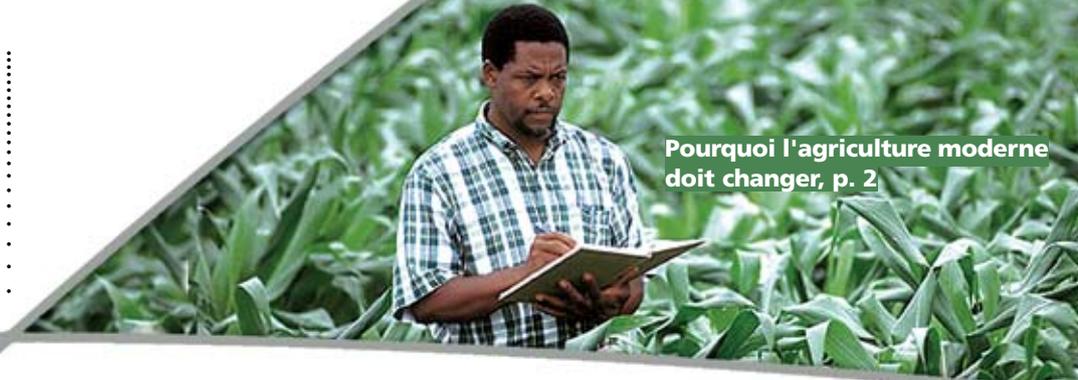




Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture



Pourquoi l'agriculture moderne  
doit changer, p. 2

# Planète

# SCIENCE

Bulletin trimestriel  
d'information sur les  
sciences exactes et naturelles

Vol. 6, No. 3  
Juillet – septembre 2008

## SOMMAIRE

### PLEINS FEUX SUR ...

- 2 Pourquoi l'agriculture moderne  
doit changer

### ACTUALITÉS

- 12 Santé préoccupante des riverains  
de la mer d'Aral
- 13 Un forum aux premières loges  
du changement climatique
- 13 Mieux se préparer aux ondes de  
tempête
- 14 Un réseau change de nom
- 14 Un adieu affectueux à  
« un bipède carboné »

### INTERVIEW

- 16 Andrea Mantesso explique  
pourquoi les dents contribueront  
au progrès de la recherche  
sur les cellules souches

### HORIZONS

- 18 Dernier appel à la mobilisation
- 21 Une ville fait le choix de  
l'assainissement

### EN BREF

- 24 Agenda
- 24 Vient de paraître

## ÉDITORIAL

### De quoi nourrir la réflexion

**G**âce à l'accroissement du rendement des variétés modernes de cultures, le monde n'a jamais produit autant de nourriture. Et pourtant, les stocks viennent d'enregistrer la plus forte baisse depuis 25 ans. Dans une implacable logique, la faiblesse des stocks a fait monter les prix. Pour les pays les plus pauvres, la facture des importations de céréales devrait augmenter, selon les prévisions de la FAO, de 56 % par rapport à l'an dernier. Depuis mars 2007, le prix des graines de soja et du blé a été majoré respectivement de 87 % et 130 %.

Des dizaines de pays sont secoués par des émeutes de la faim. Rien qu'en mars, il s'en est produit au Burkina Faso, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, Égypte, Éthiopie, Haïti, Indonésie, à Madagascar, au Maroc, aux Philippines et au Sénégal. Au Pakistan comme en Thaïlande, l'armée a dû être déployée pour empêcher la foule de s'emparer de nourriture dans les champs et les entrepôts. En Haïti, les émeutes ont provoqué la démission du premier ministre.

L'un des facteurs de l'augmentation des prix est l'accroissement de la demande, notamment dans les pays émergents, dont la population augmente. Avec une consommation de viande en hausse, il faut consacrer de plus vastes espaces à la culture d'aliments pour le bétail. Mais la population n'est pas seulement en compétition avec le bétail, elle l'est également avec les biocarburants dévoreurs, eux aussi, de terres agricoles. La crise serait encore aggravée par la montée en flèche du prix du pétrole, qui pousse à la hausse celui des transports, la spéculation financière sur les marchés internationaux, ainsi que les anomalies du climat dans beaucoup de pays, notamment en Afrique et en Asie.

Comme cela a été souligné en juin lors d'un sommet de la FAO sur l'alimentation qui a engrangé des promesses de dons d'urgence s'élevant à 5 milliards de dollars, il nous faut résoudre cette crise avec rapidité et efficacité. Mais nous avons aussi, à l'égard des pays dans le besoin, l'obligation de mettre en place les ajustements structurels capables d'empêcher que de telles crises ne deviennent chroniques. Cela implique une remise en cause de nos pratiques agricoles et commerciales.

Les théories cependant divergent sur les moyens d'améliorer la sécurité alimentaire. Certains pays en développement envisagent de revenir à l'autosuffisance, tendance encouragée par le ministre français de l'agriculture, Michel Barnier, qui presse l'Afrique et l'Amérique latine de s'inspirer de la Politique agricole commune de l'Europe pour constituer des blocs régionaux autosuffisants au plan alimentaire. D'autres, comme le représentant des États-Unis à la FAO, Gaddi Vasquez, font confiance à une régulation de la production alimentaire par le marché mondial. S'il existe bien un consensus que les pays doivent produire davantage, certains semblent prêts à sacrifier le bien-être social et l'environnement pour y parvenir, alors même que c'est surtout à cette attitude à courte vue que nous devons la situation actuelle.

Dans ces circonstances, la sortie du premier rapport mondial sur l'état de l'agriculture, en avril à l'UNESCO, n'aurait pu tomber plus à propos. Comme nous le verrons, l'*Évaluation internationale de la science et de la technologie agricoles au service du développement* confirme l'idée que les pratiques d'aujourd'hui en matière d'agriculture et de commerce se font au détriment des pauvres et de l'environnement. Si nous ne révisons pas de fond en comble nos pratiques agricoles, le rapport nous prévient que beaucoup de pays pourraient courir vers un effondrement de leur environnement et de leurs sociétés.

W. Erdelen  
Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

# Pourquoi l'agriculture moderne doit changer

Au moment où la hausse des prix des produits agricoles comme le riz, le maïs et le blé alimente des tensions sociales dans près de 40 pays, un rapport présenté le 15 avril au siège de l'UNESCO, à Paris, conclut que les règles de l'agriculture moderne doivent changer. Le rapport est parrainé à la fois par la Banque mondiale, la FAO, le Fonds pour l'environnement mondial, le PNUD, le PNUE, l'OMS et l'UNESCO.

La manière dont le monde produit ses aliments devra radicalement changer afin de mieux servir les pauvres et les affamés, si les pays veulent faire face à l'accroissement de la population et aux changements climatiques, tout en évitant l'effondrement des sociétés et l'épuisement de l'environnement. Tel est le message central de l'*Évaluation internationale de la science et la technologie agricoles au service du développement*. Elle propose une série d'options afin d'ouvrir une voie nouvelle qui reconnaisse mieux le rôle du petit agriculteur, fixe de nouvelles règles et adopte une approche agro-écologique du problème.

Fruit de trois ans d'un travail ayant impliqué 400 scientifiques, piloté par un Bureau composé de représentants gouvernementaux de pays industrialisés et en développement, d'associations de consommateurs, d'ONG, de producteurs, d'institutions et du secteur privé, cette évaluation a été approuvée à Johannesburg, le 12 avril, par 57 gouvernements<sup>1</sup>. Le processus avait été lancé en 2002 par la Banque mondiale et la FAO lors du Sommet mondial de Johannesburg sur le développement durable.

À l'origine, le rapport ne devait traiter que de la production mondiale des produits alimentaires. Son champ fut ensuite étendu de façon à couvrir l'équité sociale, les savoirs traditionnels, la santé, les disparités entre les sexes et l'environnement. Pour analyser l'état de l'agriculture mondiale, le rapport examine la problématique des biocarburants (voir page suivante, *Attendre la seconde génération de biocarburants*), des cultures génétiquement modifiées (GM), l'affaiblissement de la biodiversité, les applications du savoir-faire traditionnel, la tension des marchés, les droits de propriété intellectuelle, la dégradation de l'environnement et les répercussions des changements climatiques. Il est divulgué au moment même où de multiples émeutes répondent à la montée en flèche des prix alimentaires.

## Tensions autour de la table

La rédaction du rapport n'a pas, elle non plus, échappé aux tensions. Les représentants de l'industrie ne partageaient pas toujours les vues des autres membres du Bureau, notamment en matière de cultures GM. En octobre, la tension atteignit un sommet lorsque deux membres de CropLife International – Monsanto et Syngenta – se dissocièrent de l'*Évaluation*.



*Bananeraie au Mozambique. L'usage inapproprié des engrais et des pesticides dans la plupart des pays subsahariens a eu des effets nocifs sur la santé humaine et l'environnement. Le mauvais usage des pesticides, s'il est peu répandu en Afrique, reste néanmoins très inquiétant dans de nombreux pays : plus de 50 000 tonnes de produits chimiques périmés s'y sont accumulés depuis quatre décennies. En mauvais état, les stocks et leurs conteneurs risquent de contaminer la terre, l'eau, la nourriture et l'air. On pourrait y remédier en enseignant aux agriculteurs le bon usage des produits chimiques et les moyens de réduire leur utilisation par un recours accru aux engrais organiques et minéraux et aux biopesticides, ainsi qu'en associant à ces mesures des solutions plus substantielles requérant un changement dans les politiques agricoles*

Dans un éditorial de janvier intitulé « Deserting the Hungry ? » (L'abandon des affamés ?), *Nature* citait le porte-parole de CropLife déclarant que la décision de quitter la table des débats « était due au fait que ses membres n'arrivaient pas à faire prendre en compte dans le projet du rapport le point de vue des industriels. En particulier, le fait que la biotechnologie était essentielle pour réduire la pauvreté et la faim, et que ce point de vue était basé, en partie, sur la demande (croissante) des agriculteurs du monde en développement pour des cultures biotechnologiques ». Mais, commentait l'éditorial, « l'idée que la biotechnologie ne peut, à elle seule, réduire la faim et la pauvreté est une opinion largement partagée chez les spécialistes de l'agronomie et les décideurs ».

Robert Watson, chef de l'équipe d'évaluation, a minimisé ce revers. « Je savais d'avance que c'était une expérience sociale à tenter » a-t-il confié à *Science*, en mars. Pour l'ancien conseiller scientifique en chef de la Banque mondiale, « si nous pouvons susciter un débat, pour savoir, par exemple, dans quelle mesure l'agronomie répond aux besoins des pauvres et si tout le monde a quelque chose à gagner à la liberté des échanges, c'est déjà une réussite ».

## Aux pays en crise d'atteindre l'autosuffisance

« Nous sommes peut-être arrivés à un tournant en agriculture » remarque Guillen Calvo, de l'UNESCO. « Après avoir incité pendant des décennies les pays pauvres à développer la culture d'aliments d'exportation, afin d'acquérir des devises pour rembourser leurs dettes et pour d'autres besoins, toutes les grandes agences de développement conseillent désormais aux mêmes pays de réinvestir dans l'agriculture vivrière ».

Les pratiques de l'agriculture moderne apparaissent de plus en plus comme contraires à l'intérêt des pauvres. Que s'est-il passé ? Les variétés modernes ont été introduites afin d'améliorer les rendements et donc de réduire la faim, tout en évitant une extension démesurée des terres agricoles. Les nouvelles variétés de céréales, notamment, maïs aussi celles de tubercules et de racines, de protéines et de fleurs ont alors été adoptées presque partout. L'Asie cultive des variétés modernes de céréales sur 60 à 80 % de ses terres agricoles. Il en va de même en Amérique latine. Grâce aux progrès de l'agronomie – en génétique, irrigation, sélection du bétail – et au recours généralisé aux engrais, aux pesticides

© S. Schmeegans/UNESCO



*Oliviers à perte de vue, pour cette monoculture dans la région semi-aride de l'Andalousie, dans le sud de l'Espagne. L'horticulture, qui comprend la culture des arbres fruitiers, a crû de 178 % entre 1970 et 2004, la moitié de l'augmentation étant due à la Chine (52 %), 40 % à d'autres pays en développement et 8 % aux pays industrialisés. L'horticulture devient ainsi le secteur agricole en plus forte expansion. La part de ces produits dans les échanges a augmenté en conséquence*

et à la mécanisation, les variétés modernes ont fourni suffisamment de nourriture pour réduire de moitié la sous-alimentation en Asie, au Pacifique et en Amérique latine par rapport à 1970.

Toutefois, alors que la consommation alimentaire par habitant a augmenté – 61 % de la population mondiale absorbe désormais plus de 2 730 kilocalories par jour –, on estime qu'un tiers de l'humanité « n'a pas été touché par la science agricole moderne ». Tout le monde n'a pas, évidemment, bénéficié de la Révolution verte<sup>2</sup>. Dans la majeure partie de l'Afrique et de l'Asie orientale par exemple, les pays ont tardé à adopter les variétés modernes de cultures. En Afrique subsaharienne, où l'agriculture représente en moyenne 32 % du PIB régional, le taux de rendement par habitant a baissé entre 1970 et 1980, pour stagner depuis. Quelque 30 % des Africains souffrent en permanence de la faim.

La pauvreté reste cependant endémique même dans des pays tels que l'Inde, le Mexique et la Thaïlande, qui se sont convertis aux variétés modernes de cultures. Comment se fait-il que l'on estime à environ 43 % la part de la population rurale de Thaïlande – première exportatrice mondiale de riz – qui vit actuellement en dessous du seuil de pauvreté, alors même que ses exportations de produits agricoles ont augmenté de 65 % entre 1985 et 1995 ?

Comment se fait-il qu'en Amérique latine et aux Caraïbes, qui produisent un tiers des cultures transgéniques du monde, 37 % de la population vit toujours en dessous du seuil de pauvreté et 10% souffre encore de malnutrition, en dépit de l'accroissement des rendements ? Pourquoi, lorsque le plus gros exportateur de produits alimentaires de la planète, l'Amérique latine, bénéficie d'abondantes ressources en eau et de vastes espaces de terres arables, la région importe-t-elle la majeure partie de son alimentation, ce qui la rend tributaire des marchés internationaux et bouleverse la production locale ?

Comment se fait-il qu'en Inde, l'un des plus grands bénéficiaires de la Révolution verte, le nombre de paysans sans terre soit passé de 28 millions à plus de 50 millions entre 1951 et les années 1990 ? Et pourquoi l'Inde se débat-elle avec l'un des taux de malnutrition infantile les plus élevés du monde ?

*L'Évaluation* conclut que les politiques internationales actuelles « prônant la croissance économique par l'agriculture n'apportent pas nécessairement une réponse au problème de la pauvreté ». Elle rappelle que les politiques d'ajustement structurel imposées par la Banque mondiale ces dernières décennies ont eu pour effet, entre autres, l'abandon de leurs terres par les paysans pauvres qui ne pouvaient plus acheter les intrants tels qu'engrais, insecticides et pesticides exigés par les variétés modernes de céréales. Selon *l'Évaluation*, le coût de ces intrants est l'une des causes en Inde et ailleurs, d'une forte migration des campagnes vers les villes des paysans à la recherche d'emplois.

La libéralisation du commerce agricole ne semble pas, non plus, avoir sensiblement aidé les petits producteurs ou les communautés rurales dans la majeure partie du monde. Le Kenya, par exemple, était autosuffisant en produits alimentaires jusqu'aux années 1980. Il en importe aujourd'hui 80 %, alors même que 80 % de ses exportations proviennent de l'agriculture.

Le rapport en conclut qu'« ouvrir les marchés agricoles nationaux à la compétition internationale avant la mise en place d'un minimum d'infrastructures et d'organismes nationaux peut affaiblir l'agriculture et les politiques de réduction de la pauvreté, et nuire à l'environnement et la sécurité alimentaire ».

L'exemple le plus flagrant des effets pervers de la libéralisation du commerce est peut-être celui du Mexique. Lieu de naissance du maïs, le Mexique a commencé à en acheter des quantités



© J. Mignon, Nisao/UNESCO

*Un élevage en France. La production et la consommation mondiales des produits d'animaux d'élevage se sont accrues spectaculairement ces dernières décennies, notamment dans les pays fortement peuplés ayant des économies en croissance accélérée. Ensemble, l'Argentine et le Brésil réalisaient 37 % des exportations mondiales de bœuf en 2005, alors que le décollage économique de l'Asie, notamment de la Chine et de la République de Corée, devrait faire augmenter de 22 % la demande d'importations de bœuf par rapport à 2005. Les quatre plus gros consommateurs de bœuf sont les États-Unis, le Brésil, le Japon et la Chine*



## Attendre la seconde génération de biocarburants

Les biocarburants de première génération sont essentiellement le bioéthanol et le biodiesel, tirés de produits agricoles comme le maïs et la canne à sucre. Leur production a connu, ces dernières années, une croissance rapide, en raison, notamment, des politiques de soutien mises en place. Les Amériques viennent en tête dans ce domaine. Le Brésil produit 60 % de tout l'éthanol mondial tiré du sucre ; en 2005, sa production a atteint un record de 16,5 milliards de litres, dont deux millions étaient destinés à l'exportation.

Alors même que les biocarburants constituent un solide espoir de réduire la dépendance par rapport aux combustibles fossiles, il est à craindre qu'ils ne provoquent une hausse du prix des produits alimentaires et l'accélération de la déforestation, source de nouvelles émissions de CO<sub>2</sub>. Les recherches effectuées par David Pimentel et Tad Patzek, de l'Université Cornell aux États-Unis, cautionnent l'idée que « la production de biocombustibles consomme plus d'énergie qu'elle n'en fournit », compte tenu des méthodes actuelles de traitement, ce qui signifierait que les biocombustibles, en réalité, « ont un bilan négatif en termes d'émissions de gaz à effet de serre, alors qu'ils visent l'effet contraire ».

À long terme, leur effet sur le prix des produits alimentaires pourrait s'atténuer mais l'impact sur l'environnement dû aux besoins en terres et en eau que ferait naître une augmentation brutale de la production des biocarburants de première génération risquerait de perdurer.

La solution pourrait se trouver dans les biocarburants de seconde génération [Ndlr : comme les résidus des cultures de céréales (cosses, tiges, feuilles) et les déchets industriels (copeaux de bois, pulpe de fruits, etc.)]. Ils pourraient éventuellement réduire les besoins en terres par unité d'énergie produite et réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Cependant, les biocombustibles de seconde génération ne sont pas encore testés sur le plan commercial, et leurs effets sur l'environnement et les êtres humains restent incertains. L'utilisation des aliments pour bétail et des résidus agricoles peut, par exemple, aller à l'encontre de la volonté de stocker des matières organiques dans les agro-écosystèmes durables.

La bioélectricité et le biochauffage sont en général plus efficaces et produisent moins d'émissions de gaz à effet de serre que les biocarburants liquides et les combustibles fossiles. Les digesteurs, gazogènes, et les appareils de combustion directe peuvent être utilisés avec succès dans certaines zones qui ne sont pas électrifiées. Il existe un potentiel pour développer ces usages, mais des recherches sont nécessaires pour en réduire les coûts et améliorer la fiabilité de leur fonctionnement.

Source : Évaluation internationale de la science et la technologie agricoles au service du développement (2008)



Canne à sucre en fleur à l'île Maurice

© J. Foy/UNESCO

considérables aux États-Unis, après avoir signé l'Accord nord-américain de libre échange avec les États-Unis et le Canada, au début des années 1990. Le maïs états-unien, subventionné, se vendait à un prix plus avantageux que le maïs mexicain, ce qui entraîna une dépendance par rapport au produit importé. Lorsque les États-Unis décidèrent de consacrer à la production d'éthanol une partie de leurs récoltes, la diversification du marché fit monter le prix du maïs et la tortilla, aliment de base au Mexique, devint hors de prix pour la plupart des Mexicains, ce qui provoqua l'année dernière, les « émeutes de la tortilla » qui ne se calmèrent que lorsque le gouvernement imposa un plafond au prix du maïs.

Le gouvernement chinois estime que 10 millions d'agriculteurs seront déplacés suite à l'application des règlements de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) par la Chine, et que le revenu de 200 autres millions de paysans diminuera au fur et à mesure de l'entrée en vigueur des mesures de libéralisation des échanges et de l'industrialisation de l'agriculture.

Même en Amérique du Nord, où la production agricole est la plus industrialisée, 38 000 petites exploitations ont fait faillite entre 1995 et 2000 aux États-Unis, et l'endettement des agriculteurs du Canada a presque doublé après l'Accord de libre échange Canada-États-Unis de 1989.

Bien que certains membres de l'OCDE aient à souffrir du régime actuel du commerce, beaucoup « sont profondément opposés à toute modification des règlements ou des systèmes de subventions. Si des réformes ne sont pas entreprises ici, beaucoup des pays les plus pauvres connaîtront de sérieuses difficultés ... » remarque Hans Herren, l'un des vice-présidents de *L'Évaluation*.

### Sorgho ou cacao

« Les gouvernements semblent unanimes à penser que les pays en crise<sup>3</sup> devront réussir à atteindre l'autosuffisance alimentaire », remarque Calvo. « Autant dire qu'on reconnaît enfin que l'agriculture n'a pas pour unique mission de procurer des devises à investir dans d'autres secteurs. Il va falloir redynamiser cette agriculture locale tout en valorisant les marchés locaux et régionaux. Les pratiques agricoles modernes reposent sur une approche industrielle faisant fi du petit producteur qui d'ailleurs est de plus en plus souvent une femme ».

« *L'Évaluation* souligne le fait que l'agriculture intensive, centrée sur les cultures d'exportation comme le coton, le café, le soja et le palmier à huile, a ravagé l'environnement sans contribuer sensiblement à réduire la pauvreté », signale Calvo. « Nous constatons aujourd'hui que les

politiques favorisant les cultures commerciales au détriment des cultures vivrières ont rendu ces pays totalement tributaires de leurs importations. *L'Évaluation* nous a permis d'ouvrir les yeux sur les échecs et les erreurs du passé ».

« Les gouvernements peuvent être unanimes aujourd'hui à estimer qu'il faut revigorer la production des aliments de base et/ou l'agriculture vivrière », ajoute Calvo, « mais ils ont des opinions divergentes sur la façon d'y parvenir. *L'Évaluation* nous invite à nous concentrer sur l'agriculture du petit paysan, à faire un meilleur usage des savoirs locaux et communautaires et à favoriser les pratiques utilisant moins d'intrants chimiques tels que les engrais, pesticides et insecticides. L'objectif général étant, évidemment, de retrouver l'autosuffisance tout en protégeant l'environnement ».

Dans ces circonstances, certains nouveaux concepts et paradigmes gagnent du terrain. Les auteurs du chapitre sur l'Amérique latine utilisent souvent, par exemple, le terme de souveraineté alimentaire, lancé en 1996. Ce concept bien connu, et âprement débattu, va au-delà de l'autosuffisance alimentaire. Il défend le droit des peuples à définir par eux-mêmes leurs systèmes d'alimentation, d'agriculture, d'élevage et de pêcheries,



*Dépôt de riz parfumé après la récolte en Thaïlande. Ce pays est le plus gros exportateur de riz du monde, devant le Vietnam. En mai, le Premier ministre de Thaïlande a proposé la création d'un cartel des nations exportatrices de riz, qui en fixerait le prix. La proposition répondait au fait que le Vietnam venait de faire une offre plus avantageuse que celle de la Thaïlande sur un contrat de fourniture de riz aux Philippines, avant d'annoncer qu'elle en retarderait la livraison afin d'assurer l'approvisionnement de son marché intérieur. La FAO a depuis prévu que la production de riz atteindrait un niveau record cette année en Asie, en Afrique et en Amérique latine*

par opposition au diktat qui leur serait imposé, dans une grande mesure, par le marché international. La souveraineté alimentaire jouit du soutien des peuples autochtones, des paysans, de certains groupements d'agriculteurs et d'organisations environnementales, mais n'a pas la faveur des économistes qui défendent le libre commerce international.

### **Pourquoi les pauvres sont-ils les perdants du commerce agricole**

Les pays industrialisés produisent environ 63 % des exportations agricoles mondiales. À l'exception de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, tous les pays de l'OCDE protègent ces productions par d'importantes subventions et tarifs (barrières douanières). Ces mesures représentaient en 2000–2002 environ 45 % du prix à la production avant exportation. À l'inverse, « les pays en développement ont, dans l'ensemble, ramené de 30 % en 1990 à 18 % en 2000 la moyenne de leurs tarifs agricoles » souligne le rapport.

L'Accord de l'OMC sur l'agriculture limite les possibilités de subvention de leurs producteurs par les gouvernements. Pour les pays en développement, le plafond est fixé à 20 %. De fait, les contraintes financières empêchent ces gouvernements de soutenir substantiellement leurs producteurs : de 2 % par exemple au Bangladesh, ou de 8–10 % en Inde et au Vietnam. Les pays émergents, comme l'Inde, tentent d'obtenir « des

accords compatibles avec leur propre niveau actuel de subvention et réduisant le niveau autorisé pour les pays développés ».

Cela vient du fait que les petits producteurs souffrent de la concurrence des importations, qui sont moins chères que leurs propres produits en raison des fortes subventions fournies par les pays de l'OCDE, comme l'a montré l'émeute des tortillas du Mexique. Pour prendre un autre exemple, l'ouverture de certains secteurs des marchés agricoles au libre échange a fait chuter de 55 % les prix du coton en Inde entre 1996 et 2003, face aux importations compétitives de producteurs subventionnés, comme ceux des États-Unis. Beaucoup de cultivateurs de coton indiens, ruinés, ont alors été acculés au suicide.

Mais subventionner les produits alimentaires des agriculteurs nationaux pour les aider à affronter la concurrence des importations de producteurs, eux aussi subventionnés, peut avoir des effets pervers. « Dans la ceinture de la Révolution verte de l'Haryana, au Pendjab indien, par exemple, la persistance des aides au prix plancher du blé et du riz contrarie durablement tout effort de diversification », souligne *l'Évaluation*, « car les revenus assurés par les prix garantis des céréales freinent le passage à des cultures plus risquées et peut-être plus rentables ».

« Il est impossible d'appliquer des règles uniformes aux pays développés et en développement quant à la forme et au taux des subventions », conclut *l'Évaluation*. « Les pays les moins développés ne peuvent pas se mesurer à la compétitivité de pays ayant des économies plus riches et plus complexes. Un accès différentiel au marché, pour des périodes prescrites, peut aider ces pays à être bénéficiaires dans des échanges internationaux ». La Banque mondiale met en route un projet qui évaluera l'impact des stratégies de libéralisation et d'ajustements structurels sur les revenus des ruraux.

### **L'agriculture dégrade considérablement les terres et les eaux**

« Généralement considérés comme une réussite, les gains de productivité dans l'agriculture mondiale sont répartis de façon inégale », remarque Watson. Par ailleurs, « nous plaçons sur nos

*Barques de pêche au Ghana. Le poisson constitue une source importante de protéines en Afrique subsaharienne, où quelque 10 millions de personnes vivent péniblement de la pêche, de la transformation et du commerce du poisson. La disparition, dans 13 fleuves subsahariens, de certaines espèces de poissons par suite des changements climatiques assurera la croissance de l'aquaculture commerciale, dominée par les grands producteurs comme le Nigeria, l'Afrique du Sud et Madagascar, mais où d'autres pays – Côte d'Ivoire, République du Congo, Ghana et Kenya – développent rapidement leur potentiel. L'aquaculture, le secteur alimentaire connaissant l'expansion la plus rapide du monde depuis 20 ans, représente actuellement plus de 40 % du marché mondial du poisson. La production mondiale de poisson – captures en mer et aquaculture – a augmenté d'environ 230 % entre 1961 et 2001*



## Questions d'agro-biotechnologie et de génie génétique



Les progrès de la biotechnologie ouvrent de vastes perspectives pour la réduction de la pauvreté et la protection de l'environnement. Par exemple, la technologie de la réaction de polymérase en chaîne peut servir à réduire la quantité de méthane, un gaz à effet de serre, produit par les vaches. Les cultures de céréales peuvent désormais être utilisées pour réduire le taux d'azote et de phosphore dans les déchets animaux. Ces outils peuvent également être employés pour déterminer les caractères génétiques des animaux du cru afin d'expliquer les facteurs clés de résistance aux maladies et d'adaptation, ce qui permet de mieux protéger les espèces locales.

« Néanmoins », signale l'Évaluation, l'impact de bon nombre de ces technologies sur la réduction de la pauvreté ainsi que leur degré de sécurité reste inconnu pour le moment ».

### Quels organismes sont génétiquement modifiés et où poussent-ils ?

À l'heure actuelle, les applications commerciales du génie génétique à l'agriculture concernent en majorité les cultures d'organismes génétiquement modifiés (OGM). L'utilisation commerciale d'autres OGM, pour les mammifères, les poissons ou les arbres, est bien plus restreinte.

Le génie génétique (GG) des cultures fait figure de grande technologie agricole depuis une décennie. Ce marché est dominé par la tolérance aux herbicides et la résistance aux insectes – celle-ci étant due au pouvoir du *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) – bien que le GG s'applique aussi à d'autres catégories comme la résistance aux parasites et aux maladies, la tolérance au stress abiotique, comme la sécheresse, au rendement, à la nutrition et aux vaccins.

En fonction de l'étendue qu'elles couvrent dans le monde, les quatre principales OGM sont le soja (57 %), le maïs (25 %), le coton (13%) et le colza (5 %). Les plus grands producteurs en sont les États-Unis (53 %), l'Argentine (18 %), le Brésil (11 %) et le Canada (6 %). En Asie, le coton GM est produit dans de petites exploitations en Inde (3,7 %) et en Chine (3,5 %). Seize autres pays occupent la surface restante (4,8 %).

### Sous quelle forme les OGM arrivent-elles au consommateur ?

Ces cultures s'utilisent essentiellement sous forme d'extraits (l'huile de soja, l'amidon du maïs) ou de produits manufacturés, comme les corn-flakes ou les tortillas. Le maïs GM en grains n'est consommé que comme aliment de secours envoyé dans les zones de famine, alors que certaines parties des plants de coton servent à l'alimentation animale. Toute une gamme de nouveaux caractères et d'autres plantes est en instance de mise au point, destinée par exemple à la pharmacie ou à l'industrie. « Leur impact devra être analysé. La difficulté consistera à séparer ces cultures de celles destinées à l'alimentation ».

Les OGM ne sont cultivés sur une base commerciale en Europe que dans trois ou quatre pays, notamment en Espagne, parce que la demande est « quasi inexistant » et que le consommateur est en mesure d'éviter d'en acheter grâce à des règles rigoureuses d'étiquetage. Ce n'est pas le cas des produits non alimentaires : 75 % du coton importé aujourd'hui en Europe en provenance des États-Unis et de Chine sont des variétés d'OGM.

### Les agriculteurs ont-ils tiré profit des OGM de plein champ ?

C'est un sujet controversé. Les OGM ont prouvé leur préférence pour la création de vastes domaines et de grandes exploitations. Certaines études signalent un moindre usage des insecticides, d'autres une hausse significative de l'emploi d'herbicides. Il a été récemment démontré que l'usage intensif d'insecticides chez les producteurs chinois d'OGM, eux-mêmes insecticides (le coton *Bt*) n'a pas diminué, alors que cette technologie visait spécifiquement cet objectif.

« Des études en plein champ et en laboratoire « montrent des impacts très divers [des OGM] sur les organismes qui ne sont pas visés, comme certains arthropodes et végétaux ». En Amérique latine, par exemple, où les cultures *Bt* occupent de vastes espaces, les scientifiques craignent que la toxine *Bt* « n'affecte les insectes utiles se nourrissant des parasites qui mangent ces cultures. Il est avéré, par exemple, que le pollen des cultures *Bt* se déposant sur le feuillage des plantes sauvages entourant une zone plantée en cultures *Bt* peut tuer d'autres lépidoptères qui ne sont pas nocifs, comme le papillon Monarque. Et que la toxine *Bt* adhère aux colloïdes du sol, où elle dure jusqu'à trois mois, en exerçant un effet négatif sur les populations d'invertébrés qui aident à décomposer la matière organique ».

Une controverse s'est développée autour de l'idée que les OGM réduisent l'emploi de pesticides, ce qui contribuerait à préserver la biodiversité. Ici aussi

« les preuves sont contradictoires ». Les études de terrain ont surtout concerné les monocultures à grande échelle, utilisant massivement les pesticides, comme celles qui produisent actuellement 90 % de toutes les cultures OGM. De sorte que les résultats ne sont pas très pertinents pour les systèmes utilisant peu d'intrants, à petite échelle et avec une grande biodiversité.

Là où les cultures *Bt* ont été introduites dans des systèmes agricoles n'utilisant pas de pesticides synthétiques, comme le maïs organique, « il n'a pas pu y avoir de gain dans l'usage des pesticides. De fait, en comparaison avec les champs témoins sans insecticides, certains taxons non ciblés étaient moins abondants dans les champs de cultures *Bt* ».

« Pour ce qui est de la commercialisation, les agriculteurs canadiens sont victimes de l'aversion des Européens pour les aliments avec OGM. Après avoir adopté pour eux-mêmes les variétés GM, ils ont perdu un marché d'huile de colza de 300 millions de dollars au profit des marchés européens sans OGM. Les exportations de maïs des États-Unis vers l'Europe ont, elles aussi, chuté de 3,3 millions de tonnes en 1995 à 23 000 tonnes en 2002, par crainte des OGM ». L'American Farm Bureau estime que cette perte a coûté aux fermiers des États-Unis 300 millions de dollars par an.

### Que penser des effets d'une dissémination involontaire des caractères OGM ?

Les conséquences pourraient être graves. En 2006, des caractères GM non approuvés, provenant d'essais de riz en plein champ, aux États-Unis et en Chine, se sont retrouvés dans le riz vendu dans les supermarchés européens ; lorsque les importations en furent bannies, les agriculteurs de ces deux pays supportèrent d'énormes pertes, encore aggravées par les frais encourus ensuite pour faire certifier que leurs produits étaient désormais débarrassés de ces caractères non approuvés. Une polémique semblable accompagna la découverte de transgènes dans les cultivars traditionnels du maïs au Mexique.

©Dépt. de l'Agriculture des E.-U.



Un pédologue mesure la croissance du maïs aux États-Unis. En Amérique du Nord et en Europe, la part de la recherche agronomique financée par le secteur privé a connu une croissance phénoménale, ce qui a fortement influencé ses orientations. Les grandes firmes transnationales détiennent ainsi une influence considérable sur l'agronomie et ses priorités

Il est prouvé qu'une invasion accrue ou une prolifération de mauvaises herbes est due à la pénétration génétique involontaire de caractères GM – comme la résistance aux herbicides et aux insectes – dans les espèces cultivées ou sauvages, ou les mauvaises herbes associées. Au Canada, la production de colza organique dans les prairies a été, dans une grande mesure, abandonnée en raison de la contamination généralisée par des transgènes ou du colza transgénique.

L'analyse du risque GM a conclu à la possibilité d'effets négatifs sur l'environnement de la diffusion délibérée ou non de gènes par le pollen vers des espèces de mauvaises herbes de même famille de culture GM, et par transfert horizontal de gènes. Pour la majorité des cultures légale-

ment approuvées, comme le maïs aux États-Unis, la probabilité est négligeable. Dans d'autres cas, comme pour le colza au Canada, de faibles quantités d'ADN transgénique ont pénétré dans des livraisons de semences non OGM. On a aussi connu des cas d'aliments contaminés, suivis de procès à l'encontre d'agriculteurs pour présence non intentionnelle d'ADN transgénique dans leurs produits. Cela va probablement devenir encore plus sérieux lorsque des produits pharmaceutiques seront introduits dans les cultures.

En dépit des solutions techniques destinées à empêcher ce genre de déplacement des gènes – comme de limiter les transgènes au génome du chloroplaste qui n'est pas transporté par le pollen, ou bien la technologie controversée du Terminator [Ndlr : qui rend stériles les semences achetées par le fermier/la fermière, ce qui l'empêche de les replanter à la saison suivante] et les protocoles de pureté des variétés traditionnelles de plantes, aucune méthode ne semble totalement efficace pour s'opposer à la diffusion des transgènes.

Il existe des règles ou des directives pour évaluer les risques, aux États-Unis, au Canada et dans l'Union européenne. Certaines écoles estiment que les tests, avant mise sur le marché, des risques environnementaux de cultures GM sur les organismes non ciblés doivent se conformer aux protocoles des produits chimiques comme les pesticides.

Le protocole de Carthagène sur la biosécurité, adopté en vertu de la Convention sur la diversité biologique et entré en vigueur en 2003, est le premier accord international qui régit la biotechnologie moderne. Il applique le principe de précaution à l'usage et au transport des cultures transgéniques d'un pays à l'autre.

Source : Évaluation internationale de la science et la technologie agricoles au service du développement (2008)

tables des aliments qui semblent bon marché mais qui, sans être toujours bons pour la santé, nous coûtent cher en termes d'eau, de sols et de diversité biologique dont notre avenir dépend. » On estime qu'un tiers de la surface sérieusement endommagée de la Terre l'a été par la faute des pratiques agricoles.

de l'irrigation. L'augmentation des rendements en Asie orientale et centrale se situe, par exemple, généralement en dessous des moyennes mondiales, et ces pays sont, au final, pour la plupart, des importateurs de produits alimentaires.

## Le dilemme de l'azote

L'azote est indispensable à la production alimentaire, car c'est un élément essentiel des acides aminés, des protéines, des acides nucléiques et de l'ADN dont les cellules vivantes – y compris celles des végétaux – ne sauraient se passer.

Avant le 20<sup>ème</sup> siècle, la fixation de l'azote gazeux sous une forme réactive utilisable par les organismes vivants ne pouvait être que d'origine naturelle, produite par l'action d'un petit nombre de microorganismes du sol et les éclairs.

En 1918, un Allemand, Fritz Haber, reçut le Prix Nobel de chimie pour avoir combiné de l'azote gazeux (N<sub>2</sub>) à de l'hydrogène (H<sub>2</sub>) pour produire de l'ammoniac réactif (NH<sub>3</sub>). Treize ans plus tard, son compatriote Carl Bosch recevait le même Prix pour avoir découvert le moyen de produire de l'ammoniac à l'échelle industrielle, comme engrais. La conversion de l'azote gazeux, non réactif, en combinaison réactive, au service de l'agriculture, faisait tomber un obstacle majeur à la croissance rapide de la population humaine, mais cela allait coûter très cher.

Dans certaines parties de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Asie, il y a désormais trop d'azote réactif : l'excès d'azote utilisé en agriculture s'infiltré dans le sol et les eaux souterraines, et pollue l'environnement. De vastes zones en Afrique et en Amérique latine ont, à l'inverse, trop peu d'azote réactif d'origine naturelle, et les cultures en absorbent plus que les engrais n'en apportent, ce qui provoque l'épuisement généralisé des nutriments du sol et fait obstacle aux efforts pour nourrir rapidement une population en plein essor. Le dilemme actuel est de savoir comment utiliser au mieux l'azote dans l'intérêt de la vie humaine, tout en réduisant le plus possible ses effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine.

Source: Human alteration of the nitrogen cycle. UNESCO-SCOPE Policy Briefs No. 4, avril 2007 : [www.unesco.org/mab/pub.shtml](http://www.unesco.org/mab/pub.shtml); pour en savoir plus : [a.persic@unesco.org](mailto:a.persic@unesco.org)

L'Évaluation remarque qu'en Asie orientale, centrale et dans le Pacifique, le développement de l'agriculture s'oriente vers une pollution aggravée, « notamment par l'azote ». Quelque 60 % des écosystèmes y sont dégradés ou exploités de façon non durable, et la pollution par l'azote contenu dans les engrais et les déchets des animaux domestiques devrait encore augmenter (voir Le dilemme de l'azote). En l'absence de volonté politique, déclare l'Évaluation, la descente inexorable vers les troubles socioéconomiques et la dégradation de l'environnement peut s'accélérer, voire devenir irréversible ».

L'irrigation a été déterminante dans les gains de productivité dus aux nouvelles variétés de cultures réagissant aux engrais. Entre 1961 et 2000, la surface des terres irriguées dans le monde a doublé pour atteindre 277 millions d'ha, soit environ 18 % des terres mises en culture. Aujourd'hui, deux tiers des terres irriguées du monde se situent en Asie, où elles constituent environ 35 % des terres cultivées. Quelque 40 % de la production des céréales mondiales proviennent des terres irriguées, dont 80 % de la Chine. Et cependant, dans plusieurs pays asiatiques de culture intensive, le rendement des céréales n'augmente plus, en dépit



Récolte de tomates. Les engrais chimiques ont donné une formidable impulsion à l'agriculture mais ont coûté très cher à l'environnement. Les engrais azotés posent un problème car un végétal ne peut absorber tout l'azote qu'ils contiennent. L'excédent contamine le sol et les eaux souterraines et, transporté par les rivières, il peut se retrouver sur le littoral où il provoque des efflorescences d'algues nuisibles qui font baisser le taux d'oxygène de l'océan et créent des zones mortes

© Dominique Reger/UNESCO

L'irrigation a coûté cher, en termes sociaux et environnementaux. Des communautés entières ont été déplacées pour faire place à de hauts barrages ; le détournement de l'eau des fleuves, des lacs, des oasis et autres terres humides tributaires des eaux souterraines a provoqué la salinisation, l'érosion des chenaux, une baisse de la biodiversité, l'introduction d'espèces envahissantes, des problèmes de qualité de l'eau et d'isolement génétique, pour cause de fragmentation des habitats. Elle a aussi pénalisé les pêcheries de plaines d'inondation et autres sites, intérieurs et côtiers.

La salinisation et l'engorgement des sols provoqués par une irrigation inefficace ont créé de graves problèmes en Asie centrale et occidentale et en Afrique du Nord ; ils affectent plus de la moitié des terres irriguées des plaines de l'Euphrate et du Pakistan. Entre temps, près de la moitié des ressources renouvelables en eau de la région se trouvent en dessous du minimum nécessaire au développement (500 m<sup>3</sup> par personne et par an).

L'accroissement de la population va exacerber la compétition pour l'usage de l'eau. L'agriculture figure déjà pour 70 % dans la consommation totale de l'eau. L'Évaluation prévient : « l'accroissement de la population et le changement des habitudes alimentaires devraient conduire, si la consommation se maintenait

au rythme actuel, à augmenter de 70 à 90 % les besoins en eau pour la production d'aliments et de fibres ». En y ajoutant les effets prévus des changements climatiques en Afrique, en Asie et dans le Pacifique, on obtient un cocktail explosif. D'ici à 2020, la quantité d'eau disponible par personne en Asie de l'Est et du Sud et dans le Pacifique, par exemple, va tomber à environ un tiers de son niveau de 1950, ou peut-être moins encore.

## La biodiversité menacée par l'agriculture

L'une des causes les plus insidieuses de la crise actuelle est l'uniformisation des habitudes alimentaires dans le monde entier. « De nombreux pays ont remplacé leur alimentation traditionnelle par un modèle plus occidental, centré sur un petit nombre de céréales et une copieuse consommation de viande et de sucre », remarque Calvo. « Ils deviennent ainsi très dépendants des marchés étrangers. Nous n'avons pas encore atteint le point de non-retour, mais le message est clair : si ces pays ne conservent pas une large biodiversité agricole, ils risquent une dépendance de plus en plus grande vis-à-vis d'un choix de plus en plus restreint de céréales ».

## Ennemis naturels

Les ennemis naturels des parasites – prédateurs, parasitoïdes et agents pathogènes – peuvent être utilisés pour les éliminer. La contribution que font les ennemis naturels à l'économie mondiale a été estimée à plusieurs centaines de millions de dollars.

Le contrôle biologique, qui fournit aux ennemis naturels un habitat et des ressources appropriés, permet de restreindre le recours à des pesticides perturbants. Étant adaptées aux conditions locales, ces méthodes, qui donnent rarement lieu à la fabrication de produits de grande distribution, n'ont pas beaucoup intéressé le secteur privé. Elles constituent néanmoins la pierre angulaire de la gestion écologique des parasites. Elles trouvent des applications notables dans les systèmes intégrés des vergers biologiques de Californie (États-Unis), la gestion des habitats de vignobles et la protection des écosystèmes de rizières.

Leur importance est mise en lumière à chaque attaque de parasites dans des régions dépourvues d'ennemis naturels spécifiques. Les premiers succès spectaculaires de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle stimulèrent les efforts de lutte biologique dans le monde entier, mais ces méthodes furent ensuite supplantées par l'adoption généralisée d'insecticides synthétiques bon marché et immédiatement efficaces. Le biocontrôle perdit la faveur des utilisateurs, jusqu'à ce que les problèmes posés par les pesticides raniment leur intérêt. Dans un premier temps, les pays en développement concentraient leur production sur la sylviculture commerciale, industrielle et d'exportation à grande échelle, qui affectait peu la vie des petits agriculteurs. Les programmes suivants portaient sur les cultures vivrières et l'établissement de capacités autochtones.

La lutte contre les parasites a une longue histoire en Afrique. Le Kenya, par exemple, a réussi à maîtriser dans tout le pays la cochenille du café (*Phenacoccus kenyae*) par les moyens biologiques lorsqu'elle fit son apparition dans les années 1920. Il est intéressant de signaler que l'utilisation durable des insecticides provoqua dans les années 1950 leur résurgence dans les grands domaines mais pas dans les petites plantations de café. Une usine de produits de lutte biologique, à base de *Bt*, a ouvert à Nairobi en 2004.

Les écologistes se sont inquiétés de l'impact potentiel, sur les organismes non ciblés, des agents de biocontrôle introduits. Mais leur innocuité a été vérifiée par tout un ensemble de travaux de recherches. Qui plus est, il existe désormais des protocoles de tests rigoureux et des méthodologies pour évaluer les risques des agents de biocontrôle pour l'environnement : la FAO, CABI, BioScience et l'Organisation internationale de lutte biologique ont élaboré un Code de conduite pour l'importation et la diffusion d'agents de lutte biologique.

À l'inverse du biocontrôle classique, l'« augmentation » fait appel à la production massive des agents naturels de biocontrôle afin de réduire la pression des parasites. Les bureaux décentralisés de biocontrôle artisanal de Cuba représentent un modèle de production peu coûteuse pour usage local. On pourrait aussi citer comme exemples le biocontrôle par augmentation dans les cultures en plein champ d'Amérique latine et dans l'ensemble du système des serres européennes. L'intérêt croissant des consommateurs a encouragé la création d'une industrie de biocontrôle, petite mais florissante, surtout dans les pays industrialisés, mais également dans des pays en développement où l'emploi de pesticides est difficile ou susceptible de déclencher des attaques de parasites, comme cela arrive dans la canne à sucre, le coton et les arbres fruitiers.

Le coût de production, de stockage et de distribution d'organismes vivants rend ces produits moins attractifs pour le secteur privé que celui des pesticides ; ils ne représentent actuellement que 1 à 2 % des ventes mondiales des produits chimiques. Leur utilisation relativement restreinte reflète bien le sous-investissement chronique dans la R&D du secteur public, et la réglementation qui pénalise les alternatives biologiques par rapport aux pesticides chimiques.

Le biocontrôle se heurte, au plan mondial, à la montée du risque des parasites exotiques par suite de la mondialisation et des changements climatiques. Les ennemis naturels ont déjà prouvé leur capacité à s'adapter aux changements du climat au cours de leur expansion géographique, et à s'attaquer à des espèces envahissantes de façon sûre et durable. Ces attributs, couplés avec l'impératif de réduire la contamination des approvisionnements en eau potable, donnent à penser que le biocontrôle jouera un rôle croissant dans les pratiques futures de gestion des parasites.

Source: Évaluation internationale de la science et de la technologie agricoles au service du développement (2008)



La prédatrice chrysope peut lutter contre la cicadelle du raisin



Sur un plant de coton, une guêpe poliste cherche ses victimes : des vers de la capsule ou autres chenilles

La perte de diversité génétique pose un grave problème au sud du Sahara, par exemple, car plusieurs espèces et cultures qui ne figurent qu'en très faible proportion dans les échanges mondiaux sont, en fait, des aliments de base locaux, comme le tef et le yam. Il est paradoxal que l'Afrique subsaharienne manque d'aliments riches en micronutriments, malgré son potentiel considérable de ressources génétiques agricoles. L'Éthiopie, par exemple, possède 12 plantes qui pourraient fournir des récoltes précieuses, comme le légume gombo (*Abelmoschus esculentus*) et la légumineuse yeheb (*Cordeauxia edulis*).

Si le commerce international encourage une spécialisation très exclusive d'un petit nombre de produits, la mise au point de variétés améliorées s'est, elle aussi, concentrée sur une étroite gamme de céréales et d'animaux, ce qui menace d'extinction les variétés négligées, en dépit de leur inestimable contribution au pool génétique et de leur rôle dans l'économie locale.

Les pratiques agricoles nocives, telles que l'abus d'engrais azotés, la mauvaise irrigation ou la contamination involontaire de végétaux et d'arthropodes par des cultures génétiquement modifiées ont également des effets désastreux sur la biodiversité. L'extension du domaine agricole constitue une autre menace, car elle réduit l'espace des habitats naturels et les principaux corridors de migration.

L'Évaluation cite d'autres arguments pour limiter l'accroissement du domaine agricole. Par exemple, l'Afrique aussi bien que l'Amérique latine possèdent « d'importants reliquats de terres non exploitées, qui pourraient être cultivées, mais on estime qu'une très faible proportion de ces zones – 7 % en Afrique, 12 % en Amérique latine et aux Caraïbes –, n'entre pas dans la catégorie des sols soumis aux normes très strictes délimitant une production rentable et durable. Or, *a contrario*, une bonne partie des zones non exploitées joue un rôle régional et mondial dans la biodiversité et les services rendus par les écosystèmes, comme les forêts tropicales.

La recherche de monopoles sur les gènes végétaux pose aussi un problème à la biodiversité. Dans un reportage, le *Washington Post* révélait au mois de mai que les trois géants mondiaux de l'« agrobusiness », BASF (Allemagne), Monsanto (États-Unis) et Syngenta (Suisse), « avaient déposé auprès des bureaux du monde entier [environ 530] demandes de brevets d'exploitation portant sur près des deux tiers des familles de gènes capables de s'adapter au changement climatique. » Ces cultures GM ont été traitées de façon à supporter la sécheresse et autres types de stress environnementaux.

Selon le Groupe ETC d'Ottawa, organisme militant qui soutient les producteurs de cultures vivrières, et dont le rapport était cité dans le journal, « cette démarche pourrait déstabiliser les institutions de recherche végétale du secteur public ... qui livrent depuis longtemps à titre gratuit leurs variétés améliorées ».

« En général, les brevets de gènes interdisent, de fait, la pratique séculaire consistant à mettre de côté des semences d'une récolte pour ensemen- cer la suivante, obligeant au contraire les paysans à acheter chaque année les semences de haute technologie » rappelait le journal. Il citait une demande de brevet de BASF pour un gène tolérant le stress environnemental « qui cherche à empêcher les firmes concurrentes d'utiliser ce gène » dans plus de 30 cultures parmi les plus répandues, comme le maïs, le riz, le soja, le café, le colza et le blé.

Richard Jefferson, fondateur de Cambia, institut australien à but non lucratif qui aide les compagnies à travailler en groupe sur les brevets, adopte un point de vue intermédiaire. « Je ne m'élève pas contre le fait que Monsanto mette au point ces outils », a-t-il déclaré au *Washington Post*, « ce qui me gêne, c'est que nous n'ayons pas une écologie économique qui permette à d'autres compagnies de se mesurer à elle ».

### Réorienter le savoir vers la préservation de l'agro-environnement

L'Évaluation estime que, pour améliorer les pratiques agricoles, il convient de réorienter la masse du savoir et de l'expertise agronomiques que le monde a accumulées ces dernières

décennies vers des stratégies favorisant à la fois la productivité et la protection des ressources naturelles, comme les sols, l'eau, les forêts et la biodiversité.

Elle recommande que l'agronomie attache plus d'importance à la sauvegarde des ressources naturelles et aux pratiques « agro-écologiques ». Ces pratiques comprennent notamment l'emploi d'engrais naturels, de biopesticides (voir *Ennemis naturels*) et de semences traditionnelles, le rejet de la monoculture – particulièrement exposée aux attaques de parasites et aux maladies – et la réduction des distances entre producteur et consommateur. Alors que les émeutes de la faim atteignent même les villes, l'Évaluation suggère d'encourager l'agriculture périurbaine et les jardins potagers dans les faubourgs. L'agriculture périurbaine présente de nombreux avantages : réduction des coûts de transport – et donc des émissions de gaz à effet de serre et du prix de vente des marchandises –, renforcement de l'usage des cultures locales, entretien de ceintures vertes, et création d'emplois.

L'Évaluation cite d'autres mesures envisageables, comme de mettre fin aux subventions qui suscitent des pratiques non durables telle l'agriculture intensive, ou de laisser faire les lois du marché et autres mécanismes pour réglementer et valoriser par des primes les services agro-environnementaux. Les pays pourraient étudier la possibilité de rétribuer les agriculteurs qui maintiennent, par exemple sans les drainer, des terres humides de grand intérêt, ou qui utilisent les forêts pour réduire les émissions de carbone. Cependant, si les agriculteurs adoptent des pratiques durables, ils devront pouvoir compter sur des droits d'usage et d'occupation à long terme des terres et des eaux, ainsi que sur des mesures de réduction des risques, du type plans de crédit et assurances.

L'Évaluation suggère de mettre en place des mesures incitatives pour organiser la gestion intégrée des attaques de parasites et la gestion d'un plasma de germes respectueux de l'environnement, ainsi que des marchés alternatifs, comme ceux des produits verts, des licences de pratiques durables en foresterie, pêcheries et agriculture organique, ou le renforcement des marchés locaux.

Il existe plusieurs interprétations de la gestion intégrée des parasites, depuis la catégorie passe-partout proposant diverses solutions intensives, au plan technique et biologique



### Qu'entendons-nous par agro-écologie ?

L'agro-écologie est une science qui vient de l'alliance du savoir scientifique et des connaissances traditionnelles autochtones (ethno-science) ; elle se propose de réduire les effets pervers des systèmes agricoles conventionnels par la diversification de la production et le recours à des technologies respectueuses de l'environnement.



© S. Schmeissner/UNESCO

Du blé en Espagne

Bien que les méthodes agro-écologiques soient variées et restent, par définition, essentiellement adaptées aux besoins de chaque site, les personnes désireuses de s'y adonner devraient observer les principes suivants :

- Employer des sources d'énergie renouvelables plutôt que non renouvelables
- Recourir à la fixation biologique de l'azote
- Utiliser, dans la mesure du possible, les ressources produites dans la ferme même
- Stocker des nutriments de sols et de la matière organique
- Économiser l'eau et employer des systèmes d'irrigation efficaces
- Préserver les ressources génétiques et maintenir les cultivars
- Gérer les associations écologiques naturelles et rétablir les associations écologiques qui peuvent se produire spontanément dans la ferme
- Pratiquer la culture intercalée de deux ou trois plantes simultanément dans un champ, et les systèmes de plantes couvre sol, c'est-à-dire toute plante cultivée dans le but d'empêcher l'érosion par l'eau et le vent
- Travailler la terre le moins possible et n'effectuer qu'un minimum de labour, ce qui entraîne bien moins d'érosion par le vent et l'eau et permet une meilleure pénétration des eaux de surface et souterraines
- Adapter le choix des cultures au potentiel productif et aux contraintes physiques du terroir
- Multiplier les variétés de cultures et de races d'élevage, en évitant de dépendre de cultures ou de produits uniques (monocultures) et les vendre sur des marchés alternatifs
- Veiller à ce que la population locale maîtrise son propre développement et à ce que les agriculteurs y participent davantage
- Faciliter un transfert multilatéral du savoir, par opposition au transfert du sommet à la base, et faire confiance au savoir autochtone.



Des femmes pilent du millet au Mali. Le stress hydrique des sols affecte plus de 80 % des terres agricoles de l'Afrique, ce qui réduit leur capacité d'absorption des nutriments, et donc leur productivité. Il existe de bonnes perspectives d'irrigation à petite échelle et de collecte des eaux de pluie en Afrique subsaharienne, où les terres irriguées sont rares : à peine 4 % des terres arables, contre 35 % en Asie et 15 % en Amérique latine



## Les firmes européennes commencent-elles à considérer les paysans comme des partenaires ?

Devant l'envolée du prix des matières premières, il semble que les milieux d'affaires soient en train de changer d'attitude. Au Royaume Uni en mai, Mark Lundy, directeur de recherches au Consultative Group on International Agricultural Resources, déclarait au *Financial Times* que « les fabricants de produits alimentaires ne peuvent plus se permettre d'ignorer les agriculteurs. Jusqu'ici le marché était entre les mains des acheteurs. Ces derniers doivent désormais faire la preuve qu'ils sont de bons partenaires ».

Chez les Européens, ce changement d'attitude peut être illustré par le cas de Barry Callebaut, fabricant suisse de chocolat, qui a acheté en avril 49 % des intérêts de Biolands, exportateur de cacao organique, ayant son siège en Tanzanie. « Biolands est à la tête d'un réseau de 20 000 petits propriétaires, dont il achète la récolte de fèves. Il leur assure également une formation et leur fournit les semences », rapportait le *Financial Times*. Le prix du cacao a augmenté de presque 50 % entre septembre et février mais, en investissant chez les producteurs, Barry Callebaut se rend maître d'une partie de la production de cacao. « Nous essayons d'acheter des quantités de plus en plus importantes directement aux coopératives et autres organisations, afin de garantir la qualité », expliquait la firme au journal, qui indiquait que Biolands projetait d'étendre à d'autres pays son projet de Tanzanie.

Pour sa part, Cadbury Schweppes prévoit d'investir dans les dix prochaines années 30 millions de livres sterling (59 millions de dollars) chez les producteurs de cacao du Ghana qui fournissent près des trois quarts de la production nationale. La firme a lancé au début de l'année un partenariat Cadbury-cacao avec le PNUF.

Au Cameroun, Diageo, le groupe britannique de boissons qui possède la bière Guinness, investit actuellement 250 000 livres sterling sur les cinq ans à venir chez des producteurs locaux afin d'encourager la production de sorgho. Diageo pourra ainsi réduire sa dépendance par rapport à l'orge importé, ingrédient habituel de sa bière. Nick Blazquez, PDG de la société Diageo en Afrique, a confié au Times que s'approvisionner localement en matières premières « réduit nos besoins en devises, raccourcit nos voies de ravitaillement et renforce nos liens avec la communauté locale ».



Sacs de cacao à Sao Tomé et Principe

En Équateur, la brasserie londonienne SABMiller s'est engagée dans une « course aux terrains » avec l'industrie des biocarburants. Andy Wales, directeur du développement durable de la firme, a dit au journal que sa société désirait améliorer ses relations avec les agriculteurs afin qu'ils cultivent du riz et le lui vendent, plutôt que du maïs pour les fabricants de biocarburants. La firme utilise le riz dans le brassage pour ajouter de l'amidon à la bière. Elle a aussi d'autres projets en Afrique pour encourager les agriculteurs à cultiver du sorgho pour la brasserie.

Le Mouvement pour un commerce équitable, cité dans *l'Évaluation*, pourrait témoigner du fait qu'une bonne rétribution des paysans pauvres peut aussi se révéler profitable pour le commerce. Sa filiale britannique revendique la vente au Royaume-Uni de plus de 3 000 articles certifiés, pour un montant de 493 millions de livres sterling en 2007.

Source: Wiggins, J. (2008) *Africa's farms reap rewards*. Financial Times, 7 mai, Royaume-Uni

– mais sortant du cadre écologique – jusqu'à la gestion intégrée des « pesticides » centrée sur l'emploi de doses réduites de produits moins nocifs et plus sélectifs. CropLife propose des solutions non chimiques comme le contrôle biologique, tout en les qualifiant de « trop souvent peu fiables ou d'une efficacité insuffisante pour un emploi exclusif commercial ».

Il existe un troisième type de gestion intégrée des parasites, qui repose sur le fonds de connaissances techniques des autochtones (l'ethnoscience). La méthode des cultures intercalées en est un exemple, qui consiste à faire pousser simultanément deux ou trois cultures dans un même champ. La gestion intégrée autochtone peut aussi tolérer, à certaines périodes, des mauvaises herbes, des insectes nuisibles et des agents pathogènes, à condition qu'ils donnent matière à aliments, médicaments, éléments à usage cérémoniel et amendement des sols.

L'agriculture organique est aussi une méthode de gestion intégrée des parasites. Elle rejette tout usage d'engrais et de pesticides de synthèse. Les consommateurs – et donc les producteurs – s'y intéressent de plus en plus. Le terme prête à confusion, car organique ne signifie pas nécessairement agro-écologique. Dans certaines régions d'Amérique centrale et en Équateur, par exemple, la production de bananes organiques se pratique comme une vaste monoculture ; elle obtient le label organique parce qu'elle n'utilise pas de produits chimiques.

On affirme souvent qu'avec des rendements plus faibles, l'agriculture organique ne pourra pas fournir de quoi nourrir le monde entier. Une étude controversée<sup>4</sup>, citée dans *l'Évaluation*, concluait, après avoir examiné 300 exemples dans le monde, que « l'agriculture organique pourrait suffire à fournir entre 2 540 et 4 380 kilocalories par personne et par jour », selon les modèles retenus. Les auteurs, travaillant à l'Université du Michigan aux États-Unis, constataient également que, « dans les pays en développement, la production des fermes consacrées à l'agriculture organique dépassait de 57 % celle des exploitations conventionnelles, ce qui prouvait la possibilité réelle d'intensifier la production par les méthodes organiques ».

### Intervenir en faveur des petits producteurs

*L'Évaluation* estime qu'il est plus urgent aujourd'hui de concentrer les politiques agricoles sur le soutien des petits producteurs que vers des solutions techniques. Il rappelle, par exemple, que dans les pays asiatiques en développement, la fracture entre campagne et ville s'est creusée en raison du déplacement des paysans chassés de leurs terres par l'industrie et par l'importance croissante du commerce, qui « a conduit à négliger le développement rural et les secteurs non commerciaux de l'économie ».

Pour Jacques Diouf, Directeur général de la FAO, il est urgent de mettre fin à la réduction constante des fonds publics consacrés

à l'agriculture et au développement rural. Il est convaincu « que le secteur privé se mettrait à investir dans l'agriculture et les activités qui lui sont liées si le secteur public y plaçait des sommes conséquentes ». Devant l'envolée des prix des matières premières, certaines entreprises européennes semblent être déjà prêtes à se mobiliser (voir *Les firmes européennes commencent-elles à considérer les agriculteurs comme des partenaires ?*)

« Il nous faut produire davantage de nourriture là où elle manque cruellement », dit Diouf. « Nous devons veiller à ce que les petits producteurs disposent de suffisamment de terres, d'eau et d'intrants nécessaires, comme les semences et les engrais afin... qu'ils puissent accroître leur production dans une conjoncture de prix majorés, améliorer leurs revenus et... en faire profiter à leur tour les consommateurs ».

### La crise alimentaire actuelle sonne le réveil

Le renversement du modèle actuel préconisé dans l'Évaluation en faveur d'une agriculture plus responsable ne peut se réaliser du jour au lendemain. Il demandera aux gouvernements de tous les pays un effort soutenu et coordonné, et au secteur privé un engagement sincère. La crise alimentaire actuelle est un cri d'alarme, qui nous prévient de ce qu'une crise sporadique pourrait devenir chronique si rien n'est fait pour changer, dans les mois et les années à venir, les pratiques de l'agriculture moderne.

« L'UNESCO peut y jouer un rôle », conclut Calvo, « en encourageant les agriculteurs à diversifier leurs modes de production et leurs produits, de façon à intégrer dans leurs pratiques les systèmes du savoir traditionnel, et à utiliser la science, la technologie et des pratiques de gestion éclairées de façon à protéger aussi bien la biodiversité agricole que l'environnement en général ».

« Il est temps de dépasser l'image réductrice de l'agriculture comme celle d'une industrie ordinaire », insiste-t-il. « Nous devrions peut-être plutôt parler « d'agri-cultures », au sens de



On emmène le cochon au marché à Zumbahua, en Équateur

©Ailsen Claysan/UNESCO

cultures agraires, terme qui me paraît mieux rendre compte de la diversité biologique et culturelle de l'agriculture dans le monde ».

Une occasion se présentera en juillet aux huit pays les plus riches du monde (le G8) d'entamer ce processus de renversement du modèle. Pour la première fois depuis 27 ans, la crise alimentaire mondiale figurera à l'ordre du jour du G8. Yasuo Fukuda, Premier ministre du Japon, accueillera dans son pays cette réunion, qui devrait traiter du commerce des produits alimentaires, des biocarburants, des moyens de relancer la production agricole et des effets des changements climatiques sur l'agriculture.

L'autre grand rendez-vous de l'agenda international sera la conclusion du cycle de négociations de Doha entre les membres de l'OMC. Toutefois, après plus de six ans de valse-hésitation marqués par de graves désaccords sur la réglementation du commerce des produits agricoles, le cycle de Doha est au point mort. Alors qu'une bonne partie du monde est confronté à une récession économique, exacerbée par les crises alimentaires et énergétiques, cette impasse n'est pas de bon augure pour l'avenir.

Susan Schneegans

Lire l'Évaluation : [www.agassessment.org/](http://www.agassessment.org/);  
pour en savoir plus : [s.arico@unesco.org](mailto:s.arico@unesco.org); [g.calvo@unesco.org](mailto:g.calvo@unesco.org)



Paysan avec ses vaches dans la vallée du Nil, en Égypte

©Raul Delongano/UNESCO

1. Arabie saoudite, Arménie, Azerbaïdjan, Bahreïn, Bangladesh, Belize, Bénin, Bhoutan, Botswana, Brésil, Cameroun, Chine, Costa Rica, Cuba, Rép. Dém. du Congo, Rép. Dominicaine, El Salvador, Éthiopie, Finlande, France, Gambie, Ghana, Honduras, Inde, Iran, Irlande, Kenya, Kirghizstan, Rep. Dém. pop. du Laos, Liban, Jam. arabe de Libye, Maldives, Moldavie, Mozambique, Namibie, Nigeria, Ouganda, Pakistan, Panama, Paraguay, Philippines, Pologne, Palau, Roumanie, Sénégal, Iles Salomon, Swaziland, Suède, Suisse, Tanzanie, Timor-Leste, Togo, Tunisie, Turquie, Uruguay, Vietnam, Zambie. Trois gouvernements n'ont pas totalement approuvé le Résumé du Rapport de synthèse : Australie, Canada, États-Unis
2. Sur la Révolution verte, voir Planète Science d'octobre 2006
3. **En Afrique** : Burundi, République Centrafricaine, Congo, Rép. Dém. Congo, Côte d'Ivoire, Érythrie, Éthiopie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Mauritanie, Ouganda, Sierra Leone, Somalie, Soudan, Swaziland, Tchad, Zimbabwe ; **En Asie** : Afghanistan, Bangladesh, Chine, Corée (Rép. Dém. Pop.), Irak, Népal, Sri Lanka, Tadjikistan, Timor Leste, Vietnam ; **En Amérique latine et aux Caraïbes** : Bolivie, République dominicaine, Équateur, Haïti, Nicaragua ; **En Europe** : Moldavie (Source : FAO)
4. Badgley, Catherine et coll. (2007) *Organic agriculture and the global food supply*. Dans : *Renewable Agriculture and Food Systems* : 22 : 86-108 (Cambridge University Press) : <http://journals.cambridge.org>

## Santé préoccupante des riverains de la mer d'Aral

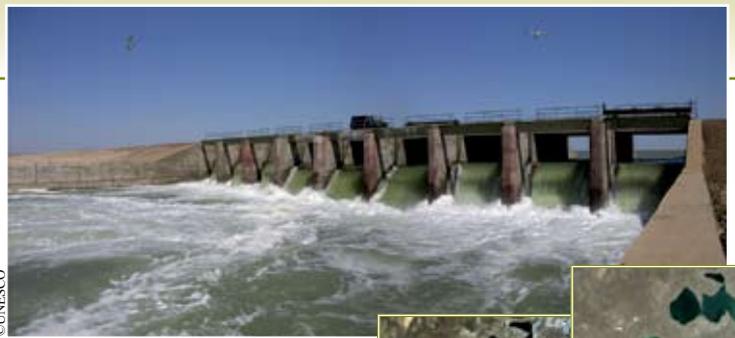
Le gouvernement de l'Ouzbékistan a accueilli à Tachkent, les 11 et 12 mars, une conférence internationale sur les perturbations provoquées par les problèmes écologiques de la mer d'Aral sur le pool génétique de la population humaine, de la flore et de la faune de la région.

Depuis des siècles, la région est extrêmement dépendante de l'eau car elle vit, par tradition, de l'élevage et de l'agriculture. Mais le développement rapide des systèmes d'irrigation depuis 40 ans a mis à mal l'écosystème et induit un changement climatique, la désertification, la salinisation et l'engorgement des terres. Il s'en est suivi une perte de biodiversité et une érosion des terres fertiles. L'eau douce étant polluée par les engrais, le sel et les pesticides des champs de coton, ainsi que par les tempêtes de poussière et de sel devenues plus fréquentes, on observe une recrudescence des maladies chroniques comme la tuberculose. Selon certains rapports, les cas de maladies des poumons, les cancers et la mortalité infantile auraient été multipliés par 30.

La conférence a également étudié les possibilités de promouvoir un développement socioéconomique durable dans la région par la mise en place de projets de collaboration avec des partenaires internationaux. Dans cette perspective, Olcay Ünver, directeur de l'Unité d'évaluation mondiale de l'eau à l'UNESCO, et coordinateur du Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau qui réunit 24 agences des Nations unies, a signé une Lettre de coopération avec le gouvernement d'Ouzbékistan en vue de lancer des études de cas sur la mer d'Aral.

Le ministère allemand de l'éducation et de la recherche (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF) collabore depuis 1992 avec la Division de la politique scientifique et

La mer d'Aral en 1989 (à droite) et en 2003 (plus à droite) était autrefois le 4ème lac du monde par sa superficie. Aujourd'hui, sa superficie est égale à un quart de celle d'il y a un demi siècle. En 2003, dans une ultime tentative de sauvetage, le Kazakhstan a utilisé des fonds de la Banque mondiale pour ériger un barrage (ci-dessus) qui sépare le nord de la mer, plus petit, salé et moins pollué, de sa partie sud, jugée irrémédiablement perdue. Cet ouvrage a été recommandé par le Pr Nikolai Aladin, de l'Institut de zoologie de l'Académie des sciences de Russie, consultant de l'UNESCO, dans le cadre du projet UNESCO-BMBF. Depuis la fin de sa construction, à la mi-2005, la partie nord de la mer d'Aral se remplit plus vite que prévu. On peut de nouveau y pêcher



©UNESCO



Sources of satellite images: NASA

du développement durable de l'UNESCO sur deux projets successifs destinés à aider les pays riverains de la mer d'Aral à évaluer et réduire les dommages subis par les écosystèmes de cette mer.

De 1993 à 1999, le premier projet fut lancé après que le BMBF eut demandé à l'UNESCO de gérer un programme de recherche scientifique visant à soutenir et organiser en réseau 140 scientifiques du Kazakhstan, d'Ouzbékistan, du Turkménistan et de Russie, qui travaillaient sur 20 sous-projets en rapport avec les problèmes de la mer d'Aral. Le BMBF a dépensé 1,2 million de dollars pour rémunérer le personnel, équiper les trois centres de recherche existants et en créer deux nouveaux, à Kazalinsk et Muniak, dans les deltas nord et sud de cette mer.

Le second projet est en cours de réalisation. Il a été conçu et mis en place par le Centre de recherches pour le développement de l'Université de Bonn (ZEF), en Allemagne, en étroite collaboration avec l'UNESCO et l'Université d'État d'Ürgench en Ouzbékistan. Il vise à formuler des recommandations de politiques scientifiques judicieuses qui rendraient possible une gestion durable des ressources en terres et en eaux de la province Khorezm de l'Ouzbékistan, tout en améliorant la vie des populations rurales par des pratiques agricoles plus efficaces.

Il s'agit de concevoir, sur des bases scientifiques, un plan de restructuration des trois acteurs intimement liés dans la gestion des ressources : les politiques, les institutions et les technologies. Le projet allie la recherche scientifique appliquée à la restructuration de la gestion, de façon à soutenir la mise en place de politiques agricoles bien informées et cohérentes au niveau national et régional. Ces politiques seront ensuite mises en œuvre par les institutions restructurées. Des modules de technologie intégrée quant à l'exploitation du sol et des eaux seront introduits au plan de la gestion technique.

Depuis deux ans, le concept intégré, imaginé par les experts en politique scientifique pour restructurer l'exploitation des terres, est testé en situation réelle dans des fermes et des institutions de Khorezm et de Tachkent.

Le BMBF prévoit la fin du projet pour 2010. D'ici là, il aura investi, sur près de deux décennies, 10 millions de dollars dans les projets de la mer d'Aral.

Sur le projet UNESCO-BMBF: [v.moustafaev@unesco.org](mailto:v.moustafaev@unesco.org) ; [www.unesco.org/science/psd/htm\\_innov/arak/arak.shtml](http://www.unesco.org/science/psd/htm_innov/arak/arak.shtml) ; voir aussi : [www.aralconference2008.uz/](http://www.aralconference2008.uz/) (en anglais et russe)



©Kristen Kienzler/ZEF

Cueilleuse de coton dans le district d'Ürgench, province de Khorezm, en Ouzbékistan. Pendant la période soviétique, de vastes étendues désertiques avaient été mises en culture afin de produire du coton, plante très gourmande en eau. Les paysans étaient encouragés à utiliser toujours plus d'eau et des quantités dangereuses de pesticides et d'engrais

---

## Un forum aux premières loges du changement climatique

**La Plate-forme de l'UNESCO sur les régions côtières et les petites îles, et le Programme sur les systèmes du savoir local et autochtone ont lancé, le 12 juin, un forum virtuel de discussion sur Internet, Frontlines, pour répondre aux protestations devant le manque continu de représentation des groupes vulnérables dans les débats internationaux sur le changement climatique.**

Lancé en partenariat avec le secrétariat de la Convention sur la diversité biologique et celui du Forum permanent des Nations unies sur les problèmes des populations autochtones, ainsi que le bureau du Haut commissariat aux droits de l'homme, Frontlines s'intéressera aux expériences vécues par les communautés rurales ou autochtones des petites îles, l'Arctique circumpolaire, les zones de forte altitude, les basses plaines, les forêts tropicales, les zones en marge des déserts et autres milieux vulnérables. Pour une grande partie de l'humanité, le changement climatique est une menace lointaine mais, pour les communautés vulnérables, c'est déjà une réalité. Les petites îles, par exemple, sont déjà confrontées à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempêtes et, par voie de conséquence, à la salinisation des réserves vitales d'eau douce et des terrains agricoles.

Les populations rurales, autochtones ou insulaires sont, par ailleurs, de subtils observateurs de l'impact du changement climatique. Au cours des siècles, ils ont accumulé un vaste corpus de connaissances et de talents pour s'adapter aux situations nouvelles. Leur savoir peut jouer un rôle crucial dans les débats sur l'impact du changement climatique et les stratégies d'adaptation.

À Sachs Harbour, sur la côte ouest de l'Arctique canadien, les Inuits se servent déjà de leur connaissance approfondie des animaux et des changements climatiques pour modifier leurs techniques de chasse et de déplacement et les adapter à ces changements. Ils chassent désormais l'ours polaire plus tôt dans l'année et pêchent dans divers lacs à travers la glace, pendant une période raccourcie du printemps. Les phoques sont plus souvent chassés à partir de barques, en eaux libres, faute de glaces flottantes.



*Au bord de l'Arctique, les Inuits ont prouvé leur capacité à s'adapter au changement climatique. Par exemple, la glace de mer des côtes est souvent préférée désormais aux pistes de l'intérieur des terres pour les déplacements de printemps afin d'éviter la terre nue et une couverture neigeuse trompeuse qui retardent la progression en motoneige. Ceux qui voyagent par l'intérieur ont établi de nouveaux parcours et de nouvelles pistes afin d'éviter les bosses, les fondrières et l'érosion dues à la fonte du pergélisol*

Beaucoup d'Inuits se fient à leur capacité de réagir au changement climatique, au nom d'une philosophie qui accepte l'incertitude et le changement plutôt que de s'y opposer.

En dépit de leur vulnérabilité spécifique, de leurs stratégies d'adaptation et de leur savoir, les populations autochtones restent exclues des débats sur le changement climatique. Elles ont notamment exprimé leur frustration en manifestant, le 7 décembre de l'année dernière lors de la conférence des Nations unies à Bali (Indonésie) et lors de la récente session du Forum permanent des Nations unies sur les problèmes des populations autochtones, en mai 2008, à New York (États-Unis).

Le 28 mars, les petits États insulaires ont clairement signifié leurs revendications, lorsque le gouvernement des Maldives a soumis en leur nom une résolution sur les droits de l'homme et le changement climatique au Conseil des Nations unies pour les droits humains. La résolution a été adoptée par consensus.

Frontlines examinera toutes ces questions, ce qui mettra en pleine lumière, dans les discussions internationales, les communautés vulnérables, tout en offrant une plate-forme à toutes les communautés désireuses de mettre en commun leurs expériences. Le forum opérera en anglais, en espagnol et en français, ce qui n'exclut pas la possibilité d'une ouverture ultérieure à d'autres langues. Les participants recevront les nouvelles, les contributions et les résumés des discussions par courrier électronique.

*Pour participer au forum : [links@unesco.org](mailto:links@unesco.org); les débats sont affichés sur : [www.climatefrontlines.org](http://www.climatefrontlines.org)*

---

## Mieux se préparer aux ondes de tempête

**Dix-neuf jours après que le cyclone tropical Nargis a provoqué la mort ou la disparition de plus de 100 000 personnes au Myanmar, la Commission océanographique intergouvernementale (COI) de l'UNESCO et l'OMM ont convoqué, le 21 mai, une conférence de presse à Genève (Suisse) afin de souligner l'urgence d'améliorer les systèmes d'alerte aux ondes de tempête dans les zones sujettes aux cyclones tropicaux.**

Un marégraphe installé par la COI à Moulmein avait décelé, le 2 mai, une onde de tempête d'une hauteur d'environ 1,5 m. Plus à l'ouest, là où elle a touché terre, l'annonce faite par Myanmar d'une onde de plus de 3 m fut corroborée par une mission de l'OMM, du 15 au 18 mai. Fouaillées par des vents violents, les ondes de tempête peuvent empiler sur la côte des masses d'eau dépassant leur niveau normal et provoquer de graves inondations dans l'arrière-pays.

Les forêts de mangroves servent normalement d'amortisseurs mais, en de nombreux points de la côte du Myanmar, elles ont été remplacées par des cultures ou des étangs à poissons. Le Département des forêts de la FAO estime que la superficie des mangroves dans le delta dévasté de l'Irrawaddy, grenier à riz du pays, a diminué de moitié depuis 1975.

Le Comité mixte OMM/COI d'océanographie et de météorologie marine prépare actuellement un *Guide to Storm Surge Forecasting*, car les ondes de tempêtes peuvent être détectées plusieurs heures, voire plusieurs jours à l'avance. Mais pour pouvoir avertir les populations menacées, il faut disposer de données telles que des plans topographiques et bathymétriques à haute résolution permettant

de modéliser ces phénomènes et de dresser des cartes de risques, notamment d'inondation. Plusieurs États côtiers, dont le Myanmar, ne disposent pas de ces éléments.

Des dispositifs comme le système d'alerte aux tsunamis de l'océan Indien, auquel Myanmar participe, pourraient servir de modèles pour réduire l'impact des ondes de tempête car ces deux phénomènes présentent des similitudes.

*Pour en savoir plus sur les systèmes d'alerte aux tsunamis :  
p.koltermann@unesco.org ; www.ioc-tsunami.org;  
sur les ondes de tempête : k.alverson@unesco.org*

## Un réseau **change de nom**

**L'Académie mondiale des jeunes scientifiques est devenue l'Association mondiale des jeunes scientifiques (WAYS), après consultation de ses membres. La décision est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> avril.**

WAYS a été lancée en 2004 par l'UNESCO pour donner suite à la Conférence mondiale sur la science (1999). Elle s'emploie, depuis lors, à aider les scientifiques de moins de 40 ans à se faire une place. Il est cependant apparu, avec le temps, que le terme d'Académie pouvait prêter à confusion, car il laisse imaginer un modèle d'affiliation plus sélectif. L'appellation d'Association devrait mieux traduire la dimension sociale du réseau.

WAYS, qui compte désormais plus de 3 000 membres dans plus de 120 pays, s'agrandit de jour en jour, malgré les difficultés qu'elle rencontre pour maintenir et développer un réseau aussi divers et étendu avec « des bouts de ficelle » : WAYS est dirigée par une petite équipe de volontaires.

L'Association a mis en place un site Web faisant fonction de soutien social et professionnel par les jeunes et pour eux, car ils ont souvent du mal à obtenir les informations et le soutien nécessaires pour progresser dans leurs carrières, quelles que soient leur discipline et leur situation géographique. Souvent, ils n'arrivent pas à faire reconnaître leurs compétences et leurs réalisations.

« Cette sorte de fenêtre ouverte sur le monde semble être particulièrement appréciée par nos confrères africains pour lesquels WAYS est l'unique réseau de jeunes scientifiques de tout le continent. C'est sans doute pourquoi un tiers de nos membres sont des Africains » souligne Gaëlle Mainguy, son président.

Une fois inscrit en ligne, chaque nouveau membre se voit attribuer un espace où placer son CV et ses centres d'intérêt, ainsi qu'un blog personnel où il peut s'exprimer. D'autres instruments sont également à leur service pour l'échange d'informations, l'affichage et la recherche d'emplois, de conférences, de conseils et de rencontres entre personnes ayant des intérêts communs. WAYS est un réseau social, une sorte de « trombinoscope, de Face Book », déclare malicieusement Mainguy. « Nous aidons les jeunes scientifiques à rester en contact également par l'Internet ; ce faisant, nous fournissons aux institutions du monde un catalogue de nouveaux visages en science et ingénierie, au moment où la désaffection à l'égard des carrières scientifiques a quelque peu inversé la pyramide des âges ».

Tout réseau constitué peut être accueilli gratuitement sur le portail WAYS et y avoir son propre espace. Par exemple, le nouveau réseau Permafrost Young Researchers a été lancé pendant l'Année polaire internationale afin de recruter, retenir et promouvoir des générations futures de chercheurs sur le pergélisol. Il est hébergé par WAYS.

Il existe encore d'autres plates-formes, comme celle des Jeunes professionnels de la recherche agronomique au service du développement, fondée par un membre indien de WAYS, ou le World Lecture Project, un projet lancé par des membres allemands : cette bibliothèque en ligne, qui comporte déjà plus de 700 conférences vidéo, en toutes langues et provenant de tous les domaines de la science, offre aux scientifiques et aux établissements de recherche une plate-forme internationale pour faire connaître leurs conférences.

Mais WAYS est loin de se résumer à un réseau virtuel. « Par son bureau régional en Afrique, WAYS est passé du virtuel au réel », explique Mainguy. En mars de cette année, le Scholar Ship Research Institute et WAYS ont organisé au Cap (Afrique du Sud) un atelier de renforcement des capacités pour les jeunes scientifiques africains. Les participants de 14 pays ont ainsi pu se familiariser avec ses logiciels libre et des bases de données en libre accès pour faciliter la diffusion de l'information scientifique en Afrique ».

*Pour en savoir plus : www.ways.org/fr ; d.malpede@unesco.org;  
www.world-lecture-project.org/ ; http://pyrn.ways.org/ ; www.ypard.org/ ;  
sur le lancement de WAYS, voir Planète Science, avril 2005*

## Un adieu affectueux à « un bipède carboné »

**Sir Arthur C. Clarke est décédé le 19 mars chez lui, à Colombo (Sri Lanka), à l'âge de 90 ans. Il se pourrait que l'écrivain britannique de science-fiction laisse avant tout le souvenir de sa saga sur l'Odyssée de l'espace en quatre parties. Les deux premiers romans – 2001 l'Odyssée de l'espace et sa suite : 2010 Odyssée 2 – sont également devenus d'immenses succès cinématographiques.**

Arthur C. Clarke était, par ailleurs, un scientifique doué d'une grande intuition. Spécialiste en radars durant la Seconde guerre mondiale, il a avancé l'idée, dans un article daté de 1945, que les satellites géostationnaires constitueraient des relais parfaits pour les télécommunications. Son idée devait se réaliser 25 ans plus tard et fut couronnée par de nombreux prix. Il dut, cependant, attendre la fin de la guerre pour pouvoir s'offrir une inscription au King's College de Londres où il obtint en 1948 un diplôme avec mention en mathématiques et physique.

En 1962, Arthur C. Clarke se vit décerner par l'UNESCO le prix Kalinga de vulgarisation scientifique. Dans son discours de réception, qu'il intitula *Greetings, carbon-based bipeds !*, il soulignait que « beaucoup de scientifiques, je l'avoue à regret, méprisent encore la science-fiction et ne perdent pas une occasion de la critiquer ». Or, à ses yeux, la principale valeur de la science-fiction était « d'inspirer plutôt que d'éduquer... Une étude sérieuse montrerait, j'en suis sûr, que la science-fiction joue un rôle décisif dans le choix de beaucoup de jeunes d'embrasser une carrière scientifique... Nous autres, écrivains de science-fiction, faisons parfois preuve d'anticipation sans la sagesse, mais, ce qui est indéniable, c'est que nous avons un don certain pour nous projeter dans le monde du futur et inspirer ainsi des communautés entières ».

De nos jours, plusieurs inventeurs américains sont de son avis. Ils reconnaissent volontiers avoir été inspirés par une série télévisée futuriste, *Star Trek*, diffusée de 1966 à 1969. Elle narrait les aventures de l'équipage du vaisseau interstellaire Enterprise chargé

« d'explorer d'étranges mondes nouveaux, de rechercher une nouvelle forme de vie et des civilisations nouvelles ». Marty Cooper, ingénieur en chef de Motorola, qui inventa le premier téléphone mobile, admet avoir été inspiré dans son enfance par l'un des gadgets utilisés par l'équipage, un « communicateur » sans fil, capable de reconnaître la voix. Il y avait aussi, à bord de l'Enterprise, un médecin spécialisé dans le diagnostic non invasif et la chirurgie sans scalpel. Les scanners médicaux non invasifs, comme l'Imagerie par résonance magnétique et la Tomographie axiale informatisée sont devenus des procédés courants dans les hôpitaux. Tout récemment, John Adler, chirurgien spécialiste du cerveau et amateur de *Star Trek*, a inventé le « cybercouteau », robot guidé par ordinateur qui utilise un rayon laser pour éliminer les cancers sans aucune incision<sup>5</sup>.

Le roman le plus célèbre de Clarke, *2001 : l'Odyssée de l'espace*, publié en 1968, était lui-même avant-coureur d'un progrès scientifique. « Dans le roman », dit-il, « le vaisseau spatial Discovery atteint Saturne grâce à l'impulsion que lui fournit le champ gravitationnel de Jupiter. C'est bien cette manœuvre perturbatrice qui a été utilisée onze ans plus tard par le vaisseau spatial Voyager<sup>6</sup> ».

Le premier roman de l'Odyssée de l'espace fut publié un an avant que le premier être humain eut mis le pied sur la Lune, en un temps où « la controverse sur la nature de la surface lunaire battait son plein ». L'histoire débute tout de suite après la découverte d'un monolithe mystérieusement ouvragé, profondément enfoui dans un cratère de la Lune. L'âge du monolithe vient d'être estimé à trois millions d'années par les scientifiques de la base de recherche internationale Clavius sur la Lune. « Ce que vous contemplez est la première preuve d'une vie existant en dehors de la Terre » annonce un personnage à un autre.

Clarke écrivit une suite en 1982. « Pendant plus de 10 ans, j'ai repoussé avec indignation l'idée qu'une suite était possible », dira-t-il plus tard, mais le succès éclatant des missions des Voyagers m'a fait changer d'avis ; les mondes lointains dont on ne savait rien au



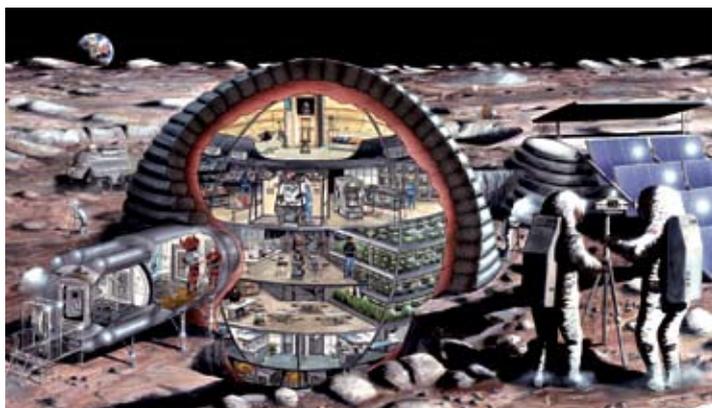
*Cette peinture illustre une autre étude financée par la NASA et digne d'un roman d'Arthur C. Clarke. « Il serait possible de créer une industrie dans l'espace en prenant le sol lunaire comme réserve de matières premières » indique la NASA. Le sol de la lune contient bon nombre des éléments qui rendent l'industrie et la vie possibles sur la Terre. La construction d'une base fournissant des matériaux lunaires à des usines chimiques dans l'espace est représentée ici, au deuxième jour des travaux. Ces quatre grands cylindres posés à plat abritent les habitations, le service de maintenance, l'usine de conditionnement du sol lunaire et le quai de chargement pour le transporteur de ce matériel, qui n'est autre qu'un canon électromagnétique spécialement conçu pour projeter des paquets de 4 kg de sol lunaire jusqu'à un point de l'espace lointain où ils seront rassemblés avant transfert vers une usine chimique plus proche de la Terre. La batterie de cellules solaires qui est en train d'être déployée fournira l'énergie à la base et au transporteur de matériaux. Quelque 25 personnes seraient employées pendant 4 mois pour installer cette vaste base. Une équipe de 10 autres personnes resterait à la surface de la Lune pour travailler à la maintenance »*

moment où Stanley [Kubrik le cinéaste] et moi avons commencé à collaborer [en 1964] sont soudain devenus des lieux réels, dont la surface présentait un état fantastique. La science-fiction devenait désormais bien plus convaincante grâce aux progrès scientifiques ».

Clarke a également publié des ouvrages, autres que de science-fiction, sur les aspects techniques et les implications des vols spatiaux pour la société. Avec des scientifiques et des ingénieurs des Etats-Unis, il a collaboré à la mise au point de vaisseaux spatiaux ; il a également fait une déclaration devant les Nations unies lors des débats sur l'Utilisation pacifique de l'espace extratmosphérique. Aujourd'hui, l'orbite géostationnaire située à 36 000 km au-dessus de l'équateur a été dénommée Orbite de Clarke par l'Union astronomique internationale. La NASA a appelé « 2001 l'Odyssée de Mars » le vaisseau spatial robot qui tourne autour de Mars, en hommage à Clarke.

Quelques semaines à peine avant de mourir, Sir Arthur – qui fut anobli en 1998 – lançait, depuis Colombo, un poignant message radio aux personnes assistant au Lancement mondial de l'Année internationale de la planète Terre au Siège de l'UNESCO à Paris, les 12 et 13 février. Rappelant que la science de l'espace nous a donné une vision nouvelle de notre planète et de sa beauté, il évoquait notre devoir de rétablir enfin des relations saines avec la Terre, et exprimait le vœu que le monde « se libère de sa dépendance à l'égard du pétrole » pour adopter des sources d'énergie propres.

*Pour en savoir plus : [www.clarkefoundation.org](http://www.clarkefoundation.org) ;  
Greetings, Carbon-based Bipedes ! :  
[www.unesco.org/science/psd/news/news08/main08.shtml](http://www.unesco.org/science/psd/news/news08/main08.shtml)*



*Ceci n'est pas une illustration tirée de l'un des romans d'Arthur C. Clarke mais la représentation imagée de l'une des nombreuses études en cours à la NASA en vue d'une éventuelle expédition sur la Lune d'ici à 2020. « Un habitacle gonflable d'un diamètre de 16 m comme celui-ci pourrait répondre aux besoins d'une douzaine d'astronautes vivant et travaillant à la surface de la Lune », explique la NASA. « Y figurent les astronautes, un centre d'opérations de la base, un véhicule lunaire pressurisé, une petite salle aseptisée, un laboratoire de sciences de la vie, des jardins hydroponiques (hors-sol), un poste de garde, des logements privés pour l'équipage, des dépoussiéreuses pour les travaux à la surface de la Lune et un sas. Dans 2001 : l'Odyssée de l'espace, Arthur C. Clarke avait imaginé son équipage de 1 700 scientifiques, hommes et femmes, vivant sur la Lune. Sur la base Clavius, « l'atmosphère était purifiée... dans une vaste salle circulaire juste sous la surface de la Lune. Exposés à des lampes très vives la nuit, et à une lumière solaire tamisée dans la journée, des hectares de plantes vertes touffues poussaient dans une ambiance chaude et moite. C'était des végétaux conçus précisément pour réapprovisionner l'air en oxygène et accessoirement fournir de la nourriture »*

5. D'après How William Shatner changed the World, History Channel, USA

6. La NASA a lancé en 1977 les deux vaisseaux Voyager pour qu'ils explorent le système solaire externe. Environ tous les 175 ans Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont en alignement géométrique, ce qui réduit le temps et l'énergie requis pour les visiter tous les quatre et explique le choix de la date de lancement. La technique, qui profite de la gravitation, a ainsi ramené de 30 à 12 ans le temps de vol de la Terre à Neptune. Voyager 2 a rencontré Uranus en janvier 1986 et s'est approché au plus près de Neptune en août 1989. Contrairement aux prévisions, les vaisseaux sont encore là-haut et ils pourraient « durer » jusqu'en 2020. Les Voyagers doivent leur longévité à trois générateurs thermoélectriques à radio-isotopes produisant de l'électricité à partir de la chaleur due à la décomposition naturelle du dioxyde de plutonium  
Source: University of California Riverside/NASA

# Andrea Mantesso

## Les dents contribueront au progrès de la recherche sur les cellules souches



**Andrea Mantesso, boursière de l'ORÉAL-UNESCO vient de reprendre ses fonctions de maître de conférences à l'École de dentisterie de l'université de São Paulo, au Brésil, après deux années passées au Département du développement crânio-facial de King's College de Londres (Royaume-Uni), sous la supervision du Pr Paul Sharpe. Elle a mis à profit sa bourse pour travailler sur l'origine et la localisation des cellules souches sur les dents d'adultes et de jeunes enfants. Son objectif est d'arriver un jour à manipuler ces cellules de façon à traiter les maladies buccales telles que les caries, et de fabriquer de nouveaux tissus susceptibles de multiples applications, telles que le traitement des difformités crânio-faciales comme la fente palatine, et les syndromes invalidants comme le syndrome oral, facial, digital. Toutes ces affections peuvent provoquer chez le malade beaucoup de détresse et de gêne ; elles peuvent même réduire ses aptitudes à manger, respirer et s'exprimer, selon la gravité des symptômes.**

### Que sont les cellules souches ?

Les cellules souches sont des cellules indifférenciées et immatures, qui, dans certaines conditions, peuvent se transformer en types de cellules spécialisées dans des fonctions bien définies. Présentes dans la majorité des organismes multicellulaires, elles ont deux propriétés singulières : elles peuvent se renouveler et former d'autres tissus.

Cela signifie qu'elles peuvent être cultivées et transformées en types de cellules spécifiques : de muscles, d'os ou de peau, etc. Prélevées sur la moelle osseuse du patient ou d'une autre personne, les cellules souches peuvent être conservées dans une banque de cellules avant d'être transplantées sur un patient chez lequel le traitement d'un cancer par chimiothérapie a détruit la moelle osseuse, par exemple. Après transplantation, les cellules souches de moelle se mettront à proliférer et à donner au patient une nouvelle moelle, ce qui, dans de nombreux cas, lui sauvera la vie. La moelle osseuse est constituée de nombreuses espèces de cellules, et les cellules transplantées sont capables de toutes les reconstruire.

Chez les mammifères, les cellules souches se divisent en deux grandes catégories : les cellules souches embryonnaires, situées dans le blastocyste d'un embryon de 4 à 5 jours après fertilisation, et les cellules souches adultes, présentes dans de nombreux tissus adultes. Si les cellules souches embryonnaires sont capables de former toutes les 220 espèces de tissus qui constituent nos corps d'adultes, les cellules souches adultes sont moins nombreuses et forment moins de types de tissus différents.

Après 20 ans de recherches, il n'existe pas encore de traitements approuvés ni d'essais sur l'homme à partir de cellules souches embryonnaires car elles ont besoin de recevoir des signaux très spécifiques pour former l'espèce de tissu recherchée, processus extrêmement complexe qui n'est pas encore parfaitement élucidé. En outre, injectées à des animaux, les cellules embryonnaires peuvent provoquer des tumeurs. Si bien qu'en dépit de leur potentiel, les cellules souches embryonnaires requièrent des recherches plus poussées.

Les cellules souches adultes, qui sont rares et moins puissantes que celles des embryons, sont cependant utilisées avec succès depuis de longues années pour traiter le cancer des os ou du sang, comme la leucémie, par une transplantation de moelle osseuse, comme je le mentionnais plus haut. En outre, leur emploi dans la recherche et la thérapie est moins sujet

à controverse que celui des cellules embryonnaires car leur extraction n'implique pas la destruction d'un embryon.

Ces dernières années, de nombreux chercheurs ont estimé que la thérapie par cellules souches pouvait révolutionner notre façon de traiter les maladies humaines. Elles permettront de traiter de nombreuses affections qui coûtent très cher aux régimes de santé du monde entier : c'est le cas de la paralysie due à une lésion de la moelle épinière, de divers types de cancer, du diabète, des maladies musculaires et de neurologie dégénératives, comme celle de Parkinson.

### Où trouvez-vous des cellules souches adultes dans le corps humain ?

Les deux principales sources connues sont la moelle osseuse et le cordon ombilical, par lequel une mère nourrit son enfant à naître. Ce cordon ne produit que de rares cellules souches, qui ne peuvent être obtenues qu'une fois dans une vie, lorsque le cordon est coupé après l'accouchement. Quant aux cellules souches de la moelle osseuse, la procédure pour les extraire est très délicate.

On vient de découvrir que des cellules souches adultes peuvent également se trouver dans beaucoup d'autres tissus, et qu'elles entrent en jeu dans le processus normal de réparation et de régénération après une blessure. Elles peuvent, par ailleurs, déclencher certaines maladies chez l'homme, comme le cancer.

### Le rejet des cellules souches n'est-il pas aussi un danger pour le receveur ?

Le système immunitaire du patient perçoit le greffon comme un corps étranger. Il va donc attaquer et éventuellement détruire les cellules transplantées, en provoquant parfois la mort du patient. Le seul moyen d'éviter le rejet est de trouver une adéquation parfaite, ce qui est très rare, sauf entre vrais jumeaux. Tous les autres patients ayant reçu une greffe devront prendre quotidiennement, jusqu'à la fin de leurs jours, des immunodépresseurs. Cette prescription peut entraîner beaucoup d'effets secondaires, y compris une prédisposition aux infections. Mais lorsque les cellules souches sont prélevées sur la moelle osseuse du patient

avant que ne commence la thérapie, pour lui être réinjectées plus tard, le problème de rejet ne se pose pas.

Il existe une autre possibilité : utiliser des cellules souches embryonnaires. Dans ce cas, les scientifiques peuvent remplacer l'ADN des cellules embryonnaires par l'ADN du patient, ce qui les rend parfaitement compatibles. Connu sous le terme de clonage thérapeutique, ce processus est techniquement très complexe et coûteux.

### **Le 29 mai, la Cour suprême fédérale du Brésil a voté, à une courte majorité, le maintien de la législation nationale sur la biosécurité, datant de 2005, qui autorise la recherche sur les cellules souches embryonnaires. Quels autres pays l'autorisent-ils ?**

La question a divisé la communauté internationale. Une partie de l'Union européenne l'autorise, comme le Danemark, la Finlande, la Grèce, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suède, alors que d'autres l'interdisent, comme l'Allemagne, l'Autriche, l'Irlande, l'Italie et le Portugal. Aux États-Unis, la recherche sur les cellules souches est restreinte pour le financement fédéral, mais les dons privés sont autorisés, et certains gouvernements des 50 États fédérés la soutiennent aussi. En Amérique du Sud, tous les pays sauf le Brésil l'ont interdite. Il en va de même en Afrique, où l'Afrique du Sud fait exception à la règle. Quant à l'Asie et à l'Australie, seules certaines procédures y sont permises.

Au Brésil, les chercheurs ne sont autorisés à utiliser que des embryons produits par fertilisation *in vitro*, c'est-à-dire cultivés en dehors du corps humain, en laboratoire. Ces embryons, qui ont déjà été congelés pendant trois ans, seraient mis au rebut s'ils n'étaient pas ainsi utilisés. Bien que la législation brésilienne reste relativement restrictive, la décision de la Cour suprême ouvre cependant de nombreuses perspectives pour la recherche.

*Le syndrome oral, facial, digital est un terme générique qui recouvre toute une gamme de troubles génétiques entraînant des malformations de la bouche, des dents, de la mâchoire, des os du visage, des mains et des pieds. Ce patient est en cours de traitement au Centre dentaire spécial de l'Université de São Paulo, au Brésil, supervisé par le Pr Marina Magalhães*



### **Quel est le lien entre les cellules souches adultes et les dents ?**

Il y a quelques années, des scientifiques ont découvert que des cellules puissantes, localisées dans les dents, pouvaient constituer une source commode de cellules souches adultes. Nous perdons tous naturellement nos dents de lait dans notre enfance. De plus, notre dentition permanente est facile d'accès : il nous suffit d'aller normalement chez le dentiste. Ces cellules ont été extraites de la pulpe dentaire de dents de lait et d'adultes, des tissus entourant la dent pour la fixer à la mâchoire –groupés sous le terme de périodonte, ils comprennent les gencives et le ciment – et une petite zone proche de la racine.

De nombreuses études ont ensuite démontré que les cellules souches dentaires pouvaient fabriquer des tissus nouveaux afin de réparer des structures dentaires endommagées, et même constituer de l'os, du cartilage, des tissus adipeux ou nerveux. Cela laisse espérer d'autres

applications, comme la régénération des os, le traitement des lésions de tissus neuraux et de troubles dégénératifs.

### **Pourquoi est-il si difficile de transformer des cellules souches en d'autres espèces de cellules ?**

Il est vrai que la spécialisation d'une cellule souche en une espèce différente est une procédure compliquée qui exige des conditions de culture spécifiques. Pour recourir à une métaphore, trouver une recette qui marche peut prendre longtemps ; il nous faut trouver les bons « ingrédients » et la bonne « dose » de chacun d'entre eux, pour pouvoir dire à nos cellules qu'elles doivent devenir des cellules de telle ou telle autre espèce. Pour comble de difficultés, il n'existe pas une recette unique : ingrédients et dosage varient d'une espèce de cellule à l'autre. En bref : si nous voulons constituer de l'os, il nous faut ajouter les ingrédients A, B et C à nos cultures de cellules souches, mais pour créer du nerf, nous devons y ajouter D, E et F.

Des travaux sont encore nécessaires, évidemment, pour perfectionner la recette et inciter des cellules souches dentaires à créer le tissu désiré de façon contrôlée. C'est pourquoi j'ai centré mes travaux sur la recherche des origines et de la localisation des cellules souches sur les dents, au King's College de Londres. Dès que nous saurons avec certitude où elles se situent et d'où elles proviennent, nous pourrons les extraire de la masse des cellules qui constituent une dent. Cela nous permettra de les manipuler sans interférer avec les autres et rendra nos résultats plus fiables et cohérents.

### **Quelles applications paraissent le plus prometteuses ?**

Bien qu'il soit prématuré d'en faire état, certains résultats encourageants ont déjà été publiés dans des revues spécialisées, sur l'emploi des cellules souches dentaires en corrélation avec d'autres espèces de cellules souches. Un petit nombre de reconstructions crânio-faciales ont été effectuées, qui peuvent corriger des difformités provoquées, par exemple, par l'extraction d'une tumeur, ou celles qui accompagnent une affection génétique, comme la fente palatine. Les exemples de reconstructions crânio-faciales effectuées jusqu'ici concernent la partie supérieure de la mâchoire inférieure (le condyle mandibulaire), l'os calvarial de la tête et certaines parties de la mâchoire supérieure (maxillaire).

Des expériences ont démontré que certaines populations de cellules souches dentaires sont capables de régénérer les structures qui forment la couronne et la racine d'une dent. De plus, divers éléments du périodonte ont été fabriqués, comme le ligament périodontal et le ciment. Cela ouvre une voie nouvelle au traitement de deux des maladies les plus fréquentes au monde, la carie et la périodontite.

Du tissu adipeux – de la graisse – a été fabriqué *in vivo* à partir de cellules souches adultes. Le tissu qu'elles produisent a des applications potentielles en chirurgie plastique et reconstructive faciale.

Dans un modèle animal, une « biodent » a été fabriquée en 2006 par une équipe internationale de scientifiques, en utilisant une racine comme base d'un échafaudage sur lequel on a fait pousser diverses populations de cellules souches dentaires en laboratoire. La dent a ensuite été implantée dans l'os de la bouche d'un mini-pig. Au bout de quelques semaines, les cellules ont formé une dent normale. Cette expérience a ouvert toute une nouvelle perspective pour les implants dentaires remplaçant le métal par des cellules.

Interview de Susan Schneegans

Voir : [www.forwomeninscience.com](http://www.forwomeninscience.com) ; [www.unesco.org/fellowships](http://www.unesco.org/fellowships)

# Dernier appel à la mobilisation

L'éditorial de *Planète Science* rappelait, dans son numéro précédent, la date limite fixée au 13 mai 2009 pour les pays qui désirent soumettre un dossier sur les limites externes de leur plateau continental, conformément à l'article 76 de la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (UNCLOS)<sup>7</sup>. L'éditorial soulignait que la demande ne pouvait être entérinée par l'UNCLOS que si elle apportait la preuve géoscientifique que les limites externes du plateau continental constituaient le prolongement naturel de leur territoire sous la mer.

Étant donné le potentiel économique du pétrole et du gaz offshore et les formidables ressources que représentent les produits bioactifs naturels des grands fonds marins, il n'est guère surprenant que la plupart des États côtiers du monde fassent leur possible pour ne pas dépasser cette date limite. Le présent article s'adresse à ceux qui n'ont pas encore soumis leur demande. Notre revue s'écarte peut-être ici de sa mission habituelle auprès de ses lecteurs, mais l'imminence de la date – et les richesses en jeu – le justifient amplement. La stratégie esquissée ci-dessous pour le dépôt d'une demande a été rédigée par la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO et l'UNEP/GRID-Arendal, – une ONG norvégienne établie à Arendal par le ministère norvégien de l'environnement – à titre de « dernier appel à la mobilisation ».

Cette toute dernière extension de la juridiction des États membres, permise par l'article 76 de l'UNCLOS, constitue un cas unique dans l'histoire de l'humanité. Elle ouvre la voie au plus vaste transfert de droits souverains sur le plus grand réservoir de ressources planétaires au bénéfice des États parties à l'UNCLOS, en dehors de tout recours à un conflit.

La Convention offre aux États parties le droit d'explorer et d'exploiter les ressources naturelles du sous-sol marin au-delà des 200 milles marins mesurés à partir des lignes de base, sous réserve de certains critères physiographiques et géologiques.

À titre d'exemple, des études sur les régions offshore autour de l'Afrique, réalisées par des océanographes, estiment que la superficie du sous-sol marin répondant à ces critères (voir encadré pour la définition) s'établit entre 750 000 et 1 000 000 de km<sup>2</sup>. Alors que nous entrons dans une ère de diminution des ressources naturelles continentales et que nous nous tournons de plus en plus

vers les océans pour y rechercher ces mêmes ressources, il est important que les juridictions actuelles garantissent que les droits des générations futures ne seront pas perdus du seul fait que l'initiative de cette démarche n'aura pas été prise aujourd'hui.

## Quels avantages un État a-t-il à préciser l'étendue de sa juridiction offshore?

L'UNCLOS établit deux catégories de droits des États côtiers relatifs aux fonds marins : la Zone économique exclusive (ZEE), qui couvre, au-delà de leur mer territoriale, l'espace adjacent s'étendant de 12 à 200 milles marins à partir de la côte, et le plateau continental, qui couvre le fond marin et le sous-sol des zones immergées.

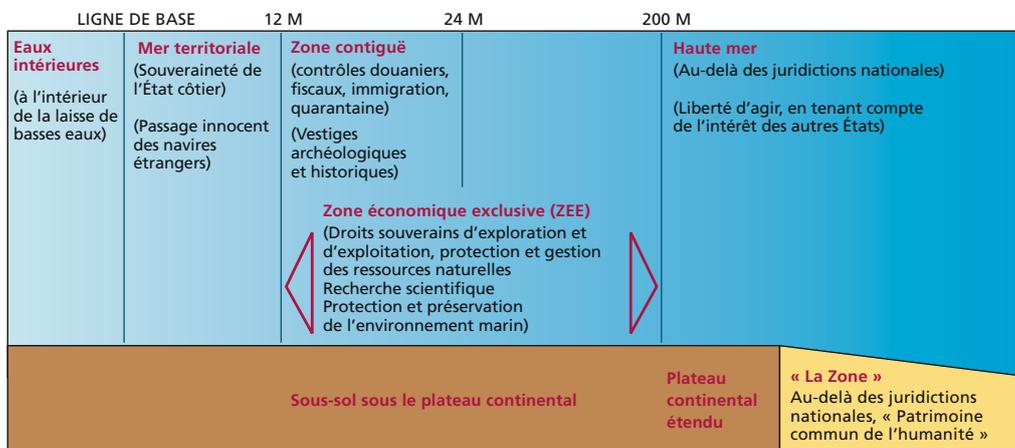
Il arrive qu'une même zone géographique relève de deux régimes juridiques différents. Comme l'ont fait remarquer les professeurs R. Churchill et A. Lowe, « alors que le plateau continental existe *ipso facto* et *ab initio* et n'a donc pas à être revendiqué, une ZEE doit toujours l'être ». Il est indispensable que les États côtiers désireux d'exercer leurs droits et leur juridiction sur des ressources naturelles fixent leurs lignes de base et leurs ZEE.

L'établissement d'espaces et de limites bien définis et reconnus au plan international est une condition préalable à la paix et la sécurité mondiale et régionale, suprême objectif de la Charte des Nations unies. Ce privilège ne va pas sans la responsabilité de protéger et



Photo : Chad Teer/Wikipedia Commons

Plate-forme pétrolière offshore dans le Golfe du Mexique



Cette figure illustre les différents régimes s'appliquant aux différentes zones maritimes adjacentes aux États côtiers (M = mille marin)

exploiter de façon durable les ressources vivantes et non vivantes de la ZEE, et de préserver l'environnement marin de la pollution. La réglementation de la ZEE accorde aussi aux autres États le droit de passage innocent et la possibilité d'effectuer des recherches scientifiques marines dans ces eaux.

Le principal motif pour vouloir étendre en offshore la juridiction d'un pays jusqu'à 350 milles marins des lignes de base à partir desquelles est mesurée la largeur de la mer territoriale, et dans certaines circonstances encore au-delà, est l'attrait des ressources potentielles qui s'y trouvent. Alors que la marge continentale possède des ressources vivantes et non vivantes, c'est aujourd'hui la possibilité d'y trouver des ressources non vivantes qui motive principalement les gouvernements à fixer ces délimitations externes, comme le prescrit l'article 76.

Bien que certains États puissent tirer des fonds marins plus de bénéfices de la récolte d'espèces sédentaires, comme les crabes et les huîtres, plutôt que des minéraux, la valeur des hydrocarbures et autres minéraux dépasse largement, au plan mondial, celle des espèces sédentaires. Il est, par ailleurs, important de mentionner que les droits de pêche exclusive dans la colonne d'eau sont réservés à la ZEE. Tout progrès futur dans les méthodes d'extraction minière mettra probablement à notre portée des ressources jusqu'ici inaccessibles. Il peut aussi s'y trouver des ressources (vivantes et non vivantes) qui paraissent aujourd'hui sans intérêt mais pourraient à l'avenir se révéler de grande valeur. Toutes ces ressources marines sont limitées et doivent donc être gérées de façon efficace et durable.

## Comment s'y prendre

La marche à suivre pour un État qui se prépare à soumettre un dossier à la Commission des limites du plateau continental (CLCS<sup>8</sup>) est exposée dans différents documents de cette Commission. Elle peut se résumer en trois étapes; les deux premières sont décrites en détail, car ce sont précisément celles qui intéressent les États membres qui s'efforcent d'enclencher le processus.

### Étape n° 1 : test de qualification

Au reçu d'une demande officielle émanant d'un État membre, sous la forme d'une lettre ou d'un courriel adressé à *Morten.Sorensen@grida.no*, l'Organisation UNEP/GRID-Arendal peut fournir les données géoscientifiques marines appartenant au domaine public, ainsi que l'appui technique susceptible d'aider cet État à décider s'il est ou non en droit d'étendre son territoire des fonds marins au-delà de la limite des 200 milles, conformément aux critères de l'article 76. Ce test de qualification constitue une étape essentielle dans la prise de décisions d'un État pour savoir s'il peut ou non poursuivre les travaux techniques requis pour remplir une demande.

### Étape n° 2 : étude assistée par ordinateur et planification du projet

L'État membre ayant dès lors déterminé qu'il lui faut soumettre à la CLCS des informations sur les limites extérieures de son plateau continental, c'est le moment d'entreprendre une étude informatisée et de planifier le projet. À la demande d'un État membre, UNEP/GRID-Arendal peut assurer, dans le pays même, la formation technique et le tutorat sous la forme d'ateliers destinés aux décideurs. Elle peut également fournir un soutien technique aux experts géoscientifiques nationaux et servir de conseiller pour l'étude informatisée. Pour sa part, l'UNESCO-COI peut apporter une précieuse assistance en sélectionnant, dans la mesure du possible, des leaders d'organisations compétents, par des stages perfectionnés de leadership.

Les opérations suivantes, élaborées en collaboration avec le programme de l'Institut fédéral allemand de géosciences et des ressources naturelles (BGR) pour la mise en œuvre de l'UNCLOS, sont indispensables pour constituer une étude informatisée, et donc un dossier solide.

#### Opération No.1

Compiler toutes les données existantes : bathymétrie, sismique de réflexion et de réfraction pour évaluer l'épaisseur des sédiments, vitesse de propagation du son dans les sédiments pour en déterminer l'épaisseur, magnétisme, gravimétrie, échantillons et forages du sol sous-marin. Y joindre une évaluation de la qualité et de la pertinence de ces données par rapport au dossier. Il faut, autant que possible, se procurer des copies de ces données et non se contenter de les consulter.

#### Opération No. 2

Préciser les circonstances pertinentes, comme le régime juridique et les litiges. Répondre soigneusement aux questions suivantes :

- ✓ Les zones maritimes et les lignes ou points de base ont-ils été déjà officiellement déclarés ?
- ✓ Sont-ils conformes aux règles de l'UNCLOS ou bien doivent-ils être révisés ?
- ✓ Évaluer les lignes ou points de base actuels : leur révision permettrait-elle de gagner de la souveraineté sur des espaces maritimes appréciables, comme par exemple au titre des « lignes de base archipélagiques » ?
- ✓ Quelles frontières maritimes avec des États voisins ont-elles été déjà fixées, et lesquelles restent à négocier ? où en sont les négociations et/ou les litiges ?

#### Opération No. 3

Dresser un état géoscientifique de la géologie et de la géophysique de la marge continentale et de leurs implications pour le dossier.

#### Opération No. 4

Élaborer une stratégie de dépôt de la demande, fondée sur les données existantes, qui ont passé le test de qualification.

#### Opération No. 5

Rechercher les lacunes dans l'ensemble des données afin de satisfaire aux conditions de dépôt devant la CLCS. Élaborer un plan d'ensemble et évaluer le coût de l'acquisition de données complémentaires.

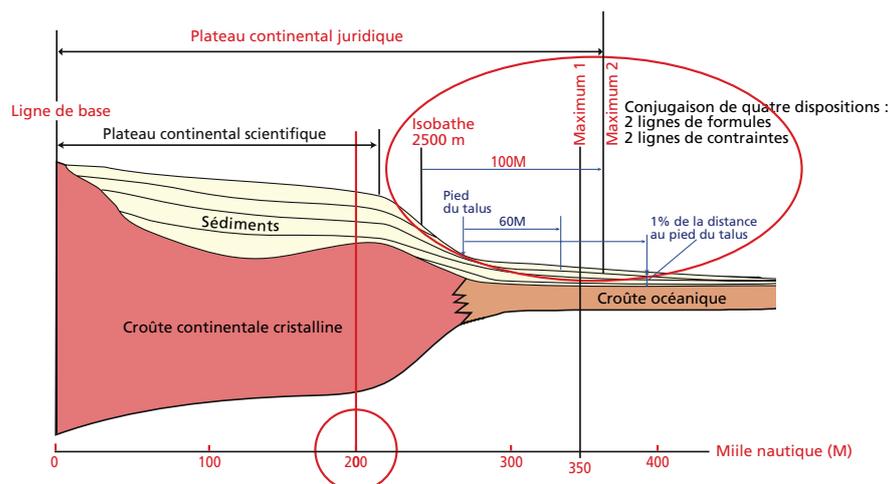
#### Opération No. 6

Si nécessaire, énumérer les besoins en ordinateurs, logiciels et personnel qualifié requis pour mener à bien les tâches restantes avant le dépôt du dossier. Ce pourrait être des données géophysiques à acquérir puis à interpréter, ou bien les documents du dossier auraient besoin d'être encore complétés.

### Troisième étape : se préparer à soumettre la demande

Les opérations concernant l'étude assistée par ordinateur et la préparation du dossier peuvent requérir les services de consultants, si les diverses administrations et les services publics de l'État ne disposent pas de toute l'expertise voulue. Les États membres seront libres de prendre contact avec la CLCS, à titre indépendant, pour obtenir des éclaircissements ou des conseils.

Cet exemple de limite externe du plateau continental conjugue la formule du 1% d'épaisseur des sédiments et celle des 100 milles marins à partir de la contrainte de l'isobathe 2 500 m. Une isobathe est la ligne imaginaire reliant les points de même profondeur par rapport au fond marin. La figure illustre également la relation entre le plateau continental juridique tel que défini par les règles et les contraintes de l'article 76, et la configuration géologique d'une marge passive



## Les instruments pour déterminer la juridiction offshore d'un État

L'article 76 donne le droit à un État côtier d'étendre sa juridiction sur « les fonds marins et leur sous-sol au-delà de sa mer territoriale, sur toute l'étendue du prolongement naturel du territoire terrestre de cet État, jusqu'au rebord externe de la marge continentale ». Telle est la définition du plateau continental juridique ; il s'étend soit jusqu'au rebord externe de la marge continentale, soit jusqu'à 200 milles marins lorsque le rebord externe se trouve à une distance inférieure.

Les paragraphes 4 à 6 de l'article 76 présentent les instruments pratiques pour fixer les limites externes du plateau continental

par deux formules : soit jusqu'à un point situé à 60 milles marins au-delà du pied du talus, soit le point où l'épaisseur des sédiments égale le centième de la distance jusqu'au pied du talus, au bénéfice du plus éloigné en mer. Ces distances sont situées entre deux lignes de contrainte : soit (a) la distance de 350 milles marins à partir des lignes de base, soit (b) 100 milles marins vers le large à partir de l'isobathe de 2 500 m, au bénéfice de la plus grande, mais en restant dans les limites définies par les formules fixant l'extension. Il existe des cas spéciaux, ce sont les hauts-fonds (y compris les îles) à partir desquels des éminences sous-marines et des dorsales se prolongent en haute mer. L'article 76 prévoit des dispositions pour ces formations terrestres, au titre des contraintes.

## Il y a nécessité à agir

Cet article vise à mettre en lumière la marche à suivre pour s'assurer qu'une demande est soumise en temps voulu. Mais les préparatifs exigent une bonne coordination, une prise de décisions rapide et la volonté, de la part des États membres, d'y investir des ressources sous forme de fonds et/ou de personnel expérimenté et talentueux afin que le dossier présente des informations précises et complètes. Si un État membre ne dispose pas de cette expertise, il devra la créer au plan national et faire appel aux services de consultants compétents.

Erlich Desa<sup>9</sup>, Morten Sorensen<sup>10</sup>, Joan Fabres<sup>10</sup>, Yannick Beaudouin<sup>10</sup>, Joannes Berque<sup>9</sup>, Patricio Bernal<sup>9</sup>, Tina Schoolmeester<sup>10</sup> et Aurora Mateos<sup>9</sup>

## Rôle de l'État membre

L'établissement des limites externes du plateau continental, parce qu'il entraîne des implications durables pour la souveraineté de l'État côtier, doit être mené et contrôlé par l'État. En ce sens, l'équipe nationale chargée de préparer la demande peut se réserver le droit de faire appel à une expertise complémentaire, nationale ou étrangère, comme celles du programme du plateau continental du PNUE, du BGR ou de l'UNESCO-COI. L'équipe nationale peut offrir ses services de consultants en aidant, par exemple, à la préparation des clauses du Mandat, et participer à l'étude informatisée, ou la vérifier.

Une fois terminée l'étude informatisée, l'équipe techniques d'experts nationaux pourrait se réunir avec l'équipe politique – qui normalement contrôle ses travaux –, avec les consultants ayant pris part à l'étude, et avec les décideurs, à l'échelon le plus élevé. Cette réunion devrait envisager les implications de la poursuite des divers scénarios géo-scientifiques en matière de planification et de budget, et décider de la stratégie de l'État quant à la mise au point finale du dossier.

7. Sauf si la 18<sup>ème</sup> réunion des États parties à l'UNCLOS, du 13 au 20 juin 2008, adopte une nouvelle résolution

8. Voir, par exemple, [www.un.org/depts/los/clcs\\_new/commission\\_documents.htm#Documents](http://www.un.org/depts/los/clcs_new/commission_documents.htm#Documents)

9. UNESCO-IOC

10. UNEP/GRID-Arendal

# Une ville fait le choix de l'assainissement

La capitale du Ghana abrite une population fluctuante d'environ deux millions de migrants, dont les deux tiers vivent dans des bidonvilles. Confrontés à une augmentation de la population de 4,3 % par an, les services municipaux sont sollicités au-delà de leurs possibilités, notamment en ce qui concerne la fourniture d'eau et l'assainissement.

Tandis que le monde n'est pas près de réaliser, parmi les Objectifs de développement du millénaire, celui de réduire de moitié d'ici 2015, la proportion de personnes ne disposant pas de services d'assainissement, les Nations unies ont sonné l'alarme en proclamant 2008 Année internationale de l'assainissement.

Entretemps, l'Institut UNESCO-IHE d'éducation relative à l'eau de Delft (Pays-Bas) a lancé un projet de recherche, SWITCH, qui rassemble des partenaires de 15 pays. Financé par la Commission européenne et coordonné par l'Institut, le projet est en train de mettre au point des systèmes de gestion durable des eaux urbaines pour dix villes du monde. Accra est l'une d'elles<sup>11</sup>.

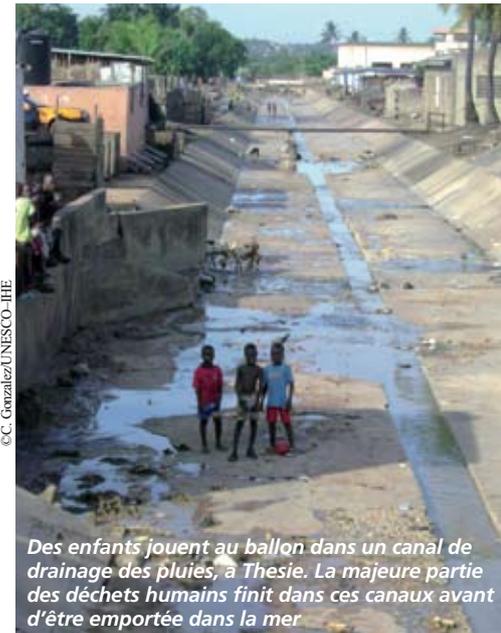
À peine une moitié de la population d'Accra est reliée au réseau normal d'approvisionnement en eau. Le reste est obligé de recourir à des sources secondaires comme les services de citernes. « Le fait que la population urbaine ne dispose toujours pas de services de fourniture d'eau et d'assainissement convenables, l'importance du gaspillage dans les réseaux de distribution, la pollution des ressources en eau et la faible rentabilité des moyens d'approvisionnement constituent de sérieux problèmes », explique Frederik Tetey, étudiant ghanéen qui effectue des recherches, à l'Université de science et technologie Kwame Nkrumah (KNUST), sur la faisabilité financière et sociale de diverses stratégies pour améliorer l'assainissement. « Mais le plus pénible, à ce point de vue, est le cas des bidonvilles ».

Le nombre de foyers reliés au réseau d'égouts de la ville atteint moins de 5 %, et seuls 18 % de la population possède des installations sanitaires minimales. Selon le recensement de l'an 2000, un foyer ghanéen sur trois utilise les cabinets

publics, par manque de toilettes privées. La plupart des égouts sont à ciel ouvert et ils débordent souvent d'excréments humains. Censés évacuer les eaux des pluies tropicales, ils sont en réalité devenus les réceptacles des déchets humains, solides et liquides, ce qui aggrave les maladies et la pollution de l'environnement. Les cas de choléra (*Vibrio cholerae*) et d'autres dérangements diarrhéiques ne sont pas rares<sup>12</sup>.

## Fournir de l'eau courante à chaque citoyen

Le gouvernement a créé une plate-forme regroupant les différents organismes et personnes concernés, afin d'améliorer les conditions de vie à Accra. La plate-forme réunit aujourd'hui plus de 20 partenaires clés de la ville : instituts de recherche, conseils municipaux et ministères, ONG et agences et services de l'eau. Les pauvres y participent par l'intermédiaire des ONG bien implantées dans les quartiers pauvres et les conseils municipaux. Avec une telle plate-forme, il sera possible



© C. Gonzalez/UNESCO-IHE

Des enfants jouent au ballon dans un canal de drainage des pluies, à Thesie. La majeure partie des déchets humains finit dans ces canaux avant d'être emportée dans la mer



© C. Gonzalez/UNESCO-IHE



Thesie est l'un des plus anciens quartiers d'Accra. Il abrite 200 000 personnes, dont la majorité a moins d'un dollar par jour pour vivre. Leurs habitations ne disposent ni de toilettes, ni d'arrivée d'eau. Des citernes y font leurs livraisons d'eau et les habitants se soulagent soit dans des toilettes publiques, soit dans le système d'égouts à ciel ouvert. À droite, ce cabinet public de Thesie est utilisé quotidiennement par environ 700 personnes, qui paient une petite somme pour son entretien

de reproduire les expériences qui auront réussi à plus grande échelle, comme celles mises au point par SWITCH.

La plate-forme a déjà élaboré un plan intégré pour la ville, fixant des objectifs ambitieux pour 2030. D'ici là, chaque habitant serait, par exemple, assuré de recevoir de l'eau en continu et de voir recycler 50 à 80 % de ses déchets ; quelque 80 % des citoyens paieraient la collecte des déchets et autres services d'assainissement, ce qui réduirait de 70 % l'incidence des maladies véhiculées par l'eau, alors que les services d'assainissement seraient dès lors devenus efficaces à 100 %.

La stratégie correspondante est en voie d'élaboration. Si le financement du plan pose un problème, les gouvernements britannique, néerlandais et allemand, qui soutiennent depuis des années le secteur ghanéen de l'eau, seront probablement prêts à le poursuivre. Le Ghana devrait également pouvoir compter sur des rentrées financières supplémentaires dues à l'envolée des prix du pétrole et de l'or<sup>13</sup>.

**Ne pas gaspiller pour ne pas manquer**

L'un des projets en course pour réaliser l'objectif de 2030 du plan d'Accra est SWITCH. Il teste en ce moment les principes de l'éco-assainissement, les systèmes naturels de traitement des eaux usées et l'amélioration des méthodes d'irrigation. À Accra, l'Institut UNESCO-IHE d'éducation relative à l'eau travaille avec l'Université de Wageningen, aux Pays-Bas, la KNUST et l'Institut international de gestion de l'eau du Ghana.

*Paysan d'Accra dans son champ. Son terrain se situe entre une centrale électrique à haute tension et une rivière polluée. Les paysans arrosent leurs cultures avec l'eau de la rivière. Pour réduire la quantité d'agents pathogènes et de bactéries, ils laissent l'eau recueillie décanter deux jours dans de simples mares de sédimentation. La chaleur du soleil tue les agents pathogènes, qui tombent au fond. La majorité des paysans d'Accra ne possèdent pas la terre qu'ils cultivent. Étant susceptibles d'être expulsés à tout moment, ils hésitent à investir dans des systèmes d'irrigation. Quant aux expulsés, ils cherchent un autre terrain en ville, près d'une source d'eau, et se remettent à cultiver*



©C. Gonzalez/UNESCO-IHE



*Cette toilette « éco-san » sépare les excréments (à l'arrière) de l'urine (à l'avant) dans deux compartiments distincts, ce qui en facilite le traitement et en abaisse le coût. Des études ont montré que les nutriments contenus dans l'urine humaine peuvent être employés à faire pousser suffisamment d'aliments pour nourrir une personne pendant une journée.*

©C. Gonzalez/UNESCO-IHE

L'éco-assainissement considère l'urine, les excréments et les eaux usées comme des ressources contenant des nutriments utiles – phosphore et azote par exemple – ainsi que de l'humus, qui peuvent être rendus à la terre comme un engrais naturel peu coûteux. Séparer dans les toilettes l'urine et les excréments, et éviter de les mélanger à l'eau, permet par ailleurs d'éviter que l'alimentation en eau soit contaminée par des agents pathogènes et des nutriments indésirables.

SWITCH étudie la possibilité de créer pour Accra des toilettes écologiques. Un test portant sur six unités, effectué ces deux dernières années à l'Université Valley View, a remporté un succès certain. Si dorénavant le système s'avère rentable et est accepté par la population, il sera installé dans les toilettes publiques de Thesie, l'un des plus anciens quartiers d'Accra. Celui-ci mène actuellement des négociations avec une organisation néerlandaise qui lui fournirait et financerait une vingtaine de toilettes éco-

logiques. Cela réduirait la pression sur les égouts et le coût de traitement des eaux usées.

Une autre filière suivie par SWITCH utilise les terres humides naturelles pour y traiter les eaux usées. Il existe à Accra une grande station moderne de traitement biologique, mais elle est incapable de faire face à la forte demande, et il n'est pas possible d'en financer d'autres dans un avenir proche. Cette station ne peut traiter que 8 à 10 % des eaux usées d'origine



©C. Gonzalez/UNESCO-IHE

*Quelque 60 000 personnes vendent des aliments dans les rues d'Accra, qu'il s'agisse de fruits et de légumes, comme ici, ou de préparations culinaires de banku, fufu et riz, vendues au prix imbattable de 0,02 dollars. Le chiffre d'affaire annuel de tous les vendeurs réunis s'élève à 100 millions de dollars, mais ils fournissent aussi un immense service aux pauvres. Les plats préparés sont en général sains mais restent très exposés à la contamination directe, par l'eau, ou indirecte si les légumes sont cultivés dans des champs irrigués par une eau impropre et fertilisés par des excréments animaux (Source : Mawusi Afele, Bulletin de l'OMS, octobre 2006).*



Un camion décharge des eaux usées dans la station de Thesie débordant de compost et de déchets enfouis. L'eau qui y parvient ne subira aucun autre traitement

© C. Gonzalez/UNESCO-IHE

domestique et industrielle de la ville intra muros. Sur la quantité restante, 10 % est collectée pour subir une autre forme de traitement. Tout le reste (80 %) est déversé tel quel dans les égouts à ciel ouvert, les terres humides et les canaux naturels, et finit sa course dans la mer.

Les recherches en cours sur la lagune de Kpeshie –bassin de captage naturel à l'ouest des confins de la ville, indiquent que la lagune pourrait purifier les « eaux grises ». Ce terme désigne les eaux usées de la maison, à l'exception des toilettes. « Les terres humides, qu'elles soient naturelles ou aménagées, ont le pouvoir de purifier l'eau parce qu'elles filtrent les solides en suspension, décomposent les substances organiques et absorbent les nutriments contenus dans l'eau », explique le Professeur Esi Aweah, de la KNUST. Dans une terre humide, la présence équilibrée de terre et de végétaux peut transformer ou éliminer les polluants ou les microorganismes par des processus biologiques ou chimiques. Il pourrait être plus économique de créer des zones humides que de recourir à d'autres procédés, et les coûts de fonctionnement et d'entretien sont faibles ».



© C. Gonzalez/UNESCO-IHE

### Pouvoir manger des légumes sans risque

Selon des études conduites par des universitaires, près de 200 000 résidents d'Accra consomment tous les jours quelques légumes crus irrigués par des eaux polluées. Du fait que les potagers de la ville utilisent les eaux usées provenant des ruisseaux et des canaux pour cultiver toute l'année des légumes exotiques, bon nombre de légumes vendus sur les marchés sont contaminés par des agents pathogènes.

Dans le cadre de SWITCH, plusieurs procédés sont testés dans un faubourg, Djorwulu, pour réduire les risques sanitaires, en collaboration avec les paysans concernés et le ministère de l'alimentation et de l'agriculture. On y teste, par exemple,

l'irrigation au goutte à goutte, les mares de sédimentation et le filtrage des solides. Le goutte à goutte économise l'eau et les fertilisants en permettant à l'eau d'atteindre lentement les racines ou le sol, par un réseau de soupapes, de conduites et de tubes. « Si ces méthodes s'avèrent aussi efficaces que nous l'espérons, elles seront étendues aux 1 000 fermes qui sont exploitées à Accra », explique Liqa Rashid, Chercheur principal à l'Institut international de gestion de l'eau. « D'ici cinq ans, la nourriture consommée dans cette ville sera bien plus saine ».

### Confiance dans l'avenir

Deux ans après le début du projet SWITCH, l'heure n'est plus à la recherche mais au développement des activités, afin d'attirer un nombre accru d'acteurs dans la plate-forme créée pour Accra par le gouvernement.

Parmi les prochains points à l'ordre du jour figure une campagne destinée à sensibiliser le public sur la nécessité de payer les services de l'eau et d'éviter de polluer les eaux de surface ou de gaspiller l'eau. La population sera en outre formée à l'hygiène personnelle, comme le lavage des mains en sortant des toilettes et avant de toucher la nourriture, ou les raisons pour lesquelles il faut laver les légumes dans une eau propre. La ville a également l'intention de dispenser une formation aux méthodes d'assainissement et de gestion de l'eau, en organisant des ateliers et des séminaires pour pouvoir compter sur une main d'œuvre qualifiée.

«En 2030, selon notre scénario, la ville sera confrontée à de sérieuses difficultés concernant l'eau et l'assainissement, mais elle aura confiance dans sa capacité à les surmonter » confie Bertha Darteh, facilitatrice municipale, chargée de coordonner le projet à Accra. « Désormais, les citoyens peuvent être assurés que leur système d'eaux urbaines est géré de façon holistique, avec la participation de tous, y compris des pauvres ».

Cristina Gonzalez <sup>14</sup>

Pour en savoir plus sur SWITCH : [www.switchurbanwater.eu](http://www.switchurbanwater.eu) ; [c.howe@unesco-ihe.org](mailto:c.howe@unesco-ihe.org) ; [k.vairavamoorthy@unesco-ihe.org](mailto:k.vairavamoorthy@unesco-ihe.org) ;

Sur l'Année internationale de l'assainissement : [www.unsgarb.org](http://www.unsgarb.org) ; <http://esa.un.org/iys/> ; [www.worldwaterweek.org](http://www.worldwaterweek.org)

11. Les autres sont : Belo Horizonte (Brésil), Alexandrie (Égypte), Beijing (Chine), Chong Qing (Chine), Hambourg (Allemagne), Tel Aviv (Israël), Lodz (Pologne), Saragosse (Espagne), Birmingham (Royaume-Uni). SWITCH réunit, en tout, 32 partenaires, dont certains viennent de Colombie, du Pérou, de Grèce, des Territoires palestiniens et de Suisse
12. Le Ghana a signalé 1 650 cas de choléra au bureau de l'OMS, à Accra et dans d'autres parties du pays, en 2005, et le double l'année suivante
13. En 2006, le revenu national brut du Ghana était de 28,4 milliards de dollars. La dette extérieure représentait 3,2 milliards de dollars et l'assistance officielle au développement 1,2 milliards de dollars. La dette globale représentait 63% du PIB (2005)
14. Bureau de communication de l'Institut UNESCO-IHE d'éducation relative à l'eau : [c.gonzalez@unesco-ihe.org](mailto:c.gonzalez@unesco-ihe.org)

## Agenda

### 1er juillet

#### Politique de la science, de la technologie et de l'innovation : clé du développement durable

Table ronde ministérielle, 8h30-9h50 du matin, organisée par l'UNESCO lors de la réunion du 30 juin au 3 juillet du Conseil économique et social de l'ONU. Présidée par le Directeur général de l'UNESCO ; New-York (É.-U.) ; [m.el-tayeb@unesco.org](mailto:m.el-tayeb@unesco.org); [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd)

### 1-4 juillet

**Science, enseignement supérieur et politique d'innovation** – Forum de ministres, parlementaires, académies, universités, organismes finançant la recherche, venant de l'Europe du Sud-est. Budva (Monténégro) ; [veniceoffice@unesco.org](mailto:veniceoffice@unesco.org); <http://portal.unesco.org/venice>

### 8-10 juillet

#### Réduire les effets des séismes

2<sup>e</sup> session de cette plate-forme intern. dont fait partie l'UNESCO, pour analyser l'expérience des grands séismes récents et discuter des plans d'action. Paris (France) ; [t.imamura@unesco.org](mailto:t.imamura@unesco.org)

### 8-11 juillet

#### Année polaire internationale

Conf. scientifique ouverte à tous, parrainée par SCAR et IASC. Le Système mondial d'observation de l'océan co-organisera une séance sur les Systèmes d'observation

polaire. St. Petersburg (Féd. de Russie) ; [k.alverson@unesco.org](mailto:k.alverson@unesco.org); [www.scar-iasc-ipy2008.org/](http://www.scar-iasc-ipy2008.org/)

### 17 juillet

#### ODINAFRICA

3<sup>e</sup> symposium et exposition du Réseau d'échanges et de données océanographiques pour l'Afrique (ODINAFRICA). Ouverts à tous. Mombasa (Kenya) ; [m.odido@unesco.org](mailto:m.odido@unesco.org)

### 6-14 août

#### Congrès international de géologie

Thèmes principaux: débuts de la vie et survie des plus aptes ; changement climatique : passé, présent et à venir ; géorisques et comportement humain ; ressources minérales dans une économie en développement rapide ; course aux énergies ; quelle combinaison d'énergies pour l'avenir ? Oslo (Norvège) ; [www.33igc.secretariat@33igc.org](http://www.33igc.secretariat@33igc.org); [r.missotten@unesco.org](mailto:r.missotten@unesco.org); [m.patzak@unesco.org](mailto:m.patzak@unesco.org)

### 18-31 août

#### Université d'été

Évaluer la biodiversité et les progrès des forêts des plaines d'inondation amazoniennes. Contribution au Programme d'écologie de l'UNESCO, par l'Institut de la recherche

nationale amazonienne (INPA, Brésil)-Max Planck Project (Allemagne), et l'Institut du développement durable (Téfé, Brésil) ; [wittman@mpch-mainz.mpg.de](mailto:wittman@mpch-mainz.mpg.de)

### 25-29 août

#### Risques et catastrophes

Conf. intern. sous le patronage de l'UNESCO. Davos (Suisse) ; [www.idrc.info](http://www.idrc.info)

### 15-18 septembre

#### Hydro predict '2008

Conf. intern. sur les prévisions en hydrologie, écologie et gestion des ressources en eau: utilisation de données et de modèles au service de la société. Prague (Rép. Tchèque) ; [a.szollosi-nagy@unesco.org](mailto:a.szollosi-nagy@unesco.org); [karel.kovar@mmp.ni](mailto:karel.kovar@mmp.ni); [www.natur.cuni.cz/hydropredict2008/](http://www.natur.cuni.cz/hydropredict2008/)

### 15-19 septembre

#### Gestion de l'information marine

Groupe d'experts IODE. 10<sup>e</sup> session. Ostende (Belgique) ; [p.pissiersens@unesco.org](mailto:p.pissiersens@unesco.org)

### 30 septembre

#### Date limite pour dépôt de candidatures

pour les réserves de biosphère, prix des Jeunes scientifiques MAB et prix Michel Batisse de gestion de réserves. À soumettre par Comités nationaux MAB. Formulaire à télécharger pour réserves : [www.unesco.org/mab/BRs/Off/Doc.shtml](http://www.unesco.org/mab/BRs/Off/Doc.shtml); pour les prix : [www.unesco.org/mab/bursaries/home.shtml](http://www.unesco.org/mab/bursaries/home.shtml); questions : [mab@unesco.org](mailto:mab@unesco.org)

## Vient de paraître

### Livestock in a changing landscape

UNESCO-SCOPE-PNUE, Policy Brief n°6. En anglais, 6 p. Près de 30 % de la surface terrestre libre de glaces est consacrée à l'élevage, alors que 8 % est consacrée à la production de cultures consommées par la population. La production mondiale de viande a triplé, passant de 47 million de tonnes à 139 millions de tonnes de 1980 à 2002. La production de viande devrait doubler d'ici 2050 pour répondre à la demande. En devenant plus intensive cette production exercera davantage de pression sur la terre arable en faveur de l'alimentation du bétail. Télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001591/159194e.pdf>

### Entre l'homme et la nature, une démarche pour des relations durables

– L. Garnier (ed). UNESCO-MAB. Notes techniques 3-2008. Existe en français et en anglais, 140 p. – Ouvrage collectif de spécialistes collaborant au Comité national français du MAB sur les tendances de la préservation de la biodiversité dans un monde où cohabitent la nature et l'homme. Les thèmes sont examinés à la lumière de courtes études de cas, de débats et d'articles sur la biodiversité et les affaires, les corridors verts et la mise en place d'écosystèmes artificiels, comme la recréation de terres humides en Camargue, en France. Télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001584/158417f.pdf>

### Le dialogue dans les réserves de biosphère

Repères, pratiques et expériences – M. Bouamrane (ed.) UNESCO-MAB. Notes techniques 2-2007. Français et anglais, 80 p. – L'ouvrage fournit des repères sur la mise en œuvre des recommandations de la Stratégie de Séville et du Cadre statutaire, adoptés lors de la Conférence générale de l'UNESCO en 1995 en matière de dialogue et de concertation. Il favorise les échanges d'expériences et de connaissances entre les réserves de biosphère du réseau mondial pour le bénéfice de tous. En demander un exemplaire à : [m.bouamrane@unesco.org](mailto:m.bouamrane@unesco.org); ou le télécharger : [www.unesco.org/mab/pub.shtml](http://www.unesco.org/mab/pub.shtml)

### Links between Biological and Cultural Diversity

Rapport de l'atelier international organisé par l'UNESCO avec le soutien du Christensen Fund, en septembre 2007. En anglais. – La myriade de liens existant entre diversité culturelle et biologique est de plus en plus souvent perçue comme éléments clés pour la réalisation du développement durable et des Objectifs de développement pour le millénaire. Télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001592/159255E.pdf>

### Document d'orientation sur l'impact du changement climatique sur les biens du patrimoine mondial

– Centre du patrimoine mondial. Bilingue français/anglais, 32 p. – L'étude cible les décideurs et les synergies avec d'autres conventions et organisations internationales, les besoins en termes de recherche, les questions juridiques et la réduction des émissions par la communauté du Patrimoine mondial. Télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001598/15981m.pdf>

### Open Access to Knowledge and Information

Scholarly Literature and Digital Library Initiatives – the South Asian Scenario Anup Kumar Dam. Édité par Bimal Kanti Sen et Jocelyne Josaih. Bureau de l'UNESCO à New Delhi. ISBN 978-81-89218-21-8, en anglais. 137 p. – L'ouvrage présente les initiatives réussies de bibliothèques informatisées et d'accès libre en Asie du Sud, qui sont disponibles sous forme de matériel didactique et de revues en libre accès, de services de collecte de métadonnées, de dépôts nationaux en libre accès et de dépôts dans les institutions. Ouvrage de référence sur le développement de ces moyens en Asie du Sud. Pour le télécharger : <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001585/158585e.pdf>



### Energy Bulletin

N°1, juin 2008. Première édition, préparée par le Centre international de développement des énergies durables de Moscou, créée en novembre 2007, sous l'égide de l'UNESCO. 66 p. Disponible également en russe. Ce nouveau Centre formulera des propositions

concernant la coopération de la Russie avec les pays pauvres en énergie, étudiera les possibilités de transition vers l'énergie du futur, analysera les progrès des politiques mondiales de sécurité énergétique et les perspectives d'exploitation et de transport d'hydrocarbures, et de mise sur le marché de combustibles alternatifs pour les moteurs. Télécharger : [www.icsed.org](http://www.icsed.org); Pour en savoir plus : [o.benchickh@unesco.org](mailto:o.benchickh@unesco.org)

### Enhancing Science Policy and Management in South Eastern Europe – Science and Technology Statistics and Indicators Systems

Tiago Santos Pereira. Science policy Studies Series. Bureau régional de l'UNESCO pour la science et la culture en Europe (Venise). En anglais, 86 p. – L'ouvrage présente les résultats d'une étude pilote résumée en deux principaux livrables : un rapport analytique sur l'état de l'art de la production de statistiques et d'indicateurs de la science et la technologie en Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, ex-Rép. yougoslave de Macédoine, Monténégro, Roumanie et Serbie ; et une proposition de projet pour des activités à venir. Sur la base d'une série de missions d'exploration dans les pays d'Europe du Sud-est effectuées par l'auteur en 2005 et 2006, au nom de l'UNESCO. Pour en savoir plus : [i.nechifor@unesco.org](mailto:i.nechifor@unesco.org). Télécharger : [www.unesco.org/science/psd/publications/s-p\\_series.shtml](http://www.unesco.org/science/psd/publications/s-p_series.shtml)

### Protecting the Gulf's Marine Environment from Pollution

Abuzinada, A.; H.-J. Barth; F. Krupp; B. Boer et Al Abdessalaam, T. (ed). Birkhaeuser Publishers (Suisse). En anglais, 285 p. – Premier ouvrage complet, scientifique, traitant des différents types de pollution marine et côtière dans le Golfe. Les chercheurs, administrateurs de l'environnement et autres experts dans le domaine de la pollution du Golfe peuvent en demander un exemplaire au bureau de l'UNESCO à Doha : [h.boer@unesco.org](mailto:h.boer@unesco.org)

### Thesaurus asiatique multilingue de géosciences

Élaboré par le Comité de coordination des programmes de géosciences en Asie de l'Est et du Sud-est (CCOP) et par le Centre international pour la formation et les échanges en géosciences (CIFEG). Parrainé par le bureau régional de l'UNESCO pour la science en Asie (Djakarta) et par le ministère français des affaires étrangères. Multilingue: français, anglais, khmer, chinois, indonésien, japonais, coréen, lao, malais, thaï, vietnamien, 563 p. Publié en 2006, neuf ans après la mise en place par l'UNESCO d'un réseau régional en Asie de l'Est et du Sud-est pour un système d'informations géologiques (SANGIS) afin de faciliter l'échange d'informations et de données géologiques. Au titre des Années internationales (en cours) de la planète Terre et des langues, les géoscientifiques, institutions et universités ont la possibilité d'en demander un exemplaire gratuit au bureau de l'UNESCO à Djakarta, avant épuisement du stock : [g.arduino@unesco.org](mailto:g.arduino@unesco.org). Ou le consulter sur le site de SANGIS : <http://203.148.160.165/amtg/>

### Real-time Coastal Observing Systems for Marine Ecosystem

Dynamics and Harmful Algal Blooms – Theory, Instrumentation and Modelling – M. Babin, C. Roesler et J. Cullen (ed). HABWatch Programme. UNESCO Monographs on Oceanographic Methodology; Éditions UNESCO, 56 €. ISBN 978-92-3-104042-9, en anglais, 860 p. – Conseils pour l'élaboration de systèmes de détection, en temps réel et quasi réel, d'observation et de prévision de la dynamique du plancton, y compris des efflorescences d'algues nuisibles, dans les eaux côtières.