéciales. Maringa (Brésil) : phi@unesco.org

13-14 décembre

Du labo à l'utilisateur

Atelier interna. sur les pratiques éclairées favorables à l'innovation. UNESCO Montevideo et Univ. de Porto Rico. San Juan : science@unesco.org

Vient de paraître

Planète Science

Rétrospective sur le changement climatique

Hors série pour commémorer le 5^{ème} anniversaire de Planète Science. Réunit une série d'articles publiés dans la revue depuis 2002 sur le travail de l'UNESCO en relation avec le changement climatique. Série limitée en anglais et en français, 60 p.

Traite, entre autres, de la fonte des glaciers, la perte de biodiversité, l'acidification de l'océan, l'économie et la séquestration du carbone, la gestion de la sécheresse et la lutte contre la désertification, l'utilisation des énergies renouvelables, les répercussions des changements climatiques sur le patrimoine mondial et les réserves de biosphère ou encore la surveillance du climat par les systèmes mondiaux d'observation. Pour le télécharger : www.unesco.org/science; les bibliothèques et autres institutions peuvent en demander un exemplaire à : s.schneegans@unesco.org

Venice Newsletter

Bulletin trimestriel de 4 pages en ligne, du Bureau régional de science et de culture de l'UNESCO en Europe, situé à Venise (Italie). En anglais. Pour le télécharger : www.unesco.org/venice ; ou écrire à r.santesso@unesco.org

La tectonique des plaques depuis l'espace

N. Chamot-Rooke et A. Rabaut. Publiée par la Commission pour la carte géologique du monde (CCGM) avec qui l'UNESCO organise des ateliers pour analyser et harmoniser les données géologiques nationales et les intégrer dans des cartes régionales ou continentales cohérentes. En coopération avec la CCGM, l'UNESCO facilite également la publication de certaines cartes, dont celle-ci et celle qui la suit. Notice explicative, projection de Mercator, échelle équatoriale à 1:150 000 000, 67 x 99 cm, 10 euros.

Cette carte montre le cadre actuel de la tectonique des plaques à la lumière des nouvelles mesures satellitaires basées sur la géodésie spatiale, appelée modélisation géodésique, superposée à un fond physiographique lui aussi dérivé des techniques spatiales. En plus de pouvoir donner les mouvements crustaux horizontaux aux endroits où les modèles géologiques conventionnels

sont inopérants, les modèles géodésiques permettent de réévaluer les mouvements des plaques principales (mouvements en régime stationnaire) et aussi d'examiner l'évolution de ces mouvements au cours du temps – en particulier à proximité des frontières de plaques (déformations transitoires, comme celles liées au cycle sismique). Pour en commander un exemplaire : cggm@club-internet.fr

Carte des contraintes tectoniques du monde

O. Heibach, K. Fuchs, B. Müller, J. Reinecker, B. Sperner, M. Tingay et F. Wenzel.

Publiée par la CCGM et l'Académie des sciences et des humanités d'Heidelberg, projection de Mercator, échelle à 1:146 000 000, 54 x 120 cm + CD-ROM, 15 euros.

Une compilation à l'échelle du globe des informations sur les champs des contraintes tectoniques actuelles qui s'exercent dans la croûte terrestre. C'est un projet qui regroupe des universités, l'industrie et des organisations gouvernementales dont l'objectif est de comprendre les sources des contraintes qui règnent à l'intérieur de la croûte terrestre. La carte est accompagnée d'un CD-ROM contenant 13 853 ensembles de données issus d'un ample spectre d'indicateurs des contraintes, s'étageant depuis la surface jusqu'en profondeur, qui comprennent notamment mécanismes au foyer, déformations de sondage, fractures induites par la foration, fracturations hydrauliques, mesures de relâchement de contraintes et indicateurs de néotectonique (Quaternaire). Pour en commander un exemplaire : cggm@club-internet.fr

Pour les jeunes

Stop disasters game [J'agis contre les catastrophes]

Secrétariat de la Stratégie internationale des Nations unies pour la prévention des catastrophes, avec participation de l'UNESCO. Élément d'une campagne de 2 ans prenant fin en décembre intitulée La prévention des catastrophes commence à l'école (voir Planète Science, octobre 2006). En anglais et espagnol, autres langues prévues.

Ce jeu en ligne apprend aux enfants comment construire des villages et des villes plus résistantes lorsque survient le danger (ouragan, tremblement de terre, incendie, tsunami ou inondation). Ils doivent choisir ce qu'ils achètent, rénovent, détruisent pour sécuriser un site, dès que commence le compte à rebours d'une catastrophe simulée. Pour y jouer : www.stopdisastersgame.org

Pour commander une publication à la vente : www.unesco.org/publishing

Portail des sciences exactes et naturelles à l'UNESCO : www.unesco.org/science