



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



La chimie passe
du noir au vert, p. 2

Planète SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur les
sciences exactes et naturelles

Vol. 9, No. 3
Juillet-septembre 2011

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR ...

- 2 La chimie passe du noir au vert

ACTUALITÉS

- 10 Un réseau arabe pour les technologies convergentes
- 10 Un forum scientifique parlementaire panafricain
- 11 Prospection pétrolière suspendue au parc national des Virunga
- 12 La carte tectonique de l'Afrique
- 13 Centre de dynamique et de climat océaniques en Chine

ENTRETIEN

- 14 Michael Dittmar sur l'avenir de l'énergie nucléaire

HORIZONS

- 17 Small is beautiful
- 20 Sauvés par leurs ancêtres

EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

Des sociétés vertes, maintenant

Le 6 juin, le cabinet de la Chancelière allemande Angela Merkel a décidé une sortie progressive du nucléaire d'ici 2022 faisant écho au large consensus populaire. Les réacteurs du pays répondent actuellement à environ 22 % des besoins nationaux en électricité. L'Allemagne entend compenser la perte en réduisant de quelque 10 % sa consommation d'énergie et en faisant passer la part d'électricité provenant de sources renouvelables, de 17 % actuellement, à 35 %.

Sans doute la décision a-t-elle été précipitée par la catastrophe nucléaire de mars à Fukushima mais, pour Michael Dittmar, de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), la préoccupation sécuritaire ne devrait pas être la seule incitation à sortir progressivement du nucléaire. Comme il l'explique dans ce numéro, l'énergie nucléaire n'est pas une source renouvelable d'énergie, et ne peut donc offrir qu'une solution temporaire.

La décision de l'Allemagne a coïncidé avec la publication d'un rapport alarmant de l'Agence internationale de l'énergie, organe de l'Organisation de coopération et de développement économiques. Il annonçait que les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) avaient augmenté de 5 % pour passer à 30,6 gigatonnes (Gt) entre 2008 et 2010, en dépit de la récession économique mondiale. Si le monde veut maintenir à 2° C le réchauffement de l'atmosphère au cours du siècle, les émissions de CO₂ du secteur énergétique ne devront pas dépasser les 32 Gt en 2020.

Cela exigera de « repenser le développement dans toutes ses dimensions » a déclaré, le 24 mai, Irina Bokova, Directrice générale de l'UNESCO, dans son discours d'ouverture du Forum du futur sur les défis d'une économie verte et des sociétés vertes, au siège de l'UNESCO, à Paris. « L'économie doit se transformer, se faire plus sobre, notamment en carbone, elle doit se faire plus propre et plus inclusive » a-t-elle vivement souhaité. « L'avenir a besoin d'une économie verte. Mais l'avenir a surtout besoin d'une société verte » a-t-elle ajouté. « Des modes plus durables de production ne nous serviront à rien s'ils n'entrent pas en phase avec des modes plus durables de consommation ».

L'article qui débute à la page suivante illustre bien comment la chimie verte peut aider à définir ce nouveau modèle de développement. La dynamique est déjà enclenchée, qui pousse à l'adoption de produits et de processus plus respectueux de l'environnement. Toutefois, les scientifiques auront beau concevoir des sacs biodégradables en remplacement des sacs en matière plastique, leurs efforts seront vains si les gouvernements n'accordent pas aux industriels des mesures incitatives pour les commercialiser et si les consommateurs ne les approuvent pas avec leurs porte-monnaie.

Pour que change notre modèle de développement, chacun des maillons de la chaîne devra être consolidé, du Nord au Sud, du laboratoire au consommateur et de la terre à la mer. Irina Bokova a fait remarquer que nous devons apprendre à mieux marier le bleu avec le vert. Il est vrai que les problèmes environnementaux englobent sans difficulté la terre et la mer : les océans s'acidifient à cause des émissions de carbone sur la terre, la surpêche se généralise et les sacs en matière plastique abandonnés ainsi que les pesticides agricoles aboutissent dans la mer. Nous vivons dans un monde interconnecté.

Il est indéniable que nous devons verdifier nos économies nationales. Et pourtant, tout cela semble si difficile à réaliser ! Dans les pourparlers sur le climat, par exemple, les considérations nationales prennent encore le pas sur l'impératif de fixer des normes contraignantes pour les émissions de carbone. Pendant que les pourparlers s'éternisent, celles-ci s'envolent hors de contrôle, emportant avec elles nos possibilités de maîtriser l'avenir de la planète.

Gretchen Kalonji
Sous Directrice générale pour les sciences exactes et naturelles



Photo : Flickr

La chimie passe du noir au vert

L'industrie chimique est l'une des plus importantes du monde, avec un chiffre d'affaires annuel atteignant les 3,6 trillions de dollars américains. Pendant des décennies, elle ne s'est souciée ni de viabilité ni de protection de l'environnement. Après les grandes catastrophes de Bhopal et de Seveso, pourtant, son attitude a commencé à évoluer. Confrontés à un renforcement de la réglementation et à des clients plus regardants, les géants de l'industrie chimique se sont mis à modifier leur comportement. Désormais, la chimie verte a le vent en poupe, et pas seulement dans les pays riches. De leur côté, les pays en développement semblent bien décidés à ne pas répéter les erreurs de l'Occident.

Nettoyage, en tenue de protection, d'une rue de Kolontár après l'inondation de la ville par un déversement de déchets d'une usine d'aluminium. La boue rouge est un mélange d'eau et de matières chargées de métaux lourds.

Le 4 octobre 2010, une catastrophe frappe la Hongrie. Dans l'usine d'aluminium exploitée par l'entreprise MAL, près de la ville de Kolontár, à 160 km de Budapest, les murs d'un réservoir cèdent. Un torrent de boue rouge toxique, de deux mètres de hauteur, se déverse en submergeant des maisons et leurs habitants. Neuf personnes meurent et 150 sont blessées. Plusieurs centaines de milliers de tonnes de boue toxique contaminent 40 km² de terre. Cette boue est un déchet issu du processus de production de l'aluminium. Elle est dangereuse parce qu'elle contient de l'hydroxyde de sodium hautement caustique et des métaux lourds toxiques, comme le mercure, l'arsenic et le chrome.

Au cours des dernières décennies, des accidents chimiques ont à maintes reprises été la cause de scènes d'horreur et de désarroi – et les images apocalyptiques qui en ont été tirées ont eu un effet négatif durable sur l'industrie chimique. En 1976, un gaz de dioxine s'échappe d'une usine appartenant à l'entreprise Icmesa, filiale de la société Hoffmann-La Roche, à Seveso, ville du nord de l'Italie, près de Milan. Le nuage de gaz, plusieurs milliers de fois plus toxique que du cyanure de potassium, sème la mort et la destruction sur son passage : les plantes dépérissent, les arbres perdent leurs feuilles, des milliers d'animaux meurent. Les images d'enfants défigurés et de travailleurs portant des masques à gaz et des habits blancs de protection font le tour du monde.

Bhopal : l'accident chimique le plus grave qui se soit jamais produit

Huit ans plus tard, un accident encore plus horrible se produit en Inde. Quarante tonnes d'un gaz d'isocyanate de méthyle, hautement toxique, s'échappent d'une usine appartenant au géant de l'industrie chimique américaine Union Carbide (maintenant filiale de Dow Chemical) dans la ville de Bhopal, au centre de l'Inde. Plusieurs milliers de personnes sont tuées ; jusqu'à un demi million souffrent encore aujourd'hui des séquelles de la catastrophe. Bhopal est considéré à ce jour comme l'accident chimique le plus grave qui se soit jamais produit.

Deux ans plus tard, l'Europe est de nouveau la victime d'un accident, lorsque près de Bâle un entrepôt appartenant au géant de l'industrie chimique Sandoz (maintenant Novartis) part en fumée. Des pesticides toxiques se déversent dans le Rhin, dont l'eau devient rouge sur des centaines de kilomètres ; et des masses de poissons morts dérivent le long du fleuve.

Une réputation sulfureuse

Kolontár, Bhopal, Seveso, Sandoz. Les raisons de ces catastrophes sont presque toujours les mêmes : imprudence, négligence, erreur humaine. Et presque toujours les entreprises essayent de dissimuler et de minimiser les causes et



Un habitant de Kolontar au téléphone, en octobre 2010, dans son jardin envahi par la boue toxique.

Photo : Flickr

conséquences des accidents. Les résultats, eux aussi, se ressemblent : campagne dévastée, végétation détruite, animaux morts, et au milieu de tout cela des travailleurs ressemblant à des extraterrestres dans leur tenue de protection.

La population s'inquiète de plus en plus au sujet de cette mort invisible qui menace non seulement par des radiations mais aussi par des produits chimiques. C'est ce qui a provoqué la naissance du mouvement écologique dans les années 1970 et 1980. De plus en plus souvent, les pratiques des industries chimiques, comme le déversement des déchets toxiques dans la nature ou leur envoi dans des pays pauvres, sont rendues publiques. Aux yeux d'une population de plus en plus sensibilisée à l'écologie, l'industrie chimique est devenue le pollueur numéro un. Le mot « chimique » est devenu synonyme de toxique. Aujourd'hui, les marchandises utilisent le label « sans produit chimique » comme un argument de vente. Des marques de savon se vantent d'être « sans parabène » (voir photo).

En quelques décennies à peine, un changement spectaculaire d'image s'est produit. Dans les années 1950, le nylon, le plastique et la lessive de la marque « Persil » étaient perçus comme des signes du progrès ; dans les années 1970 et 1980, l'image de l'industrie chimique était aussi noire que ses origines.



©UNESCO/Susan Schmeiguns

Produits de beauté dans la salle de bains d'une adolescente française. Par un vote surprise, l'Assemblée nationale française a adopté, en mai 2011, un projet de loi interdisant la fabrication, l'importation et la vente de produits contenant des phtalates, des parabènes et des alkylphénols. Ces substances sont considérées comme cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction humaine car elles sont censées perturber le système endocrinien. Les phtalates sont souvent utilisés pour assouplir les matières plastiques et ont déjà fait l'objet d'une interdiction dans la fabrication des jouets en France. Les parabènes sont des conservateurs présents dans certains produits de beauté, médicaments, aliments et tabac. Les alkylphénols sont les agents actifs des désinfectants et détergents domestiques et médicaux. Pour être définitivement adopté, le projet de loi devra être également voté par le Sénat.

Les 12 principes de la chimie verte

1. Prévention

Mieux vaut éviter de produire des déchets que d'avoir ensuite à les traiter ou s'en débarrasser.

2. Économie d'atomes*

Mise en œuvre de méthodes de synthèse qui incorporent dans le produit final tous les matériaux entrant dans le processus.

3. Conception de méthodes de synthèse moins dangereuses

Dans la mesure du possible, les méthodes de synthèse doivent utiliser et produire des substances peu ou pas toxiques pour l'homme et l'environnement.

4. Conception de produits chimiques moins toxiques

Mise au point de produits chimiques atteignant les propriétés recherchées tout en étant le moins toxiques possible.

5. Solvants et auxiliaires moins polluants

Renoncer à utiliser des auxiliaires de synthèse (solvants, agents de séparation etc.) ou les choisir inoffensifs lorsqu'ils sont nécessaires.

6. Recherche du rendement énergétique

La dépense énergétique nécessaire aux réactions chimiques doit être examinée sous l'angle de son incidence sur l'environnement et l'économie, et être réduite au minimum. Dans la mesure du possible, les opérations de synthèse doivent s'effectuer dans les conditions de température et de pression ambiantes.

7. Utilisation de ressources renouvelables

Utiliser une ressource naturelle ou une matière première renouvelable plutôt que des produits fossiles, dans la mesure où la technique et l'économie le permettent.

8. Réduction du nombre de dérivés

Éviter, si possible, la multiplication inutile des dérivés en minimisant l'utilisation de radicaux bloquants (protecteurs/déprotecteurs ou de modification temporaire des processus physiques ou chimiques) car ils demandent un surplus d'agents réactifs et peuvent produire des déchets.

9. Catalyse

L'utilisation d'agents catalytiques (aussi sélectifs que possible) est préférable à celle de procédés stœchiométriques.**

10. Conception de produits en vue de leur dégradation

Les produits chimiques doivent être conçus de telle sorte qu'en fin d'utilisation ils se décomposent en déchets inoffensifs biodégradables.

11. Observation en temps réel en vue de prévenir la pollution

Les méthodes d'observation doivent être perfectionnées afin de permettre la surveillance et le contrôle en temps réel des opérations en cours et leur suivi avant toute formation de substances dangereuses.

12. Une chimie fondamentalement plus fiable

Les substances et leur état physique entrant dans un processus chimique doivent être choisis de façon à prévenir les accidents tels qu'émanations dangereuses, explosions et incendies.

* La préparation d'un composé (une synthèse) produit des déchets. L'économie d'atomes consiste à éviter ces déchets en veillant à ce que le plus grand nombre d'atomes des réactifs se retrouvent dans le produit final plutôt que dans des sous-produits.

** Une réaction stœchiométrique va jusqu'à son terme, sans s'arrêter en cours de route lorsqu'elle atteint un point d'équilibre.



Photos: Flickr

La firme Dow Coating Materials a mis au point, pour toute une gamme de ses peintures, un épaississant sans solvant ainsi que des revêtements qui transforment le formaldéhyde, gaz toxique incolore, en vapeur d'eau inoffensive. La firme met également au point actuellement des revêtements capables de «débarrasser» l'air de certaines autres toxines, odeurs ou agents pathogènes. Ainsi donc, les peintures de nos maisons pourraient-elles un jour nous protéger de virus tels que le SRAS ou le H1N1.

Transformer un déchet en solvant miracle ?

Les solvants utilisés pour réaliser des réactions chimiques sont souvent toxiques, ce qui constitue une menace pour l'environnement. Pour résoudre le problème, les chimistes ont imaginé de valoriser ce qui peut être considéré à juste titre comme le déchet le plus abondant du monde : le CO₂. Mais il faut commencer par le transformer en un fluide supercritique. Le CO₂ supercritique est dans une phase qui se situe entre l'état liquide et l'état gazeux, ce qui s'obtient par élévation de la pression et de la température au-delà de ses points critiques. Dans le cas du CO₂, il s'agit d'une température de 31° C et d'une pression de 73 atmosphères. Au-dessus de ces valeurs, le CO₂ se détend pour remplir son réceptacle à la manière d'un gaz, mais avec une densité comparable à celle d'un liquide. À ce stade, le CO₂ peut être reconverti en gaz par un simple abaissement de la pression ou bien en un liquide ordinaire par un simple abaissement de la température.

Un fluide supercritique est moins dense, moins visqueux et, ce qui compte le plus en chimie, c'est un meilleur solvant qu'un liquide ordinaire. Le CO₂ supercritique présente de nombreux avantages sur les autres solvants : il n'est ni toxique, ni inflammable, ni coûteux. On peut le séparer du produit par une simple dépressurisation et doser avec précision son pouvoir dissolvant en réglant la pression et la température.

Le CO₂ supercritique s'utilise déjà dans l'industrie du nettoyage à sec, où il remplace les solvants organiques, ainsi que dans la fabrication des semi-conducteurs et dans certains processus chimiques.

Hristio Boytchev

fabrique plus de 70 000 produits différents. Globalement, sa production mondiale annuelle vaut un époustouflant 3,6 milliers de milliards de dollars américains. Elle a considérablement amélioré nos conditions de vie. Sans elle, la civilisation moderne serait impensable.

Mais après un siècle de réussites, l'industrie chimique, gonflée par une production de masse mécanisée, a causé un nombre croissant de problèmes écologiques. Ses besoins en matières premières et en énergie sont considérables ; la plupart des solvants et des catalyseurs sont toxiques ; les méthodes d'élimination des déchets sont compliquées et coûteuses ; des substances toxiques et cancérigènes sont relâchées dans l'air et dans l'eau. Selon le PNUE, l'Europe de l'Ouest a produit un total de 42 millions de tonnes de déchets toxiques dans la seule année 2000, dont 5 millions ont été exportés en 2001.

Sur le chemin de la chimie verte

L'élimination inconsidérée des déchets toxiques fut pendant longtemps tolérée ou dissimulée par les politiciens ; l'industrie chimique était trop importante pour l'économie. Mais, à la suite de Bhopal et Seveso, les décideurs politiques se sont vu obligés de réagir. Au cours des années 1980 et 1990, les entreprises chimiques ont dû satisfaire des exigences environnementales de plus en plus strictes. Aux États-Unis, par exemple, l'Agence pour la protection de l'environnement (EPA) a adopté en 1990 le Pollution Prevention Act qui marque une rupture dans la politique environnementale. Les procédés de fabrication et les produits devaient être rendus durables, la pollution devait être évitée – la chimie noire commençait petit à petit à devenir verte.

Les principes de la chimie verte visent essentiellement à éviter de fabriquer des déchets, à baisser la consommation d'énergie, à améliorer l'efficacité des processus de production et à se tourner vers des ressources renouvelables.

« Après avoir défini l'expression chimie verte en 1991, il devint clair qu'un cadre commun serait souhaitable pour ceux qui désiraient transformer en réalisations pratiques les principes de la chimie verte », dit Paul Anastas, considéré comme le « père de la chimie verte ». Il est le directeur du Centre pour la chimie verte à l'Université de Yale et il travaille aussi pour l'EPA. En 1988, il a publié les Douze principes de la chimie verte avec son collègue Jack Warner (*voir tableau*).

Le premier de ces principes stipule qu'« il est préférable d'éviter de fabriquer des déchets que d'avoir à les traiter ou à les éliminer après les avoir créés ». Un autre principe est qu'il faut trouver des produits inoffensifs pour remplacer les produits chimiques et les solvants toxiques (*voir encadré*).

Le dernier jalon sur le chemin menant à la chimie verte a été la directive de l'Union européenne, de 2007, REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals). Désormais, ce n'est plus aux autorités de démontrer aux fabricants que les substances qu'ils utilisent sont potentiellement dangereuses ; les rôles sont inversés. Grâce à REACH, quelque 40 000 produits chimiques sur le marché doivent désormais être testés.

Le géant mondial de la chimie se met à la diète énergétique

D'autres objectifs de la chimie verte sont de baisser la consommation d'énergie, d'améliorer l'efficacité des processus de production et de se tourner vers des ressources renouvelables. Après tout, l'industrie chimique, elle aussi, dépend du pétrole, puisqu'elle consomme 10 % de la production globale de pétrole dans la réalisation de 80 à 90 % de ses produits.



Immeuble d'habitation à Dhaka, au Bangladesh. Pour fabriquer du ciment, il faut porter de l'argile, de la chaux et du sable à une température de 1 450° C. Le processus génère, pour chaque tonne de ciment, environ 650 à 900 kg de CO₂, soit environ l'équivalent de 5 % des émissions mondiales de CO₂ produites en 2009. Nikolaos Vlasopoulos, directeur scientifique de la start-up Novacem au Royaume-Uni, fait des recherches pour tenter de réduire les émissions de CO₂ en mettant au point un ciment qui absorbe jusqu'à 100 kg de CO₂ par tonne. Il a découvert que le CO₂ atmosphérique réagit avec le magnésium pour produire des carbonates qui renforcent le ciment tout en piégeant ce gaz.¹

Le bioéthanol est-il vraiment vert ?

Après l'envolée des prix du pétrole durant la crise des années 1970, le Brésil, les États-Unis et plusieurs pays d'Europe et d'ailleurs se sont lancés dans la production intensive de bioéthanol afin de remplacer l'essence. Le bioéthanol est un alcool produit par la fermentation de matières telles que la canne à sucre et l'amidon du maïs. Le Brésil produit aujourd'hui 60 % de l'ensemble de l'éthanol à base de canne à sucre.

Bien que la production de bioéthanol soit dérivée d'une ressource renouvelable, elle pose toutefois des problèmes délicats pour l'environnement. Un exemple : la technologie mise en oeuvre pour fabriquer du bioéthanol donne des sous-produits toxiques. Les processus traditionnels de fermentation n'extraient par ailleurs du jus de canne que le glucose, en laissant de côté les autres sucres. Ce qui rend le bioéthanol moins inoffensif pour l'environnement et abaisse sa compétitivité économique par rapport à l'éthanol dérivé du pétrole brut. En outre, la fermentation par les levures produit en général un éthanol dont la concentration ne dépasse pas les 10 % car au-delà de ce niveau l'efficacité des levures atteint sa limite. Pour obtenir un produit pur, on doit ensuite distiller le mélange, processus dispendieux en argent et en énergie, qui tend à contredire la prétention que la fabrication de bioéthanol aurait un bilan carbone en équilibre.

Le bioéthanol est également grand consommateur de terres arables. En mai dernier, la Namibie a envisagé de ne pas renouveler ses concessions à des investisseurs étrangers pour la production de biocombustible dans les régions de Kavango et de Caprivi, car les plantations de jatropha y mettraient en péril les cultures vivrières.

Si l'utilisation du bioéthanol, très répandue aujourd'hui, offre de grandes possibilités, il faut toutefois poursuivre les recherches pour la rendre viable à long terme. Une solution possible serait de s'orienter vers l'emploi de déchets agricoles par exemple, comme la paille de riz, la tige et les feuilles des plantes cultivées. Ces biocombustibles dits de seconde génération atténueraient le problème de sacrifier des cultures vivrières au bénéfice de la production d'énergie.

Une autre stratégie consisterait à utiliser des levures ou des bactéries génétiquement modifiées capables d'atteindre un pourcentage plus élevé d'éthanol. Les chercheurs étudient par ailleurs les possibilités offertes par les algues marines comme matière première pour la production de biocombustible. Les algues constituent non seulement une ressource abondante mais elles présentent l'avantage de ne pas détourner de précieuses terres agricoles.

Hristio Boytchev

Et l'industrie chimique a de grands besoins énergétiques : en 2008, par exemple, elle a consommé en Allemagne quelque 12,5 % de la totalité de la demande nationale en énergie. Depuis les années 1990, l'industrie a de plus en plus poursuivi l'objectif du développement durable – améliorant par la même occasion son image. BASF, la plus grande société chimique au monde, avec des ventes annuelles de 50 milliards d'euros et plus de 100 000 employés à travers le monde, mais également d'autres géants du secteur, comme DuPont et Dow Chemical, ou encore Bayer, tous veulent devenir plus verts. « À BASF, nous organisons toutes nos activités suivant le principe directeur du développement durable », dit le PDG, Jürgen Hambrecht. Et il ajoute : « Nous sommes en train de développer des produits qui aident nos clients à économiser l'énergie et les ressources naturelles, tout en améliorant leur qualité de vie ». Ce sont essentiellement des matériaux isolants qui permettent aux propriétaires de maisons de baisser les coûts du chauffage et de réduire les émissions de carbone.

BASF publie ses émissions de carbone, pas seulement pour ses propres installations de production, mais également pour tout le cycle de vie de ses produits – ce qui va de l'extraction des matières premières jusqu'à leur traitement final. Le site web de l'entreprise révèle ainsi que la fabrication des produits BASF a globalement généré en 2010 une émission de quelque 90 millions de tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) dans



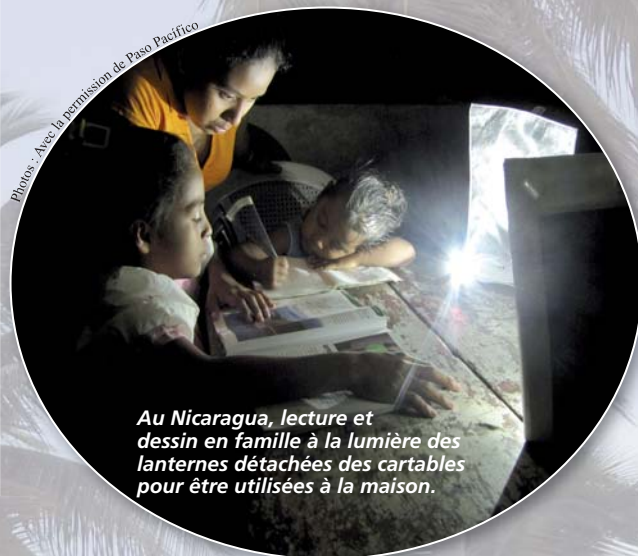
Une Volvo qui roule à l'huile de noix de coco à Port Vila, Vanuatu en 2004



Pour le plus grand plaisir de la foule réunie à Londres le 29 avril dernier, les jeunes mariés, le Prince William et Katherine Middleton, font un tour dans la voiture de sport du Prince Charles qui a fait modifier le moteur de cette Aston Martin des années 1960 pour la faire fonctionner au bioéthanol provenant des excédents de vins britanniques. Ses autres voitures auraient été modifiées pour utiliser des graisses culinaires.

l'atmosphère, ce qui correspond à 10 % des émissions totales de CO₂ en Allemagne. D'ici l'année 2020, BASF veut réduire les émissions de gaz à effet de serre, liées à son activité de production, de 25 % (par rapport à 2002). Mais comme le processus de production n'est responsable que d'une partie du volume total des émissions, cet objectif de réduction ne représente que 7,5 % des émissions totales de BASF.

Néanmoins, Hambrecht souligne que les produits de BASF eux-mêmes réduisent les émissions de carbone – ce qui représente au total 287 millions de tonnes de CO₂ par an, soit trois fois ce qui est émis durant leur fabrication, comme l'annonce fièrement le site web de l'entreprise. BASF a aussi promis d'appliquer la directive REACH d'ici à 2015, et de réduire d'ici à 2020 de 70 % la quantité de composés organiques, de composés d'azote et de métaux lourds relâchés dans l'air et dans l'eau. Sur son site web, BASF prétend avoir déjà



Photos : avec la permission de Paso Pacifico

Une idée lumineuse

Le projet Éclairage portable offre – dans un sac – aux villages ruraux une énergie et un éclairage propres. Cette initiative à but non lucratif est due à Sheila Kennedy, Directrice du Design and Applied Research de KVA MATx, firme de design interdisciplinaire des États-Unis.

En utilisant une nanotechnologie solaire souple, elle a mis au point en 2004 avec son équipe une lampe portable qui combine l'énergie photovoltaïque et l'éclairage LED. La cellule photovoltaïque peut être tissée ou cousue dans des produits traditionnels : sacs, vêtements et autres textiles. Dans la journée, le sac recueille l'énergie solaire au cours des déplacements effectués. Cette énergie, transformée en électricité par la cellule photovoltaïque, est ensuite restituée sous forme de lumière par l'ampoule LED qui, la nuit, fournit pendant quatre heures une lumière vive et blanche ou pendant huit heures une veilleuse de lecture.

Le sac peut venir au renfort des services de santé. Dans un projet pilote à Haïti, les sages-femmes se déplaçant en zones rurales portent ces sacs pendant leurs visites à domicile aussi bien que dans les cas d'urgence. Chaque sac génère suffisamment d'énergie pour charger à la fois des appareils électroniques médicaux et un téléphone portable permettant à la sage-femme de garder le contact avec les médecins de service à la clinique.

Le projet est utilisé par les communautés autochtones Huichol de la rude Sierra Madre mexicaine depuis 2005. Réputés pour l'admirable tissage de leurs vêtements et leurs sacs K+ tsuri, les artisans Huichol ont été pleinement associés à la conception et à la fabrication des sacs pour leur communauté. Ils les utilisent aujourd'hui pour recharger leurs téléphones portables lorsqu'ils doivent correspondre avec un marchand d'art ou un commerçant en ville.

Depuis lors, les responsables du projet ont collaboré avec l'ONG Paso Pacifico pour former des villageois au métier de patrouilleurs de la nature dans le Couloir biologique Paso del Istmo du Nicaragua. La nuit, les patrouilleurs parcourent la zone avec leurs lanternes portables. Ils peuvent même faire passer la lumière blanche du LED au rouge pour ne pas déranger les tortues de mer sur la plage. Les villageois utilisent également ces lanternes pour les cours du soir et pour développer leurs entreprises d'écotourisme.

Un nouveau projet vient d'être lancé, en collaboration avec de nombreux partenaires, dans la région du Tapajos en Amazonie brésilienne afin d'adapter les kits aux besoins de dix villages riverains du fleuve qui n'ont pas accès à l'électricité.

Pour Sheila Kennedy, le projet démontre que la nanotechnologie peut être bénéfique non seulement au monde en développement – où quelque 1,4 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité – mais aussi au monde développé, où il devient urgent de penser à utiliser des sources d'énergie renouvelables. Son équipe travaille actuellement à des ébauches de Maison verte, un projet de logements préfabriqués dotés de rideaux capteurs d'énergie qui produisent jusqu'à 16 kW/h d'électricité, plus de la moitié des besoins quotidiens d'un ménage étatsunien moyen.

Pour en savoir plus : www.portablelight.org; www.pasopacifico.org



Au Nicaragua, des filles se servent de leurs sacs Éclairage portable faits maison dans leur travail de protection de l'environnement avec Paso Pacifico

Photo : avec la permission de Paso Pacifico

Verdir la chimie en Afrique

Depuis sa création en 2006 avec l'appui de l'UNESCO, la Fédération des sociétés africaines de chimie (FASC) a organisé trois conférences panafricaines sur la chimie verte : en Éthiopie (2007), en Égypte (2009) et en Afrique du Sud (2011). En outre, chacune des sociétés de chimie a organisé ses propres réunions.

Alors que ces efforts sont hautement appréciés, ils n'auront toutefois un impact durable dans les pays africains que si la chimie verte imprègne tous les échelons du système éducatif, du primaire jusqu'au supérieur. En Éthiopie, par exemple, des instructeurs volontaires ont tenté d'introduire le concept de viabilité dans leurs cours de chimie mais ni le programme de chimie récemment mis au point pour l'enseignement secondaire ni le programme de chimie au niveau de la licence étendu aux 21 universités éthiopiennes ne fait référence à la chimie verte.

Plus les universités africaines s'engagent dans la recherche avancée en chimie, plus elles auront besoin d'installations fiables, sûres et sans danger, ainsi que du savoir-faire adéquat. L'Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique a effectué, cette année, une enquête sur la sécurité dans l'enseignement de la chimie auprès des universités africaines, sous forme de deux questionnaires, l'un pour les étudiants éthiopiens en licence et l'autre envoyé aux collègues de la FASC et du Réseau panafricain pour la chimie. L'étude a montré que, dans l'ensemble, les étudiants ne portent pas toujours des gants de protection dans le laboratoire de chimie et sont peu ou pas du tout instruits de la façon de réagir en cas d'intoxication chimique. Sur les 51 étudiants éthiopiens interrogés, 80 % étaient incapables de discerner parmi les produits chimiques ceux qui deviennent toxiques après une exposition unique (sévère), intermittente (répétée) ou de longue durée (chronique). Les instructeurs de chimie eux-mêmes reconnaissent que leurs laboratoires ne possèdent pas les équipements fonctionnels élémentaires de sécurité, ni les réactifs ni le personnel qualifié, notamment en matière d'instrumentation. En outre, ces instructeurs ne savaient pas s'il existait une réglementation officielle sur la sécurité dans les laboratoires de chimie de leurs pays respectifs.

**Responsable du programme à l'Institut international de l'UNESCO pour le renforcement des capacités en Afrique, à Addis Abeba, et président de la FASC : t.engida@unesco.org ; temechegn@faschem.org*

L'UNESCO recherche, avec plusieurs pays africains, les moyens de fournir à leurs écoles et leurs universités des kits de microscie qui leur permettraient d'effectuer en laboratoire des expériences de chimie à la fois peu coûteuses et sécurisées (voir page 17).

Il est bien vrai que les universités et autres parties prenantes en Afrique font pression sur le législateur pour réduire la toxicité et faire respecter des directives de sécurité pour la fabrication et l'utilisation des produits chimiques. Par exemple, la Société de chimie d'Éthiopie collabore avec d'autres ONG pour sensibiliser le public aux risques de l'emploi des pesticides dans l'agriculture. La Société kenyane de chimie étudie aussi dans quelle mesure le DDT imprègne l'environnement kenyan. Elle a mis en lumière des preuves selon lesquelles le DDT continuerait à poser un grave problème au Kenya.

Les partenaires des organisations qui accompagnent l'Afrique vers un développement durable se doivent de collaborer avec les sociétés africaines de chimie et avec la FASC afin d'officialiser les principes et les pratiques de la chimie verte dans les universités et les firmes industrielles africaines. Par exemple, les partenaires du développement peuvent instituer des « engagements pré-commercialisation » garantissant un marché aux produits et aux processus verts conçus par des scientifiques africains.

À l'Université de Johannesburg, en Afrique du Sud, par exemple, SciDev.net rapportait en mai dernier que des scientifiques espèrent purifier l'eau grâce à des nano éponges. Si cette technologie est un jour perfectionnée, il suffirait de caler les éponges à l'extrémité d'un robinet ou d'un tuyau pour filtrer les impuretés telles que les pesticides ou les polluants tout en laissant l'eau purifiée suivre son cours. Les nano éponges ont été inventées il y plus d'une décennie au Laboratoire national de Los Alamos, aux États-Unis.

Le même mois, le journal en ligne rapportait que la Ghanéenne Olufunke Cofie s'était vu décerner par la Fondation Bill and Melinda Gates une bourse de recherche de 100 000 dollars pour mettre au point la fabrication de granulés de fertilisant à partir d'excréments humains traités. Cette spécialiste des sols espère que son projet améliorera non seulement la productivité agricole du Ghana mais aussi l'assainissement du pays.

Temechegn Engida*

Barils de déchets toxiques devant le Kitengela Store à Athi River, au Kenya. En 2005, un inventaire effectué par la Société chimique du Kenya a découvert 1 500 tonnes de pesticides périmés et de sols contaminés. Les sites pollués se situaient à Nairobi, sur la Western Coast, la Rift Valley et au Nyanza central, dans les provinces de l'est et du nord-est. Le plus grand dépôt était celui du Kitengela Store à Athi River.

Photo: Ilma Kenya



Pas fabriqués pour durer

Les produits en matière plastique courante peuvent mettre de 100 à 400 ans à se décomposer, alors même qu'il leur arrive de ne servir qu'une seule fois, comme les sacs de supermarché, les couverts en matière plastique et les récipients de plats à emporter. Les produits biodégradables, à l'inverse, sont mis au point pour ne durer que quelques mois ou à peine un an. Lorsqu'ils se dégradent, les seuls gaz émis sont du CO₂ et de l'oxygène, à la différence des matières plastiques courantes dérivées du pétrole, qui émettent également une multitude de gaz toxiques.

Depuis quatre ans, une équipe de chercheurs mexicains dirigée par Fernando Martínez Bustos à l'Unité Queretaro du Centre de recherches et d'études avancées (CINVESTAV) a mis au point une matière biodégradable ayant des caractéristiques comparables à celles des matières plastiques dérivées du pétrole.

L'équipe a utilisé un amidon de maïs pour obtenir un polymère naturel mais elle aurait pu tout aussi bien utiliser des déchets qui permettent d'épargner les cultures vivrières, tels que le son de blé, la fibre de cactus ou la bagasse. Résidu fibreux de l'extraction du jus des cannes par broyage, la bagasse est déjà utilisée dans la fabrication de produits de pulpe et de papier ainsi que dans les matériaux de construction.

L'équipe de Martínez Bustos a mélangé de l'amidon de maïs à d'autres types d'amidon provenant de divers produits et à des fibres naturelles afin d'en accroître la résistance, la solidité et la vitesse de décomposition. Ils ont fait varier les ingrédients selon leur choix de fabriquer des sacs, des seaux, des plateaux, des cuillères, des récipients...

Cette étude étant terminée, l'équipe est à la recherche d'une société pour commercialiser ses produits. Les firmes qui fabriquent les objets en matières plastiques courantes n'ont pas encore adopté la nouvelle technologie, qui pourtant est d'un prix abordable, facile à mettre en oeuvre et produit bien moins de pollution, lors de la fabrication comme de la dégradation. L'infrastructure nécessaire à la fabrication des produits biodégradables est même similaire à celle qui produit les plastiques courants, de sorte que les industriels n'auraient même pas besoin d'adapter leur outillage, ni leurs méthodes. Il est évident que le problème principal consistera à expliquer aux entreprises la nouvelle technologie.

Le gouvernement encourage par des mesures incitatives la commercialisation des produits biodégradables en réglementant l'usage des matériaux dérivés du pétrole. Une loi adoptée dans la capitale en août 2010 a interdit, par exemple, aux supermarchés et autres commerces de donner gratuitement des sacs aux clients. En février 2011, une loi adoptée par l'État de Colima a donné aux entreprises 12 mois pour renoncer aux sacs en matière plastique ordinaire et leur a offert des mesures incitatives pour les remplacer par des articles biodégradables. L'État de Colima a également prévu un ensemble de mesures pour encourager les entreprises, de taille moyenne ou petite, à investir dans des produits «verts».

Octavio Hernández



Sacs de supermarché dans un chariot, à Naucalpan de Juárez, au Mexique, en 2005

Photo: Flickr

atteint ces objectifs. Et l'entreprise est à l'affût de ressources renouvelables : par exemple l'huile de ricin naturelle pour la fabrication de matelas, le plastique biodégradable Ecovio, qui est en grande partie constitué d'acide polylactique provenant du maïs, etc.

Le boom de la chimie verte dépasse les frontières de l'Occident

La chimie verte ne se développe pas uniquement en Occident. « Depuis peu, il y a un intérêt croissant pour la chimie verte dans les pays en voie de développement », dit Paul Anastas, après avoir participé récemment au premier Congrès panafricain de chimie, qui s'est tenu à Addis Abeba en Éthiopie du 15 au 17 novembre dernier.

Selon lui « dans des pays émergents, comme l'Inde et la Chine, la chimie verte a été mise en oeuvre dans le monde universitaire, dans les institutions de recherche et dans l'industrie sans doute plus rapidement que n'importe où ailleurs dans le monde. » Il semblerait que ces pays n'aient pas l'intention de faire les mêmes erreurs que l'Occident.

Jens Lubbadeh²

D'abord publié en janvier 2011 dans le numéro du Courrier de l'UNESCO intitulé "La chimie et la vie" (voir page 24), cet article a été adapté pour Planète science et enrichi d'illustrations et d'encadrés par divers contributeurs.

1. Pour en savoir plus, consulter : www.technologyreview.com/energy/25085/
2. Journaliste collaborant à Greenpeace Magazine et correspondant en Allemagne pour le Courrier de l'UNESCO.

Un réseau arabe pour les technologies convergentes

Proposé par l'UNESCO, le Réseau pour l'expansion des technologies convergentes dans la région arabe (NECTAR) a été inauguré le 20 juin à l'occasion d'un congrès régional au Caire. La réunion était organisée par le Bureau régional de l'UNESCO pour la science dans les États arabes, sous le patronage du Premier ministre égyptien Essam Sharaf, également président du Conseil supérieur égyptien de science et technologie.



« Les technologies convergentes » est une locution générique désignant les technologies qui interagissent dans la mise au point de nouveaux produits et services. La nanotechnologie, la biotechnologie, les technologies de l'information et de la communication (TIC) et les sciences cognitives sont toutes des technologies convergentes.

L'UNESCO désignera une ou plusieurs institution(s) réputée(s) de science ou d'ingénierie des pays suivants : Bahreïn, Égypte, Irak, Jordanie, Maroc, Soudan et Syrie pour devenir les points focaux nationaux du réseau. Chacun d'eux sera chargé de rédiger un programme de normes de qualité s'appliquant à l'éducation, la recherche, l'innovation et la commercialisation des nouveaux produits faisant appel aux technologies convergentes et aux sciences fondamentales associées à ces technologies. Chaque institution créera, dans ses murs, un Centre d'innovation sur les technologies convergentes et établira des partenariats entre universités, instituts publics de recherche et industrie. Elle devra également organiser des expositions sur les technologies propres afin d'y sensibiliser le public.

Chaque année, les Centres d'innovation sur les technologies convergentes devront publier au moins un article scientifique sur leurs travaux. Une conférence annuelle se tiendra, par ailleurs, afin de soutenir la coopération Nord-Sud et Sud-Sud et le partage des connaissances. Un programme d'échange de scientifiques sera également mis en place afin d'encourager le retour d'un certain nombre de scientifiques arabes expatriés, et un prix pourrait être créé pour récompenser l'innovation.

Maintenant que NECTAR a été lancé, la prochaine étape consistera à créer un fonds d'amorçage avec des bailleurs régionaux tels que le groupe Bahgat d'Égypte afin de financer la phase initiale du projet. Le réseau sera bientôt doté d'un organe de gouvernance ayant son siège au Caire, au sein du tout récent Réseau égyptien pour le progrès technologique.

La recherche en nanotechnologie vient de recevoir de sérieux coups de pouce dans la région arabe grâce, d'une part, à la création en 2009 du Centre nord-africain pour la recherche en nanotechnologie, situé au Smart Village proche du Caire, par le gouvernement égyptien et International Business Machines (IBM) dont le siège se trouve aux États-Unis, et d'autre part, grâce à l'ouverture en 2008 du Centre d'excellence en nanotechnologie à la Cité du roi Abdul-Aziz pour la science et la technologie en Arabie saoudite – là aussi, en liaison avec IBM. Un troisième centre de nanotechnologie est en voie d'installation en association avec la compagnie INTEL au sein de l'Université des sciences et technologies du Roi Abdallah, toujours en Arabie saoudite.

Pour en savoir plus (au Caire) : n.hassan@unesco.org; www.unesco.org/new/en/cairo

Un forum scientifique parlementaire panafricain

Le 2 mai, des parlementaires de 21 pays africains ont inauguré le Forum africain interparlementaire sur la science, la technologie et l'innovation (STI) au Centre de conférences des Nations unies à Addis-Abeba, en Éthiopie. La réunion était co-organisée par la Commission économique des Nations unies pour l'Afrique (CEA), l'Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture (ISESCO) et l'UNESCO.

Au cœur de ce projet se trouvent des représentants de la République centrafricaine, du Gabon, de la Gambie, du Kenya, du Malawi, du Mali, du Maroc et du Sénégal. Le comité de pilotage sera présidé par M. Abdirahin Haitar Abdi, Speaker de l'Assemblée législative de l'Afrique de l'Est, ayant son siège au Kenya. Au début du mois de juin, le projet de charte du forum a été transmis pour approbation à tous les membres des parlements.

Il est de plus en plus important que les parlementaires soient en mesure d'évaluer, dans leurs programmes de développement, l'impact des tendances nouvelles en matière de STI et l'évolution des pratiques en matière de politiques. Les parlementaires sont appelés à légiférer sur des questions insolites



Lauréate L'Oréal-UNESCO en 2010, la Pr Rashika El Ridi, de l'Université du Caire en Égypte, contribue à la mise au point d'un vaccin contre la schistosomiase, maladie parasitaire tropicale qui est la deuxième endémie la plus dévastatrice dans le monde après le paludisme.

ou techniques qui peuvent être sujettes à controverse. C'est le cas, par exemple, des organismes génétiquement modifiés, de la bioéthique, de la protection du savoir autochtone, des transferts de technologie, de l'adaptation au changement climatique et de l'atténuation de ses effets, de la nanotechnologie et de la conservation de la bio-diversité ainsi que de son utilisation. Étant donné les répercussions socioéconomiques de toute législation sur ces questions, il est indispensable que les parlementaires aient une pleine conscience du potentiel des STI, afin de faciliter des prises de décisions éclairées et bénéfiques aux populations.

Le forum renforcera la gouvernance des STI par la coopération et le dialogue entre parlementaires, décideurs, communauté scientifique, industriels et représentants des médias, de la société civile et du secteur privé. Il permettra de défendre la cause du développement, la diffusion et le partage, entre membres des parlements nationaux, de l'information et des connaissances scientifiques, ainsi que de l'expérience acquise en matière de prise de décisions, d'action juridique et de financement.

Le forum entreprendra également des études et favorisera le débat entre membres sur des affaires d'intérêt commun telles que la réduction de la pauvreté et la réalisation des Objectifs du millénaire pour le développement.

Il contribuera, en outre, à harmoniser les lois nationales et les politiques d'intégration des STI dans le développement. Il s'appuiera sur le rôle que les médias pourraient jouer dans la diffusion des informations scientifiques auprès des parlementaires et du grand public.

Le forum encouragera également la création ou le renforcement, au sein de tous les parlements africains, d'un comité de STI et d'une structure d'évaluation de la technologie, ou bien d'une agence de soutien à la science et la technologie.

Le lancement du forum précédait la seconde réunion du Comité de l'information, de la science et de la technologie (CODIST) de la CEA qui se tenait dans le même centre de conférences et qui avait pour thème l'Innovation au service du développement industriel de l'Afrique. À peine inauguré, le forum a demandé au CODIST de le soutenir et recommandé aux parlements africains d'adopter des mécanismes de financement innovants ainsi que des cadres juridiques permettant d'attirer des investissements directs étrangers et d'atteindre l'objectif de consacrer 1 % du PIB à la recherche et au développement dans chacun de leurs pays.

En janvier 2003, une table ronde organisée par l'UNESCO et le parlement de la Finlande avait adopté la *Déclaration d'Helsinki* recommandant la création de forums parlementaires sous-régionaux. De tels forums régionaux et sous-régionaux ont eu lieu au Caire (Égypte) en 2004, à Chandigarh (Inde) et Buenos Aires (Argentine) en 2005, à Téhéran (Iran) en 2006, à Brazzaville (Congo) en 2008, à Mombasa (Kenya) en 2009 et à New Delhi (Inde) et Paris (France) en 2010.

Pour en savoir plus : (à Addis-Abeba) : a.makarigakis@unesco.org ; (à Paris) : d.malpede@unesco.org

Prospection pétrolière suspendue au parc national des Virunga

Le ministre de l'Environnement, de la conservation de la nature et du tourisme de la République démocratique du Congo a annoncé, le 18 mars, la suspension de la prospection pétrolière dans le parc national des Virunga, inscrit sur la Liste du patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1979.



Bébé gorille dans le parc national des Virunga

C'est là « une réaction très positive face à l'inquiétude ressentie par le comité du Patrimoine mondial, la communauté internationale et l'UNESCO au sujet de l'exploration pétrolière dans le parc », a remarqué Irina Bokova, Directrice générale de l'UNESCO. « J'espère », a-t-elle ajouté, « que le gouvernement de la République démocratique du Congo abandonnera tout projet d'exploitation dans le périmètre de ce site du Patrimoine mondial ».

La décision annoncée par le ministre, José Endundo Bononge, faisait suite aux engagements adoptés, le 14 janvier, dans la *Déclaration de Kinshasa* par le Premier ministre et la Directrice générale de l'UNESCO. La prospection pétrolière a été suspendue

jusqu'à la fin de l'évaluation stratégique de l'environnement, prévue pour le début de l'année prochaine.

En mai, l'ONG WWF a fait savoir qu'un groupe de citoyens congolais avait organisé une marche en signe de soutien à la décision gouvernementale de suspendre la prospection pétrolière dans le parc national des Virunga. La manifestation a eu lieu dans le village de pêcheurs de Vitshumbi, en bordure du lac Edward. Celui-ci est en partie inclus dans une zone du parc couverte par la majeure partie de la concession d'exploration. Nombreux sont les villageois qui craignent que le pétrole ne vienne polluer la rivière et engendrer des conflits.

Le parc national des Virunga est réputé pour sa chaîne de volcans actifs et pour détenir la plus grande diversité d'habitats de tous les parcs africains : steppes, savanes et plaines de lave, marécages, forêts de faible altitude et afro-montanes, ou encore végétation afro-alpine singulière et champs de glace des monts du Ruwenzori, dont les pics dépassent les 5 000 m.

Le parc abrite l'une des dernières populations existantes de gorilles de montagne. Il est inscrit sur la Liste du patrimoine mondial en péril depuis 1994 en raison de l'impact négatif – principalement dû au braconnage – des conflits qui ont ravagé la région des Grands lacs.

Le parc national des Virunga : <http://whc.unesco.org/fr/list/63>

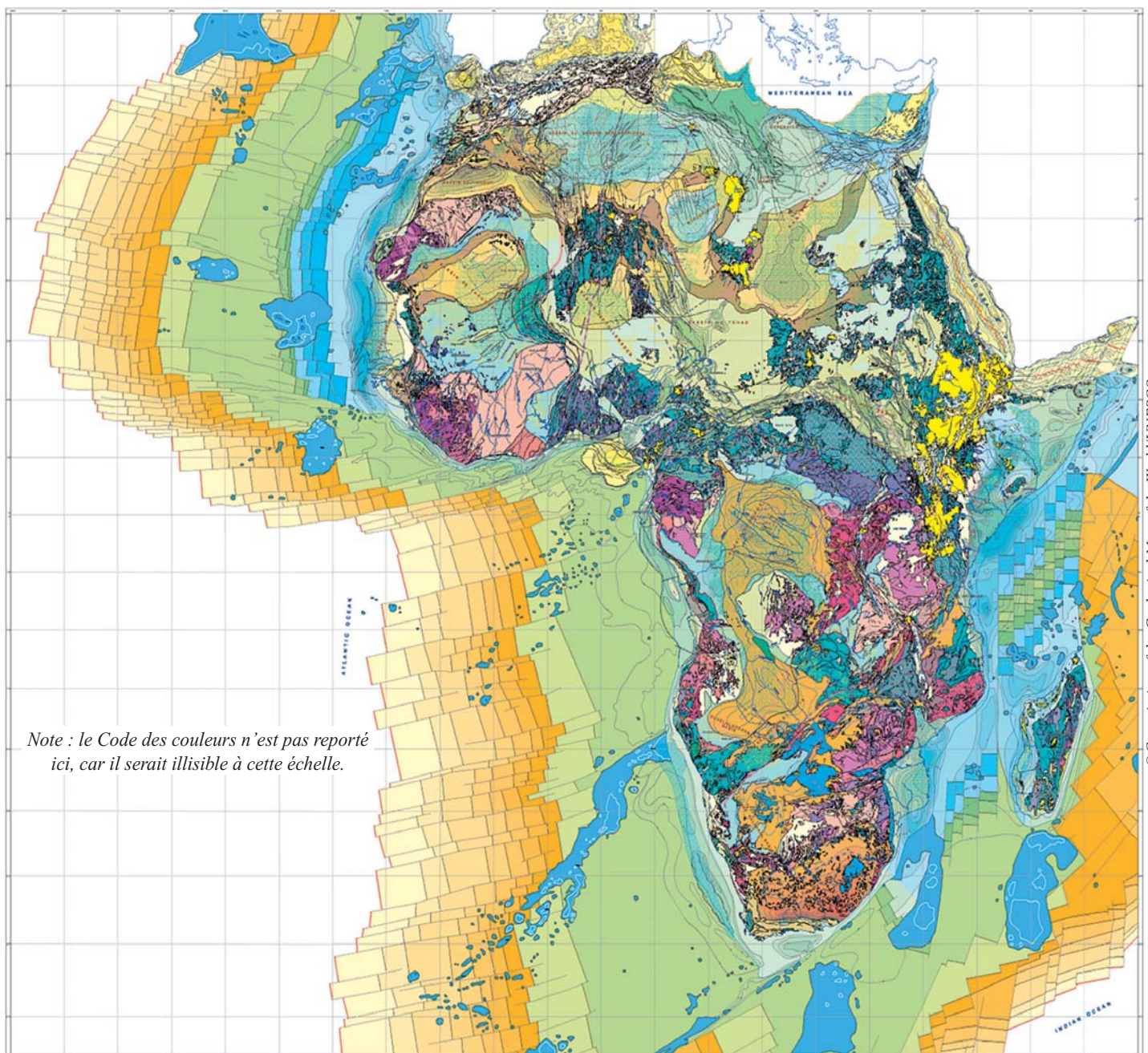
La carte tectonique de l'Afrique

Vingt-trois ans après le début de ce projet pharaonique, l'UNESCO et la Commission de la carte géologique du monde (CCGM) ont révélé la seconde édition de la *Carte tectonique de l'Afrique*, entre les 8 et 14 janvier, à l'Université de Johannesburg (Afrique du Sud) lors du 23^{ème} colloque de géologie africaine. La carte a été distribuée, pendant le colloque, à toutes les universités africaines ayant une Faculté des sciences de la Terre ainsi qu'à tous les Bureaux africains de recherches géologiques.

Au cours des deux dernières décennies, l'UNESCO et la CCGM ont parrainé d'innombrables réunions afin de compiler et harmoniser la masse de données recueillies au fil des années par les géologues d'Afrique et d'Europe aussi bien que par l'industrie pétrolière.

Le nouvelle édition prend en compte les avancées les plus récentes des sciences de la Terre avec la mise à disposition de datations radiométriques toujours plus abondantes et plus précises des formations archéennes [(datant de 4 000 à 2 500 millions d'années (Ma³)) et protérozoïques (2 500 à 542 Ma)] d'une part, et une connaissance approfondie de la structure des grands bassins sédimentaires africains issue de l'exploration pétrolière, d'autre part.

La carte représente les systèmes orogéniques (formation des vastes ceintures montagneuses) qui se sont succédés : Archéen, Éburnéen-Paléoprotérozoïque (2 500 à 1 600 Ma), Kibarien-



Mésoprotérozoïque (1 600 à 1 000 Ma), Panfaricain-Néoprotérozoïque (1 000 à 500 Ma), Varisque-Ceinture plissée du Cap (400 à 300 Ma) et Orogène Alpin de l'Atlas (à partir de 65 Ma).

La carte illustre également les grands épanchements volcaniques des temps post-paléozoïques (moins de 250 Ma) correspondant à des points chauds : Province magmatique de l'Atlantique central (en violet sur la carte), Karoo (*bleu ciel*), Étendeka (*vert foncé*, lié au trapps du Paraná en Amérique du Sud), volcanisme de Madagascar (vert clair), trapps d'Éthiopie et volcanisme lié au grand Rift est-africain (*jaune avec surimpressions*), ainsi que les autres épanchements cénozoïques disséminés en Afrique (même *jaune sans surimpressions*). Figurent aussi les « Younger granites » (*bleu foncé*).

Un soin particulier a été porté à la représentation des grands bassins sédimentaires qui se sont structurés depuis l'Archéen jusqu'au Cénozoïque (65 Ma jusqu'à ce jour), une couleur particulière étant attribuée à l'âge d'initiation du bassin. Par ailleurs, lorsque l'épaisseur de la couverture cénozoïque d'un bassin plus ancien est inférieure à 1 000 m, cette dernière est représentée par un semis de points en surimpression.

En ce qui concerne les marges continentales de l'Afrique, dont on connaît l'importance pour les gisements d'hydrocarbures, on a représenté la limite approximative entre la croûte continentale et la croûte océanique de l'Atlantique et de l'océan Indien. L'âge des croûtes océaniques est indiqué par un dégradé de couleurs allant du bleu pour le plus ancien, en passant par le vert et l'orange, jusqu'au crème pour le plus jeune.

Les cartes géologiques sont un instrument commode pour qui veut comprendre les processus scientifiques de la formation de la Terre, et en tant que source de données pour l'exploitation minière et pétrolière. Leur intérêt est peut-être moins bien reconnu en tant que fondement indispensable pour élaborer les mesures à prendre concernant les effets des catastrophes naturelles, l'utilisation des terres, la conservation des sols et la surveillance de l'environnement, entre autres. En outre, les accidents géologiques tels que le Rift est-africain et la Ligne volcanique du Cameroun sont aussi des cadeaux de la nature car ils ont favorisé, au fil du temps, le développement d'écosystèmes biodiversifiés et attiré l'installation de populations humaines à la recherche de terres agricoles fertiles. Aujourd'hui, ces hasards représentent une opportunité pour le géo-tourisme et autres activités socioéconomiques.

La Carte tectonique de l'Afrique est à l'échelle 1/10 000 000. L'UNESCO et la CCGM en préparent une nouvelle édition, à l'échelle 1/5 000 000, qui apportera une information plus précise encore. Elle sera présentée au 34^{ème} congrès international de géologie, qui se tiendra à Brisbane (Australie) du 5 au 10 août 2012.

L'UNESCO et la CCGM collaborent également à l'heure actuelle à la préparation d'une carte sismotectonique de l'Afrique qui servira de base pour une évaluation réaliste des risques sismiques. Elles projettent également de réaliser un inventaire complet des mines abandonnées de l'Afrique subsaharienne. Celui-ci contribuera en outre à l'élaboration de directives pratiques pour l'élimination ou la réduction des risques environnementaux pour la santé humaine.

Pour la cartographie géologique de l'Afrique, le prochain défi à relever sera d'assurer que toutes les cartes existantes sur papier soient converties en numérique. Le projet OneGeology lancé en 2007 pendant l'Année internationale de la planète Terre a pour objectif de produire une seule et unique carte géologique transnationale qui serait accessible en ligne à tous les utilisateurs et, en fin

de course, relié à des bases de données en temps réel. À ce jour, seuls 10 pays africains ont apporté leur contribution à ce projet, ce qui représente moins de 20 % de leur contribution potentielle.

La première édition de la *Carte tectonique de l'Afrique* avait été réalisée avant que ne soit pleinement élaboré le concept de tectonique des plaques. Préparée par la CCGM, elle avait été publiée en 1968 par l'Association des Commissions géologiques africaines et l'UNESCO.

Pour en savoir plus (à Nairobi) : sf.toteu@unesco.org;
pour l'acheter : cggm@club-internet.fr; voir : www.onegeology.org

Centre de dynamique et de climat océaniques en Chine

Un Centre de formation et de recherches sur la dynamique et le climat océaniques a été inauguré, le 9 juin, à Qingdao, au siège du Premier institut d'océanographie, qui dépend de l'Administration océanique nationale de Chine. Ce Centre est le premier maillon d'un réseau lancé en 2008 par la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO.

Le Centre assurera une fois par an la formation de jeunes scientifiques originaires de pays en développement, notamment asiatiques, par des cours sur la dynamique océanique, l'interaction air/mer et la modélisation numérique, sans qu'il en coûte rien aux bénéficiaires. La première session régionale sur les modèles océaniques a débuté le lendemain même de l'inauguration, pour se terminer le 15 juin.

Au cours des prochaines années, un réseau de centres de formation et de recherches en océanographie sera établi au sein des instituts nationaux d'océanographie et des universités afin d'améliorer les compétences régionales en recherche scientifique marine ainsi que la collecte d'observations de longue durée et systématiques.

« La planète Terre devrait en réalité s'appeler planète Océan » remarque Zhu Wenxi, du Bureau de l'UNESCO à Bangkok, qui a piloté le projet. « Les océans contiennent 97 % de toute l'eau de la Terre. Ce sont les poumons de notre planète, qui fournissent la plus grande partie de l'oxygène que nous respirons ; ils régulent le climat de la Terre et constituent une source majeure d'aliments et de médicaments ».

« Les écosystèmes côtiers et marins du Pacifique occidental sont parmi les plus riches et les plus productifs du monde », ajoute Mitrasen Bhikajee, Sous-secrétaire exécutif de la COI de l'UNESCO, dans son discours d'inauguration du Centre. « Ils abritent 76 % des espèces mondiales de corail, par exemple. » En signe de reconnaissance de l'importance stratégique de la région, la COI de l'UNESCO a décidé de créer en 1989 une Sous-commission du Pacifique occidental (WESTPAC⁴), dans les locaux du Bureau de l'UNESCO à Bangkok.

Pour en savoir plus : www.fio.org.cn.english/training_center/index.htm;
(à Bangkok) : w.zhu@unesco.org; à Paris : m.bhikajee@unesco.org

3. Toutes les dates sont approximatives.

4. Chine, Indonésie, Japon, Malaisie, Philippines, Rép. de Corée, Singapour, Thaïlande, Viet Nam

Michael Dittmar



Quel avenir pour l'énergie nucléaire ?

Depuis la catastrophe de la centrale nucléaire de Fukushima au Japon, en mars, d'autres pays vérifient la sécurité de leurs centrales, aussi bien ceux qui en ont le plus grand nombre – les États-Unis et la France – que ceux qui ont conçu les plus ambitieux projets de développement de l'énergie nucléaire, à savoir la Chine, l'Inde et la Fédération de Russie. En juin, l'Allemagne a décidé de sortir progressivement de l'énergie nucléaire, alors même que l'Italie renonçait, par référendum, à entrer dans le nucléaire.

Mis à part l'évidente question de sécurité et le problème de traitement des déchets radioactifs, les centrales d'énergie nucléaire ont-elles un avenir ? Michael Dittmar en doute. Ce physicien, qui partage son temps entre l'Institut fédéral suisse de technologie de Zurich et l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) basée à Genève, fait remarquer que le principal combustible de ces centrales, l'uranium, n'est pas aussi abondant que certains pourraient le croire. Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique⁵ (AIEA), 440 réacteurs nucléaires fonctionnent actuellement et 65 sont en construction. Les réacteurs en activité consomment l'équivalent d'environ 68 000 tonnes de minerai d'uranium naturel chaque année. Or, ces 20 dernières années, un maximum de 40 à 50 000 tonnes de minerai d'uranium a été extrait chaque année des mines du monde entier. Même si l'on prend en compte les stocks accumulés, la demande d'uranium pourrait bientôt dépasser l'offre, surtout si le nombre de centrales double d'ici 2030. Si la solution du nucléaire n'est pas plus viable à long terme que celle des combustibles fossiles, comment envisager notre avenir énergétique ?

D'où provient aujourd'hui le minerai d'uranium exploité ?

Environ 97 % provient seulement de 10 pays et 85 % de 26 sites miniers. Les trois plus grands pays producteurs d'uranium sont, par ordre décroissant, le Kazakhstan, le Canada et l'Australie qui ont produit, en 2009, environ 63 % de la quantité totale. Ils sont suivis par la Namibie, la Russie et le Niger qui, ensemble, en ont produit 23 %, alors que 11 % venaient d'Ouzbékistan, des États-Unis, d'Ukraine et de Chine.

La plus grande mine du Canada produit à elle seule environ 15 % du total mondial. Les trois plus importantes mines du monde ont extrait, toutes ensemble, 31 % environ de la quantité totale en 2009, et les 10 plus importantes 59 %. Viennent ensuite 16 mines, avec 25 %. La production mondiale d'uranium s'apparente donc plus aujourd'hui à un monopole que la production de toute autre source d'énergie.

Quelque 30 % du combustible nucléaire vient actuellement non pas de mines mais d'une source évidemment sans avenir, les stocks d'uranium civil⁶ et militaire accumulés durant la Guerre froide et, dans une moindre mesure, du retraitement du combustible.

Avant l'accident du Japon, plusieurs pays prévoyaient de construire un grand nombre de centrales nucléaires dans les 20 prochaines années, les plans les plus ambitieux étant ceux de la Chine (*voir graphique*). Si tous ces projets aboutissent en temps voulu et que seul un petit nombre de centrales vieillissantes⁷ sont arrêtées d'ici 2030, leur nombre va presque doubler de par le monde, ce qui exigera une augmentation correspondante de l'extraction d'uranium.

L'AIEA estime les 6,3 millions de tonnes d'uranium des gisements connus suffisants pour alimenter pendant 100 ans les centrales existantes. Qu'en pensez-vous ?

Il faut distinguer, avant tout, les gisements d'uranium connus et avérés – environ 4 millions de tonnes – et les 2,3 millions de tonnes supposées exploitables. Étant donné qu'un tiers des gisements « connus » ne sont

rien d'autre qu'une estimation, il serait plus juste de dire qu'il existe peut-être suffisamment d'uranium pour alimenter les centrales actuelles pendant environ 70 ans.

A mon avis, la question n'est pas de savoir s'il y a suffisamment d'uranium quelque part dans le sol mais si les gisements avérés et présumés pourront être exploités assez vite pour répondre à la demande annuelle selon différents scénarios.

La réponse à cette question dépend non seulement des réalités géologiques mais aussi du niveau de la demande et comporte donc de nombreuses hypothèses. Depuis quelques années, trois scénarios principaux ont été envisagés pour l'avenir de l'énergie électrique d'origine nucléaire : un scénario dit de croissance rapide, de plus de 2 % par an, un scénario de référence de 1,5 % de croissance, et un scénario de sortie continue ou lente avec une réduction de la capacité de 1 % par an. Si nous retenons le scénario de référence de 1,5 %, les besoins annuels en uranium s'élèveraient en 2030 à environ 90 000 tonnes, soit 35 % de plus qu'aujourd'hui.

Si l'on retient un scénario de croissance totalement irréaliste, disons de 5 % par an, environ 180 000 tonnes d'uranium seraient nécessaires pour alimenter les centrales nucléaires en 2030, et les ressources « connues » seraient épuisées vers 2047. Il est important de savoir que même avec un scénario de croissance de 5 % par an, le nucléaire ne fournirait environ que 2,5 fois plus d'énergie en 2030 qu'il n'en fournit aujourd'hui. Dans l'hypothèse où tous les autres types de combustible se maintiendraient au niveau de 2010, soit 86 % de la totalité du mix d'énergie électrique, cette augmentation irréaliste ne fournirait tout de même en 2030 qu'environ 30 % de l'énergie électrique.

Or, les données disponibles sur les mines d'uranium existantes et futures indiquent qu'il sera physiquement impossible, dans les 10 à 15 ans à venir, de faire progresser l'extraction d'uranium dans le monde bien au-delà du niveau approximatif de 60 000 tonnes. Il me semble donc qu'à défaut d'une offre plus substantielle d'uranium

de sources militaires après 2013, nous ne pourrions éviter une grave pénurie que si nous commençons à limiter volontairement la capacité des centrales nucléaires dans les proportions de peut-être 1 % par an, voire plus, à la lumière de l'accident de Fukushima en mars. Cela allégerait la pression exercée sur l'offre et la demande d'uranium dans les 20 prochaines années.

Suggérez-vous que l'on pourrait démonter les armes nucléaires pour en récupérer l'uranium ?

Pour comprendre comment opère le recyclage des armes nucléaires, il faut savoir comment fonctionne l'enrichissement de l'uranium. Le minerai d'uranium naturel contient 0,71 % de l'élément U235 que l'on peut fissionner dans les réacteurs. Au prix d'une forte dépense d'énergie, le processus d'enrichissement valorise de 3 à 4 % l'uranium 235 destiné aux réacteurs et de plus de 90 % aux armes nucléaires. Cela produit ce que l'on appelle de l'uranium appauvri, qui contient encore 0,2 à 0,3 % d'U235, mais son extraction demande une énergie encore plus intensive. Sans compter qu'à l'heure actuelle, il y a peu d'infrastructures à cet effet.

Les États-Unis, comme la Russie, possèdent, chacun de son côté, environ 10 000 ogives nucléaires. Si chacune contient – selon une estimation grossière – environ 100 kg d'U235 fissile qui a été enrichi à quelque 95 %, on trouve l'équivalent de 10 tonnes d'uranium naturel dans chaque ogive.

Il est certain qu'il vaudrait mieux utiliser l'uranium pour en faire de l'énergie plutôt que des bombes, mais recycler l'uranium pour l'utiliser dans une centrale nucléaire ne va pas sans problèmes. Étant donné que celui des ogives n'est pas utilisable tel quel dans les réacteurs nucléaires d'aujourd'hui, la teneur de l'U235 doit d'abord être ramenée de 95 % à 3 ou 4 %. Du fait que le processus d'enrichissement est non seulement coûteux mais aussi gourmand en énergie, son recyclage représente un énorme gaspillage d'énergie.

La France et les États-Unis considèrent que l'énergie nucléaire leur assure une indépendance énergétique. Êtes-vous d'accord ?

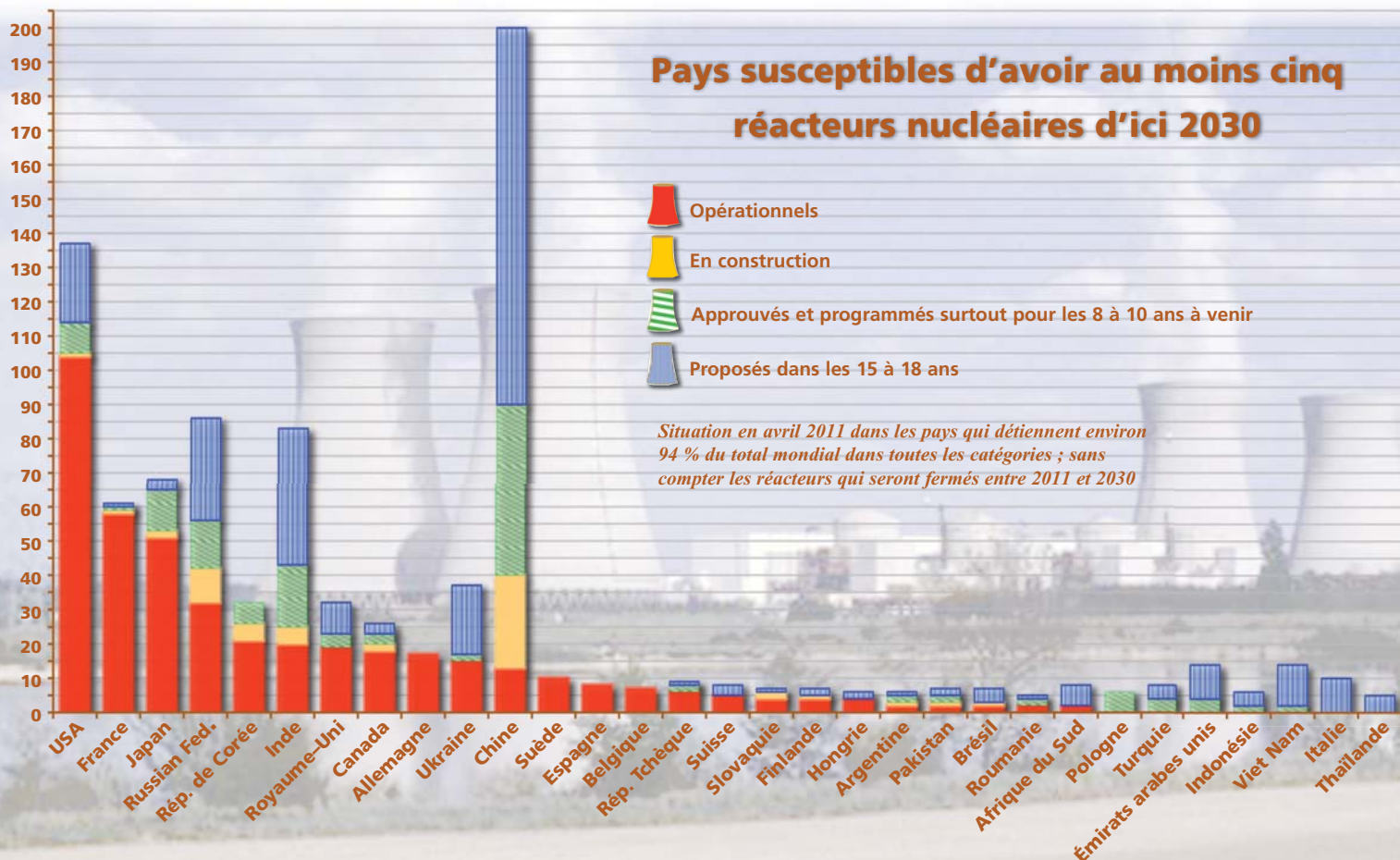
Dans quelques mois, peu de personnes voudront se voir rappeler ce genre de convictions d'un temps révolu ; elles préféreront parler d'une sortie du nucléaire sur le long terme.

Cependant, tôt ou tard, la catastrophe nucléaire du Japon sera oubliée. L'argument de l'indépendance énergétique referra alors surface. Mais, où est l'indépendance de la France et des États-Unis ? De nombreux pays notamment, les États-Unis, la France et le reste de l'Union européenne importent aujourd'hui près de 100 % de leurs fournitures en uranium. Il y a trente ans, les États-Unis produisaient environ 16 000 tonnes de minerai d'uranium par an ; aujourd'hui, moins de 2 000 tonnes, alors que leurs centrales en exigent environ 20 000 tonnes. Ce sont donc moins de 10 % de leurs besoins qui sont satisfaits par les mines de leur gigantesque territoire.

Il est particulièrement intéressant de remarquer que 50 % des réacteurs nucléaires américains fonctionnent actuellement grâce à la bonne volonté du gouvernement russe, en vertu d'un contrat qui expire en 2013. Chaque année, les États-Unis doivent acquérir auprès des réserves militaires russes une quantité de combustible nucléaire équivalant à 10 000 tonnes d'uranium naturel. Leur dépendance à l'égard des importations d'uranium s'est encore renforcée ces dernières années du fait de l'épuisement de beaucoup de mines étasuniennes et du quasi épuisement des stocks civils d'uranium du pays.

Considérez-vous les énergies renouvelables comme une alternative viable à l'énergie nucléaire ?

L'énergie nucléaire ne participe que pour 14 % environ au mix mondial d'énergie électrique, contre 16% pour l'hydroélectricité. Même en France, où près de 80 % de l'énergie électrique



provient de la fission nucléaire, sa contribution à l'ensemble du secteur énergétique n'atteint pas les 20 %. C'est principalement le pétrole qui répond aux besoins en énergie autre qu'électrique. L'énergie nucléaire est incapable de réagir aux grandes fluctuations de la demande, à la différence de l'hydroélectricité. Si bien que la France dépend actuellement du réseau électrique européen, notamment pendant les journées d'hiver très froides, où elle importe de grandes quantités d'énergie.

Malheureusement, le biogaz, l'éolien et le solaire ne jouent qu'un rôle mineur dans le monde. Même si la forte croissance des énergies renouvelables des deux dernières années se poursuit, sa part dans l'ensemble du mix énergétique électrique restera faible. Ni l'énergie nucléaire, ni les nouvelles formes d'énergie renouvelables ne pourront arrêter le déclin inéluctable de la production énergétique dans les décennies à venir. Ce déclin sera dû à la conjugaison de la lente sortie du nucléaire et à la baisse de l'utilisation des combustibles fossiles par suite, à la fois, de la réduction de la production de pétrole après le pic⁴ des réserves et l'inquiétude devant le changement climatique. Si les pays riches ne commencent pas bientôt à faire des économies d'énergie, ils peuvent s'attendre à voir se multiplier les pannes d'électricité.

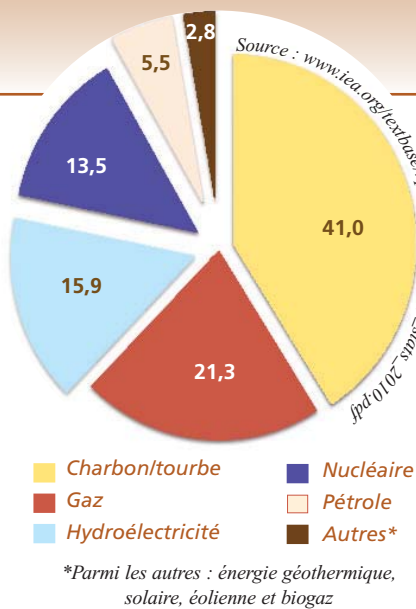
Partagez-vous l'avis du physicien nucléaire sud-africain Kelvin Kemm, que « l'Afrique devrait s'engager dans le nucléaire – beaucoup de pays du continent sont totalement tributaires de l'hydroélectricité et pourraient perdre 50 % de leurs capacités énergétiques s'il ne pleut pas » ?

Non, pas du tout. Comme je l'indiquais plus haut, la pénurie d'uranium et le vieillissement des centrales nucléaires existantes paraissent davantage aller dans le sens d'une lente sortie de la filière. On a du mal à imaginer qu'il soit opportun pour les pays pauvres de construire des centrales nucléaires au moment où les grands pays industrialisés programment déjà leur fin.

De toute évidence, les usines hydroélectriques ne peuvent fonctionner sans un apport pluviométrique suffisant. Mais les centrales nucléaires exigent, elles aussi, une quantité considérable d'eau pour faire fonctionner leurs réacteurs. Les difficultés récurrentes que rencontrent des pays riches en eau, comme la France, pour accumuler suffisamment d'eaux fluviales pour leurs réacteurs pendant les étés secs et chauds⁹ devraient sonner l'alarme dans les régions qui souffrent déjà régulièrement de pénuries d'eau.

Les projets de fusion nucléaire comme ITER offrent-ils une alternative viable à la fission nucléaire ?

Non, absolument pas. Le Réacteur thermonucléaire expérimental international (ITER)⁸ est un projet très coûteux de recherche en physique des plasmas qui est vendu au public comme la solution suprême au problème de l'énergie. Dans la réalité, il devra gagner une longue course d'obstacles avant d'arriver à une réaction de fusion qui puisse être maintenue. Les promoteurs du projet eux-mêmes ne prétendent pas que la réussite éventuelle de l'expérimentation dans les 20 prochaines années suffise à apporter les connaissances nécessaires pour la construction d'un réacteur exploitable sur le plan commercial. À supposer que tous les autres problèmes disparaissent par magie, la date la plus optimiste pour un prototype de réacteur à fusion nucléaire est 2050.



Production mondiale d'électricité par type de combustible, 2008 (%)

Sommes-nous donc condamnés à utiliser de grandes quantités de charbon ?

Par-delà le fait que le charbon est la source dominante d'énergie électrique dans le monde, dans de nombreux pays, les feux de charbon sont aussi très utilisés, au plan domestique comme au plan industriel. Quelque 50 milliards de tonnes de charbon ont été brûlées entre 1999 et 2010, et la consommation augmente rapidement. Or, les réserves sont tombées de 984,4 milliards de tonnes à 826 milliards au cours de cette période. Comment est-ce possible ? Simplement parce que les estimations des réserves en Allemagne, en Afrique du Sud et ailleurs ont été revues à la baisse. La question des réserves de charbon ayant été négligée jusqu'à ce jour, il serait bon de l'approfondir aussitôt que possible.

Une étude publiée dans le numéro d'août 2010 de la revue *Energy* par Tadeuz Patzek et Gregory Croft, des universités étatsuniennes du Texas et de

Californie, conclut que les gisements mondiaux de charbon ne suffiront pas à augmenter sensiblement leur production et que, vers le milieu de ce siècle, le charbon exploité dans le monde entier ne fournira que moitié moins d'énergie qu'aujourd'hui. Leurs arguments semblent, à ce jour, conformes aux dernières données disponibles sur le charbon.

Le problème de la faiblesse des réserves est aggravé par le fait que l'ensemble de l'infrastructure de l'extraction et du transport du charbon repose sur le pétrole. La production du pétrole ayant déjà atteint son pic – ou étant près de le faire bientôt – il est difficile d'imaginer que nos capacités d'extraction du charbon ne souffriront pas, dans une conjoncture mondiale où la consommation de pétrole va obligatoirement diminuer de quelques points de pourcentage chaque année.

En somme, le secteur énergétique mondial repose sur l'utilisation de ressources qui ne semblent pas du tout durables, à savoir les combustibles fossiles et l'uranium, situation qui conduira bientôt au déclin inévitable de la production d'énergie. Lorsque nous aurons épuisé les combustibles fossiles et l'uranium, les seules solutions de rechange résideront dans les énergies renouvelables. Toutefois, celles-ci ne pourront jamais égaler les capacités actuelles de production d'énergie. Nous devons donc nécessairement devenir plus économes en énergie. Il nous faut faire face à cette dure réalité et commencer dès maintenant à nous préparer pour ce jour-là, notamment en nous attaquant au gaspillage de l'énergie.

Interview de Susan Schneegans

5. Voir sa base de données PRIS : www.iaea.org/programmes/a2
6. Avant 1990, l'on a extrait plus d'uranium qu'il n'en était utilisé. Sur les stocks actuels d'uranium, lire l'article du Dr Dittmar (juin 2011) : <http://xxx.lanl.gov/pdf/1106.3617v1>
7. Un tiers des réacteurs nucléaires (152) ont plus de 30 ans et 82 % plus de 20 ans.
8. Le rapport Perspectives énergétiques mondiales 2010 de l'Agence internationale de l'énergie de l'OCDE affirme que la production conventionnelle de pétrole brut a atteint son pic en 2006. Des prévisions optimistes citent 2020. Parmi les ressources non conventionnelles, on compte les sables bitumineux et l'huile (ou le gaz) de schiste, dont l'extraction est gourmande en énergie et nuisible à l'environnement.
9. En France et en Suisse, à peine 25 à 40 % de la pluviosité normale a été enregistrée jusqu'ici pour cette année. Voir le suivi mondial de la sécheresse : <http://drought.mssl.ucl.ac.uk>

Small is beautiful

Au moment où l'UNESCO lançait son projet de microsciences, il y a 15 ans, beaucoup de pays enseignaient encore les sciences de manière purement théorique, non par choix mais par nécessité. Ils ne pouvaient tout simplement pas assumer le coût exorbitant d'équiper en laboratoires les écoles et les universités. Les kits miniatures proposés par l'UNESCO offraient alors une alternative peu coûteuse et fiable pour l'expérimentation.

Étant donné leurs avantages, ces kits n'ont pas tardé à faire des adeptes. Le Cameroun, la Tanzanie, la Russie, l'Afrique du Sud et le Royaume-Uni y ont investi massivement. L'Angola, l'Éthiopie, la Namibie, la Malaisie, le Soudan, la Gambie et l'Autorité palestinienne, quant à eux, ont organisé des ateliers afin d'adapter les kits à leurs programmes scolaires, tandis que d'autres pays en sont à l'étape des ateliers de démonstration. Aujourd'hui, l'assistance de l'UNESCO est même de plus en plus sollicitée afin d'adapter les kits miniatures à l'usage national. Et nulle part la demande n'est aussi pressante qu'en Afrique.



À Rodrigues, des professeurs se servent d'un kit de microscience pour oxyder du sulfate de soude pendant un atelier, en août 2008.

Si l'expérimentation est peu pratiquée – ou ne l'est pas du tout – aujourd'hui dans de nombreuses salles de classe et laboratoires universitaires de pays en développement, des substituts virtuels à l'expérimentation, tels que les simulations par ordinateurs et les vidéos, se portent bien dans les pays développés. Ce manque d'expérience pratique peut faire obstacle à l'apprentissage, car les notions les plus concrètes elles-mêmes peuvent sembler abstraites à un élève s'il ne peut mettre en pratique la théorie. « En physique, chimie et biologie, les bases solides constituées par l'expérimentation sont absolument irremplaçables » remarque le chimiste Alex Pokrovsky, qui a pris sa retraite de l'UNESCO il y a plusieurs années mais s'implique toujours dans ce projet. « Comment un pays peut-il former des scientifiques, – pour ne pas dire faire progresser la recherche nationale, indispensable au développement – sans l'expérimentation ? » se demande-t-il.

Les premiers kits de microscience ont été conçus dans les années 1990 par le Centre de recherche et développement pour l'enseignement des mathématiques, de la science et de la technologie (RADMASTE) de l'Université du Witwatersrand de Johannesburg, en Afrique du Sud. Véritables mini-laboratoires, ils remplacent par des objets miniatures en matière plastique les instruments habituels en verre que sont les tubes à essai, béchers, fioles et cylindres gradués. Les kits sont bon marché, petits, réutilisables et très résistants. En outre, le fait que les quantités de produits chimiques utilisés sont minimales est une garantie que les kits sont respectueux de l'environnement, sans danger et d'une utilisation peu coûteuse.

En 1996, l'UNESCO et l'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) cherchaient comment proposer un équipement expérimental dont le prix serait abordable pour n'importe quel pays. Elles ont trouvé la réponse en Afrique du Sud. Au départ, RADMASTE ne s'est intéressé qu'aux expériences de chimie. Mais le concept de base peut s'adapter à d'autres domaines scientifiques tels que la physique, la science des matériaux, la géologie, l'hydrologie, la biochimie, la biotechnologie et l'agriculture. Au fil des années, RADMASTE a ajouté d'autres kits à son répertoire,

comme les kits de microchimie – élémentaire et avancée –, le kit microburette, le kit de microconductivité Bar LED, le kit de microbiologie, le kit de microélectricité et le kit portable d'analyse microchimique de l'eau. Enfin, le Centre a mis au point dernièrement, pour l'UNESCO et l'UICPA, les kits de l'Expérience mondiale qui marque l'Année internationale de la chimie (voir encadré).

Le Cameroun a été l'un des premiers pays à comprendre le potentiel des kits pour renforcer l'enseignement scientifique et technique. Dès décembre 2000, plus de 7 000 kits étaient utilisés dans les écoles secondaires de l'ensemble du pays. Au fur et à mesure de l'évolution du projet pilote, il était devenu urgent de structurer l'introduction et l'inspection de la microscience dans les écoles élémentaires et secondaires du pays. L'UNESCO suggéra de créer un Centre d'excellence en expériences de microscience. Le lycée Général Leclerc de Yaoundé, qui compte près de 5 000 élèves, fut choisi pour le recevoir dans ses locaux. Aujourd'hui, il forme les enseignants et organise des séminaires pour professeurs et spécialistes de l'éducation non seulement du Cameroun mais aussi des quatre autres pays appartenant à la Communauté économique d'Afrique centrale, à savoir la République centrafricaine, le Tchad, la République du Congo et le Gabon.

Une affaire qui marche

Le projet est désormais mis en œuvre dans le cadre du Programme international de l'UNESCO en sciences fondamentales, en collaboration avec la section Formation des enseignants de la Division de l'enseignement supérieur de l'UNESCO. RADMASTE demeure un partenaire clé, de même que l'Organisation islamique pour l'éducation, les sciences et la culture (ISESCO) pour les pays participants dans le monde musulman. L'ISESCO a joué un rôle prépondérant, par exemple, dans l'introduction en 2006 des kits de microscience en Jordanie, au Liban, dans le territoire palestinien occupé et en Syrie, à travers une série d'ateliers. Le Bureau de l'UNESCO à Ramallah vient de signer un contrat avec

le ministère de l'Éducation et de l'enseignement supérieur afin de fournir 15 kits à 18 écoles palestiniennes en Cisjordanie pour les neuf premières années de scolarité soit, au total, 270 kits. Le ministère se propose maintenant d'en acheter de grosses quantités.

Diverses compagnies fabriquent dans le monde ces kits d'expériences de microscie. Leur prix varie mais il peut ne pas excéder les 10 à 15 dollars l'unité. Le prix de vente pour des commandes groupées se négocie directement entre le pays acheteur et le fournisseur.

L'UNESCO s'adresse principalement à trois fournisseurs : Somerset Educational et RADMASTE, en Afrique du Sud, et Edulab au Royaume-Uni¹⁰. L'UNESCO encourage toutefois les pays à fabriquer eux-mêmes leurs kits à partir de matériaux disponibles localement. Quant aux pays qui préfèrent les acheter à l'étranger, une bonne solution pour faciliter l'usage généralisé des kits à l'école serait que les donateurs acceptent de réduire leurs créances en échange d'achats groupés.

Forte demande en Afrique : l'exemple du Soudan

Lorsqu'un pays manifeste de l'intérêt pour le projet, la première démarche consiste à organiser un atelier pour y montrer comment fonctionnent les kits. Au Soudan, par exemple, un tel atelier a eu lieu le 9 juillet 2010, à l'International Academy School de Khartoum, qui dépend du ministère des Affaires étrangères. L'UNESCO et la Commission nationale soudanaise pour l'UNESCO ont alors organisé un second atelier le 31 janvier de cette année afin d'adapter les kits standards et le matériel pédagogique de l'UNESCO au programme d'enseignement du pays et aux conditions locales.

Pendant deux jours et demi, Alex Pokrovsky et Hassan Elfatih, coordinateur national du projet de microscie et doyen du Collège scientifique de l'Université de science et technologie du Soudan, ont montré à 50 concepteurs de programmes d'enseignement, formateurs, planificateurs de politiques et enseignants comment créer eux-mêmes leur matériel pédagogique et leurs kits de physique, de chimie et de biologie pour des enfants de 14 à 16 ans. Les participants ont ensuite prié le ministère de l'Éducation d'introduire les nouveaux kits soudanais dans les écoles du pays.

Six mois plus tard, une variante soudanaise des kits était mise au point : elle est actuellement testée dans 30 écoles pilotes pour une période de quatre mois, avec le soutien financier du ministère de l'Éducation. Deux écoles avaient été choisies dans chacun des 15 États du pays. Parallèlement, l'Équipe nationale de microscie forme les enseignants sur la manière d'utiliser les kits en salle de classe.

Une fois les kits évalués et éventuellement modifiés, le ministre d'État Ustaza Suad a l'intention d'en fournir à 3 500 écoles. Le Soudan négocie actuellement un prêt

de la Banque islamique de développement pour l'achat groupé de ces kits.

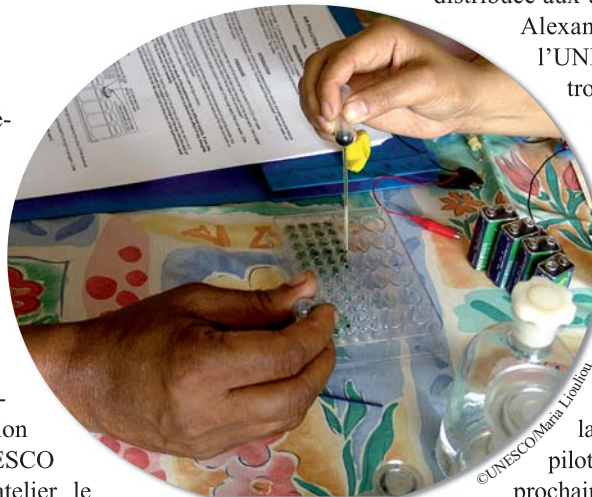
L'Éthiopie : pays qui compte l'une des plus fortes populations d'élèves et d'étudiants de l'Afrique

Avec ses 14 millions d'élèves et d'étudiants, l'Éthiopie compte l'une des plus importantes populations scolarisées d'Afrique. En mars de cette année, l'Éthiopie a choisi un atelier conjuguant démonstration et adaptation, qui s'est tenu à l'Institut éthiopien de gestion, situé à l'est de la capitale. Organisé conjointement par l'UNESCO et le ministère de l'Éducation sur trois journées, l'atelier a attiré plus de 40 professeurs de lycées et d'universités, de planificateurs de programmes et de décideurs désireux de voir ces kits être utilisés avec leur matériel d'accompagnement. Trois professeurs du Centre RADMASTE ont fait une démonstration des kits, exercice qui a ensuite été consigné dans une brochure distribuée aux universités et aux écoles.

Alexandros Makarigakis, du bureau de l'UNESCO à Addis-Abeba, a été l'un des trois organisateurs de l'atelier de mars.

« L'Éthiopie a commencé à créer ses propres kits de microscie en juin » a-t-il expliqué. « Le ministère de l'Éducation a l'intention de se concentrer sur les élèves du secondaire et les étudiants ; il travaille à la création de kits de biologie, de chimie et de physique. »

« Le ministère a établi un comité de pilotage pour guider l'adaptation et la mise à l'essai des kits dans des écoles pilotes entre septembre et mars de l'année prochaine », a-t-il ajouté. Le ministère a également l'intention d'établir un centre national de microscie d'ici septembre de cette année, avec l'assistance de l'UNESCO.



Des professeurs se familiarisent avec le kit de microélectricité pendant l'atelier de l'île Rodrigues en 2008.

Formation des professeurs en Tanzanie et en Gambie

En même temps, en Tanzanie, l'UNESCO s'emploie, dans le contexte du plan cadre des Nations unies pour l'aide au développement, à fournir des kits de microscie et à assurer la formation de professeurs de 180 établissements, pour un montant de 1,4 million de dollars. La Tanzanie est l'un des huit pays pilotes du programme Une seule ONU établi en 2007¹¹.

En Gambie, un atelier de réflexion sur l'introduction des kits de microscie a été organisé du 10 au 13 janvier de cette année à la demande du Président. Faute d'argent, la majorité des lycées manquent de laboratoires de science opérationnels. Le rapport de fin de réunion signalait que « même les rares écoles équipées de laboratoires ne peuvent mettre à profit leurs installations en l'absence de politique d'entretien du matériel et de formation continue des professeurs sur la manière d'intégrer les travaux pratiques dans les cours théoriques ».

Une étude de faisabilité effectuée en 2003 par le ministère de l'Éducation élémentaire et secondaire en collaboration

Le grand plongeon !

Les écoliers de tout âge sont invités par l'UNESCO et l'UICPA à participer à ce qui pourrait bien devenir la plus vaste expérience scientifique jamais effectuée. Avec leurs professeurs, les enfants du monde entier sont appelés à mesurer les taux de pH et de salinité de l'eau, filtrer et purifier l'eau et la désaliniser.

La Journée mondiale de l'eau des Nations unies, le 22 mars, offrait une occasion idéale d'utiliser les kits de microscieence conçus pour les expériences de chimie de l'eau. Comme le thème de cette année était « L'eau pour les villes : répondre au défi urbain », les 1000 participants de diverses écoles des différents quartiers du Cap ont d'abord été mis face à l'un des problèmes majeurs de l'urbanisme : ils ont ainsi découvert les difficultés auxquelles sont journellement confrontés les habitants du bidonville de Khayelitsha pour aller chercher de l'eau potable à une fontaine publique. Les enfants ont ensuite été amenés à Ratanga Junction pour assister à la représentation d'une charmante pièce de théâtre jouée par le Jungle Theatre sur l'importance de protéger et de préserver les ressources locales en eau.

Le lendemain, les enfants ont eu en mains les kits de microscieence afin de mener eux-mêmes leurs expériences, sous l'œil bienveillant d'Erica Steenberg, du Centre RADMASTE, et de trois volontaires. Ils ont, dans un premier temps, découvert le pH de l'échantillon d'eau prélevé à l'île d'Intaka, un marécage du Cap, puis ils ont filtré et purifié l'eau. Pour la plupart des enfants, c'était la toute première fois qu'ils faisaient une expérience de chimie. L'excitation manifestée à réussir l'exercice et le torrent de questions qu'ils ont posées étaient plaisants à voir.

Les kits ont été offerts aux écoles participantes par le Département sud-africain de science et de technologie et par Sasol, société pétrochimique d'Afrique du Sud. La brève cérémonie d'ouverture était présidée par l'UNESCO et le ministre adjoint de science et technologie, Derek Hanekom.

Le Grand plongeon faisait partie d'une expérience mondiale sur « L'Eau : une solution chimique », menée par l'UNESCO et l'UICPA dans le cadre de l'Année internationale de la chimie. Depuis le Grand Plongeon de mars, 6 303 autres élèves de 300 écoles de 31 pays ont reporté sur le site dédié les résultats de leurs expériences en chimie de l'eau.

Rovani Sigamoney

Pour regarder la vidéo sur Le grand plongeon : www.youtube.com/watch?v=r4gS9bep8Tc&feature=player_embedded#at=77

Pour en savoir plus sur cette expérience à l'échelle mondiale : water.chemistry2011.org; r.sigamoney@unesco.org



Des élèves d'Afrique du Sud mesurent le pH de l'eau pendant le Grand plongeon, au Cap, en mars.

avec le Bureau régional d'éducation de l'UNESCO en Afrique (BREDA) à Dakar (Sénégal) a conclu que les kits seraient extrêmement utiles. La Gambie a alors demandé à faire partie des 22 pays sélectionnés pour le projet de l'UNESCO, qui était, à l'époque, essentiellement financé par la Fondation internationale Kaddafi pour les associations caritatives¹².

Les 15 participants à l'atelier de janvier comprenaient des directeurs d'écoles secondaires, des représentants de l'Association des professeurs de science, des maîtres de conférences en science du collège de Gambie et de l'Université de Gambie, du personnel de la Direction des recherches sur les programmes d'enseignement et le développement, de la Direction des normes et de l'assurance de qualité, ainsi que du personnel de la Direction de l'enseignement de la science et la technologie.

En concluant cet atelier de quatre jours, les participants ont recommandé l'introduction simultanée du projet pour la période des 12 années d'enseignement et l'attribution d'un kit par trois élèves, dans l'idéal, ou par cinq au maximum. Ils ont par ailleurs recommandé que les professeurs soient formés et souhaité que ceux-ci aient davantage de temps pour préparer leurs cours. Les participants ont proposé que le Collège de Gambie, chargé de la formation de tous les professeurs, intègre l'utilisation des kits de microscieence dans leur curriculum, que les kits soient adaptés aux normes nationales « afin de respecter les besoins et les aspirations du pays ».

Améliorer l'enseignement des sciences et des mathématiques

En avril de cette année, la Conférence panafricaine sur la question enseignante dans le contexte de la réforme des

systèmes éducatifs¹³ a recommandé l'utilisation des kits de microscieence afin d'améliorer l'enseignement de la science et des mathématiques. La conférence était organisée à Lomé (Togo) par l'Union africaine, BREDA, l'UNICEF et d'autres partenaires, dans le cadre du plan d'action pour le développement des ressources humaines adopté par le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique.

Parmi les prochains rendez-vous, les kits d'expériences de microscieence feront l'objet de démonstrations le 5 octobre, au siège de l'UNESCO à Paris, à l'occasion de la Journée mondiale de l'enseignant. Plusieurs ateliers sont également programmés pour Haïti, le Kazakhstan et le Kirghistan avant la fin de l'année.

Imteyaz Khodabux

Sur le projet au Moyen-Orient, voir aussi Planète Science d'octobre 2007 : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001537/153797f.pdf>;

Pour en savoir plus (à Paris) : i.khodabux@unesco.org ;
(à Addis-Abéba) : a.makarigakis@unesco.org ; (à Ramallah) :
s.ezam@unesco.org

10. Somerset International: microscience@isat.co.za; RADMASTE: joseph.mungarulire@wits.ac.za; Edulab: enquiries@edulab.co.uk

11. Les autres pays sont : l'Albanie le Cap Vert, le Rwanda, le Mozambique, le Pakistan, l'Uruguay et le Vietnam.

12. L'UNESCO a rompu toute coopération avec cette fondation en février 2011 face à la répression des populations civiles dans le Jamahiriya arabe libyenne.

13. Voir : www.teacherspacted.org

Sauvés par leurs ancêtres

Pour le Premier ministre Naoto Kan, le séisme, le tsunami et la crise nucléaire qui ont dévasté le Japon en mars constituent « la pire crise depuis la Deuxième guerre mondiale ». Dans la mesure où il compare cette tragédie au largage des bombes atomiques sur Hiroshima et Nagasaki en 1945, sa déclaration est lourde de sens. Bien que le chiffre provisoire des morts – 25 000 – n’atteigne que le dixième de celui du séisme et du tsunami de l’océan Indien de 2004 ainsi que celui du séisme de Haïti de l’année dernière, la tragédie a provoqué un profond traumatisme dans la population. Il est possible, par ailleurs, que cela devienne la catastrophe la plus coûteuse du monde à ce jour, le gouvernement estimant son coût à environ 300 milliards de dollars.

Au cœur de la désolation, les habitants ont pu trouver un peu de consolation à la pensée que grâce au savoir transmis à travers les générations, un certain nombre de vies avaient été sauvées. Au moment où les bienfaits du savoir local et autochtone dans la réduction des risques liés aux catastrophes sont de plus en plus reconnus, un défi reste à relever, celui de trouver le moyen d’intégrer de manière constructive cet héritage aux connaissances et aux politiques scientifiques. C’est là une tâche difficile mais fort importante, car elle pourrait contribuer à réduire la vulnérabilité des communautés les plus exposées aux risques naturels. Un projet lancé l’an dernier par le Bureau régional de l’UNESCO pour la science en Asie et Pacifique relève ce défi dans trois pays : Indonésie, Philippines et Timor-Leste.



©Toru Sasaki, reproduced with permission

Ce monument érigé à la périphérie de Miyako porte l’avertissement : Ne construisez pas de maisons en dessous de ce point.

La côte du Sanriku, dans le nord-est de Honshu, fait face au Pacifique. Englobant les Préfectures d’Aomori, d’Iwate et de Miyagi, elle est renommée pour son magnifique rivage et son industrie florissante de la pêche. Les Japonais connaissent bien son long passé de tsunamis, mais le reste du monde n’en a pris conscience que le 11 mars, dans des circonstances tragiques.

S’il existe effectivement depuis le 17^{ème} siècle des traces écrites des grands tsunamis provoqués par les séismes sous-marins qui ont périodiquement englouti la région, seuls les trois derniers en date ont été consignés avec précision. En 1896 (ère Meiji), le grand tsunami de Sanriku a causé la mort de 22 000 personnes à travers les Préfectures d’Aomori, Iwate et Miyagi.

Dans celle d’Iwate, des vagues hautes de 10 à 38 mètres ont tué près d’un quart de la population, d’après la *Modern History of Tsunamis in Japan* de Fumio Yamashita, publiée en 2008. En 1933, les vagues du tsunami, moins hautes dans l’ensemble, ont dévasté une région plus étendue. Selon Yamashita, certaines de ces vagues ont cependant atteint une hauteur de 29 m, et causé la mort de près de 3 000 personnes. Takehiko Yamamura¹⁴ montre comment, en 1960, des vagues atteignant 6 m de haut ont parcouru plus de 17 000 km à travers le Pacifique pour frapper le Japon 22 heures après que le séisme le plus fort du monde, d’une magnitude de 9,5, ait ébranlé la côte du Chili. Ce tsunami a affecté pratiquement toute l’étendue de la côte pacifique du Japon et provoqué la mort de près de 150 japonais.



©UNESCO/M. Yamamoto

Les bulldozers dégagent les ruines de Minimi-Sanriku en mai. Toutes les maisons en bois ont été complètement détruites par le tsunami. Sur cette portion de la côte les vagues du tsunami ont dépassé les 15 m de haut. Sur les 14 000 habitants de la zone inondée par le tsunami, 519 sont morts, et 664 ont disparu.

Un sentiment trompeur de sécurité

Nombreux sont les villages et les villes qui avaient placé leur confiance dans des digues coûteuses érigées en front de mer. Certaines atteignaient une hauteur de 10 m. À l'arrivée du tsunami, les habitants avaient une telle confiance dans la capacité des digues à résister à l'attaque que certains les ont escaladées. Mais elles se sont effondrées sous le choc des hautes vagues en catapultant les réfugiés dans les eaux bouillonnantes.

D'autres habitants, qui se sont précipités vers les zones d'évacuation prévues pour les tsunamis se sont crus en sécurité, alors que les vagues les ont submergés par surprise. Ils savaient que celles-ci arrivaient, grâce à l'alerte au tsunami, qui avait été diffusée trois minutes après le séisme sous-marin. Mais ce qu'ils ne pouvaient savoir, c'est que les vagues qui suivraient, 25 minutes plus tard, mesuraient plus de 10 m de haut, certaines culminant même à 38 m.

La ville côtière de pêcheurs de Kamaishi, Préfecture d'Iwate, avait connu plusieurs tsunamis. Celui de 1896 avait tué plus de la moitié des 7 000 habitants. En 2009, les travaux du brise-lames le plus profond du monde – 63 m – ont été achevés pour un montant total de 1,5 milliard de dollars, ce qui n'a pas empêché la mort ou la disparition de 1 200 personnes.

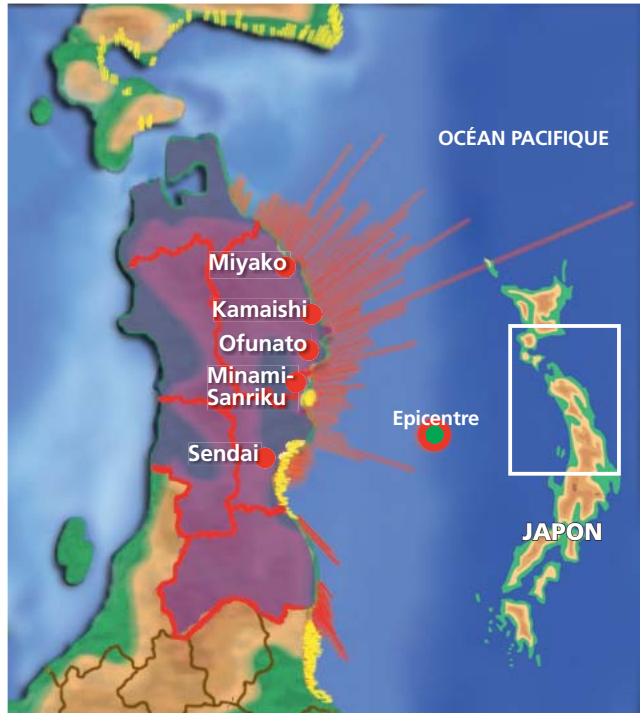
Un des exemples des pertes humaines les moins élevées s'est produit dans le secteur le plus inattendu, les écoles primaires et secondaires de la ville. Sur les 2 900 élèves des écoles, seuls cinq n'ont pas survécu au tsunami de cette année. Parce que les enfants savaient ce qu'ils devaient faire. Les experts en préparation aux catastrophes avaient fait la tournée des écoles en enseignant le *tendenko*. Ce terme a été forgé à la suite du tsunami de 1896, lorsque de nombreuses personnes ont succombé en essayant de sauver des membres de leurs familles. L'expérience de la tragédie de 1896 avait démontré que si chacun, de son côté, courait se mettre à l'abri au lieu de se soucier des membres de sa famille, tout le monde serait sauvé.

Ne construisez pas en dessous de ce point

Dans un petit village en périphérie de la ville de Miyako, Préfecture d'Iwate, toutes les familles des 12 habitations ont survécu au tsunami. Un monument érigé après celui de 1933 se dresse à 800 m du port, sur une butte abrupte dominant de 60 m le niveau de la mer. Il porte une inscription indiquant que les tsunamis de 1896 et 1933 ont atteint ce point en ne laissant, respectivement, que deux et quatre survivants. Il existe plus de 200 monuments de ce type dans toute la région, mais celui-ci a été particulièrement remarqué ces derniers temps en raison de l'avertissement qui termine l'inscription : « Ne construisez pas de maisons en dessous de ce point ».

Le 11 mars, les pêcheurs, hommes et femmes, du village travaillaient tous dans la zone portuaire lorsque le tremblement de terre a frappé, mais ils ont escaladé la butte en courant jusqu'à leurs maisons dès qu'ils ont entendu l'alerte au tsunami. Les vagues géantes se sont arrêtées 50 m en dessous du monument. En conséquence, alors que l'ensemble de la ville de Miyako a compté en mars 900 victimes du tsunami, il n'y en a pas eu une seule au village de pêcheurs.

Un autre village, en bordure de la ville d'Ofunato avait pris la décision de se réinstaller plus haut après le tsunami de 1896. En mars, il n'a subi que des dégâts mineurs.



Hauteur des vagues du tsunami du 11 mars dernier : la plus haute mesurait 40 m (ligne orange la plus longue). La région de Tohoku comporte six préfectures : (du nord au sud) Aomori, Iwate, Miyagi et Fukushima sur la côte est, et Akita et Yamagata sur la côte ouest.

Data from Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group as of 2 June 2011: www.coastal.jp/ijfi

Dans la Préfecture voisine, celle de Miyagi, un arrêté a été pris après le tsunami de 1933 obligeant des villages entiers à se réinstaller sur des terrains plus élevés ou bien à s'abstenir de construire dans les zones sujettes aux tsunamis. Malheureusement, il semble que cet arrêté ait été aboli à une date incertaine entre 1933 et 1954. Si bien que de nombreux bâtiments ont été construits dans des zones à risque, notamment pendant le boom immobilier qui a débuté dans les années 1980 ; ils ont tous été balayés en mars.

Il y a bien d'autres exemples, moins connus, du savoir local sur les tsunamis qui ont sauvé des populations. Une habitante de la Préfecture d'Iwate se souvient d'avoir reçu d'un survivant du tsunami de 1896 le conseil d'observer le niveau de l'eau dans les puits après un grand séisme. La personne lui avait dit que l'eau disparaissait ou se mettait à clapoter avant l'arrivée d'un tsunami. Lorsque la terre cessa de trembler, le 11 mars, la première chose qu'elle fit fut de regarder le fond du puits de sa cour pour découvrir que l'eau était plus sombre qu'elle ne l'avait jamais vue. Elle courut se mettre à l'abri. Si elle survécut, sa maison, par contre, fut totalement détruite.

D'autres récits remontent plus loin dans le passé. Des routes et des relais de poste datant de la période Edo (1603–1868) dans la région de Sendai ont été délibérément construits à l'écart des zones sujettes aux tsunamis. Un monument du souvenir, appelé *Namiwake* (*nami* signifiant vague et *wake* diviser ou séparer) y indique le point le plus élevé atteint par un tsunami au 17^{ème} siècle. Le monument devait servir d'avertissement quant aux risques de tsunami. Malheureusement, il n'a pas été entendu cette année.



L'hôpital de Minami-Sanriku en mai, l'un des rares immeubles encore debout. Les vagues du tsunami n'ont épargné que l'étage supérieur. Sur les 107 patients, 72 sont morts. Les victimes étaient, pour la plupart, des personnes âgées ayant besoin d'aide pour être évacuées, l'ascenseur étant en panne par suite d'une rupture de courant due au séisme. Le terrain de la région a subi une subsidence d'environ 1 m.

Le savoir local et autochtone a sa place dans les politiques

Le programme de l'UNESCO sur les Systèmes de savoirs locaux et autochtones (LINKS) définit ce concept comme « le savoir, le savoir-faire, les pratiques et les représentations développés par des sociétés ayant une longue histoire d'interaction avec leur environnement naturel ». Synonyme de termes tels que savoir écologique traditionnel et savoir des ruraux ou des agriculteurs, le savoir local et autochtone ne se limite pas nécessairement aux connaissances détenues par les personnes officiellement reconnues comme issues de populations autochtones ou qui se considèrent elles-mêmes comme telles. Plutôt que d'associer le savoir à un groupe particulier de personnes, le savoir local et autochtone présente en général les caractéristiques suivantes : il provient d'une communauté qui veille à l'entretenir ; il se diffuse oralement d'une génération à l'autre ; c'est un bien commun ; il se développe et évolue avec les générations ; il est intégré au mode de vie de la communauté.

Une population a tendance à interpréter les catastrophes et à y réagir selon deux registres principaux : le folklore, sous forme de légendes, chants, histoires et autres ; et des pratiques coutumières concernant l'organisation des villages, l'architecture et l'utilisation des ressources. Une publication de la Stratégie internationale des Nations unies pour la prévention des catastrophes naturelles (UNISDR) présentait en 2008 dix-huit études de cas de « bonnes pratiques » en Asie et dans le Pacifique, où le savoir

À elle seule, la technologie n'est pas suffisante

Les efforts pour atténuer l'impact des risques naturels ont tendance à porter uniquement sur la mise en place d'infrastructures telles que la construction de digues ou de brise-lames dans le cas des tsunamis, ou sur les solutions high-tech telles que les systèmes très élaborés d'alerte rapide reposant sur des données et une modélisation scientifiques. Si ces solutions techniques sauvent effectivement des vies humaines lorsque se produisent les catastrophes, les récits évoqués ci-dessus nous rappellent que les campagnes d'éducation et de sensibilisation au niveau des communautés sont tout aussi indispensables pour épargner des vies.

Cela est d'autant plus efficace que, lorsque l'éducation de la communauté repose sur le savoir local et autochtone, il trouve un écho plus profond dans la population. Le Cadre d'action d'Hyogo souligne l'importance d'un tel savoir. Adopté dans cette ville japonaise en 2005, ce plan d'action décennal rappelle que le maintien du « savoir traditionnel et du patrimoine culturel » est « crucial pour la prévention des catastrophes ».



Cet immeuble d'habitation proche de la côte, dans la ville de Minami-Sanriku, était un lieu officiel d'évacuation. Bien que le tsunami ait atteint son toit, bon nombre des personnes qui s'y étaient réfugiées ont pu être secourues.

autochtone avait contribué à atténuer les effets des catastrophes. Selon l'UNISDR, les quatre principaux arguments qui militent pour l'intégration du savoir autochtone dans les politiques d'atténuation des effets des catastrophes se définissent ainsi :

- ✓ le savoir autochtone peut être transmis et adapté pour servir à d'autres communautés en situation similaire ;
- ✓ le fait d'intégrer le savoir autochtone encourage la participation de la communauté et renforce ses capacités à atténuer les effets des catastrophes ;
- ✓ le savoir autochtone peut fournir de précieuses informations sur les contextes locaux ;
- ✓ le mode informel de diffusion de ce savoir peut servir de modèle pour sensibiliser les populations à l'atténuation des effets des catastrophes.

Les facteurs sociaux jouent un rôle important dans le degré de vulnérabilité d'une communauté par rapport aux risques naturels. Ils déterminent les lieux où les personnes vivent et travaillent, leur niveau de préparation, leur accès à l'information et leur état de santé. Les communautés habituées à vivre avec des risques naturels possèdent souvent un savoir et des pratiques qui les aident à réagir. Quand l'attention est braquée sur un tel savoir, ce qui devient important ce n'est plus le risque lui-même mais les risques collatéraux et les éléments sous-jacents de la vulnérabilité, qui font d'un simple risque une véritable catastrophe

Renforcer la résilience des villages côtiers

En 2010, le Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie et Pacifique a lancé un projet s'étendant sur trois années, en vue de renforcer la résilience des communautés habitant les côtes et les petites îles face aux risques hydrométéorologiques tels que la sécheresse, les inondations et les tempêtes, ainsi qu'aux effets du changement climatique. Grâce aux Fonds en dépôt du Japon pour les programmes scientifiques sur les défis mondiaux dans la région Asie et Pacifique, le Bureau de l'UNESCO à Jakarta a été en mesure de mettre en œuvre ce projet interdisciplinaire en Indonésie, aux Philippines et à Timor-Leste. Ces trois pays ont été choisis en raison de leur grande vulnérabilité aux effets des risques hydrométéorologiques et du changement climatique, ainsi que pour leur grande diversité culturelle et biologique.

Le projet s'inspire de l'expérience acquise par le Centre d'information sur les tsunamis de Jakarta, au sein du Bureau de l'UNESCO, dans la réduction de la vulnérabilité des communautés face aux catastrophes. Deux des études de cas de la publication de l'UNISDR traitent des populations autochtones sauvées des affres du tsunami de l'océan Indien de décembre 2004 par leur savoir traditionnel : les Moken¹⁵ des îles Surin au large de la Thaïlande et du Myanmar, ainsi que la population de l'île de Simeulue d'Indonésie. Les bureaux de l'UNESCO à Bangkok et Jakarta avaient collaboré avec ces deux populations après la terrible catastrophe pour les aider à reconstruire leur vie.

En mars de cette année, l'UNESCO a organisé une réunion d'experts à Jakarta afin de fixer le calendrier et l'ordre du jour des trois ateliers nationaux qui seront organisés en Indonésie, aux Philippines et à Timor-Leste en juillet et août. Les ateliers seront suivis de travaux de recherche afin d'identifier et de recueillir des informations sur le savoir local et autochtone



©UNESCO/M. Yamamoto

Antenne de l'Agence météorologique du Japon dans le district de Sendai pour la surveillance de l'activité volcanique, des séismes et des tsunamis dans la région de Tohoku. L'équipe au travail le 11 mai 2011.

dans chacun des trois pays, au sujet du changement climatique et des risques hydrométéorologiques.

La réunion d'experts a été suivie d'un atelier régional auquel participaient 40 représentants d'ONG nationales et internationales, de gouvernements et d'agences des Nations unies ainsi que de donateurs.

Étant donné que le savoir autochtone est largement passé sous silence dans l'élaboration des politiques et la sensibilisation aux risques naturels, les deuxième et troisième années du projet seront consacrées à accroître la visibilité de ce savoir pour le monde extérieur. En même temps, le projet permettra de faire entendre la voix des populations locales dans le débat politique. En 2012, il concevra du matériel pédagogique à l'intention des écoles et des communautés détentrices d'un savoir autochtone. Ce matériel sera testé en 2013 dans des sites pilotes. La même année, le projet fera en sorte que les informations recueillies sur le savoir local soient incorporées dans des directives politiques aux niveaux national et local.

Le projet sera mené en étroite collaboration avec trois partenaires locaux – la Société indonésienne de gestion des catastrophes, le Centre de préparation aux catastrophes des Philippines et la Fondation Haburas de Timor-Leste – mais il dépendra essentiellement des communautés locales pour la collecte des informations. En veillant à ce que le savoir local et autochtone soit intégré au savoir scientifique et aux stratégies occidentales d'atténuation des risques de catastrophes, le projet devrait, au bout du compte, renforcer la résilience des communautés face aux risques naturels.

Lisa Hiwasaki¹⁶

14. Pour consulter le récit et les photos (en japonais) : www.bo-sai.co.jp/chirijisintunami.html

15. Sur le tremblement de terre et le tsunami qui ont frappé l'océan Indien, ainsi que le savoir des Moken, voir Planète Science d'avril 2005

16. Spécialiste du programme de Petites îles et du savoir autochtone au Bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie et Pacifique, basé à Jakarta : l.hiwasaki@unesco.org

Agenda

4-5 juillet

Programme mondial d'évaluation des STI

Réunion pour définir le programme. UNESCO Paris:
lbrito@unesco.org

19-21 juillet

Peuples autochtones, populations marginalisées et changement climatique

Deux ateliers organisés par l'UNU, le Giec, le secrétariat de la CDB, le PNUD, l'UNESCO. Mexico : j.rubis@unesco.org

25-29 juillet

Atlas côtiers et marins

3^e atelier ODINAFRICA. Vacoas (Maurice) :
m.odido@unesco.org

26-28 juillet

Solidité des constructions, vies à sauvegarder

4^e session de la Plate-forme intern. de réduction des effets des séismes. Atelier intern et réunion des membres. Santiago du Chili : y.katusmi@unesco.org

30 août – 1^{er} septembre

Expérience intern. de l'océan silencieux

Réunion sur l'impact du bruit sur les organismes marins, en vue d'un plan scientifique décennal de recherches à grande échelle. UNESCO Paris : t.gross@unesco.org; <http://ioc.unesco.org>

31 août – 2 septembre

Réseau intern. des atlas côtiers

Bureau du projet UNESCO-COI pour l'IODE. Ostende (Belgique) : p.pissierssens@unesco.org; www.iode.org

5-8 septembre

CoastGIS

Bureau du projet UNESCO-COI pour l'IODE. Ostende (Belgique) : p.pissierssens@unesco.org; www.iode.org

12-30 septembre

Cours supérieur d'océanographie

Sur la gestion des données marines (12-16 et 19-23), candidatures à des bourses (12-16), gestion des données pour professionnels de l'information (26-30).

Bureau du projet UNESCO-COI pour l'IODE. Ostende (Belgique) : p.pissierssens@unesco.org; www.iode.org

18-21 septembre

Fermes écologiques de culture d'halophytes commercialisables

Et protection de la biodiversité par irrigation à l'eau de mer. Atelier d'experts. UNESCO Doha et Agence de l'environnement d'Abu Dhabi (Émirats arabes unis) : b.boer@unesco.org

19-22 septembre

Chimie, science et société

23^e conf. annuelle d'Academia Europaea, sous les auspices de l'Année intern. de la chimie. UNESCO Paris : r.sigamoney@unesco.org

26-28 septembre

Revitalisation de l'IOCINDIO

Comm. régionale de l'UNESCO-COI pour l'océan Indien central. UNESCO Doha et Directeurat général des réserves de la nature (Qatar) : b.boer@unesco.org

Rectificatif

À la page 18 du numéro d'avril 2011 de *Planète Science*, il fallait lire 24 500 hm³ par an, bien sûr, et non 24 500 m³ par an.

Vient de paraître

Kit pédagogique pour les pays situés en zones montagneuses

Une approche créative de l'éducation à l'environnement

Collection *l'Homme et la biosphère*. Éditions UNESCO, ISBN 978-92-3-104159-4, 22,00 €. En français et en anglais, 176 p.

Ce kit pédagogique comprend un manuel de l'enseignant en trois chapitres et un livre d'exercices pour l'élève. Il explique aux enfants de 10 à 15 ans l'érosion du sol et autres problèmes spécifiques aux régions montagneuses, sur un ton ludique. Il s'inscrit dans l'esprit de la Décennie des Nations unies pour l'éducation en vue du développement durable (2005-2014). Le kit est actuellement distribué par le Réseau des écoles associées de l'UNESCO, qui regroupe près de 9 000 écoles dans 180 pays. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001918/191881f.pdf>

La chimie et la vie

Jasmina Sopova (Rédactrice en Chef). Le Courrier de l'UNESCO. En anglais, arabe, chinois, espagnol, français et russe, 56 p. Pour télécharger ce numéro en français : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001906/190645f.pdf>

Application of Satellite Remote Sensing to Support Water Resources Management in Africa

Results from the TIGER Initiative

Publié par le PHI de l'UNESCO dans sa collection des Technical Documents in Hydrology, no 85. Bilingue anglais/français, 152 p.

L'Agence spatiale européenne (ASE) a lancé l'initiative TIGER à la suite du Sommet mondial du développement durable de 2002. TIGER aide les pays africains à surmonter les problèmes de collecte, analyse et diffusion de géo-informations sur l'eau, grâce à la technologie d'observation de la Terre. Ces dernières années, l'ASE, l'UNESCO et l'Agence spatiale canadienne ont collaboré à TIGER, en liaison avec la CEA et la Banque africaine de développement et sous l'autorité du Conseil des ministres africains chargés de l'eau. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001880/188045m.pdf>

L'initiative arabe de recyclage

Site Web créé par 2B Communications et le Bureau de l'UNESCO à Doha.

Ce nouveau site est consacré aux informations sur le recyclage des matières plastiques, des téléphones mobiles et autres matériels. Par exemple, la société verte européenne Zonzoo, qui a recyclé près de 2 millions de téléphones mobiles en 2009, est désormais également au Moyen-Orient : www.arabrecycling.com; pour en savoir plus (à Doha) : m.sutcliffe@unesco.org

The Impact of Global Change on Water Resources

Brochure produite par le PHI de l'UNESCO. En anglais, 24 p.

La brochure explique comment le PHI de l'UNESCO relève ce défi. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001922/192216e.pdf>

Carte tectonique de l'Afrique

Carte publiée par la Commission de la carte géologique du monde et l'UNESCO, 2^e édition, 15,00 €. Bilingue anglais/français.

Voir page 12. Pour en commander une version papier ou numérique : www.ccm.org



Savoir des femmes

Médecine traditionnelle et nature

Laurence Pourchez. Collection *Savoirs locaux et autochtones*. Editions UNESCO, ISBN : 978-92-3-204197-5 ; 15,00 €. En français. 120 p.

À partir de la fin du 17^{ème} siècle, les îles de La Réunion, Maurice et Rodrigues, dans l'océan Indien ont été progressivement peuplées de migrants venus d'Europe, de Madagascar, d'Afrique, d'Inde, de Chine, de Polynésie et d'Australie, ce qui a permis la fertilisation croisée de traditions médicales, principalement transmises par les femmes. L'ouvrage traite particulièrement de l'accouchement.

Current Challenges in Basic Science Education

Produit par le Secteur de l'éducation, en anglais, 92 p.

Le document analyse comment encourager l'égalité et l'équité, la collaboration transfrontalière dans les pays en voie de mondialisation, l'enseignement par l'expérience, le recours à des clowns et autres techniques innovantes, la préparation des jeunes au monde du travail et le rôle des TIC. Pour en savoir plus : b.macedo@unesco.org; pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001914/191425e.pdf>

Al-Zubarah – Pearl of the Past

De Tobias Stössel et Yaser Al Huthi, un film en DVD avec John de Bono comme narrateur. Produit par le Bureau de l'UNESCO à Doha, avec le soutien de la Direction des musées du Qatar, le ministère de la Culture du Qatar, Arts and Heritage, Katara, Valley of Cultures et le Festival marin du Qatar. Personne à contacter : b.boer@unesco.org

Hydrology and Water Resources

DVD produit par le Bureau de l'UNESCO à New Delhi en 11 000 exemplaires avec l'assistance financière de la Délégation permanente des Pays-Bas auprès de l'UNESCO. En anglais. Le DVD reprend tous les rapports publiés par le PHI de l'UNESCO ainsi que de nombreux rapports émanant d'autres organismes s'intéressant à l'eau tels que ONU-Habitat, UN-Water, l'Institut UNESCO-IHE d'éducation relative à l'eau, le Conseil mondial de l'eau et le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec). Présenté par l'UNESCO à l'occasion d'un atelier international à l'Institut de Technologie et de gestion (Inde) du 14 au 15 mars 2011. Adresser une demande d'exemplaire du DVD à Delhi : b.neupane@unesco.org; water@unesco.org; ihp@unesco.org

The Water Channel

Portail avec le soutien du PHI de l'UNESCO, de l'Institut UNESCO-IHE d'éducation relative à l'eau, de Cap-Net et du Fonds international pour le développement de l'agriculture. En anglais. Il affiche de brefs articles, des débats et de nombreuses vidéos sur les problèmes relatifs à l'eau. En avril, le portail proposait 670 vidéos. Il invite les personnes créatives s'intéressant à l'eau à « le rejoindre, y faire des recherches et y contribuer ». Pour accéder au site : <http://www.thewaterchannel.tv/index.php>; pour s'adresser à l'un de ses fondateurs : a.pham@unesco-ihe.org

Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms

Publié par le PHI de l'UNESCO dans sa collection des Technical Documents in Hydrology, no 86. Rédigé par le Groupe de travail sur la terminologie et les méthodes du bilan de masse de l'Association internationale des sciences de la cryosphère. En anglais, 124 p. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001925/192525e.pdf>