



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

Des récits gravés dans la pierre, p.2

# Planète SCIENCE

Bulletin trimestriel  
d'information sur les  
sciences exactes et naturelles

Vol. 10, No. 3  
Juillet – septembre 2012

## SOMMAIRE

## ÉDITORIAL

### PLEINS FEUX SUR ...

- 2 Des récits gravés dans la pierre

### ACTUALITÉS

- 12 L'UNESCO accueillera le bureau scientifique consultatif de l'ONU  
13 Un nouveau départ pour d'anciens soldats rwandais  
13 L'Allemagne accueillera l'IPBES  
14 Le CIPT participe à la découverte du boson de Higgs  
14 Vers un plan d'action pour les Andes  
15 L'Afrique lucide quant au chemin qui reste à parcourir  
15 Bienvenue à l'*Unescoceratops* !  
16 Des experts de 40 pays formés aux indicateurs de STI  
16 L'épave du *Titanic* désormais protégée par l'UNESCO  
17 Il est urgent de réglementer la bioéthique dans le monde arabe

### INTERVIEW

- 18 Ruth Arnon sur les défis auxquels est confrontée la science en Israël

### HORIZONS

- 21 Affronter l'incertitude dans l'Arctique  
24 La Chine, terre de paléo-trésors

### EN BREF

- 28 Agenda  
28 Vient de paraître

## Remonter le temps

**Si** la beauté est subjective, il en va de même pour l'utilité. Comme le faisait remarquer Ian Stewart de l'Université de Plymouth (Royaume-Uni) en février dernier lors du 40<sup>ème</sup> anniversaire du Programme international de géosciences (PICG) à l'UNESCO, à Paris, montrez un morceau de charbon à un industriel, il y verra un combustible, montrez-le à un écologiste, il y verra une source d'émission de carbone, montrez-le à un géologue et il verra le climat qui régnait il y a 300 millions d'années (Ma).

Les géoscientifiques nous font voyager dans le temps. Le PICG a été établi en 1972 pour confirmer l'existence du Gondwana en corrélant la géologie des continents actuels, le Gondwana étant l'un des deux méga-continents qui, avec la Laurasia, se sont formés il y a environ 145 Ma. Une fois la réalité incontestable du Gondwana établie, les chercheurs du PICG se sont penchés sur des questions de société. De nouvelles disciplines sont nées comme l'archéosismologie, qui s'appuie à la fois sur les traces géologiques et archéologiques pour identifier les séismes du passé. En l'an 2000, l'un des projets du PICG a même donné lieu à un nouveau champ d'investigation : la géologie médicale, qui étudie l'impact de l'environnement naturel sur la santé humaine et animale. L'arsenic, par exemple, est un élément chimique naturel qui empoisonne des millions de personnes dans le monde, car elles l'absorbent involontairement avec l'eau des nappes souterraines.

Confrontés à l'inquiétude que suscite le changement climatique et la pénurie annoncée des combustibles fossiles et de l'uranium, qui assombrit notre avenir industriel, les géoscientifiques se concentrent désormais davantage sur les énergies renouvelables. Au Kenya, par exemple, ils travaillent sur un projet gouvernemental de géothermie dans la vallée du Grand Rift.

Comme vient de le démontrer en juin le 3<sup>ème</sup> sommet Terre (Rio+20), la société civile et le secteur privé sont devenus des acteurs clés du développement durable. Le Secrétaire général de l'ONU, Ban ki-Moon, a annoncé à Rio que plus de 50 gouvernements avaient lancé de nouvelles stratégies énergétiques, mais aussi que des investisseurs privés allaient engager plus de 50 milliards de dollars en vue de doubler la part mondiale des énergies renouvelables et les gains d'efficacité d'ici 2030.

Comprendre les catastrophes naturelles constitue un autre aspect vital du développement durable dans lequel le PICG peut se distinguer. L'unanimité s'est rapidement dégagée en février pour que le PICG lance des projets de surveillance de l'activité sismique dans les zones de subduction, comme celle qui a provoqué, l'année dernière, le tremblement de terre et le tsunami japonais.

L'une des plus actives de ces zones se situe en Méditerranée, au sud de l'île de Crète. Nous retrouverons, sur la page suivante, les aléas de l'*Homo sapiens sapiens* autour de la mer Noire et de la Méditerranée tout au long des 30 000 années d'une histoire tumultueuse marquée par des épisodes de séismes, de tsunamis et d'éruptions volcaniques, ainsi que des risques plus insidieux dus à un climat changeant, comme des inondations consécutives à la fonte des glaciers, l'élévation progressive du niveau de la mer ou une sécheresse prolongée. Grâce à ces paléo-études, le PICG nous aide à comprendre comment les sociétés humaines et les écosystèmes se sont adaptés à un environnement changeant et pourquoi certaines civilisations ont perdu la partie. Il y a là matière à tirer des leçons évidentes pour les sociétés contemporaines.

Gretchen Kalonji

Sous-directrice générale pour les sciences exactes et naturelles

# Des récits gravés dans la **Pierre**

Tout au long des 30 000 dernières années, les êtres humains vivant autour de la Caspienne, de la mer Noire et de la Méditerranée ont dû s'adapter au changement climatique, à ses alternances entre périodes de réchauffement et époques glaciaires. Avec le temps, les progrès de la navigation et la mise au point d'armes sophistiquées en bronze et en fer ont permis aux puissances d'étendre leur empire sur l'ensemble de la région méditerranéenne. Pourtant, même ces civilisations devaient finir par disparaître. Dans certains cas, leur chute allait être précipitée par une catastrophe naturelle, comme l'éruption volcanique minoenne il y a 3 600 ans ; d'autres civilisations allaient survivre à un cataclysme, comme l'Égypte des pharaons, il y a 4 200 ans.

Dans quelle mesure le changement climatique et les catastrophes naturelles influencent-elles l'essor et la chute des civilisations ? Dans le cadre du Programme international de géosciences (PICG), des géoarchéologues, des paléontologues, des archéosismologues et d'autres spécialistes ont mis en commun leurs compétences afin de rapprocher certaines pièces du puzzle. L'un des projets portait, pour la première fois, sur l'histoire du couloir formé par la Caspienne, la mer Noire et Méditerranée prises comme entité unique. Il soulevait des questions telles que : quand la dernière ère glaciaire s'est-elle terminée, l'élévation du niveau de la mer a-t-elle été assez brutale pour disperser les cultures antérieures, ou leur a-t-elle laissé le temps de s'adapter ? La mer Noire a-t-elle pu être le lieu du Déluge dépeint dans la Bible ? Ces projets du PICG ont parfois croisé des sites historiques sauvegardés par l'UNESCO au titre de la Convention du patrimoine mondial ou la Convention sur la protection du patrimoine culturel subaquatique. Partons donc pour une promenade à travers l'histoire.

Pendant 30 000 ans, le couloir constitué par la Caspienne, la mer Noire et la Méditerranée a été façonné par les profonds changements de climat et de niveau de la mer. Dans les époques glaciaires, lorsque le niveau mondial de la mer était bas, les mers Noire et de Marmara furent isolées de la Méditerranée, formant des lacs intérieurs, comme la Caspienne aujourd'hui. Lorsque les températures remontaient, l'eau pouvait s'écouler de la Méditerranée par le détroit du Bosphore jusqu'à la mer de Marmara, et de là à travers les Dardanelles jusque dans la mer Noire.

Notre histoire débute vers la fin de la dernière ère glaciaire. Après 90 000 ans, elle est sur le point d'atteindre son maximum de froid, il y a 21 000 ans de cela. La température va ensuite commencer à remonter, provoquant la fonte des calottes glaciaires et l'élévation du niveau de la mer, jusqu'au changement abrupt de climat, au Dryas

récent, qui fit de nouveau plonger les températures, il y a environ

11 000 ans<sup>1</sup>, le Dryas récent a probablement été déclenché par une fonte des calottes glaciaires d'Amérique du Nord, qui est souvent attribuée au débordement du lac glaciaire Agassiz, au Canada, autrefois le plus grand lac du monde. L'arrivée brutale d'un volume considérable d'eau douce dans l'Atlantique Nord aurait ralenti ou arrêté le transport vers le nord des courants chauds le long du Gulf Stream et fait plonger d'environ 5° C la température de l'Atlantique Nord en moins d'une décennie. Les glaciers d'Europe allaient de nouveau avancer et un climat glacial revenir sur le continent pour 1 000 ans, avant un nouveau redoux.

Il y a environ 10 000 ans, la Terre quitta le Pléistocène pour l'Holocène dans lequel nous sommes toujours. Puis, il y a environ 6 000 ans, l'Europe connut une période particulièrement chaude que l'on associe normalement à l'Optimum climatique holocène de l'hémisphère nord, avant de se rafraîchir légèrement. Cet Optimum a peut-être été dû à une légère inflexion de l'axe de la Terre, plusieurs milliers d'années auparavant. En orientant l'hémisphère nord un peu plus près du Soleil, cette inflexion de l'orbite terrestre avait déjà mis fin à l'ère glaciaire.

Notre voyage dans le passé se terminera il y a environ 2 000 ans, à une époque où le développement des sociétés humaines autour des mers Caspienne, Noire et Méditerranée est devenu si complexe que raconter même une parcelle de cette histoire en quelques pages serait vain.

## L'homme moderne prend ses quartiers dans la mer Noire

Au cours de la dernière ère glaciaire, la température n'a pas été uniforme. Avant 28 000 ans, le climat de la Méditerranée orientale était, dans l'ensemble, doux pour l'époque, le pergélisol (sol gelé) étant peu profond aux latitudes élevées et les chutes de pluie et de neige plus importantes qu'aujourd'hui. Plus au sud, le niveau de la Méditerranée était plus haut de quelques mètres qu'il ne l'est de nos jours ; le bassin était peuplé d'animaux exotiques des eaux chaudes du type que l'on trouve actuellement au Sénégal, comme le mollusque *Strombium bubonius*, qui vit au large de la côte d'Afrique de l'Ouest, où la température hivernale tourne autour de 20° C.



Chasse au mammoth dans la steppe russo-ukrainienne

Courtesy of Benoit Clarys (artist) and French Museum national d'histoire naturelle.



Courtesy of Benoit Clarys (artist and French Museum national d'histoire naturelle)

Dans la steppe russo-ukrainienne, les hommes préhistoriques construisaient des huttes en os de mamouths afin de se protéger du vent glacial.

En mer Noire elle-même, le niveau de l'eau était monté notablement, depuis une profondeur bien plus basse, jusqu'à atteindre « à peine » 30 m en dessous du niveau actuel. En ce temps-là, elle était reliée à la Méditerranée et sa salinité tournait autour de 11 ‰<sup>2</sup>. Où se trouvait le chenal reliant les deux bassins ? La question reste sans réponse. Il n'existe pas de sédiments de cet âge dans le détroit du Bosphore, qui relie aujourd'hui les deux mers à travers la mer de Marmara, même si on en trouve dans la baie d'Izmit, en Turquie. Certains scientifiques ont donc supposé que la liaison entre la Méditerranée et la mer Noire se faisait par le Bosphore de Sakarya, détroit situé légèrement à l'est. Quant à la Caspienne, elle était déconnectée de la mer Noire à cette époque.

La côte nord du bassin de la mer Noire était habitée par des hommes de Neandertal. Ils avaient inventé un type d'outils où prédominait le silex, appelé technologie moustérienne. La méthode du carbone 14 a permis de dater ces outils entre 70 000 et 30 000 ans, mais le principal ensemble de sites datés remonte entre 40 000 et 30 000 ans. Les hommes du Neandertal ont été remplacés par l'*Homo sapiens sapiens*, qui est apparu d'abord dans la plaine est-européenne et le Caucase il y a entre 41 000 et 32 000 ans.

L'apparition d'êtres humains dotés d'une anatomie moderne dans la région nord de la mer Noire a pu résulter d'une migration originelle de l'Afrique à travers le Levant<sup>3</sup> et le sud-est de l'Europe, qui allait un jour couvrir toute l'Europe occidentale. Les hommes de Neandertal et les humains modernes ont probablement cohabité pendant plusieurs milliers d'années en Europe occidentale. Les vestiges les plus récents de Néandertaliens ont été trouvés en Espagne ; ils datent de moins de 30 000 ans.

Selon le co-directeur du projet du PICG, Pavel Dolukhanov, la région nord de la mer Noire, positionnée comme elle l'était au sud des glaciers continentaux, aurait plu à l'*Homo sapiens sapiens* par la douceur de son climat, la présence de sources d'eau régulières et l'abondance des proies. De grandes implantations humaines paléolithiques comme celle d'Anetovka 1 en Ukraine (voir encadré page suivante) se concentraient sur les rives du Dniestr, du Dniepr et du Don ainsi que dans les Carpates et la Crimée. Le développement de ces sites coïncide avec la disparition des os de mamouths et de rhinocéros laineux dans la région. Il y a environ 20 000 ans, les vestiges fossiles de bisons commencent à apparaître plus fréquemment dans les anciennes implantations. Nous pouvons en déduire que les mamouths et les rhinocéros laineux avaient déjà été exterminés et remplacés par des bisons comme principales proies des expéditions de chasseurs.

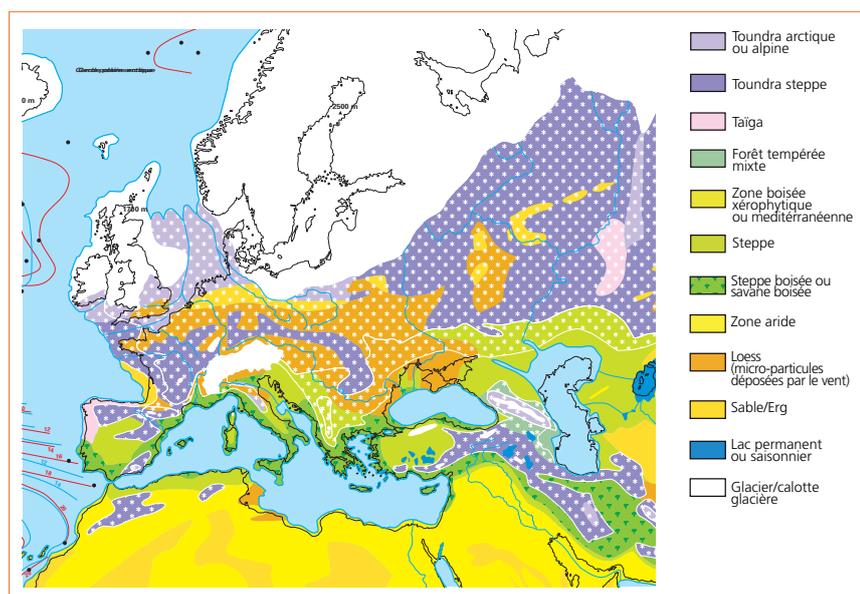
### L'ère glaciaire atteint son maximum

Le dernier maximum glaciaire s'est produit entre il y a 27 000 et 17 000 ans. Les calottes glaciaires recouvraient la plus grande partie de l'Amérique du Nord et de l'Asie. Sur la baie d'Hudson, au Canada, la glace avait 4 km d'épaisseur. En Europe, des calottes glaciaires s'étendaient sur la majeure partie du Royaume-Uni et, au sud, jusqu'à l'Allemagne et la Pologne (voir carte). L'avancée de la glace eut un important impact sur le climat de la Terre, provoquant sécheresse, désertification et chutes spectaculaire du niveau des mers dans les bassins reliés à l'océan. Il était possible d'aller d'Angleterre en France à pied sec. « Il y a environ 21 000 ans », remarque Paolo Pirazzoli, du Centre national français de la recherche scientifique, « les océans du monde se trouvaient 120 m plus bas qu'aujourd'hui. Il en allait de même pour la Méditerranée, qui était reliée à l'Atlantique par le détroit de Gibraltar. Le nord de l'Adriatique était complètement à découvert et, dans la mer Égée, vous auriez pu aller d'une île des Cyclades à l'autre en marchant ».

Tout autour des zones glacées, l'Europe de l'Est était recouvert d'une végétation de toundra-steppe. Le climat était également sec et froid sur le littoral de la mer Noire, qui était couvert, en Roumanie, d'une forêt de pins et de bouleaux et, sur les steppes herbacées du sud de l'Ukraine et de la Moldavie, de plantes qui avaient acquis la capacité de survivre dans un milieu plutôt sec (plantes xérophiles). Vu ce climat froid, bien peu d'eau fluviale aurait pu s'écouler dans la mer Noire. Le niveau serait donc tombé brutalement jusqu'à 100 m en dessous du niveau actuel, découvrant une grande partie du fond de la mer. Plus au sud, la péninsule des Balkans était recouverte d'une prairie de steppe et de forêt.

Les niveaux de la mer de Marmara et de la mer Égée étaient plus bas qu'aujourd'hui d'environ 100 et 115 m respectivement. Toutes deux<sup>4</sup> étaient des lacs intérieurs, isolés l'un de l'autre, peuplés d'organismes capables de survivre dans une eau froide d'une teneur en sel comprise entre 1‰ et 5‰. Toutes les espèces méditerranéennes avaient disparu. L'ensemble de la plaine

© Avec l'aimable autorisation de Philippe Bouysse, CCGM/ ANDRA (2002)



Couverture glaciaire de l'Europe il y a 18 000 ans, lorsque la température mondiale moyenne était inférieure de 4,5° C à celle d'aujourd'hui

côtière était recouvert d'un sol relativement fertile, composé d'un mélange d'argile, de sable, de vase et de matière organique. Les embouchures du pré-Danube, du pré-Dniepr et du pré-Dniestr se seraient situées de 80 à 100 m plus en aval que de nos jours, avec des deltas peu développés.

La rudesse du climat poussa la population humaine à migrer de l'Europe centrale et occidentale vers les steppes plus fertiles de la mer Noire. Nous déduisons cela de la grande variété des groupes culturels qui vivaient en Europe orientale à l'époque, en contraste avec le quasi dépeuplement de l'Allemagne du sud et du Royaume-Uni. La forte densité de population autour de la mer Noire suggère que ces groupes étaient florissants. Les ressemblances observées dans les modes de vie et les outils de pierre taillée indiquent que les communautés circulaient librement le long de la côte, celle du nord-est de la mer Noire établissant un pont entre la Varna d'aujourd'hui en Bulgarie et le cap Sarych de Crimée en Ukraine. Tous les sites occupés appartenaient à des groupes de chasseurs-cueilleurs spécialisés dans la chasse aux grosses proies. Dans leur recherche de nourriture, les chasseurs de bisons progressaient vers le sud et le sud-ouest en suivant les vallées du Dniepr, du Bug méridional, du Dniestr et du Prut, jusqu'aux rivages de la mer Noire.

L'eau du lac était non potable, d'une teneur en sel d'à peine 0,5‰ à 5‰ (quasiment saumâtre). La côte était marécageuse et infestée de moustiques, les fleuves inondaient fréquemment la région. Cela aurait été favorable à la chasse et à la pêche mais pas à une agriculture permanente. Les sols auraient été trop salés, problème qui pénalise encore aujourd'hui les paysans. La population préférerait s'installer dans les vallées des petites rivières.

Les établissements humains eurent tant de succès que la croissance de la population finit par obliger les chasseurs-cueilleurs à chercher de la nourriture plus loin vers l'intérieur. Un peuple de

l'Europe de l'Est appelé Anetovka-Mikrogravette (il y a 28 000 à 23 000 ans) créa une vaste implantation qui lui servit de base, ainsi qu'une série de campements à une journée de marche les uns des autres. Depuis leur base, ces cueilleurs-chasseurs fabriquèrent des outils de pierre taillée avec de courtes lames pointues pour chasser le bison, le cheval, le renne et le mammouth. Ils passaient pourtant la majeure partie de l'année éparpillés le long des vallées de petites rivières à la recherche de proies, ne rentrant à leur base que rarement pour y fêter une chasse abondante et se préparer à la suivante.

### Deux hypothèses pour le Déluge

Entre il y a 17 000 à 10 000 ans, la mer Noire était encore un lac, même s'il s'était rehaussé de 100 m à 40 m en dessous du niveau actuel de la mer. Le plus grand changement se produisit dans les 3 000 premières années. Au fur et à mesure du réchauffement de l'Europe, la calotte glaciaire et le pergélisol scandinaves fondaient. Cela fit grossir les fleuves, provoqua des méga-inondations et donna lieu à un débordement des bassins eurasiens se répandant depuis la mer d'Aral jusqu'à la mer Égée (voir carte). Contribuant à ce déluge, il y eut une brutale rupture des barrages constitués par la glace autour des lacs des monts Altaï. Le débordement inonda environ 1,5 million de km<sup>2</sup> de terres et releva de 50 m le niveau de la Caspienne<sup>5</sup>. Le bassin de cette mer ne put retenir toute cette eau et son excédent se déversa par le canal Manych-Kerch dans la mer Noire, élevant d'au moins 60 m le niveau du lac et le faisant déborder dans la mer de Marmara.

L'élévation spectaculaire du niveau de la mer provoqua des inondations côtières (jusqu'à 10 à 20 km par an) de terres qui auraient eu une grande valeur pour les populations de l'âge de la pierre. Ceci a incité A. L. Chepalyga à soutenir qu'un Déluge a eu lieu à cette époque. En fait, il n'existe pas une mais deux théories

## Archives lacustres du climat passé

Les paléontologues étudient les fossiles afin de reconstituer l'histoire du niveau de la mer, la salinité, la profondeur, la teneur en oxygène et la température des bassins (ou couloirs) de la Caspienne, de la mer Noire et de la Méditerranée. Certains organismes vivent au fond [nous les qualifions de benthiques], alors que d'autres nagent dans la colonne d'eau [nous les appelons planctoniques]. Ils appartiennent à des groupes distincts, comme les foraminifères unicellulaires, les ostracodes (micro-crustacés comme le fossile à gauche) et les mollusques. Ces organismes développent des coquilles dures de carbonate de calcium, qui se conservent dans les sédiments après leur mort.

Les foraminifères et les ostracodes ne sont en général pas plus gros qu'un grain de sable et ne peuvent se voir qu'au microscope.

La coquille des foraminifères planctoniques contient des isotopes d'oxygène qui permettent aux scientifiques de déterminer la température de l'eau de surface, qui dépend de l'état du climat à l'époque. Les coquilles de mollusques contiennent des isotopes de carbone radioactif [14C], qui nous permettent de déterminer l'âge des sédiments dans lesquels ils ont été enfouis. La présence de fossiles originaires de la Méditerranée ou de la Caspienne dans les sédiments de la mer Noire indique une liaison avec l'un ou l'autre de ces bassins.

D'autres fossiles planctoniques, les dinoflagellés et les diatomées, sont utilisés pour reconstituer la salinité et la température de l'eau, grâce à la très faible marge de tolérance que manifestent beaucoup de ces espèces à cet égard.

Des restes de plantes tels que des spores et du pollen microscopiques, fournissent des preuves directes de l'agriculture néolithique lorsqu'ils sont trouvés sur des plates-formes autrefois exposées à l'air libre avant une remontée du niveau de la mer. En corrélant la succession des zones de pollen pour le Pléistocène supérieur et l'Holocène avec les zones de pollen des régions environnantes à l'intérieur des terres, il est possible de retracer l'évolution des températures et des précipitations (pluie et neige) sur l'ensemble de ces couloirs.

Valentina Yanko-Hombach



© V. Yanko-Hombach

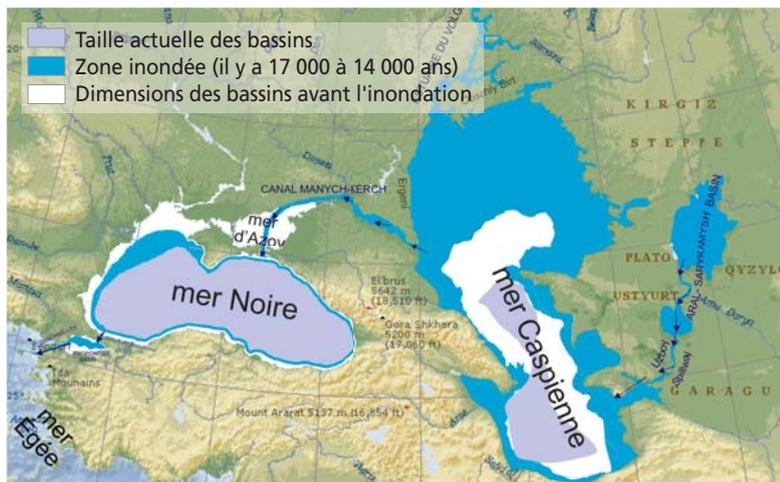


L'actuel couloir Caspienne-mer Noire-Méditerranée, avec les principaux sites archéologiques. La ligne jaune en pointillé délimite le champ d'étude du projet du PICG.

sur un Déluge qui aurait inondé la mer Noire. Toutefois, la seconde hypothèse, celle de W. Ryan et coll., situe le Déluge bien plus tardivement, il y a 8 400 ans, pendant l'Holocène ancien (voir encadré).

### Naissance de l'agriculture

Bien qu'ils situent le Déluge à des milliers d'années de distance, Chepalyga, d'une part, et Ryan et coll., d'autre part, pensent qu'il y aurait eu un exode massif dans les zones inondées qui aurait alors permis à de nouvelles communautés de s'installer et à une économie agricole de se développer. Chepalyga suggère même que le cheval ait pu être domestiqué pendant cette conversion à une économie productive. Or, les preuves disponibles contredisent cette théorie, car elle situe la domestication du cheval entre 8 500 et 4 300 ans, bien après le Déluge de Chepalyga. Celui-ci soutient en outre que l'avènement de



Dimensions de la mer Noire et de la Caspienne avant et après l'inondation, selon Chepalyga

© A.L. Chepalyga, modifié par V. Yanko-Hombach

## La mer Noire a-t-elle connu un Déluge ?

Le livre de la Genèse, dans la Bible, conte comment Dieu envoya un Déluge qui dura 40 jours afin de punir les humains de leurs péchés. Prévenu par Dieu, Noé construisit un gigantesque navire (l'Arche) pour sa famille et un couple de chacune des espèces animales vivant sur la Terre, qui furent toutes sauvées.

Certains pensent qu'il y a vraiment eu une inondation massive dans la mer Noire il y a quelques milliers d'années, qui entraîna l'arche de Noé et la fit échouer au sommet du mont Ararat, et que les vestiges du navire s'y trouvent encore de nos jours. Les preuves scientifiques montrent cependant clairement que les eaux de l'inondation n'ont jamais dépassé les 20 m en dessous du niveau actuel de la mer et que la plus forte inondation s'est produite juste après l'ère glaciaire, plusieurs milliers d'années avant l'implantation des premières villes et de l'agriculture.

Deux hypothèses situent une grande inondation dans le bassin de la mer Noire, toutes deux à une époque où elle était un lac. La première hypothèse est avancée par A.L. Chepalyga (2007), qui situe le Déluge juste après l'ère glaciaire, entre il y a 17 000 et 14 000 ans, sans aucun rapport avec l'histoire biblique. Selon Chepalyga, l'eau saumâtre de la mer Noire fut rapidement envahie par un débordement de la Caspienne par le canal de Manych, peu de temps après le dernier Maximum glaciaire, à un moment où la couverture de glace fondait rapidement.

La seconde hypothèse, celle du « Déluge de Noé », est proposée par W. Ryan et coll. (2003). Ils prétendent que, peu après le Dryas récent, le climat serait devenu plus sec et que, du fait de l'évaporation, le niveau de la mer Noire serait tombé à 95 m en dessous du niveau actuel. Par la suite, le climat s'étant réchauffé et la couverture de glace ayant fondu en Europe, le niveau de la mer se serait élevé dans la Méditerranée en provoquant un écoulement catastrophique d'eau salée dans la mer Noire il y a 8 400 ans.

Si un Déluge s'est vraiment abattu sur la mer Noire, il devrait en rester des traces. Un projet du PICG les a cherchées dans les sédiments du fond, des fossiles, d'anciens rivages, etc. Voici ce qu'ils ont découvert.

### Comment la mer Noire s'est-elle enfoncée ?

Ryan et coll. estiment qu'un climat sec aurait fait évaporer l'eau de la mer Noire jusqu'à 95 m en dessous du niveau actuel. Or, nous savons d'après les traces de pollen que la plate-forme exposée et le littoral tout proche étaient couverts de forêts composées d'arbres exigeants en pluie, comme le chêne à feuilles caduques, le tilleul, le bouleau et l'orme, accompagnés de fougères d'ombre, de plantes aquatiques et de marécages. Ces espèces végétales signalent des hivers doux et une pluviosité de 600 à 1 000 mm, répartie sur l'ensemble de l'année.

La dernière fois que le bassin de la mer Noire est tombé à 95 m en dessous de son niveau actuel, ce fut durant le dernier Maximum glaciaire. Au début de l'Holocène, il y a environ 10 000 ans, la mer Noire, qui était alors un lac, est montée graduellement de 40 m à 20 m en dessous du niveau actuel, en raison d'un débordement de la Méditerranée. Une si infime élévation du niveau de la mer pourrait-elle avoir provoqué une inondation catastrophique ?

### La mer Noire a-t-elle été un lac d'eau douce ?

Si la mer Noire contenait de l'eau douce potable, comme le prétendent Ryan et coll., pourquoi tous les fossiles découverts dans les sédiments du lac appartiennent-ils à des organismes d'eau saumâtre ? Et si l'eau du lac était potable, pourquoi la population aurait-elle préféré s'installer dans les vallées de petites rivières, comme l'attestent de nombreux sites archéologiques ?

### Les implantations humaines préhistoriques ont-elles été submergées par le Déluge ?

Ryan et coll. prétendent qu'avant le Déluge, la population habitait non seulement sur les rivages actuels mais également sur cette partie du fond marin actuel (la plate-forme) qui était alors sèche. En dépit de décennies de recherches pour trouver des habitations préhistoriques submergées sur les plates-formes anciennement exposées de la mer Noire, il n'y a pas eu de découverte certaine en dessous d'une profondeur d'eau de 10 m.

### Y a-t-il eu une agriculture dans la région de la mer Noire ?

Les traces de pollen ne révèlent aucune preuve de culture de céréales autour de la mer Noire avant 5 718 ans. La rareté des traces présentes dans les carottes de la plate-forme, de particules de charbon provenant de pâturages incendiés et de spores de champignons poussant sur excréments animaux dans des enclos surpeuplés discréditent l'idée qu'un élevage ait été pratiqué sur la plate-forme exposée. Cette absence contraste avec les preuves archéologiques d'un élevage daté de 8 000 ans, découvert à Ilipinar, au sud de la mer de Marmara.

### Les preuves indiquent une élévation progressive du niveau de la mer en mer Noire

L'hypothèse du Déluge dans la mer Noire il y a 8 400 ans a enflammé l'imagination du public, mais ce que la plupart des médias ont manqué de mentionner, c'est le fait que des géologues et des archéologues d'Ukraine, de Russie, du Canada et d'ailleurs n'aient trouvé aucune preuve d'une inondation catastrophique de la mer Noire. Au contraire, les preuves indiquent une reconnexion progressive avec la Méditerranée à partir de 9 500 à 8 000 ans.

D'après Chepalyga, le Déluge d'il y a 17 000 à 14 000 ans ne serait pas non plus celui de la Bible. L'auteur explique que les inondations catastrophiques auraient perdu dans la mémoire collective pendant des milliers d'années, jusqu'à être consignées dans les écrits aryens anciens du Rigveda (hindou) et de l'Avesta (indo-iranien). L'histoire d'un Déluge a également été contée par les anciens habitants de la Mésopotamie.

Ces recherches s'inscrivent dans un projet réalisé entre 2005 et 2011, réunissant le PICG et l'Union internationale de recherche sur le quaternaire, concernant le changement du niveau de la mer et les stratégies d'adaptation de l'homme dans le couloir Caspienne-mer Noire-Méditerranée.

Valentina Yanko-Hombach



Bol de la culture Tripolye-Cucuteni

Photo: Wikipedia Commons

l'agriculture aurait pu favoriser l'essor d'antiques civilisations et la construction des premiers bateaux destinés à l'exploration. Pour étayer cette hypothèse, il cite les représentations de bateaux les plus anciennes que l'on connaisse, datées de 8 000 à 9 000 ans. Ces pétroglyphes ont été découverts à Gobustan, sur la côte de la Caspienne, au sud du delta du fleuve Kura. Les gravures montrent des bateaux à fond plat ainsi que des vaisseaux à quille adaptés à la navigation en mer, certains comportant jusqu'à 37 rameurs (voir photo).

Il n'existe à ce jour aucune preuve archéologique établissant un lien entre le Déluge et la transition de la chasse-cueillette à l'élevage. Aucun établissement humain vaste et durable n'a été découvert dans les parties submergées de la mer Noire, ni aucune trace d'une économie agricole avant l'année 5 718. La seule catastrophe majeure avérée pour la dernière période glaciaire, qui a déclenché de grands changements dans le mode d'habitation ou de subsistance, c'est la disparition du bison dans les steppes, que l'archéologue ukrainien Valdimir Stanko attribue aux excès de la chasse.

Les premières traces d'élevage ont été trouvées à Ilipinar, dans la plaine côtière du sud de la mer de Marmara. Elles ont été datées de 8 000 ans. Avant cela, des plantes avaient déjà été domestiquées, au cours du Dryas récent. L'abaissement soudain de plusieurs degrés Celsius de la température mondiale coïncida avec un assèchement du climat au Levant. Il semble plus que probable que le stress induit par le climat ait fait baisser le rendement annuel des espèces sauvages de céréales, ce qui incita à les cultiver. Selon des recherches récentes, les premières tentatives eurent lieu dès les années suivantes et non après des décennies. Avant le Dryas supérieur, des populations très nombreuses de chasseurs-cueilleurs habitaient toute l'année certains établissements. Non contents de chasser, ils cueillaient des céréales sau-

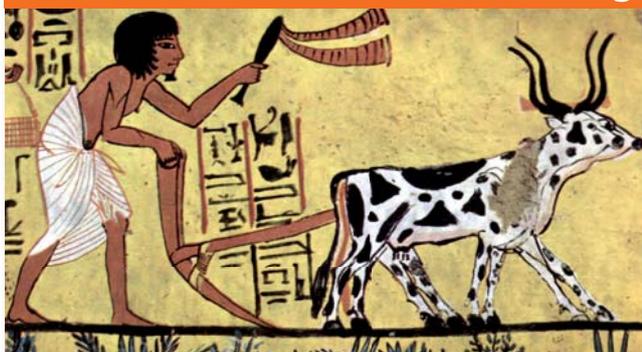
vages, des fruits frais et des fruits à coques. Au cours du Dryas supérieur, la plupart de ces sites furent abandonnés. Certains groupes devinrent cependant sédentaires afin de cultiver des céréales. À côté des changements culturels et sociaux, le Dryas supérieur a joué un rôle essentiel dans cette modification brutale du mode de vie, en posant des jalons pour les premières civilisations de la Mésopotamie<sup>6</sup> (dont les Assyriens et Babyloniens) et de l'Égypte (voir encadré).

Grâce à la culture des Tripolye-Cucuteni, qui s'épanouit il y a 5 900 à 5 600 ans, nous savons qu'il existait en ce temps-là des économies agricoles bien développées dans la steppe de forêt arborée au nord-ouest de la mer Noire. La culture Tripolye-Cucuteni s'étendait des Carpates aux régions du Dniestr et du Dniepr situées aujourd'hui en Roumanie, en Moldavie et en Ukraine.

Outre la mise au point de nouvelles techniques d'agriculture et d'élevage, les Tripolye-Cucuteni ont produit des vêtements tissés, des céramiques finement décorées, des outils et des armes. Ils produisirent également de grandes quantités de sel, comme l'atteste ce qui constitue peut-être les plus anciennes salines découvertes à Lunca (Roumanie). L'un des aspects les plus remarquables de cette culture est le fait que tous les 60 à 80 ans les habitants brûlaient totalement leur village pour le reconstruire. Les scientifiques s'interrogent toujours sur le pourquoi.

La culture Tripolye-Cucuteni devint vulnérable dès que le climat se fit plus aride entre il y a environ 4 700 et 4 200 ans. Confrontée à des pénuries d'eau et à la surpopulation, Usatovo, l'une des communautés Tripolye, s'adonna à l'élevage, notamment de chevaux, de moutons ou de chèvres. Elle abandonna progressivement l'agriculture en faveur de l'élevage nomade. Après l'effondrement des sociétés

## Comment une sécheresse a mis à genoux les pharaons d'Égypte



Détail d'une scène datée d'environ 3 200 ans avant notre ère

Photo: Wikipedia Commons

Il y a 11 300 ans, le Sahara était parsemé de lacs. Girafes, hippopotames, lions, éléphants, zèbres, gazelles, bovidés et chevaux s'ébattaient dans des prairies qui bénéficiaient vraisemblablement d'une pluviosité dix fois plus abondante qu'elle ne l'est aujourd'hui.

Il y a 9 000 ans, des populations de pasteurs avaient déjà colonisé une bonne partie du Sahara. Ils prospérèrent pendant encore 3 000 ans jusqu'à ce qu'un glissement de la zone des moussons vers des latitudes plus basses détournât les pluies potentielles en dehors du continent, provoquant des sécheresses catastrophiques. Les populations se réfugièrent au Sahel, région de hauts plateaux, et dans la vallée du Nil, où elles donnèrent naissance à de nombreuses cultures africaines, comme celle de l'Égypte des pharaons.

Celles qui s'étaient installées dans la vallée du Nil durent abandonner le pastoralisme nomade par manque de pluies estivales. Elles se tournèrent alors vers un mode de vie agricole. Les petites communautés sédentaires fusionnèrent jusqu'à former d'importants groupements sociaux. Il y a environ 5 200 ans, le premier pharaon réussit à unifier la Haute et la Basse Égypte en un seul État avec Memphis pour capitale.

Une longue période de prospérité devait s'ensuivre, caractérisée par les crues du Nil, qui produisaient d'abondantes moissons de céréales. Forts de cette prospérité, les pharaons successifs lancèrent des programmes ambitieux de construction de pyramides afin de s'offrir des tombeaux dignes de leur rang. Les pharaons affirmaient leur autorité sur la population en revendiquant le pouvoir d'intercéder auprès des dieux pour que le Nil inonde chaque année la plaine. La stratégie fonctionna parfaitement jusqu'à 4 200 ans avant notre ère, quand les récoltes devinrent insuffisantes pendant six longues décennies. Provoquée par une chute de la pluviosité au niveau des sources éthiopiennes du Nil pendant un cycle prolongé d'El Niño, cette sécheresse fut si longue et si rude que l'on pouvait traverser le Nil à pied sec. Devant l'impuissance du pharaon à empêcher la famine de sévir, les gouverneurs des régions s'emparèrent du pouvoir.

Il fallut 100 ans à l'Égypte pour se réunifier et mettre fin à ce siècle de chaos politique et social connu comme la Première période intermédiaire. Le retour à la stabilité annonçait l'avènement du Moyen empire. Les pharaons étaient décidés, cette fois, à ne pas répéter les mêmes erreurs. Pour éviter le sort de leurs imprévoyants prédécesseurs, ils allaient investir massivement dans l'irrigation et le stockage du grain.

Suzanne Leroy



Les plus anciennes représentations d'embarcations. Elles ont été gravées dans la roche sur le rivage de la Caspienne, il y a 8 000 à 9 000 ans.

© A.L. Chepalyga

agricoles du Tripolye supérieur, se développèrent les cultures de tombeaux en fosses, en catacombes et en bois, propres aux éleveurs nomades. La culture de tombeaux en fosse (ou culture Yamna) atteint son apogée au cours du 3<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère.<sup>7</sup> En ce temps-là, elle couvrait l'ensemble de la steppe d'Europe de l'est, depuis l'Oural à l'est jusqu'aux niveaux inférieurs du Danube, à l'ouest.

### L'âge du bronze

La culture des tombeaux en fosses marque la transition de l'âge de la pierre à l'âge du bronze, au 4<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère. Elle était contemporaine de la culture Maykop, à laquelle est attribuée la plus ancienne épée de bronze jamais trouvée ; elle a été découverte dans le nord du Caucase, entre la mer Noire et la Caspienne. Des outils et des armes datant du début de l'âge du bronze ont également été découverts dans la mer Égée, en Anatolie (la Turquie d'aujourd'hui), en Égypte et au Levant.

L'avènement de l'âge du bronze européen remonte à 5 200 ans environ dans la mer Égée. Sa civilisation s'étendait à la Grèce proprement dite et aux populations grecques des Cyclades, de Chypre et de la Crète.

La technologie de la fonte du cuivre et de son alliage, le bronze, s'étendit sur l'ensemble de l'Asie et de l'Europe, grâce en partie au développement du commerce maritime dans la Méditerranée, qui fournit une ouverture sur de nouveaux marchés et favorisa l'émergence d'une économie monétaire.

Les scientifiques continuent de débattre sur les raisons de l'effondrement des civilisations de l'âge du bronze au cours du 1<sup>er</sup> millénaire avant notre ère. Certains suggèrent qu'une forte migration en cette période ait pu être due à des luttes de pouvoir ou à des catastrophes naturelles, ou aux deux à la fois. Des conflits autour de la Méditerranée auraient pu, par ailleurs, créer des difficultés aux négociants pour obtenir des articles de bronze, et les inciter à se tourner vers des instruments de fer.

### Luttes d'influence autour de la Méditerranée

Excellents navigateurs, les Phéniciens firent de la Méditerranée une autoroute du commerce pendant l'âge du bronze. Originaires du Levant, ils fondèrent plusieurs cités-États au sud d'Ougarit (Syrie) sur la côte telles que Byblos, Sidon et, en 2 750 avant notre ère, la célèbre cité-État de Tyr (voir encadré, page suivante). Les marchands phéniciens s'aventuraient loin à la recherche de nouveaux marchés. À partir de 1 550 avant notre ère, ils colonisèrent la majeure partie de la Méditerranée, y compris la Sicile et la Sardaigne ; les cités ainsi fondées jouissaient de leur indépendance politique, comme Kition, sur l'île de Chypre, ou Carthage (fondée en 814 avant notre ère), sur la côte tunisienne. De l'Afrique du

Nord, ils importaient des métaux tels que l'or et le cuivre, ainsi que de l'ivoire et autres marchandises. Après la fondation de Rome, au 8<sup>ème</sup> siècle avant notre ère, Carthage, Athènes et Rome entrèrent en concurrence pour la domination du pourtour de la Méditerranée.

Les Phéniciens inventèrent un alphabet afin de consigner leurs échanges commerciaux avec l'Afrique du Nord et l'Europe. Les deux premières lettres de la langue phénicienne, *aleph* et *beth*, sont devenues l'*alpha* et le *bêta* du grec, d'où vient le nom d'alphabet. Les Grecs y ajoutèrent des voyelles et transmirent l'alphabet aux Étrusques en Italie, qui le passèrent ensuite aux Romains. Le naturaliste romain Pline l'Ancien, qui mourut à Stabies lors de l'éruption du Vésuve en l'an 79 de notre ère, était un grand admirateur des Phéniciens, auxquels il attribuait l'invention du verre.

La Méditerranée orientale fut témoin de l'essor et de la chute d'empires successifs au cours du premier millénaire avant notre ère : dans un premier temps, les Assyriens soumièrent un territoire allant de l'Égypte à l'Anatolie méridionale. Puis les Babyloniens étendirent vers l'est les limites de leur empire jusqu'au Levant. Les Perses les vainquirent en 539 avant notre ère, avant d'agrandir leur empire jusqu'en Grèce et autour de la mer Noire et de la Caspienne, en battant, sur leur lancée, les Phéniciens.

Deux siècles plus tard, Alexandre le Grand reconquit en quelques années à peine, ces territoires sur les Perses. Il fonda, en 331 avant notre ère, une ville sur la côte, qui allait rester pendant 1 000 ans la capitale de l'Égypte. Alexandrie acquit sa renommée grâce au phare de Pharos, l'une des sept merveilles du monde antique. Aujourd'hui submergé, il est placé sous la sauvegarde de la convention sur la Protection du patrimoine culturel subaquatique. La ville devait également sa célébrité à sa bibliothèque, la plus grande de l'antiquité, jusqu'à l'incendie qui la détruisit en l'an 48 avant notre ère.

À la suite d'un soulèvement populaire survenu à Athènes en 508 avant notre ère, les Grecs accordèrent à cette cité-État, ainsi qu'à d'autres, une nouvelle forme de gouvernement qu'ils appelèrent démocratie (gouvernement par le peuple). Vers la même époque, les Romains aussi transféraient le pouvoir suprême à un représentant du peuple et remplaçaient ainsi leur royaume par une république (*res publica*, littéralement affaire publique). D'autres civilisations, comme la Mésopotamie et la Phénicie, adoptèrent également des procédures démocratiques.

Avec le déclin de l'influence grecque, beaucoup de villes phéniciennes prospérèrent sous l'occupation romaine. Carthage comptait une population d'environ 100 000 âmes au 3<sup>ème</sup> siècle avant notre ère. Ce qui ne l'empêcha pas d'être complètement détruite par Rome au

Cette statue grecque de bronze a été retrouvée parmi beaucoup d'autres, dans une épave romaine échouée au large de l'île grecque d'Antikythéra, vers 100 ans avant notre ère. L'épave contenait également un objet singulier : un ordinateur analogique capable de calculer avec une grande précision les cycles du soleil, de la lune et des planètes. Le navire était peut-être parti de Rhodes, grand centre d'astronomie et de génie mécanique à cette époque. L'épave est aujourd'hui sauvegardée par la Convention sur la protection du patrimoine subaquatique.

© Ulrike Guérim/UNESCO



plus fort de la troisième guerre punique, en 146 avant notre ère. Dès lors, les Romains occupèrent une si grande partie de la Méditerranée qu'ils l'appelèrent *mare nostrum* (notre mer). Mais ce vaste empire était lui-même en butte à la piraterie, notamment du fait que les Romains dépendaient de plus en plus des importations de céréales en provenance d'Égypte. En l'an 30 avant notre ère, Rome s'assura son approvisionnement – ainsi qu'une nouvelle source d'impôts – en faisant de l'Égypte une province romaine.

### Des colonies grecques sur le rivage de la mer Noire

Les colonies créées par les Grecs ne se limitaient pas au bassin méditerranéen. Ils établirent également un chapelet de colonies le long de la côte de la mer Noire entre les 7<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> siècles avant notre ère, à proximité des grands estuaires et des embouchures de rivières. Leurs principales colonies étaient Gorgippia sur la côte du Caucase (site de l'actuelle Anapa, en Russie) et, en Ukraine : Tyras sur l'estuaire du Dniestr, Olbia Pontica sur celui du Bug et

du Dniepr, ainsi que Chersonésos, Théodosia et Panticapacus en Crimée. Dans un environnement paisible, les Grecs introduisirent de nombreuses pratiques liées à l'agriculture, au commerce à la religion ainsi que leur propre système politique démocratique, ce qui améliora progressivement le bien-être des populations locales. En premier lieu, ils importèrent la notion de cité-État (*polis*), et ensuite, aux 4<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> siècles avant notre ère, ils intégrèrent chaque polis dans sa contrée (*chora*) pour en faire un territoire unifié.

Olbia Pontica fut l'une des premières colonies grecques. Depuis le 7<sup>ème</sup> siècle avant notre ère, elle était établie sur l'île de Berezan, à 2 km environ de l'estuaire du Bug. À l'époque de la colonisation grecque, l'île faisait partie du continent, et le demeura jusqu'au 1<sup>er</sup> siècle de notre ère. Entre les 6<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> siècles avant notre ère, Olbia Pontica devint l'une des plus grandes colonies grecques avec une population estimée entre 30 000 et 40 000 habitants, englobant l'arrière-pays, où se pratiquait une agriculture intensive.

## Tyr : la cité phénicienne qui a sombré sous les flots

Il y a six mille ans, l'île sur laquelle serait fondée la ville de Tyr en 2750 avant notre ère se trouvait à quelques mètres à peine au-dessus du niveau de la mer.

Devenue aujourd'hui site du Patrimoine mondial, Tyr occupait un emplacement idéal pour cette cité phénicienne, car l'île était facile à défendre et constituait un port d'escale pour le commerce maritime entre le Levant, l'Égypte et la mer Égée.

Le déclin de la civilisation minoenne, vers 1400 avant notre ère, conjugué à une chute d'influence de l'Égypte, ouvrirent la voie pour que Tyr devienne une plaque tournante et un port majeur de la Méditerranée orientale. Au cours de l'âge du fer, la cité prospéra grâce aux produits de verrerie et de bois de cèdre, ainsi qu'à l'invention de la teinture de pourpre tirée des escargots de mer, qui imposèrent les riches textiles de Tyr comme un « must » pour la noblesse. L'historien grec Théopompus (né vers 380 avant notre ère) notait que « le prix de la pourpre de teinture valait son poids d'argent à Colophon » [ville d'Asie mineure].

Les marchands de Tyr s'aventuraient au loin à la recherche de nouveaux marchés. Ils fondèrent de nombreux centres commerciaux prospères, comme Carthage, aujourd'hui en Tunisie, et Cadix sur la rive atlantique du détroit de Gibraltar. L'essor du trafic maritime obligea la ville à construire des équipements portuaires complexes afin de permettre aux navires à voile de mouiller, de décharger et d'entreposer leur cargaison.

Tyr fut souvent attaquée, notamment par le roi d'Assyrie, Salmannésor V, entre 727 et 722 avant notre ère, ainsi que par l'Égypte. La ville résista à la plupart de ces assauts grâce à ses imposantes fortifications. Alexandre le Grand réussit néanmoins à soumettre Tyr alors qu'il partait à la conquête de l'Égypte. Pendant les sept mois du siège de la ville, en 332 avant notre ère, il construisit une chaussée reliant l'île à la terre ferme à l'aide de pierres taillées provenant des bâtiments qu'il avait détruits. Avec le temps, les sédiments s'accumulèrent de part et d'autre de cette chaussée et donnèrent naissance à une flèche littorale, de type tombolo, transformant l'île en péninsule (voir figure).

En 64 avant notre ère, Tyr devint province romaine. En ce temps-là, les sédiments accumulés sur la flèche étaient si abondants que les Romains y édifièrent un stade et une nécropole.

Cependant, un sérieux phénomène de subsidence affecta Tyr vers la fin de l'occupation romaine au 4<sup>ème</sup> siècle de notre ère. En effet, dix-sept siècles plus tard, des plongeurs découvrirent un quartier urbain à 2 m sous le niveau de la mer actuel, avec la présence d'une carrière et des vestiges de constructions urbaines.

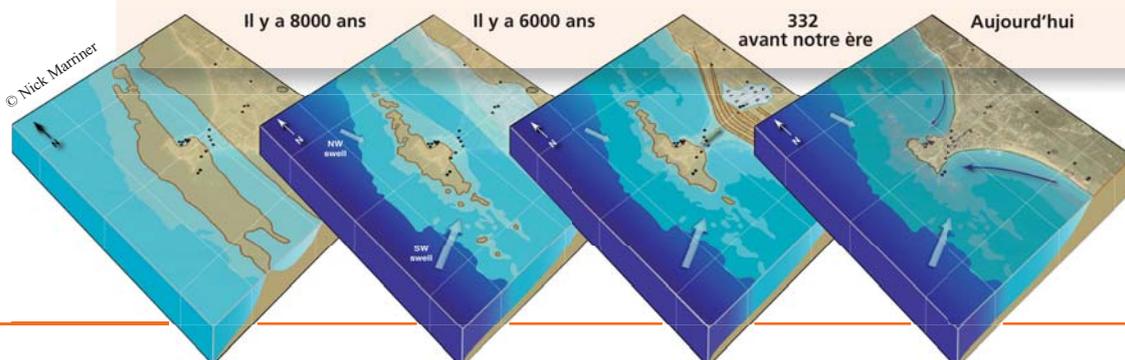
Plus d'une centaine de plongées comme celle-ci ont été effectuées en 2002 dans le cadre d'un projet financé en majeure partie par le Centre du Patrimoine mondial de l'UNESCO et par l'Association internationale pour la sauvegarde de Tyr. Une équipe pluridisciplinaire s'est rendue à Tyr afin d'étudier l'ancien port, avec le soutien des accords franco-libanais de coopération scientifique CEDRE. Le premier objectif consistait à localiser le port, tâche ardue du fait que la partie la plus importante gît sous le centre actuel de la ville.

Le second objectif consistait à dater les ports antiques. En raison de la densité du tissu urbain, l'équipe comptait forer des échantillons afin d'évaluer les anciens changements de l'environnement. Ces échantillons peuvent être datés au radiocarbone, qui fournit avec rapidité et précision une chronologie des événements. Si nous combinons la datation au radiocarbone et les informations tirées des textes anciens et des publications archéologiques, il apparaît que l'ancien port de Tyr a été partiellement abandonné au 6<sup>ème</sup> siècle de notre ère, pour des raisons à la fois environnementales et culturelles : le Levant a subi des tremblements de terre et de nombreux tsunamis entre les 4<sup>ème</sup> et 11<sup>ème</sup> siècles de notre ère, ce qui a aggravé l'enfoncement de la ville ; et vers 650 de notre ère, le sud du Levant, la Perse et l'Égypte furent dominés par des forces islamiques.

À la lumière de ces découvertes, et en raison de la rapidité avec laquelle l'urbanisation de Tyr se développe, l'équipe de recherche a recommandé à la municipalité et à la Direction de Antiquités de protéger tous les vestiges archéologiques se trouvant jusqu'à 5 m sous le niveau de la mer.

**Christophe Morhange\* et Nick Marriner\***

\*Université d'Aix-Marseille, CNRS, France



Évolution du littoral de Tyr depuis 8000 ans

Une conjonction de facteurs déclencha le déclin général des implantations humaines dans la région nord-pontique, aux 2<sup>ème</sup> et 1<sup>er</sup> siècles avant notre ère. Une aridité croissante causa la perte des récoltes en pleine période de surpopulation. Cela donna lieu à une succession de soulèvements populaires opposant riches et pauvres. Au même moment, les Scythes, les Sarmates et autres peuples nomades, qui avaient cohabité pacifiquement avec les Grecs jusqu'à là, envahirent les villages. Les sites archéologiques de la plupart des colonies pontiques du nord-ouest témoignent des nombreux conflits armés qui éclatèrent parmi ces sociétés juxtaposées en ces temps de tension

La crise de l'environnement s'aggrava vers la fin du 1<sup>er</sup> siècle de notre ère, lorsque le niveau de la mer s'éleva de 1 à 3 m provoquant, sur une grande échelle, l'érosion des sols et des glissements de terrain ainsi que la salinisation et l'engorgement des sols. Cette élévation du niveau de la mer, dite transgression nymphéenne, était due à un changement du régime des vents sur l'Atlantique. Ces vents apportèrent, sur une courte période, une abondante pluviosité qui fit gonfler les fleuves tributaires de la mer Noire. Ce changement du régime des vents fit également s'engouffrer de bien plus grandes quantités d'eau dans la Méditerranée et, de là, dans la mer de Marmara et le détroit du Bosphore, jusqu'à la mer Noire.

### Les civilisations méditerranéennes dans un environnement changeant

Les civilisations méditerranéennes durent, elles aussi, s'adapter à un environnement changeant. « Il y a environ 6 000 ans, vers la fin de l'Optimum holocène, toute l'eau douce libérée par la fonte des calottes glaciaires étaient retournée à l'océan », remarque Paolo Pirazzoli, « en rehaussant de 120 m le niveau de la Méditerranée. La pression exercée sur le fond marin par cet afflux d'eau provoqua une subsidence, surtout sensible sur les eaux peu profondes. Ainsi donc, le niveau de la mer s'éleva-t-il moins le long de la côte qu'au large. C'est pourquoi des êtres humains ont pu avoir accès à la grotte

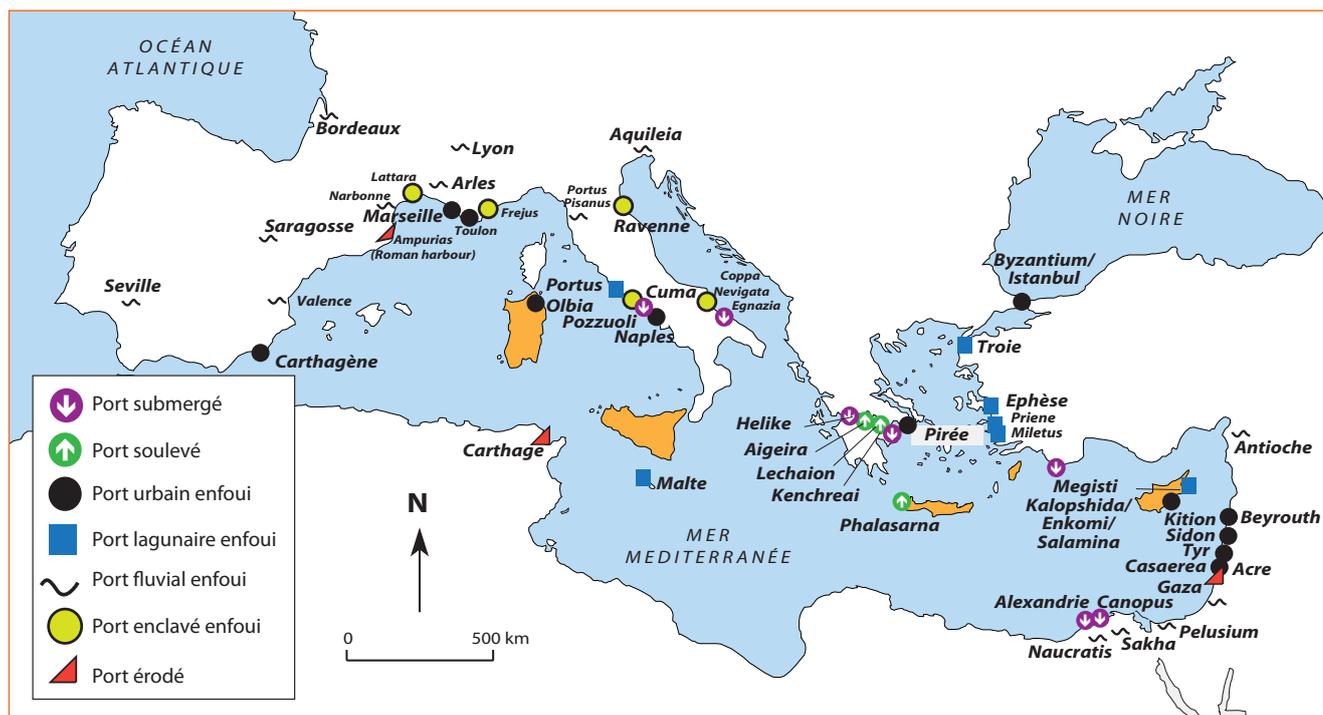
Cosquer, par exemple, qui se trouve aujourd'hui à 37 m sous le niveau de l'eau (voir encadré) ». Depuis 6 000 ans, le niveau de la Méditerranée est resté plus ou moins stable.

« Avec le temps, explique Pirazzoli, « les sédiments accumulés près des estuaires ont fait progresser le rivage vers la mer en laissant les ports au sec, comme dans le cas d'Éphèse, sur le mer Égée (voir photo). Le trait de côte a en outre été modifié par la tectonique, surtout en Méditerranée orientale. Un séisme dans le golfe



© V. Yanko-Hombach

Ruines d'Éphèse, sur la côte occidentale de la Turquie. D'abord grecque puis Romaine, Éphèse comptait plus de 250 000 habitants vers 100 avant notre ère, ce qui en fait une mégapole à l'échelle de l'antiquité. De nos jours, Éphèse se trouve à 8 km de la mer, mais nous savons, d'après des fouilles dans les sédiments, qu'elle fut jadis un port.



Quelques-uns des anciens ports engloutis de la Méditerranée. Les îles de Sardaigne, Sicile, Crète, Rhodes et Chypre apparaissent en jaune.

© Marriner, N. (2007) Geoarchaeology of Phoenicia's buried harbours. Reproduit avec son aimable permission.

de Corinthe, en 373 avant notre ère, provoqua une subsidence de la terre ferme et submergea la ville grecque d'Hélikè. En 365 de notre ère, un autre séisme eut l'effet inverse en soulevant de 8 m la partie occidentale de la Crète ».

Le tremblement de terre de l'an 365 donna lieu à un tsunami qui balaya toute la Méditerranée orientale. La vague aurait pénétré si profondément dans la ville d'Alexandrie qu'elle causa la mort de plus de 5 000 personnes ; elle provoqua également de grands dommages en Sicile. Les données disponibles suggèrent que la plupart des grands séismes et tsunamis de la Méditerranée naissent au sud de la Crète. C'est logique, car c'est le seul segment où on trouve encore une vieille plaque tectonique océanique qui coulisse sous le continent eurasiatique (par subduction).

La civilisation minoenne est née sur l'île de Crète, où elle construisit des palais extravagants pendant l'âge du bronze, comme Knossos. Il est très probable qu'une fois par siècle, ces palais subissaient de graves dommages dus à un séisme, avant d'être reconstruits. Puissance maritime, la civilisation minoenne finit par dominer les îles de la mer Égée, y compris l'île de Santorin.

Lorsqu'à Santorin, le volcan Théra entra en éruption, il y a 3 600 ans, la population d'Akrotiri put être évacuée. Nous le savons parce qu'aucun squelette n'a été trouvé sous les couches de cendre qui recouvraient la ville et qui ont préservé un grand nombre de ses fresques. Cette éruption volcanique, la plus forte vécue par l'humanité depuis la fin de l'ère glaciaire, mit en branle une succession de changements de l'environnement qui allaient finalement conduire à la disparition de la civilisation minoenne. La cendre de l'éruption recouvrit les champs de Crète, empoisonnant et détruisant les cultures pour des années. Au moment où les Grecs mycéniens s'emparèrent de la Crète, il y a environ 3 450 ans, la société minoenne s'était effondrée en laissant le pouvoir vacant.

L'archéologue britannique Arthur Evans (1928) fut le premier à suggérer qu'une succession de séismes était à l'origine de la destruction du palais de Knossos. En 1936, Carl Blegen attribua lui aussi les dommages structurels de la 6<sup>ème</sup> couche de ruines<sup>8</sup> de la ville de Troie (Asie mineure, voir carte, page précédente) à un séisme massif survenu il y a environ 3 300 ans. De la même manière, Claude Schaeffer a établi un lien entre les dommages

## La grotte Cosquer : un monde englouti

De nos jours, la grotte Cosquer, près de la ville française de Marseille, se trouve sous le niveau de la mer. Ce sanctuaire fut abandonné entre 27 000 et 19 000 ans avant notre ère pour une raison a priori inconnue mais peut être liée à un affaissement du plafond ; de nombreuses stalactites se sont détachées à cette époque, peut être sous l'effet d'un glissement gravitaire du plafond initié par un tremblement de terre.

Les chasseurs-cueilleurs avaient marqué les parois du sanctuaire de mains dessinées au pochoir et de gravures ou de peintures d'animaux dessinées au charbon : chevaux (35,6 % de la superficie), bouquetins, chamois, bisons et aurochs (18,6 %) et cerfs (9,6 %). Des sujets plus rares dans l'art pariétal préhistorique sont également représentés, tels que la saïga (une antilope actuellement localisée en Asie centrale), le mégacéros (un cerf géant disparu) et l'élan, ainsi que des animaux marins comme pingouins et phoques. L'une des gravures peut même être interprétée comme celle d'un être mythique, mi-humain, mi-phoque.

Nous savons, d'après l'accumulation de galets et de coquilles de moules présentes dans les carottes prélevées à 10 km au sud-ouest de la grotte Cosquer, près du phare Planier, qu'il y a environ 14 000 ans, la Méditerranée était montée à -100 m du niveau actuel. Au pied de l'île de Riou, des concrétions d'algues incrustées dans la paroi du massif calcaire indiquent

qu'il y a 10 000 ans, le niveau de la mer était à -55 m par rapport à l'actuel. Mille ans plus tard, l'entrée de la grotte Cosquer disparaîtrait sous les vagues. La grotte est fermée au public, mais si vous avez la chance d'être autorisé(e) à la visiter, vous accèderez au terme d'une plongée périlleuse à un espace partiellement émergé. Depuis l'entrée, à -37 m, un boyau remontant de 116 m de long amène à l'une des deux salles semi-noyées de la grotte Cosquer. La plupart des peintures murales ont certainement été englouties par la mer dans les salles explorées par les spéléologues. Au fond de la grotte, la partie inférieure d'un panneau spectaculaire de chevaux et de bouquetins, dessiné au charbon ou gravé, disparaît sous le niveau actuel de la mer (voir photo).

En 2001, une étude géomorphologique de l'ancien port de Marseille a révélé que le niveau de la mer s'était stabilisé il y a seulement 1 500 ans. Marseille fut fondée par les Grecs il y a environ 2600 ans avant de devenir une ville romaine.

La grotte Cosquer est placée sous la sauvegarde de la Convention sur la protection du patrimoine culturel subaquatique, administrée par l'UNESCO.

Jacques Collina-Girard\*

\*Université de la Méditerranée, Marseille



Jacques Collina-Girard dans la grotte Cosquer en 1992

structurels subis par Ougarit (Syrie) et une succession de tremblements de terre. En fait, Schaeffer mettait en parallèle les dommages structurels subis par les ruines de tous les sites datant de la fin de l'âge du bronze à travers l'ensemble du Moyen-Orient et de la Méditerranée orientale, dans sa *Stratigraphie comparée* (1948). Cette idée a donné naissance au mythe d'une avalanche de séismes, ou « paroxysme de la fin de l'âge du bronze » survenu en l'espace de 50 ans entre 1 225 et 1 175 avant notre ère, qui aurait causé la disparition des civilisations de la fin de l'âge du bronze à travers toute la région.

Il est vrai que les preuves archéologiques des tremblements de terre relevés sur les sites de l'âge du bronze dans la Méditerranée orientale confirment que ces anciens peuplements ont subi des tremblements de terre. La région de la Méditerranée orientale et du Moyen-Orient est effectivement une zone sismique très active. Un débat organisé dans le cadre du projet du PICG sur l'archéosismicité (*voir encadré*) a conclu que, si ces tremblements de terre ont pu avoir une influence sur la stabilité du pouvoir local, ils n'auraient pu, en aucun cas, précipiter un effondrement catastrophique des civilisations de la fin de l'âge du bronze.

## Un passé mouvementé gravé dans la pierre

L'archéosismologie est une discipline jeune qui s'efforce de combler les lacunes des données historiques et géologiques des tremblements de terre. De fait, les instruments de mesure des séismes n'existent que depuis cent ans environ.

L'archéosismologie étudie les indicateurs culturels des tremblements de terre catastrophiques tels que les dégâts structurels subis par les constructions (*voir photo*), les mythes et les légendes. Dans la Bible, l'histoire de l'effondrement des murailles de la ville de Jericho fait clairement allusion à un tremblement de terre. Jericho est bâtie sur l'une des grandes failles de la région, la faille transformante de la mer Morte.

L'archéosismologie fait appel aux compétences d'historiens, d'anthropologues, d'archéologues, de géologues, de sismologues, de géophysiciens, d'architectes et d'ingénieurs en génie civil. Entre 2008 et 2012, un projet du PICG a relevé le défi de rassembler toutes ces disciplines autour d'une table afin de mettre au point une méthodologie rigoureuse dans un domaine aussi nouveau.

**Manuel Sintubin**

© M. Sintubin



Dégâts structurels typiques d'une activité sismique sur une colonne de la ville romaine d'Aphrodisias, dans la Turquie du sud-ouest

## Nous pouvons tirer des leçons du passé

L'étude du passé peut nous apporter un enseignement très riche sur la façon dont les phénomènes naturels et l'évolution de l'environnement affectent les civilisations et comment elles réussissent à s'y adapter. Ces phénomènes naturels peuvent ne durer que très peu de temps, comme un séisme, une éruption volcanique ou un tsunami, ou bien ils peuvent faire peser des menaces plus insidieuses telles que l'élévation du niveau de la mer suite à un changement climatique. Quelle est l'efficacité des stratégies d'adaptation que les sociétés humaines contemporaines ont mises en œuvre afin de faire face aux risques naturels extrêmes et au changement de l'environnement qui aura lieu au cours de ce siècle? Dans quelle mesure sommes-nous encore capables de nous y adapter? Ces questions revêtent une importance vitale sur le plan socioéconomique et politique pour chacun des pays du monde.

Nous avons enfin compris que la relation entre les sociétés humaines et leur environnement naturel est d'une telle complexité qu'aucune science ne peut à elle seule venir à bout du puzzle. C'est pourquoi, de plus en plus fréquemment, les travaux de paléographie ne relèvent pas uniquement des compétences des géoscientifiques mais impliquent la collaboration de biologistes, d'archéologues, d'historiens, de météorologistes et autres spécialistes.

*Valentina Yanko-Hombach<sup>9</sup>, Suzanne Leroy<sup>10</sup>,  
Manuel Sintubin<sup>11</sup> et Susan Schneegans<sup>12</sup>*

*Voir, page 24, Récits gravés dans la pierre, publication qui résume les projets du PICG décrits ici, entre autres*

- 1 Les dates de cet article se fondent sur une datation au carbone 14 non calibrée. Pour en savoir plus sur cette méthode, voir Planète Science d'octobre 2007 (page 4).
- 2 La teneur en sel de l'eau saumâtre est d'environ 5 à 12‰. Aujourd'hui, celle de la mer Noire varie de 1 à 3‰ dans le delta du Danube jusqu'à 26‰ près du Bosphore, comparé à 39‰ en Méditerranée orientale.
- 3 Le Levant comprenait l'actuel Israël, le Liban et la Palestine, la Jordanie occidentale et la Syrie.
- 4 Les scientifiques l'appellent le lac du néoeuxinque inférieur.
- 5 Les scientifiques l'appellent le lac du Khvalynien inférieur.
- 6 Le terme de Mésopotamie provient du grec « territoire entre les fleuves », utilisé pour désigner le système Tigre-Euphrate, territoire qui correspond à peu près aujourd'hui à l'Irak et à une partie de l'Iran, de la Syrie et de la Turquie.
- 7 « Avant notre ère » se réfère à la période qui précède le début du calendrier grégorien, devenu la norme aujourd'hui.
- 8 Troie a été reconstruite six fois, selon les traces retrouvées dans six couches de destruction. Le site archéologique de Troie fait partie du Patrimoine mondial.
- 9 Codirectrice du projet du PICG, Université nationale I.I. Mechnikov d'Odessa, Ukraine, et Institut Avalon des sciences appliquées, Canada
- 10 Codirectrice du projet du PICG, Institut de l'environnement, Brunei University, Royaume-Uni
- 11 Codirecteur du projet du PICG, Université catholique de Louvain, Belgique
- 12 Rédactrice en chef, Planète Science

## L'UNESCO accueillera le bureau scientifique **consultatif** de l'ONU

**Le Secrétaire général de l'ONU, Ban ki-Moon, a chargé l'UNESCO de mettre en œuvre les recommandations relatives à la science contenues dans l'important rapport présenté le 21 juin à Rio de Janeiro (Brésil), lors de la 3<sup>ème</sup> Conférence des Nations unies sur le développement durable (Rio+20).**

Intitulé *Pour l'avenir des hommes et de la planète : choisir la résilience*, le rapport a été rédigé par les membres du Groupe de haut niveau du Secrétaire général sur la viabilité mondiale.

L'une des recommandations invite les gouvernements et les milieux scientifiques à prendre des dispositions pratiques pour renforcer la relation entre les grandes orientations et la science, notamment par le lancement d'une initiative scientifique mondiale. « Ils devraient notamment établir périodiquement des évaluations et des synthèses sur l'état de la science en ce qui concerne des notions telles que « limites planétaires », « points de basculement » et « seuils environnementaux » dans le contexte du développement durable. [...] En outre, le Secrétaire général devrait envisager de nommer un conseiller scientifique principal ou de créer un comité consultatif scientifique dont les membres, grâce à la diversité de leurs connaissances et de leur expérience, lui donneraient des avis, ainsi qu'aux organes de l'ONU. »

Le Secrétaire général a invité l'UNESCO à prendre l'initiative de l'instauration de ce bureau et d'en assurer le secrétariat. Le bureau sera constitué d'éminents spécialistes sur une large base géographique et disciplinaire.

Dans un premier temps, Mme Bokova a réuni un groupe ad hoc d'agences des Nations unies ayant d'importantes responsabilités scientifiques, avec des dirigeants des grands organismes scientifiques internationaux. « Il est important que les conseils fournis au Secrétaire général sur les recommandations à teneur scientifique couvrent un large spectre » a-t-elle déclaré à Rio, « depuis les sciences fondamentales, en passant par l'ingénierie et la technologie, jusqu'aux sciences de la santé, l'agronomie, les sciences humaines et sociales, en plus des sciences de l'environnement ». Le bureau suggèrera également des mécanismes favorisant la coopération entre agences des Nations unies et avec la communauté scientifique internationale.

Dans le document final de Rio+20 *L'Avenir que nous voulons*, 193 gouvernements « reconnaissent l'importance de la contribution de la communauté scientifique et technologique au développement durable » et déclarent « nous sommes déterminés à œuvrer de manière à renforcer la collaboration entre les communautés universitaires, scientifiques et technologiques, notamment dans les pays en développement, de manière à réduire le fossé entre pays développés et en développement ; à renforcer l'interface entre science et politique ainsi qu'à faciliter la recherche internationale en collaboration concernant le développement durable ».

Bien que le document ne contienne que peu d'engagements nouveaux, le Secrétaire général de l'ONU a loué son mérite pour avoir pu renouveler et renforcer la volonté politique du développement durable et « avoir reconnu la pauvreté comme le plus grand défi au bien-être économique, social et écologique ».

*L'Avenir que nous voulons* reconnaît le droit à la sécurité alimentaire pour tous. À Rio, Ban ki-Moon a lancé le défi Faim zéro avec pour objectif de mettre fin à la malnutrition infantile, promouvoir des systèmes d'alimentation durables, améliorer la productivité des petites exploitations et éliminer le gaspillage alimentaire.

Le rapport final place l'eau au cœur des grands défis mondiaux, qui comprennent la sécurité alimentaire, les installations sanitaires, l'énergie propre, la réduction des effets des catastrophes naturelles et la santé. Les gouvernements réitérent leurs engagements antérieurs à réduire de moitié, d'ici 2015, la proportion de personnes privées d'accès à l'eau potable et à des installations sanitaires, ainsi que de mettre en place des programmes visant les gains de productivité dans l'usage de l'eau et de l'énergie. Ils s'engagent à gérer l'eau selon une méthodologie intégrée qui considère la nourriture, l'eau et l'énergie comme formant un tout et non pas des entités séparées, comme c'est le cas actuellement.

Le document inaugure un processus visant à définir des objectifs universels de développement durable pour l'après 2015 et reconnaît la nécessité d'évaluer les progrès en dépassant la notion de PIB. Les gouvernements ont par ailleurs adopté un Cadre décennal de programmes sur la consommation et la production durables.

Les gouvernements s'engagent « à agir pour réduire de façon importante les déchets marins d'ici à 2025 », notamment les matières plastiques, ainsi que les autres formes de pollution marine telles que les polluants organiques persistants, les métaux lourds et les composés azotés. Ils se promettent de traiter la question de l'acidification des océans et d'éliminer les subventions qui contribuent à la surpêche. Ces engagements font écho à la *Déclaration de Rio+20 sur les océans* issue d'une manifestation organisée à Rio en marge de la conférence par la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO. Les gouvernements reconnaissent également qu'il est urgent de protéger la biodiversité marine en haute mer.

Pour le Secrétaire général de l'ONU, « la société civile et le secteur privé ont joué un rôle sans précédent » à Rio. En tout, 700 promesses ont été enregistrées. Huit banques multilatérales se sont engagées à promouvoir le transport durable tandis que 250 universités d'une cinquantaine de pays ont adhéré à l'Initiative de l'enseignement supérieur en faveur de la viabilité. Le Secrétaire général s'est félicité des nombreux engagements – atteignant une valeur totale de 513 milliards de dollars – pris à Rio par les gouvernements ainsi que par des investisseurs privés, « car les gouvernements ne peuvent à eux seuls atteindre les objectifs ».

Afin d'offrir à tous une énergie durable à un prix accessible d'ici 2030, *Pour l'avenir des hommes et de la planète* a recommandé de doubler le rythme de l'amélioration des gains de productivité en matière d'énergie et la part de l'énergie renouvelable dans le mix énergétique mondial. Plus de 50 gouvernements ont inauguré à Rio de nouvelles stratégies énergétiques et des investisseurs privés se sont engagés à réserver plus de 50 milliards de dollars à la poursuite de ces objectifs exposés dans le rapport. Ces engagements donnent le signal du départ pour l'initiative des Nations unies sur l'Énergie durable pour tous, lancée en septembre dernier. *L'Avenir que nous voulons* prend acte de cette initiative et souligne le rôle majeur que jouera l'énergie dans la réalisation du développement durable.

*L'Avenir que nous voulons* rappelle également que l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes sont « indispensables au développement durable ».

En marge de la conférence de Rio, l'UNESCO a organisé, avec la fondation L'Oréal, une réunion sur les femmes et la science. D'autres rencontres organisées par l'UNESCO traitaient de la coopération en matière d'eau douce – qui fera l'objet en 2013 de la prochaine Année internationale – de la biodiversité, de l'éducation en vue du développement durable et enfin, du savoir autochtone (voir page 21).

L'un des temps forts des préparatifs en vue de Rio+20 a été le forum sur les STI en vue d'un développement durable, réuni à Rio du 11 au 15 juin, qui a plaidé pour une approche intégrée des politiques et le resserrement des liens entre sciences naturelles

et sociales. Le forum a donné le coup d'envoi à Terre d'avenir, partenariat de dix ans ayant pour fondateurs le Conseil international pour la science, le Conseil international des sciences sociales, le Belmont Forum qui regroupe de grands investisseurs en matière de recherche, l'UNESCO, le PNUE et l'ONU.

Pour en savoir plus : [www.un.org/gsp/report](http://www.un.org/gsp/report);  
[www.unesco.org/new/en/rioplus20](http://www.unesco.org/new/en/rioplus20); [www.icsu.org](http://www.icsu.org)

## Un **nouveau départ** pour d'anciens soldats rwandais

Des milliers de rwandais du district de Rubavu sont devenus des sans-abri ces dernières années, à la suite d'inondations et de glissements de terrains dus à des pluies anormalement abondantes. En mars de cette année, Noeline Raondry Rakotoarisoa du Programme l'Homme et la biosphère de l'UNESCO s'est rendue dans la province occidentale du Rwanda afin de constater *de visu* où en était la réhabilitation de l'une des zones les plus touchées, le mont Rubavu. Quinze mois auparavant, l'UNESCO avait financé un cours de plantation d'arbres à l'intention de 70 soldats démobilisés, dont un grand nombre de femmes, dans le cadre du programme Une seule ONU.

Le mont Rubavu se trouve à Gisenyi, ville de plus de 100 000 habitants qui partage avec la République démocratique du Congo le lac le plus élevé d'Afrique, le lac Kivu. Le versant était autrefois couvert d'une riche végétation mais, au fil du temps, les arbres ont été coupés pour faire place à l'urbanisation et à une agriculture de subsistance. Quand des pluies torrentielles s'abattirent en avril 2010, rien ne retenait les sols. Le glissement de terrain qui s'ensuivit balaya les maisons et avec elles les moyens de subsistance de 1 184 familles.

Le gouvernement lança alors un programme de relogement pour les sans-abri. Comme le mont Rubavu était désormais considéré trop instable pour le développement urbain, il fut décidé de reboiser son versant et d'en faire un parc de loisirs.

En décembre 2010, l'UNESCO a financé un stage de formation de cinq jours pour la population. « Bien que la plupart des habitants du district soient de petits paysans », explique Mme Raondry Rakotoarisoa, « nous avons délibérément privilégié les soldats démobilisés afin de leur donner des qualifications monnayables sur le marché ». Le stage a été organisé par l'Office rwandais d'aménagement de l'environnement (REMA), qui surveille également la remise en état du site.

Les stagiaires ont découvert l'intérêt de niveler les pentes abruptes pour y aménager des terrasses planes afin que la pluie y pénètre au lieu de s'écouler en surface. Les anciens soldats ont appris à planter un bambou endémique, qui s'ancre solidement dans les sols et pousse si vite qu'il peut coloniser un versant de montagne en quelques mois. Des variétés d'arbres d'ornement tels que le jacaranda ont également été plantées sur les terrasses pour donner de l'ombre, ainsi que des palmiers et des arbres fruitiers comme le papayer. Les stagiaires ont en outre appris à border les terrasses en réutilisant les pierres des maisons démolies (voir photo).

L'élément théorique du stage comportait un enseignement sur la manière de tenir un petit commerce. Les participants ont appris à créer et gérer des pépinières d'arbres. Ils ont été formés à s'organiser en coopératives et à répondre aux appels d'offres émis par le REMA pour la fourniture au district de jeunes plants.

« En visitant le mont Rubavu en mars de cette année », dit Mme Raondry Rakotoarisoa, « j'ai été satisfaite de constater les progrès de la réhabilitation. Je ne me suis pas contentée de



Début 2011, la réhabilitation du mont Rubavu était en bonne voie, grâce aux efforts des jeunes recrues.

rencontrer les stagiaires, j'ai également rencontré les bénéficiaires indirects, ceux qui sont employés par le district depuis l'année dernière pour planter l'herbe Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) et reboiser la zone. Cette herbe est idéale pour réhabiliter les sols, car elle est riche en nutriments. En outre, le gazon tendre qu'elle produit peut, une fois tondu, être donné au bétail ».

Le projet fait partie du plan général du REMA de sensibilisation à l'environnement et de création de liens avec la population. La réhabilitation du mont Rubavu devrait stimuler l'économie en devenant une seconde attraction touristique, en plus du lac Kivu.

Pour en savoir plus : [n.raondry-rakotoarisoa@unesco.org](mailto:n.raondry-rakotoarisoa@unesco.org)

## L'Allemagne accueillera l'**IPBES**

La ville allemande de Bonn a emporté la décision d'accueillir chez elle la Plate-forme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) lors d'une réunion plénière tenue à Panama, le 22 avril.

Au moins une parmi les quatre institutions qui parrainent la plate-forme – à savoir le PNUE, l'UNESCO, la FAO et le PNUD – gèrera son secrétariat. En attendant l'installation de celui-ci, ces quatre agences des Nations unies ont été priées de poursuivre leurs services auprès de la plate-forme.

« Aujourd'hui, la biodiversité est la grande gagnante » a déclaré Sir Robert Watson, Conseiller scientifique principal au département de l'Environnement, de l'alimentation et des questions rurales du Royaume-Uni. « Plus de 90 gouvernements ont réussi à mettre en place une interface entre science et politique au bénéfice de tous les pays », a souligné le président de la réunion.

Pour la Directrice générale de l'UNESCO Irina Bokova, « la création de l'IPBES, quelques semaines à peine avant la conférence de Rio+20, est un message fort. J'espère que cet organisme permettra une meilleure prise en compte de la biodiversité dans les stratégies de développement durable, tout comme le Giec le fait depuis 20 ans pour le changement climatique. La perte de biodiversité est un indicateur clé des changements qui affectent notre planète ».

Madame Bokova a déclaré que l'IPBES « constituera un outil de coordination plus efficace entre chercheurs et décideurs afin de relever ce défi. L'UNESCO soutient ce processus depuis le début et fera tout pour lui apporter sa longue expérience et mobiliser les réseaux scientifiques consacrés à l'eau, aux océans et à la biodiversité au service de l'IPBES ».

L'IPBES a pour mission de prendre à bras le corps la perte accélérée de la biodiversité au plan mondial et la dégradation des services écosystémiques en comblant les lacunes des connaissances et en créant des passerelles entre les décideurs et une science aux données exactes, impartiales et constamment mises à jour.

L'IPBES aura pour tâche :

- d'identifier et de classer par ordre de priorité les informations scientifiques clés nécessaires aux décideurs et de catalyser les efforts de recherche vers de nouvelles connaissances ;
- d'effectuer des évaluations, régulières et en temps opportun, des connaissances sur la biodiversité et les services écosystémiques ainsi que de leurs liens ;
- d'aider à formuler et à appliquer les politiques en identifiant des outils et des méthodologies appropriées ;
- de classer par ordre de priorité les besoins clés en matière de renforcement des capacités afin d'améliorer l'interface science-politique, et enfin de fournir directement ou indirectement une aide, financière ou autre, pour répondre aux besoins absolument prioritaires.

L'IPBES répondra aux demandes d'informations scientifiques sur la biodiversité et les services écosystémiques émanant des gouvernements, des accords multilatéraux environnementaux et des organes des Nations unies, ainsi que d'autres parties prenantes.

Un trust fund initial sera créé pour recevoir des contributions bénévoles provenant de gouvernements, d'organismes des Nations unies, du Fonds pour l'environnement mondial, d'autres organisations intergouvernementales et parties prenantes telles que le secteur privé et les fondations.

Pour en savoir plus : [www.ipbes.net](http://www.ipbes.net); [s.arico@unesco.org](mailto:s.arico@unesco.org)

## Le CIPT participe à la découverte du **boson de Higgs**

**Le 4 juillet, l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) annonçait la découverte d'une nouvelle particule subatomique dont le comportement est semblable à celui de l'insaisissable boson de Higgs, particule élémentaire très recherchée dont on attend qu'elle explique l'existence de la masse à l'échelle subatomique. Le physicien Bobby Acharya, du Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) de l'UNESCO, participe à cette expérience au détecteur de collisions de particules qui porte le nom d'ATLAS.**

Il a décrit cette annonce comme follement passionnante. « Sachant qu'une nouvelle particule est bien là, nous allons approfondir l'étude de ses propriétés. C'est probablement le boson de Higgs, qui met fin à une quête de plusieurs décennies pour trouver la pièce manquante du puzzle dans le Modèle standard de la physique des particules. Pour le CIPT, l'importance de ce résultat est incroyablement importante, étant donné le rôle fondamental qu'Abdus Salam a joué dans la mise au point du Modèle standard ».

Quant à savoir quelles sont exactement les propriétés de ce nouveau boson de Higgs, les réponses devraient s'échelonner tout au long de l'année, car les résultats partiels n'utilisent qu'un tiers des données qui devraient être fournies par le Grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN cette année.

Le CIPT et l'Université d'Udine (Italie) ont joué un rôle important dans la découverte. Ils ont œuvré ensemble pour examiner les débris produits par les collisions de particules dans le LHC afin d'en découvrir de nouvelles telles que le boson de Higgs. Les scientifiques l'ont cherché par élimination des données provenant d'autres particules ayant un comportement similaire, comme on élimine la nuisance de l'électricité statique lorsque l'on recherche un signal radio. Le Higgs, par exemple, qui s'évanouit trop rapidement pour être détecté directement, laisse en disparaissant des particules semblables à celles d'un assemblage top quark-anti top quark. En mesurant les propriétés fines de tels

processus, les physiciens peuvent distinguer les données « de fond » qui autrement font obstacle à la recherche du boson de Higgs.

Pour en savoir plus : [www.ictp.it](http://www.ictp.it)

## Vers un **plan d'action** pour les Andes

**Devant le recul des glaciers de la cordillère des Andes sous l'effet du réchauffement climatique, le Programme hydrologique international (PHI) et le programme l'Homme et la biosphère (MAB) de l'UNESCO ont entrepris de collaborer avec les pays andins à la préparation d'un plan d'action visant à faciliter leur adaptation au changement climatique. Le processus a débuté par un atelier réuni à Lima (Pérou) les 29 et 30 mai, afin de créer un réseau international de chercheurs et de décideurs et de préciser leurs besoins respectifs.**

L'atelier a attiré plus de 40 participants venus d'Argentine, de Bolivie, du Chili, de l'Équateur et du Pérou ainsi que des experts de Belgique, de Chine, d'Espagne et des États-Unis.

Trois groupes de travail ont été mis en place simultanément : sur le changement climatique, la politique et la cartographie de la vulnérabilité. Les participants ont pointé l'absence de systèmes de surveillance capables de leur fournir des informations sur l'impact du changement climatique sur les glaciers et les ressources hydriques, ce qui empêche de faire des prévisions. Les participants ont également pointé la nécessité de mettre en place une formation en matière de surveillance des glaciers et de modélisation du changement climatique.

Julio Ordoñez, Directeur général de l'Hydrologie et des ressources en eau de l'Office national péruvien de météorologie et d'hydrologie (SENAMHI), a déclaré le 29 mai au journal péruvien *El Comercio* que 41 % de la couverture de glace avait disparu de la Cordillère durant les 30 dernières années et que 81 % des 755 glaciers tropicaux subsistant dans les Andes couvraient moins d'un km<sup>2</sup>.

Le Pérou a créé, ces 18 derniers mois, deux stations de surveillance à une altitude de plus de 4 000 m. Le pays abrite la réserve de biosphère d'Huscarán, qui se trouve être également un site du Patrimoine mondial et un parc national. « La plus haute chaîne de montagnes tropicales du monde se situe dans la Cordillera Blanca », observe Thomas Schaaf, du MAB de l'UNESCO. « Elle comporte 27 pics de neiges éternelles dépassant les 6 000 m d'altitude, dont El Huscarán (6 768 m) est le plus élevé ».

Le retrait des glaciers des Andes pourrait avoir des conséquences désastreuses pour les populations vivant en aval. « Nombreuses sont les vallées andines qui connaissent une saison sèche et dépendent de l'eau de fonte du glacier pour entretenir leurs immenses écosystèmes montagneux », explique Anil Mishra, du PHI de l'UNESCO. « Les glaciers jouent le rôle de châteaux d'eau, emmagasinant l'eau sous forme de glace qui se libère peu à peu tout au long de l'année en donnant de l'eau de source. À court terme, la fonte des glaciers fournira en fait un plus gros débit d'eau pour les vallées, mais lorsqu'ils auront disparu, ces châteaux d'eau s'en seront allés pour de bon, provoquant à plus long terme des pénuries d'eau pour l'agriculture, la consommation humaine et l'hydroélectricité ».

Les recommandations de la réunion seront transmises au groupe de travail Neige et glace que l'UNESCO a contribué à créer en 2003 afin de favoriser ce type de recherches dans la région.

L'atelier était organisé par l'UNESCO en partenariat avec le secrétariat du Mountain Partnership de la FAO, le Consortium pour le développement durable de l'écorégion andine (CONDESAN), le réseau d'observatoires interaméricains du

changement climatique dans les Andes (ACCION), le groupe de travail Neige et glace ainsi qu'avec l'Environnement du Troisième pôle.

Pour en savoir plus: [a.mishra@unesco.org](mailto:a.mishra@unesco.org); [t.schaaf@unesco.org](mailto:t.schaaf@unesco.org)

## L'Afrique lucide quant au chemin qui reste à parcourir

**Six des dix pays dont l'économie a progressé le plus rapidement pendant la décennie écoulée se situent en Afrique subsaharienne. La science, la technologie et l'innovation (STI) revêtiront une importance cruciale pour entretenir cette dynamique ; or, seuls deux de ces pays ont atteint l'objectif fixé par l'Union africaine de consacrer 1 % de leur PIB à la R&D. Ce paradoxe a été souligné par les participants au premier Forum africain sur les STI pour l'emploi des jeunes, la mise en valeur du capital humain et la croissance inclusive, qui s'est tenu du 1<sup>er</sup> au 3 avril à Nairobi.**

Le forum a été parrainé par le ministère kenyan de l'enseignement supérieur, de la science et de la technologie, et organisé par l'UNESCO, la Banque africaine de développement, l'Union africaine, la CEA et l'Association pour le développement de l'éducation en Afrique.

Rappelant que les gouvernements africains avaient décidé de consacrer 1 % de leur PIB à la R&D avant 2010, la ministre kenyane de l'Enseignement supérieur, de la science et de la technologie, Margaret Kumar, a déclaré « nous avons fait les comptes : la Tanzanie et la Tunisie sont les seuls à avoir atteint l'objectif. L'Afrique du Sud vient juste après avec 0,94 % du PIB ». Elle a cité le chiffre de 0,54 % pour le Kenya.

La ministre sud-africaine de la science et de la technologie, Naledi Pandor, a remarqué qu'il ne s'agit pas « de réinventer constamment la roue. Nous n'avons pas besoin de rédiger constamment de nouveaux programmes, de nouvelles résolutions. Faisons en sorte que fonctionne véritablement ce que nous sommes déjà convenus de faire pour le continent ». Ce sentiment a trouvé son expression dans la *Déclaration de Nairobi* adoptée par plus de 30 ministres africains le 3 avril, qui réaffirment en substance les engagements pris antérieurement par les gouvernements, dont celui de consacrer 1 % du PIB à la R&D.

La diversité des ministères représentés au forum – science, technologie et innovation mais aussi éducation, finance et planification – prouve la prise de conscience progressive du fait que les politiques de STI doivent être incorporées par les gouvernements aux agendas nationaux et régionaux de développement et que les politiques les mieux élaborées n'auront aucun effet si leur mise en œuvre reste inappliquée ou si leur financement est insuffisant.

Pour Mme Kumar, les grands défis auxquels l'Afrique est actuellement confrontée sont « la faiblesse des liens entre l'innovation scientifique, le secteur privé, l'industrialisation, la création d'emplois et la valorisation de la jeunesse ».

L'inventeur Victor Kossikouma Agbegenou du Togo aurait partagé son avis. Au cours des deux journées de la réunion d'experts qui a précédé la session ministérielle, il a remarqué à regret « qu'il y a 1 milliard de consommateurs en Afrique, et malgré cela, nous achetons ailleurs ». L'Afrique devrait industrialiser

sa production, dit-il, car les investisseurs rechigneront à soutenir un produit nouveau s'il ne peut être fabriqué en Afrique.

Donald Kaberuka, Président de la Banque africaine de développement, a proposé aux pays africains le défi de se détourner de l'héritage des matières premières épuisables (comme le pétrole et les minerais), qui peuvent provoquer des perturbations économiques. Il a souligné l'intérêt pour l'Afrique de commercialiser ses propres innovations et de renforcer les services financiers à l'intention de l'innovation.

D'ici 2030, un jeune sur quatre dans le monde sera un Africain, a-t-il dit, ce qui représentera la plus grande population active du monde. « Il nous faut établir des mécanismes d'investissement dans la recherche scientifique sur le continent. Les meilleurs d'entre nous étudient à l'étranger et y restent. Nous devons trouver les moyens de les ramener dans nos pays ». Comme lui, la Directrice générale de l'UNESCO, Irina Bokova, a souligné la nécessité de réformer l'éducation afin de relever le défi démographique.

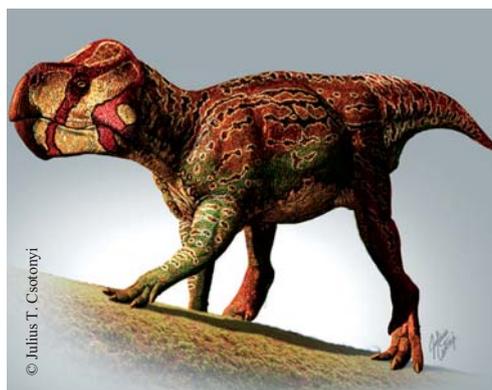
Mme Bokova a ajouté que « la science est le moteur, le combustible et l'accélérateur du développement durable [...]. Nous devons stimuler l'investissement privé et soutenir des projets plus nombreux, car ils vont générer des emplois pour la jeunesse africaine ». Elle a décrit l'Afrique comme « un continent de rêve » pour l'exploitation des énergies renouvelables et les technologies innovantes, en raison de l'abondance du vent, du soleil et l'eau des fleuves.

Si les produits novateurs ne sont pas fabriqués en masse, ce n'est pas par manque d'idées. Les scientifiques et les ingénieurs kenyans ont fait pendant le forum une démonstration de leur créativité. Ecopost Ltd a mis au point un éco-produit qui remplace le bois de construction, constitué de déchets de matière plastique recyclés. L'Université Jomo Kenyatta d'agriculture et de technologie a exposé des éco-briques de construction, et l'Université Egerton a montré son larvicide naturel contre le paludisme ainsi qu'une variété de pois chiches à haut rendement et tolérante à la sécheresse.

Les bicyclettes et les téléphones mobiles ont inspiré de nombreuses inventions. L'école polytechnique de Kisumu a exposé une pompe à bicyclette qui utilise l'énergie du pédalage pour irriguer les champs des paysans. Smart Charger Ltd a monté sur une bicyclette son chargeur de téléphone mobile. L'inventeur Eliyah Kupata, de Kupata Technologies Ltd, a gagné un prix décerné par le forum pour sa caméra mobile 3G télécommandée, qui détecte la présence d'un intrus sur une propriété avant d'envoyer une vidéo en temps réel au propriétaire grâce à un téléphone mobile disposant du 3G.

Pour en savoir plus : [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd)

## Bienvenue à l'*Unescoceratops* !



Vue d'artiste de l'*Unescoceratops koppelhusae*

Un nouveau dinosaure à corne a reçu le nom d'*Unescoceratops koppelhusae* en hommage au site du patrimoine mondial de l'UNESCO dans lequel le spécimen a été découvert, le Parc provincial des dinosaures au Canada, et d'après le terme grec de *ceratops* qui signifie « face cornue ».

L'espèce adopte l'adjectif formé sur le nom du Dr Eva Koppelhus, épouse du Dr Philip Currie, l'homme qui a classé pour la première fois le dinosaure en 1998, avec le Dr Michael Ryan, dans la famille des Leptoceratopsidés.

Des recherches ultérieures menées par le Dr Ryan, conservateur en paléontologie des vertébrés au Musée d'histoire naturelle de Cleveland (États-Unis), et le Dr David Evans du Musée royal de l'Ontario à Toronto (Canada) ont déterminé que le spécimen était un nouveau genre et une nouvelle espèce.

L'*Unescoceratops koppelhusae* vivait au Crétacé supérieur, il y a environ 75 millions d'années. Cet herbivore mesurait environ 1 à 2 m de long et pesait moins de 91 kg. Il avait une courte collette cervicale mais un crâne dégarni. Son bec ressemblait à celui d'un perroquet. Ses dents étaient plus courtes et plus arrondies que celles de tout autre leptoceratopsidé. En outre, sa mâchoire en forme de hachette comportait une partie osseuse distincte qui faisait saillie sous la mâchoire comme un petit menton.

L'*Unescoceratops* est l'une des deux nouvelles espèces de dinosaures qui doivent leur nom à des fossiles découverts dans la province canadienne de l'Alberta. Découvert en 1950, la seconde est le *Gryphoceratops morrisoni*, appartenant également à la famille des Leptoceratopsidés de dinosaures cornus, qui vivaient il y a environ 83 millions d'années. Sa mâchoire était plus courte et plus profonde que celle de tout autre leptoceratopsidé. Au vu des caractéristiques uniques de sa mâchoire et de sa dimension, les chercheurs déduisent que le *Gryphoceratops* était un spécimen adulte dont la longueur ne dépassait pas un mètre. Il s'agit donc du plus petit dinosaure adulte à corne d'Amérique du Nord et de l'un des plus petits dinosaures herbivores adultes connus.

« Ces dinosaures comblent des lacunes importantes dans l'histoire de l'évolution des dinosaures cornus de petite taille dépourvus des grandes cornes et collettes de leurs cousins comme le *Triceratops* d'Amérique du Nord » déclare Ryan. « Bien que les dinosaures cornus soient originaires d'Asie, nos analyses suggèrent que les leptoceratopsidés se sont déployés vers l'Amérique du Nord et s'y sont diversifiés puisque la nouvelle espèce le *Gryphoceratops* constitue le premier spécimen du groupe sur ce continent ».

Pour en savoir plus : [www.cmnh.org](http://www.cmnh.org); [gbogar@cmnh.org](mailto:gbogar@cmnh.org)

## Des experts de 40 pays formés aux indicateurs de STI

**Du 23 au 27 avril des experts appartenant à des ministères et des offices nationaux de statistiques de près de 40 pays africains ont suivi un atelier de formation sur la collecte et l'utilisation des indicateurs de STI, au Cap (Afrique du Sud). L'agenda comportait également un débat sur la pertinence et les implications de ces indicateurs sur la politique.**

L'atelier était organisé par l'Agence de planification et de coordination du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), en collaboration avec l'Institut de statistiques de l'UNESCO et le Département sud-africain de science et de technologie par le biais de son Centre de science, technologie et indicateurs d'innovation.

L'atelier s'inscrivait dans le cadre de la mise en œuvre de la seconde phase de l'Initiative de science, technologie et indicateurs d'innovation pour l'Afrique (ASTII). L'ASTII est un programme phare du *Plan d'action consolidé de l'Afrique dans le domaine de la science et de la technologie* (PAC) adopté en 2005 par les ministres de la science du continent. En janvier 2007, les chefs d'État et de gouvernement ont invité l'UNESCO à collaborer étroitement avec l'Union africaine et le secrétariat du NEPAD à la mise en œuvre du PAC.

L'ASTII contribue à améliorer l'élaboration des politiques aux niveaux national, régional et continental en renforçant la capacité

de l'Afrique à mettre au point et à utiliser les indicateurs de STI. L'ASTII est financée par les pays participants et par l'Agence suédoise de coopération au développement international.

L'atelier marquait une étape importante avant la livraison de la seconde édition de l'*African Innovation Outlook*, collection de statistiques à l'échelle du continent sur la R&D, élaborée par l'ASTII. La première édition de l'*Outlook* a été publiée à Addis-Abeba en mai 2011.

Pour en savoir plus : [m.schaaper@unesco.org](mailto:m.schaaper@unesco.org)

## L'épave du *Titanic* désormais protégée par l'UNESCO

**Le 15 avril 2012, cent ans, jour pour jour, après que le *Titanic* eut fait naufrage au milieu de l'Atlantique, entraînant dans sa tombe marine 1 500 de ses 2 200 passagers et membres d'équipage, l'épave est déclarée placée sous la Convention sur la protection du patrimoine culturel subaquatique. Adoptée par l'UNESCO en 2001, cette Convention s'applique à toutes les traces d'existence humaine présentant un caractère culturel, historique ou archéologique qui ont été immergées depuis au moins 100 ans.**

En ce tragique anniversaire, la Directrice générale de l'UNESCO, Irina Bokova, a exprimé sa préoccupation au sujet de la destruction et du pillage continuels de milliers d'épaves antiques à travers le monde. L'exploitation commerciale du *Titanic* est loin d'être un cas unique, même si ce dernier a été exceptionnellement médiatisé. Du fait que l'épave du *Titanic* se trouve dans les eaux internationales, aucun État n'a de juridiction exclusive sur elle. La protection ainsi accordée signifie que tous les États parties à la Convention vont désormais interdire le pillage, la vente et la dispersion de l'épave et de ses artefacts. Ils feront tout ce qui est en leur pouvoir pour protéger le site, y compris en saisissant les artefacts illégalement récupérés, et fermeront leurs ports maritimes à tout navire contrevenant à la Convention.

L'épave du RMS *Titanic* a été découverte le 1<sup>er</sup> septembre 1985, au cours d'une expédition franco-américaine menée par Jean-Louis Michel et Robert Ballard. Elle a été repérée à environ 340 milles nautiques au large de la côte de Terre-Neuve (Canada), gisant par 3 800 m de fond.

En 1986, le Dr Ballard est retourné avec son équipe auprès de l'épave dans un submersible, l'*Alvin*. Ils ont remarqué que le matériel organique avait disparu mais que certains objets tels que plats, cuivre et verre avaient été préservés. Le *Titanic* avait été construit essentiellement en acier. Les scientifiques ont observé que les structures de fer ferreux, telles que l'acier trempé, le fer forgé et l'acier, étaient corrodées et enrobées de matières que Ballard appela des « rusticles », car elles pendaient comme des filaments de glace (icles) mais paraissaient rouillées (rusted).

Ces rusticles sont des structures très complexes, formées de différentes espèces de bactéries et de champignons ainsi que de neige marine, ce détrit qui tombe sans arrêt le long de la colonne d'eau jusqu'au fond de l'océan. Avec le temps, les rusticles augmentent de volume, car les débris apportés par les courants marins s'y incrustent, comme le sable, des petits morceaux de verre, d'argile et de coquillages. Dans le cas du *Titanic*, ils contiennent également des particules du charbon qui servait à la propulsion du navire.

En se nourrissant des rusticles, les bactéries corrodent les structures de fer ferreux selon un processus appelé biominéralisation. Ces bactéries du fer sont extrémophiles, c'est-à-dire capables de tolérer une large gamme de pH (acidité) et de température.



Des rusticles suspendues à la proue du Titanic submergé

© NOAA

En 1991, une équipe de scientifiques russes, canadiens et américains a recueilli des échantillons de rusticles, dans lesquels des chercheurs de l'Université Dalhousie, du Centre scientifique de l'Ontario (Canada) et de l'Université de Séville (Espagne) ont pu isoler une nouvelle bactérie qu'ils ont appelée *Halomonas titanicae*. Ils

ont présenté leurs découvertes lors d'un colloque scientifique de l'UNESCO tenu en Belgique en décembre 2011 sur les facteurs affectant le Patrimoine culturel subaquatique.

Les rusticles ne sont évidemment pas l'exclusivité du *Titanic*. On en trouve également sur d'autres épaves de navires construits en fer et en acier. Des rusticles commencent par ailleurs à se former sur les amarres des plates-formes de forage pétrolier un an ou deux après leur installation dans l'océan. La corrosion produite par la formation de rusticles, de bactéries et les processus normaux coûtent aux industries maritimes des millions de dollars. En découvrant la bactérie *H. titanicae*, Henrietta Mann et ses collaborateurs ont contribué à faire comprendre comment se forment les rusticles, ce qui pourrait être utile aux industries maritimes. Ces bactéries pourraient en outre être utilisées pour permettre de se débarrasser de vieux navires marchands et militaires et de plates-formes de forage une fois nettoyés des toxines et des produits issus du pétrole.

Pour en savoir plus : [www.unesco.org/culture](http://www.unesco.org/culture); [u.guerin@unesco.org](mailto:u.guerin@unesco.org)

## Il est urgent de réglementer la bioéthique dans le monde arabe

**Une étude publiée par le Bureau de l'UNESCO au Caire (Égypte) révèle un vide juridique dans plusieurs États arabes sur certains aspects de la bioéthique. Bien que tous les États aient souscrit aux trois déclarations de l'UNESCO sur la bioéthique, les principes universels qui en sont le fondement ne sont pas encore suffisamment pris en compte dans les législations nationales.**

*Ethics and Law in Biomedicine and Genetics: an Overview of National Regulations in the Arab States* constitue la première étude complète réalisée sur ce sujet dans le monde arabe. C'est le fruit d'une enquête de deux ans de l'UNESCO auprès d'experts de 16 pays arabes. Dans la majorité de ces pays, l'Islam étant religion d'État, la bioéthique islamique est régie par la *charia* et le *fiqh*, même si, par ailleurs, les principes universels figurent dans la loi et la constitution de certains de ces pays.

Dans les pays occidentaux, les lois de bioéthique sont inscrites dans le code civil ou dans les codes de santé publique. Ces derniers n'existent pas dans la plupart des pays arabes, et le code civil, quant à lui, y est remplacé par des codes du statut personnel, soumis à la juridiction des cours de justice religieuses. « Cela complique la résolution des problèmes éthiques et empêche qu'ils aient un impact réel sur la législation » signale l'enquête.

Les pays ont tendance à adopter une attitude permissive sur le recours aux technologies de procréation assistée, même si elles sont circonscrites aux couples mariés. La tradition islamique interdit le mélange des lignées, et il en va de même pour le don de gamètes et d'embryons. En dépit de cette relative permissivité,

rare sont les pays qui réglementent l'application de technologies telles que le diagnostic génétique préimplantatoire qui détermine le sexe d'un embryon, ou le recours au test génétique des globules blancs du sang afin de déterminer la compatibilité des tissus entre donneur et receveur préalablement à une transplantation d'organe ou de moelle osseuse.

Seul le Liban réglemente par la loi (2004) les tests génétiques. La plupart des pays ne font pas de distinction entre cette question et celle du génome humain et de l'analyse génétique. Sur cette dernière, huit des États interrogés ne disposaient d'aucune législation sur le consentement éclairé, la collecte et la conservation des échantillons, la communication des résultats et les droits de propriété intellectuelle : l'Arabie saoudite, les Émirats arabes unis, le Koweït, la Libye, le Maroc, la Palestine, la Syrie et le Yémen.

La transplantation d'organes est l'un des volets de la bioéthique les plus réglementés: la plupart des 16 pays interrogés ont des réglementations nationales ou du moins des directives sur les principes essentiels, comme le consentement écrit du donneur, le droit du donneur de retirer son consentement à tout moment et l'interdiction de rétribuer le don d'organes.

Les érudits islamiques s'accordent à dire que dans l'interprétation du *Coran*, un embryon humain ne devrait pas être considéré comme une personne. Cette prise de position devrait logiquement favoriser, dans la région, une attitude permissive à l'égard de la destruction des embryons humains à la suite de recherches sur les cellules souches et le clonage embryonnaire. Or, le seul pays à autoriser ce type de recherche est l'Égypte, à la suite d'une décision du Conseil de fatwa égyptien. La plupart des pays interrogés n'ont pas de règlement, bien que la Jordanie soit en train de rédiger une loi. Seuls le Liban et la Tunisie interdisent explicitement tant la procréation assistée que le clonage thérapeutique ; dans d'autres pays où la législation ne fait pas de distinction entre les deux, les lois en vigueur seraient plutôt sujettes à interprétation. La recherche sur l'embryon humain est en outre entravée par le manque de laboratoires et d'équipements.

L'attitude envers l'avortement sur demande varie beaucoup d'un pays à l'autre. Il n'est autorisé qu'en Oman (dans les 40 premiers jours) et en Tunisie (dans les trois premiers mois). Au Koweït, au Qatar, au Soudan et au Yémen, l'avortement peut recevoir une autorisation exceptionnelle lorsque la grossesse met en danger la vie de la mère ou dans le cas d'une malformation du fœtus. En Algérie, en Libye et au Soudan, des exceptions sont accordées dans le cas de grossesses dues à « certaines formes de viol », héritage de conflits du passé. Quelques-uns des experts interrogés ont signalé la nécessité de réformer les lois sur l'avortement.

Dans un grand nombre de pays où dominant les religions chrétienne et juive, il existe une longue tradition de recherche d'un équilibre entre les attitudes séculières et religieuses pour l'établissement des normes. Dans la région arabe cependant, le débat bioéthique est un phénomène relativement nouveau. « La bioéthique peut servir de test sur la démocratie », suggère l'étude. « Les acteurs politiques, religieux et scientifiques ne devraient pas se positionner séparément sur les problèmes de bioéthique mais au contraire collaborer afin d'arriver à un consensus ».

Bien que le nombre de comités de bioéthique ait augmenté au cours de la dernière décennie, l'étude regrette qu'ils « restent déconnectés les uns des autres et manquent de cohésion ». Elle considère qu'il « est difficile de réunir ces comités et les réformer en raison de la résistance des pays et des autorités à engager un débat pluraliste ».

Pour lire le rapport, voir page 24 ; voir également : [www.unesco.org/shs/ethics](http://www.unesco.org/shs/ethics)

Ruth Arnon



© Sasson Tiram

## « La qualité de la recherche alimente des industries à fort coefficient scientifique »

L'économie d'Israël est sortie relativement indemne de la récession mondiale. La dépense intérieure brute en recherche et développement<sup>13</sup> (DIRD) a perdu à peine 0,4 point du PIB entre 2008 et 2010 pour se situer à 4,4 %, ce qui a maintenu l'avance mondiale du pays quant au niveau d'engagement en R&D. Le secteur des affaires (qui effectue 80 % de l'ensemble de la R&D<sup>14</sup>) a été extrêmement exposé aux turbulences financières en raison de son degré de dépendance par rapport au marché mondial pour ses exportations high-tech et son capital-risque. Un événement qui devrait avoir de grandes répercussions sur l'économie du pays est l'entrée d'Israël en 2010 dans l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

Bien que le gouvernement ait récemment augmenté ses subventions à la R&D à finalité commerciale afin de l'aider à traverser la tempête, le plus important bénéficiaire des changements récents de politique pourrait bien être le secteur universitaire. Avec ses maigres ressources naturelles, Israël a toujours compté sur ses ressources humaines comme moteur du développement. Ce gisement commence cependant à fondre de nos jours. Le plan sexennal du gouvernement allant jusqu'en 2017 se propose d'augmenter d'au moins 30 % le financement des universités et de leurs recherches afin d'attirer davantage d'étudiants et de faire revenir de l'étranger en Israël les scientifiques nationaux, tout en diversifiant le socle industriel du pays. Comme pour souligner cette ambition, Daniel Shechtman, attaché au Technion – l'Institut israélien de technologie – s'est vu attribuer le prix Nobel de chimie en octobre 2011 pour sa découverte des quasi-cristaux, une forme nouvelle de la matière.

Ici, la Pr Ruth Arnon, Présidente de l'Académie israélienne des sciences et des humanités, décrypte les méandres du système scientifique d'Israël et évoque les défis auxquels il est confronté dans un monde en évolution rapide.

### Comment expliquer que le ratio DIRD/PIB d'Israël soit tombé de 4,8 % à 4,4 % entre 2008 et 2010 ?

Selon les données provisoires du Bureau central de la statistique, la baisse de ce ratio est due selon toute probabilité à la réduction des dépenses de R&D dans deux secteurs clés qui, en 2008, absorbaient ensemble environ 30 % de la R & D : -8,5 % dans le secteur des services<sup>15</sup> et -3 % dans les industries manufacturières entre 2008 et 2009.

Les statistiques sur le financement de la R&D sont en retard par rapport à celles de la performance de la R&D. Nous sommes cependant certains que, dans ces deux secteurs, le financement provient dans une très large mesure d'entreprises locales et étrangères, mais très peu du gouvernement.

Il y a un an et demi environ, le Conseil de l'enseignement supérieur annonçait le lancement du programme des Centres de recherche israéliens d'excellence (I-CORE), dans le cadre du plan sexennal du gouvernement allant jusqu'en 2017. Cela indique, je pense, que le gouvernement révisé sa stratégie de ne financer qu'une faible partie de la R&D. Ce programme inédit prévoit la création de centres dotés d'une infrastructure de recherche à la pointe de la technique, constitués de clusters recoupant les institutions et réunissant les chercheurs les plus performants dans chaque domaine ainsi que de jeunes scientifiques israéliens revenant de l'étranger. Quatre de ces centres sont déjà opérationnels, et dans les quatre prochaines années, leur nombre devrait s'élever à 30, couvrant l'ensemble du domaine des sciences naturelles et exactes, des humanités et des sciences sociales, et dotés d'un budget total de 1,35 milliards de nouveaux shekels israéliens (365 millions de dollars). Les domaines du projet I-CORE sont présélectionnés par le comité de gestion sur la base d'un appel à propositions, et les centres

d'excellence en ces domaines sont eux-mêmes sélectionnés par un examen collégial au sein de la Fondation israélienne des sciences (ISF). I-CORE est financé par le Conseil de l'enseignement supérieur, les institutions qui les hébergent et les partenaires commerciaux stratégiques.

En Israël, la science doit faire face à un double défi. Nous devons d'une part soutenir les domaines de recherche dans lesquels nous excellons déjà, en fournissant aux scientifiques les moyens de poursuivre leurs travaux et de s'épanouir ; dans de nombreux cas, cela exige de construire des infrastructures coûteuses. Le second défi consistera à promouvoir la recherche appliquée, à savoir notamment la recherche biomédicale dans laquelle la partie clinique aussi bien que pharmaceutique et la mise au point de médicaments sont des objectifs accessibles. Pour ce faire, il est essentiel d'accroître la part gouvernementale de soutien à la R&D par rapport à celle que fournissent les entreprises privées. Des progrès viennent d'être réalisés avec l'ouverture d'une division de médecine biomédicale et appliquée au sein de l'ISF.

### La médecine est l'un des points forts d'Israël. Comment cela s'explique-t-il ?

En Israël, les scientifiques sont aussi des chercheurs, même dans les domaines de la médecine et de la technologie. En outre, la plupart des médecins, qu'ils soient débutants ou confirmés, travaillent dans des hôpitaux publics rattachés à des facultés de médecine. Ils occupent dès lors des postes universitaires et l'avancement de leur carrière dépend de leurs travaux de recherche et de leurs publications. Cela les incite à faire à la fois de la recherche clinique et à travailler en collaboration avec des scientifiques appartenant à d'autres disciplines universitaires. Il

en résulte une très forte activité en recherche médicale et biomédicale, tant fondamentale qu'appliquée.

**Israël dépend de l'importation de pétrole et d'autres combustibles fossiles, et pourtant la recherche sur l'énergie occupe un faible rang de priorité. Israël a-t-il toujours l'intention de construire son premier réacteur nucléaire ? Sinon, comment prévoit-il de couvrir ses besoins croissants en énergie dans les prochaines années ?**

Je ne suis au courant, pour le moment, d'aucun plan de construction de centrales nucléaires en Israël. Je crois qu'en dépit du fait qu'Israël est considéré comme un pays pauvre en moyens énergétiques, avec peu de ressources naturelles, il est en mesure de satisfaire à ses besoins. Un accord à long terme signé il y a environ cinq ans avec l'Égypte pour l'importation de gaz naturel a contribué à améliorer la situation. Malgré le sabotage répété, l'année dernière, du pipeline venant d'Égypte vers Israël et la Jordanie, l'accord est toujours en vigueur.

La découverte, ces deux dernières années, d'importantes réserves de gaz off-shore dans les eaux territoriales israéliennes donnera probablement au pays son autosuffisance en matière d'énergie. L'Académie a été invitée par le gouvernement à réunir un panel d'experts comprenant certains des chercheurs universitaires les plus chevronnés pour examiner toute la portée de cette découverte. Selon ses conclusions provisoires, le pays doit renforcer l'enseignement supérieur dans tous les aspects des combustibles fossiles, sujet traditionnellement négligé en Israël, peut-être parce qu'il semblait jusqu'ici sans application possible sur le plan national

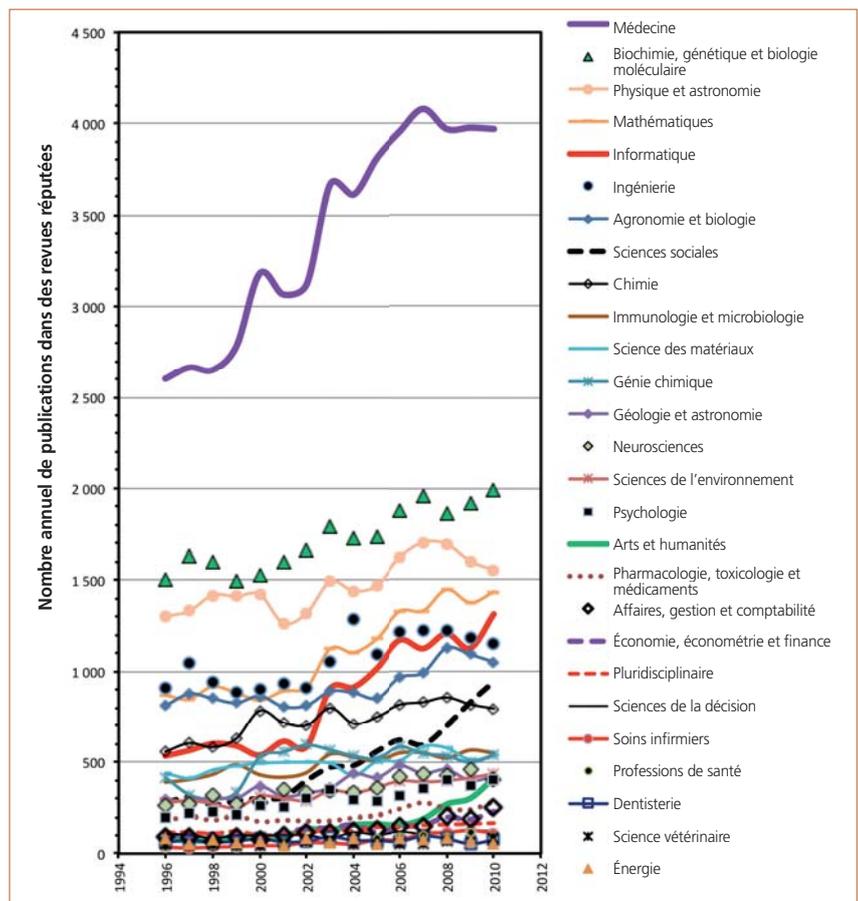
Il existe une autre source potentielle d'énergie, dont Israël dispose en abondance, un ensoleillement de plus de 300 jours par an. Les chercheurs israéliens sont parmi les leaders de la conversion de l'énergie solaire et thermique en électricité. La première centrale solaire thermodynamique du monde a commencé à produire de l'électricité en 2009 dans le désert, à proximité d'Eilat. La tour AORA Solar Inc. fonctionne grâce à une technologie mise au point par des chercheurs de l'Institut Weizmann des sciences.

Le ministère national des Infrastructures a récemment annoncé qu'il allait étendre son système de tarif préférentiel de rachat aux stations de taille moyenne produisant entre 50 kilowatts et 5 mégawatts, afin de permettre aux simples citoyens de produire de l'électricité. Quelque 90 % des ménages israéliens ont déjà recours à l'énergie solaire pour leur eau chaude.

**Les diamants taillés, l'équipement high-tech, les fruits et les légumes figurent parmi les principaux produits d'exportation israéliens. Alors que la population d'Israël est passée de 6,6 à 7,7 millions d'habitants entre 2002 et 2010 et que l'état des eaux du Jourdain se détériore, comment les scientifiques israéliens contribuent-ils aujourd'hui à assurer la sécurité de l'approvisionnement du pays en eau et à maintenir le volume des exportations agricoles ?**

Le Jourdain est une voie d'eau transfrontalière. La Syrie, la Jordanie et Israël y prélèvent de l'eau si bien que le bassin inférieur du fleuve est privé de ses sources d'eau douce. Dans

### Évolution des articles publiés par les scientifiques israéliens, 1996–2010



Source: Guillermo Lemarchand, d'après des données brutes disponibles sur : www.scimagofr.com

le cadre du projet GLOWA du Jourdain (2004–2011) des scientifiques et des ingénieurs de près de 40 institutions d'Israël, de Jordanie, de l'Autorité palestinienne et d'Allemagne ont apporté leur contribution à la gestion durable de l'eau dans la région du Jourdain. Toute amélioration supplémentaire nécessitera également la coopération de la Syrie. Au fur et à mesure de la multiplication des usines de dessalement des eaux en Israël, le pays pourra très probablement réduire ses prélèvements sur le fleuve.

Une agriculture scientifique et des techniques d'irrigation économisant l'eau caractérisent depuis longtemps l'agriculture israélienne, qui produit, entre autres, la tomate cerise et se spécialise dans les agrumes, comme l'orange de Jaffa, de renommée mondiale. Aujourd'hui, les exportations agricoles concernent davantage les fruits exotiques et les fleurs coupées. Il est remarquable que bien que la population israélienne ait plus que doublé entre 1965 et 2010 en passant de 3,2 millions à environ 7,7 millions d'habitants, et que la production agricole ait été multipliée par dix en valeur de nouveaux shekels sur la même période, il n'y a pratiquement pas eu d'augmentation de la quantité d'eau utilisée par l'agriculture, et que près de 70 % de la quantité utilisée soit de l'eau recyclée.

**En Israël, 82 % de la recherche porte sur la mise au point expérimentale, contre 64 % en République de Corée, autre pays connu pour ses exportations de produits high-tech. Comment expliquez-vous cette forte proportion en Israël ?**

La qualité de la recherche fondamentale et de l'innovation en Israël favorise les industries à fort coefficient scientifique en attirant

les investisseurs nationaux et étrangers et les multinationales, notamment dans les technologies de l'information et de la communication (TIC). En 2007, ces entreprises ont absorbé plus d'un tiers de la DIRD et employé environ 40 % des chercheurs du secteur commercial. Cette situation a pour effet positif de fournir des emplois très qualifiés au personnel israélien de R&D et d'apporter une contribution à l'ensemble des conditions d'emploi et des revenus nationaux. La conséquence négative est qu'Israël renonce à une bonne partie des profits tirés de la commercialisation de la propriété intellectuelle créée par ses scientifiques.

La majorité des ressources de R&D du secteur commercial israélien se concentre dans trois subdivisions : les logiciels, les services de R&D – la plupart des entreprises offrant ces services sont spécialisées dans les TIC – et les industries d'électronique et de communication. Ces trois subdivisions emploient 39 % de l'ensemble du personnel du secteur commercial. Les autres ressources de R&D sont consacrées aux industries de biotechnologie et de produits pharmaceutiques. Seule une faible fraction des travailleurs de R&D est employée dans des industries essentiellement traditionnelles comme les textiles et la matière plastique.

L'extrême concentration de R&D dans les TIC du secteur commercial révèle le grand risque auquel l'économie israélienne s'expose en plaçant tous ses œufs dans le même panier. Cela indique également qu'il reste un potentiel inexploité de développement de l'économie grâce à des investissements de R&D dans d'autres industries, même s'il est bien connu qu'investir dans la R&D est très rentable au niveau de l'économie nationale.

### Combien de multinationales ont-elles ouvert des centres de R&D sur le sol israélien, et la tendance va-t-elle en s'accroissant ?

Il y a actuellement 20 sociétés mondiales bénéficiant de subventions du Bureau du scientifique en chef (OCS) du ministère de l'Industrie, du commerce et de l'emploi (MOITAL) dans le cadre d'un programme selon lequel l'OCS prend l'initiative d'accords avec les grandes sociétés mondiales et invite les start-up locales à entreprendre des projets de R&D en commun avec elles. Ce sont, par exemple, Hewlett Packard, Intel, Microsoft, IBM, General Electric, Renault/Nissan et Merck. Plusieurs dizaines d'autres sociétés mondiales ont créé des centres de R&D en Israël en dehors du programme MOITAL, mais il n'existe pas de registre central de ces initiatives. Ce sont, par exemple, AMD, innovatrice en conception de semi-conducteurs, Carl Zeiss, CitiBank, McAfee, Motorola et Qualcomm. Cette forte tendance reste constante.

### À quelles difficultés se heurte l'enseignement supérieur pour former des scientifiques et des ingénieurs ?

Leur population vieillit et l'écart se creuse entre la demande prévue – compte tenu de la croissance économique et du départ à la retraite du personnel – et l'arrivée prévue de nouveaux diplômés. En Israël, les disciplines de sciences naturelles et de

technologie ne réunissent que 25 % des licenciés. En République de Corée, la proportion est de 40 % et dans la plupart des pays occidentaux d'environ 30 %. Si la tendance se poursuivait, elle aboutirait à combler l'écart technologique positif qui sépare Israël de ses concurrents, ou même à l'inverser.

Le vieillissement des scientifiques et des ingénieurs se manifeste déjà dans certains domaines. Par exemple, les trois-quarts environ des chercheurs en physique ont dépassé les 50 ans. La situation est même pire dans l'exercice des métiers d'ingénieurs et de techniciens.

L'Institut Samuel Neaman de recherches sur la politique scientifique nationale estime que les besoins en nouveaux ingénieurs se situent à 7 000 par an, dont plus de la moitié (3 600) ne feront que remplacer les retraités. Or, à peine 4 906 licences ont été attribuées en ingénierie et architecture en 2008–2009. Quant aux ingénieurs techniques et techniciens, le nombre prévu de départs à la retraite est estimé à lui tout seul à 12 000 alors que le nombre d'étudiants en licence dans ces disciplines est d'environ 8 000.

### Quel pourcentage des jeunes de 18 à 25 ans vont à l'université ?

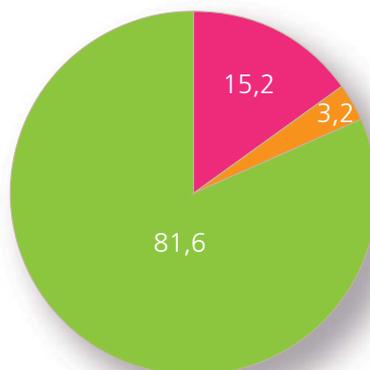
Un cinquième (19,8 %) du groupe d'âge 21 à 28 ans était inscrit dans l'enseignement supérieur en 2009/2010, y compris l'Open University. Nous avons utilisé cette tranche d'âge plutôt que celle des 18–25 ans en raison du service militaire obligatoire dès l'âge de 18 ans.

### Le gouvernement a lancé une politique visant à encourager l'accès à l'enseignement supérieur aux Arabes israéliens et aux Juifs ultra-orthodoxes dans le cadre des plans de renforcement des effectifs étudiants. Comment cela fonctionnera-t-il ?

En 2012, le Conseil de l'enseignement supérieur et le Comité de planification et du budget a annoncé le lancement d'un programme destiné à rendre plus accessible l'enseignement supérieur à deux catégories de citoyens qui avaient été jusqu'alors sous-représentés : les ultra-orthodoxes et les Arabes israéliens. Les programmes obéissent à trois principes : respect mutuel et reconnaissance des qualités et des besoins uniques de ces deux secteurs, maintien de normes académiques rigoureuses et choix de programmes susceptibles de déboucher sur des emplois. Le soutien financier de ces programmes est compris dans l'accord pluriannuel de réforme de l'enseignement supérieur conclu en 2010 entre le ministère des Finances et le ministère de l'Éducation.

*Interview par Susan Schneegans*

R&D en Israël en 2009, par domaine de recherche (%)



Source: Institut de statistiques de l'UNESCO

- Mise au point expérimentale
- Recherche appliquée
- Recherche fondamentale

13 Le terme R&D englobe la R&D civile uniquement, car la R&D militaire est classifiée en Israël.

14 Le secteur des affaires effectue et finance 80% de la R&D.

15 Les start-ups, les pépinières technologiques et les instituts de recherche commerciale, tels que définis par la Classification internationale 73 pour les normes industrielles.

16 Données tirées du Rapport de l'UNESCO sur la science 2010

# Affronter l'incertitude dans l'Arctique

L'un des événements les plus marquants depuis la parution en 2007 du dernier rapport du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (Giec) a été le développement de la collaboration entre les populations autochtones et les scientifiques pour évaluer l'impact du changement climatique sur l'environnement. Or, nulle part ce changement ne se produit aussi rapidement que dans l'Arctique, où la vitesse d'élévation de la température a atteint le double de la moyenne mondiale.

Pendant le Forum sur les STI en vue d'un développement durable qui a précédé le sommet de Rio+20, un débat organisé par l'UNESCO le 13 juin dernier a constaté que les gouvernements comme les scientifiques prenaient de plus en plus clairement conscience qu'il est indispensable que les peuples autochtones et les scientifiques s'allient pour définir l'impact du changement climatique, afin d'aider les communautés à s'y adapter.

Cet extrait de *Weathering Uncertainty*, publié conjointement par l'UNESCO et l'ONU et présenté à Rio, traite spécifiquement des peuples de l'Arctique. Il met en lumière leurs remarquables capacités d'observation mais aussi leur détresse face à un phénomène qui menace leur mode de vie millénaire. Selon les dires du peuple Yupik du littoral de la mer de Behring en Alaska, « la météo s'est mise à mentir sans arrêt ».

La couverture de glace de l'Arctique à la fin de l'été atteint depuis quelques années un record de diminution et cette tendance ne montre aucun signe de ralentissement. Les chasseurs Inupiat de Barrow, ville de l'Alaska (États-Unis), campent et chassent sur la vaste nappe de glace qui marque la frontière entre la terre et la mer. C'est sur cette plate-forme instable, assez épaisse pour supporter une personne entre l'automne et le printemps, qu'ils chassent la baleine à bosse (*Balaena mysticetus*). Il y a quelques décennies, cette nappe de glace sur la terre ferme s'est soudain fracturée sous l'effet du vent et des congères poussées par le courant. Les chasseurs ont dû se débattre pour retourner sur le rivage en abandonnant tout le matériel et leur campement. Quarante ans plus tard, une autre grande plate-forme de glace s'est désolidarisée de la côte, emportant avec elle 142 chasseurs vers la mer. Par chance, personne n'est mort dans ces deux accidents, mais les Inupiat en ont tiré des leçons qu'ils se transmettent encore sur les risques de la chasse dans le milieu mouvant de la glace de mer. Alors même qu'aucun de ces incidents n'était directement lié au changement climatique, il est à craindre que d'autres mésaventures de cette nature ne se multiplient avec le changement climatique.

Les catastrophes dues au climat sont également redoutées par les peuples éleveurs de rennes qui habitent autour du cercle polaire. Les rennes des Sami de Suède septentrionale se nourrissent de pâturages de lichen. En hiver, le pâturage est recouvert d'un manteau de neige que les troupeaux percent pour atteindre le fourrage (*guohtun*). Selon Roturier et Roué (2009), la malédiction de tout éleveur est le cuokke, un pâturage pris dans une

couche de glace impénétrable. Après un redoux en hiver, lorsque la neige a fondu ou qu'il a plu, une température négative peut rapidement recouvrir le paysage de vastes plaques de glace qui empêchent les rennes d'atteindre leur nourriture. Quand cela se produit, tout le troupeau peut mourir de faim s'il n'est pas emmené vers une zone libre de glace. Selon la Commission suédoise sur le climat et la vulnérabilité (2007), le changement climatique mondial devrait accroître la fréquence des régimes de température variable en hiver, et par voie de conséquence, en toute probabilité accroître la fréquence d'un état catastrophique de la glace sur les pâturages d'hiver.

## Saisons changeantes

La date de début des saisons, leur durée et leurs caractéristiques sont en train de devenir moins prévisibles. Les pertes de glace en superficie et en épaisseur rendent de plus en plus risqués les déplacements sur les mers, les rivières et les lacs, alors que le changement de régime de la fonte du pergélisol au printemps fragilise les routes et les infrastructures communautaires tout en mettant hors d'usage les garde-mangers traditionnels dans le pergélisol. Les communautés côtières sont sérieusement menacées par l'érosion, car les congères de glace laissent les rivages exposés à des tempêtes de plus en plus fortes, obligeant certaines communautés à déménager.

La variabilité croissante de l'état de la neige et de la glace a déjà de profonds effets sur les modèles de répartition et de migration de nombreux animaux, y compris les espèces emblématiques



Utilisant son harpon pour tester l'épaisseur de la banquise, un chasseur Inouk s'approche du bord de la glace à la recherche de phoques, près d'Igloodik dans l'Arctique canadien.

de l'Arctique comme la baleine à bosse et l'ours polaire (*Ursus maritimus*). Des espèces moins boréales se déplacent vers le nord, comme les saules (*Salix spp.*), les castors du Canada (*Castor canadensis*) et l'élan (*Alces alces*), alors que les ressources traditionnelles des économies arctiques, y compris certaines espèces de poissons et de phoques, sont, elles aussi, en mouvement. Ces tendances ont des répercussions évidentes sur la sécurité et la souveraineté alimentaires. Le changement climatique et le raccourcissement des hivers sont en voie d'altérer les modèles de migration et d'alimentation des rennes et des élans, alors que les arbrisseaux migrent vers le nord jusqu'aux déserts de la toundra, en réduisant pour les troupeaux l'accès au fourrage. La fréquence des incendies de forêt semble en hausse, ce qui modifie les modes migratoires des animaux terrestres et désorganise les moyens d'existence des autochtones.

### Le nouvel eldorado des industries touristiques

Le changement climatique accélère encore d'autres transformations dans l'Arctique. Le développement industriel gagne du terrain, du fait que des ressources non renouvelables deviennent de plus en plus facilement accessibles, comme le pétrole, le gaz ou autres minéraux, et aussi du fait de l'ouverture de couloirs de navigation à travers les Passages du nord-ouest et du nord-est que le recul des glaces de mer rendent plus navigables. Le tourisme arctique est lui aussi en plein développement, car la région devient de plus en plus accessible à des vaisseaux de surface résistant à la glace, escortés ou non par des brise-glaces. Le changement climatique pourrait en outre ouvrir de nouvelles opportunités à la pêche industrielle dont la flotte poursuit les stocks de poissons toujours plus au nord jusque dans l'Arctique.

### « La terre va plus vite maintenant »

Depuis deux décennies, les hommes et les femmes autochtones font état de conditions atmosphériques de plus en plus aberrantes qui déjouent leurs efforts de prévision. Mabel Toolie, de l'île St Lawrence, a décrit cette source d'inquiétude en disant que « la terre va plus vite maintenant ». Les Yupic sur la côte de la mer

de Behring, en Alaska du sud-ouest, expriment leur détresse en déclarant que « la météo s'est mise à mentir sans arrêt ». Les personnes âgées du peuple Yukghir, dans l'Arctique russe disent que « nous n'avons plus confiance dans la nature et la nature a cessé d'avoir confiance en nous ». Quelle que soit la façon de le décrire, le phénomène d'un temps de plus en plus variable et imprévisible résonne d'une communauté arctique à l'autre tout autour du Nord circumpolaire.

Ces changements ont été particulièrement remarquables par les chasseurs Inuit de la rivière Clyde au Nunavut (Canada) depuis les années 1990. Les prévisionnistes traditionnels chevronnés déclarent qu'ils ont le sentiment d'avoir « perdu leurs compétences ». Certains chasseurs emportent désormais un supplément de matériel lorsqu'ils s'aventurent sur terre en sachant que le temps peut changer soudain de manière inattendue. Les récits faits par les chasseurs signalant un tournant spécifique dans la prédictibilité du temps depuis les années 1990 coïncident avec les analyses météorologiques récentes.

L'un des changements inscrits dans le paysage a trait à ce que les Inuit appellent uqalurait, des rafales de neige qui se forment parallèlement au vent et servent d'aide à la navigation pour les chasseurs. Par le passé, l'uqalurait indiquait une direction constante dictée par le vent dominant. Par faible visibilité, les chasseurs pouvaient calculer une course fiable vers leur destination en fonction de l'orientation de l'uqalurait. Mais aujourd'hui, le vent dominant a visiblement changé et sa direction est plus variable. Les chasseurs ne se fient plus à l'uqalurait pour se diriger que s'ils ont longtemps séjourné sur le terrain et ont noté les changements du vent et de l'orientation de l'uqalurait. Les chasseurs jeunes ou inexpérimentés risquent de se perdre parce qu'ils ne sont pas au fait de cette variabilité récente et qu'ils peuvent croire l'uqalurait aussi fiable qu'autrefois.

### Systèmes autochtones d'observation

L'un des événements les plus novateurs depuis le dernier rapport du Giec en 2007 a été la multiplication des efforts de recherches en collaboration alliant populations autochtones et spécialistes des sciences naturelles et des sciences sociales. Ces partenariats naissants s'appuient sur une longue tradition de recherche et de gestion en commun qui, dans l'Arctique, remontent aux nombreuses décennies de revendications territoriales traitées en Amérique du Nord dans les années 1970 et 1980.

Un exemple d'observation ininterrompue du changement écologique provient des Nenets de Russie du nord-ouest, qui font état de signaler une croissance en hauteur des arbrisseaux de saules et d'aulnes (*Salix spp.*, *Alnus fructicosa*) en zone



© M. Roué

Un renne gratte la neige superficielle pour brouter l'herbe d'hiver dans le nord de la Suède

de toundra. Les rapports des Nenets sont confirmés de manière indépendante par des groupes d'éleveurs sur les deux versants de l'Oural polaire, qui se déplacent le long des voies traditionnelles de migration depuis des décennies. Cela est en outre lié aux changements discernables dans la gestion des rennes en réaction à la croissance des arbustes en hauteur. Par exemple, les éleveurs âgés d'une cinquantaine d'années observent que les buissons, qui n'atteignaient pas 1 m de hauteur dans les années 1970, dépassent maintenant souvent les bois de leurs rennes (>2 m). Cela les oblige à tenir leurs animaux à l'écart des grands et denses buissons par crainte de les perdre de vue au cours de la rapide migration d'été. En d'autres termes, les observateurs autochtones ont leurs propres bonnes raisons d'établir et d'entretenir la surveillance de leur environnement, qui peut ne pas être quantitative mais n'en est pas moins exacte et détaillée.

Une étude récente sur le savoir autochtone et l'observation du changement climatique a été menée à bien dans le cadre de l'Année polaire internationale, qui allait de mars 2007 à mars 2008. L'un de ces projets, Connaissance et utilisation de la glace de mer : évaluation du changement de l'environnement de l'Arctique et du changement social (Siku), comprenait l'établissement d'observations quotidiennes de la glace et du temps par des surveillants autochtones de 10 communautés en Alaska, au Canada et dans le Chukotka russe entre 2006 et 2009. Cette surveillance effectuée par les communautés a été suivie une quatrième année dans trois villages d'Alaska, ce qui a fourni un registre ininterrompu d'observations autochtones couvrant quatre saisons consécutives.

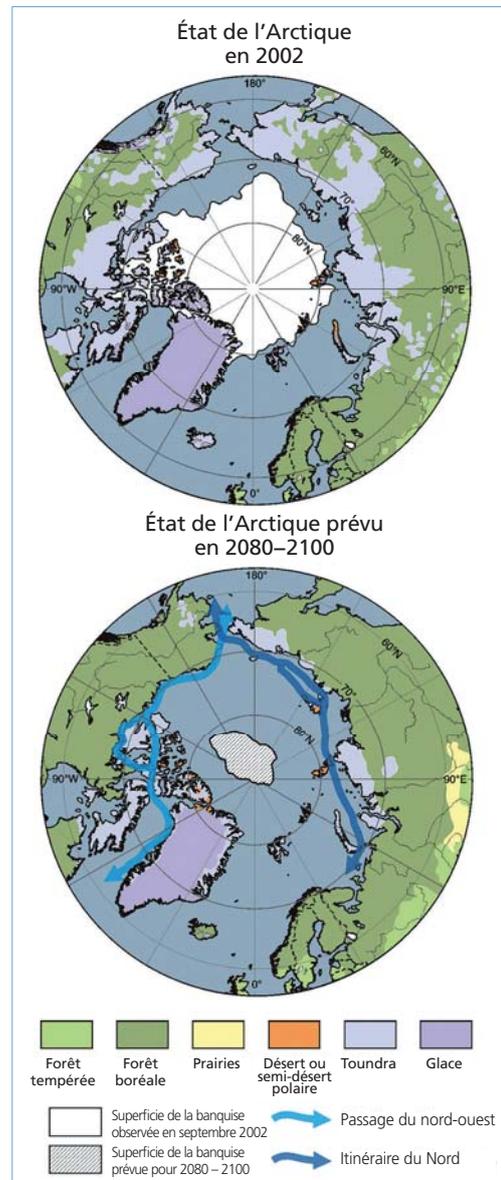
Tout compris, le projet Siku a donné lieu à plusieurs centaines de pages d'observations locales et autochtones, réparties en plus de 150 registres mensuels. L'ampleur et la précision de ces observations sont dues au vaste savoir séculaire des Inuit sur la glace de mer et leur terminologie hautement spécialisée.

Krupnik et Weyapuk (2010) dénombrent, à Wales en Alaska, plus de 120 termes inupiaq pour la glace de mer et son vocabulaire associé, dont près de 75 termes pour les types de glace de mer et d'état de la glace. Chaque terme désigne un phénomène significatif et distinct et illustre ainsi le raffinement et la subtilité avec lesquels les Inupiat perçoivent leur environnement local de glace.

Des vocabulaires d'une ampleur et d'une sophistication comparable pour la glace de mer sont également signalés dans les communautés Inuit de tout le Nord circumpolaire. Ces vocabulaires très élaborés constituent également des cadres conceptuels particulièrement affinés et de haute résolution pour observer les milieux de glace et noter de subtiles transitions et tendances. Beaucoup de ces termes sont lourds d'information sur des états de péril et les sources de danger potentiel. La sécurité et la survie sur la glace de mer sont partiellement gérées grâce à la capacité du groupe à partager rapidement et efficacement des informations vitales. Etant spécifiques à chaque site, les langues locales véhiculent un savoir et des expériences partagés sur un environnement changeant et potentiellement dangereux qui est désormais exposé à un changement climatique rapide et imprévisible.

Un autre des projets inscrits dans l'Année polaire internationale a permis aux chasseurs Inuit de consigner leurs observations sur la faune, la glace de mer, le temps et autres phénomènes de l'environnement au cours de leurs déplacements sur la terre ferme. Ces observations ont été systématisées, localisées avec précision et enregistrées sur-le-champ, grâce à la mise en place

## Prévision de l'impact du changement climatique sur le nord circumpolaire



Source : Giec (2007) Impacts, adaptation et vulnérabilité. Groupe de travail 2. Quatrième rapport d'évaluation

d'un mini-ordinateur équipé d'un système de positionnement géographique que les chasseurs avaient fixé à leurs motoneiges.

De semblables initiatives de collaboration, qui rapprochent savoirs autochtone et scientifique, contribuent largement à la surveillance du changement climatique et à l'adaptation des populations. Elles fournissent des observations méticuleuses et systématiques, nourries de l'expérience et de la compréhension acquises par les populations autochtones. Ces observations sont d'autant plus précieuses qu'elles sont enrichies par les informations liées aux moyens de subsistance ainsi qu'aux préoccupations et aux besoins de la communauté.

Douglas Nakashima<sup>17</sup>

Pour lire *Weathering Uncertainty*, voir page 24

17 Chef du programme de l'UNESCO sur les Systèmes de savoir locaux et autochtones (LINKS)

# La Chine, terre de paléo-trésors

Le paysage de la Chine est parsemé de plus de 300 géoparc, dont 26 appartiennent au Réseau mondial de l'UNESCO des géoparc nationaux. L'un d'eux abrite l'Homme de Pékin, spécimen de l'*Homo erectus* vieux de 700 000 ans, dont la découverte a bouleversé les théories antérieures sur la chronologie de l'évolution humaine. Les géoparc sont une véritable mine de trésors pour toute personne s'intéressant au climat du passé ou aux espèces qui ont autrefois parcouru le territoire de la Chine. En avril de cette année, les scientifiques chinois ont annoncé la découverte du plus grand des dinosaures à plumes jamais trouvés, un géant carnivore mesurant environ 9 m de long et pesant 1 400 kg. Il a été nommé *Yutyranus huali*, combinaison de latin et de chinois signifiant « tyran au magnifique plumage ».

En à peine plus d'une décennie, les géoparc chinois ont connu un grand succès tant auprès du public qu'au plan économique. Fin 2010, un Chinois sur trois en avait visité un. Le géotourisme rapporte près de 24 milliards de dollars par an et fournit 2,4 millions d'emplois. Les géoparc ont également donné un nouvel essor aux industries de service de leur voisinage ainsi qu'à l'agriculture et à la construction. En retour, le gouvernement a engagé des investissements importants dans la recherche et la protection des parcs, notamment à travers une campagne massive de vulgarisation.

## Un tyran au magnifique plumage

L'*Yutyranus huali* a été découvert dans le nord-est de la province du Liaoning par des paléontologues de l'Académie des sciences de Chine. Ce qui est surprenant, c'est qu'ils ont trouvé trois squelettes presque complets. Le nouveau tyrannosauridé est considérablement plus petit que le *Tyrannosaure rex*, mais pèse



© Xinhua agence de presse

*La Chine a toujours possédé une grande quantité de fossiles de dinosaures. Cela a donné naissance, il y a plusieurs siècles dans le folklore chinois, à une figure mythique qui perdure, celle du dragon, symbole de puissance, de vigueur et de chance. Le dragon est souvent fêté, comme ici dans la province du Jiangxi lors de la Fête de la lanterne, qui annonçait le Nouvel an le 6 février 2009. Actuellement, il est l'année du Dragon.*

tout de même 40 fois le poids du plus grand dinosaure à plumes connu jusqu'ici et découvert dans la même région.

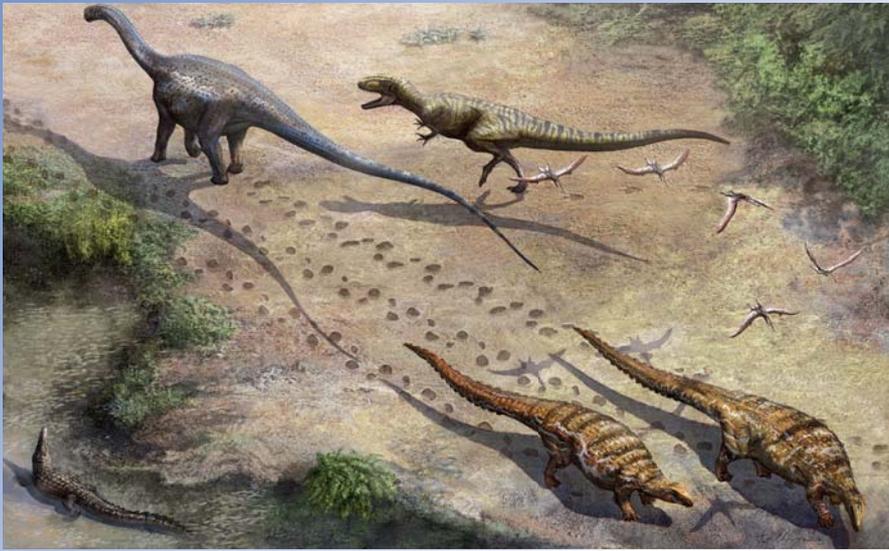
« L'*Yutyranus huali* repousse la limite des dimensions des dinosaures pour lesquels nous avons des preuves certaines de la présence d'un plumage » remarque le P<sup>r</sup> Xu Xing, chercheur associé à l'Institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie de l'Académie, et auteur principal de l'étude<sup>18</sup>. Il est possible que le plumage ait été bien plus répandu, du moins parmi les dinosaures carnivores, que la plupart des scientifiques ne l'auraient cru il y a à peine quelques années. Les plumes de l'*Yutyranus* devaient ressembler davantage au duvet d'un poussin moderne qu'aux plumes rigides d'un oiseau adulte ».

La grande taille et la structure duvetueuse du plumage de l'*Yutyranus* auraient rendu son vol impossible, mais les plumes avaient peut-être une autre fonction importante : l'isolation qui conserve la chaleur corporelle. « L'idée que les plumes primitives aient pu servir à l'isolation plutôt qu'au vol s'est répandue depuis longtemps », remarque le Dr Corwin Sullivan, paléontologue canadien participant à l'étude. « Cependant, les animaux ayant un corps volumineux conservent en général très facilement leur chaleur et auraient même plutôt un problème d'hyperthermie ». L'*Yutyranus* est donc assez surprenant. L'explication peut être liée au climat. Si le crétacé (environ 135 à 65 Ma) a été en général très chaud, l'*Yutyranus* a vécu il y environ 125 Ma quand la température a pu être plus fraîche.



© Institut de paléontologie des vertébrés et de paléoanthropologie, Chine

Crâne fossile du *Yutyranus huali*. Remarquez ses dents pointues.



© China Geopark Network

Dans cette reconstitution du géoparc national de Yanqing au jurassique supérieur (environ 150 Ma) apparaissent quatre pistes de dinosaures : celles de l'espèce *Deltapodus*, dinosaure blindé (de la famille des thyrophores) ; celles de l'espèce *Asinopodus*, théropode semblable au T. rex ; celles de l'espèce *Dinehichnus*, en plein vol, un ornithopode ; et enfin celles d'un sauropode sans nom, caractérisé par la longueur de son cou et de sa queue. Ces nouvelles empreintes enrichissent nos connaissances sur la diversité des espèces de dinosaures, car les 5 000 traces de dinosaures découvertes dans l'Hebei du nord et le Liaoning de l'ouest voisins et datant de la même époque géologique appartiennent toutes à la famille des théropodes. Remarquer le crocodile dans le coin inférieur gauche.

### Marcher dans les pas des dinosaures

Une autre nouvelle découverte est celle de 1 000 empreintes de pas de dinosaures bien conservées reliant six sites de l'aire centrale du géoparc national Yanqing<sup>19</sup>, à Beijing, l'un des deux géoparks chinois<sup>20</sup> qui demandent à l'UNESCO leur adhésion pour 2013 au réseau mondial. Les empreintes de dinosaures peuvent donner aux scientifiques une idée de la taille du dinosaure, de son allure et de sa vitesse. Courait-il ? Marchait-il sur deux pattes ou sur quatre ? Sa queue pendait-elle à terre ? Cette nouvelle découverte donne un excellent échantillon d'évolution à comparer avec des espèces plus tardives découvertes dans les formations Yixian et Jiufotang de la Chine du nord-est, datant de 133 à 120 Ma, connues sous le nom de Biote Jehol.

### L'Homme de Pékin

Le crâne de l'Homme de Pékin a été découvert en 1926 par l'archéologue Pei Wen Chung dans le géoparc Fanshan, sur le site Zhoukoudian, à 42 km au sud-ouest de Beijing. La découverte a suscité un intérêt universel, car le *Sinanthropus pekinensis*, ou *Homo erectus pekinensis*, s'est avéré être un hominidé comparable à nos ancêtres africains, ce qui donne à penser que les ancêtres de l'Homme de Pékin étaient d'origine africaine.

L'Homme de Pékin, qui vivait au pléistocène moyen, soit il y a 700 000 à 200 000 ans, avait maîtrisé le feu et utilisait plusieurs outils de pierre taillée. Les excavations successives dans la grotte

### Géoparks chinois appartenant au réseau mondial



© China Geopark Network



© China Geopark Network

Systeme de surveillance dynamique du géoparc du mont Tai

et tout autour ont mis au jour des os ayant appartenu à 40 individus. Quelque 100 000 objets ont également été trouvés, notamment des outils primitifs de pierre taillée, des traces de foyers domestiques, des pierres marquées par le feu, des os brûlés, des dépôts de cendres et autres, ainsi que des graines fossiles.

Non loin du site principal, une seconde grotte a révélé des restes d'*Homo sapiens sapiens* datant d'il y a entre 20 000 à 13 000 ans, ainsi que des colliers de dents, de coquillages et galets percés, des aiguilles en os et autres objets.

Presque tous les vestiges du *Sinanthropus pekinensis* ont connu un sort tragique, ayant été dispersés ou perdus pendant le conflit sino-japonais qui a débuté en 1937. Seuls les moulages exposés dans le musée du site ont pu être sauvés en Chine. Petite consolation, les fouilles entreprises par la suite ont fourni une mâchoire entière (en 1959) et des éléments d'un crâne (1966) d'Homme de Pékin, ainsi que d'autres hominidés contemporains ou même plus anciens : l'Homme de Lantian, découvert en 1963 dans la province du Shaanxi et l'Homme du Yuanmou, découvert en 1965 dans la province du Yunnan. Le site Zhoukoudian fait partie du Patrimoine mondial depuis 1987.<sup>21</sup>

### Faire fructifier un trésor géologique

Le géotourisme en Chine a été une véritable aubaine pour l'économie locale. En fin 2010, les géoparcs employaient 226 000 personnes, et apportaient indirectement un complément de revenus à 2 154 600 autres personnes. Les parcs ont

rapporté 23,69 milliards de dollars en 2010, dont 15 % provenant des seuls billets d'entrée.

En un peu plus d'une décennie, la Chine a créé plus de 300 géoparcs. Les 11 premiers en 2000 ont été établis avec l'assistance de la Division des sciences de la Terre de l'UNESCO. À l'époque, la contrebande des fossiles de dinosaures était une affaire florissante, où certains spécimens vendus au marché noir atteignaient plusieurs fois la valeur du revenu annuel d'un paysan. Au cours de la dernière décennie, le gouvernement a promulgué une réglementation sur la vente et la contrebande de fossiles qui a pu réduire ce commerce, sans toutefois l'éradiquer. Les autorités espèrent qu'une population plus éduquée préférera désormais déclarer ses trouvailles plutôt que de les vendre.

Le gouvernement a investi 1,36 milliards de dollars depuis 2001 pour protéger les géoparcs du pays et y sensibiliser le public. La première mesure a été de créer une base de données et un système de surveillance dynamique pour chacun des géoparcs (voir photo). Le paysage et l'infrastructure des géosites ont alors été défrichés et restaurés (voir photo).

Des centres de recherches ont été établis dans plus de 200 géoparcs. Depuis 2001, 540 projets de recherches ont été menés à bien par des scientifiques d'instituts et d'universités collaborant avec leurs pairs dans les géoparcs ; 175 autres projets sont en cours, financés à hauteur de 438 millions de dollars. En une décennie, les scientifiques ont publié au total 3 094 articles sur les géoparcs.



© China Geopark Network



Géosite de l'un des géoparcs du réseau mondial, Xingwen dans la province du Sichuan, avant et après restauration



Séjour de vacances dans le géoparc de Shilin, maillon du réseau mondial

Près de 700 séminaires ou séjours de vacances ont été organisés pour le grand public par les directeurs de géoparc depuis 2001, et plus de 1 700 livres expliquant les géosciences au public ont été publiés. Le gouvernement a en outre construit plus de 200 géomusées depuis 2001. Ils emploient 6 481 guides professionnels, dont un quart (1 751) sont des géologues qualifiés.

### Le réseau qui aurait pu ne jamais exister

La Chine possède trois catégories de géoparc : mondiaux (26), nationaux (140) et provinciaux. Or, la catégorie mondiale a failli ne jamais exister. Selon un vieil adage chinois, la route vers le bonheur est pavée d'obstacles.

À l'origine, en 1999, le Secrétariat de l'UNESCO avait proposé un programme spécifique aux 58 États membres qui composaient son Conseil exécutif, comme moyen de promouvoir la préservation et la reconnaissance au niveau international du patrimoine géologique dans le monde entier. Mais l'étude de faisabilité qui fut menée par la suite recommandait non pas un programme spécifique mais plutôt de rattacher l'initiative des géoparc à un programme existant à l'UNESCO. L'étude préconisait l'incorporation de l'initiative dans le Programme l'Homme et la biosphère (MAB), plutôt que dans le Programme international de géosciences ou encore dans la Convention du Patrimoine mondial.

À la surprise générale, le Conseil international de coordination du MAB et son Bureau rejetèrent la proposition. Le Conseil exécutif décida donc en 2001 « de ne pas poursuivre la mise en place d'un programme des géoparc de l'UNESCO mais de soutenir au contraire les efforts au cas par cas de chaque État membre selon les circonstances. ». Le Réseau mondial ad hoc des géoparc nationaux de l'UNESCO était né.

### Répandre la bonne parole

La Chine fait partie d'une petite poignée de pays dont le paysage est parsemé, de toutes parts, de géoparc. Bien que l'initiative de l'UNESCO n'ait pas donné lieu à un programme spécifique qui aurait été doté d'un budget régulier, l'idée fut chaleureusement accueillie par la Chine.

Le concept de géoparc a connu un immense succès en Chine. Il a donné un coup de fouet à l'économie en créant des emplois tout en préservant le patrimoine géologique et l'environnement, ce qui allait dans le sens du développement durable. Les géoparc chinois continueront à se développer mais sont aussi très désireux de partager leurs expériences en matière de conservation et de développement durable, notamment à une époque où les géoparc suscitent un intérêt croissant : à la date du 12 juin 2012, le réseau mondial comptait 88 géoparc dans 27 pays. Pour aider les pays à préparer leurs candidatures, l'UNESCO a publié



Le géomusée du géoparc Xingwen

en 2002 des *Guidelines and Criteria for National Geoparks seeking UNESCO's Assistance to join the Global Geoparks Network*.

Les géoparc chinois ont signé plus de 40 accords avec leurs homologues en Afrique du Sud, en Allemagne, en Autriche, au Brésil, aux États-Unis, en France, en Grèce, en Italie, au Japon, en République de Corée, en Malaisie, en Roumanie, au Royaume-Uni, en Suisse, etc. Ils ont également partagé leurs expériences sur la création et la gestion des géoparc, à l'occasion de réunions internationales et régionales. En collaboration avec l'UNESCO, le ministère du Territoire et des ressources a organisé à Beijing, en 2004, la première conférence internationale sur les géoparc. Celle-ci a été suivie des trois premiers symposiums internationaux sur Le développement à l'intérieur des géoparc, organisés par le gouvernement chinois en collaboration avec l'UNESCO dans les géoparc de Yuntaishan (2006), de Lushan (2007) et du Mont Tai (2009).

Certains géoparc chinois ont pris eux-mêmes l'initiative d'organiser des symposiums internationaux sur des sujets spécifiques. Ce fut le cas par exemple du Premier symposium international sur la géologie et la géomorphologie du granite, organisé par le géoparc de Sanqingshan, en juillet 2007, du Premier forum international sur l'interprétation des géoparc et du développement durable, œuvre du géoparc de Yuntaishan en octobre 2007, et du Premier symposium international sur les formations Danxia, qui s'est tenu dans le géoparc du même nom en mai 2009.

Il est difficile d'imaginer aujourd'hui qu'il y a à peine plus d'une décennie, il n'y avait pas un seul géoparc en Chine.

*Hong Tianhua<sup>22</sup>, Zheng Yuan<sup>23</sup> et Zhou Wei<sup>24</sup>*

*Pour en savoir plus : [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/geoparks/members/](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/geoparks/members/)*

18 Voir : [www.chinadaily.com.cn/china/2012-04/05/content\\_14985993.htm](http://www.chinadaily.com.cn/china/2012-04/05/content_14985993.htm)

19 Voir le Chinese Science Bulletin (2012):57(2-3) :144-152

20 L'autre est le géoparc national de Shennongjia, dans la province de Hubei.

21 Voir <http://whc.unesco.org/fr/list/449>

22 Directeur adjoint et Secrétaire général du Centre international des technologies spatiales pour le patrimoine naturel et culturel, placé sous l'égide de l'UNESCO, ainsi que du Centre d'observation de la terre et de la terre numérique de l'Académie des sciences de Chine, Beijing, Chine

23 Coordonateur du réseau chinois des géoparc, Directeur du Centre pour la promotion des géoparc et la recherche à l'Académie chinoise des sciences géologiques

24 Assistant du programme au Centre de technologies spatiales pour le patrimoine naturel et culturel, placé sous l'égide de l'UNESCO, ainsi que du Centre d'observation de la terre et de la terre numérique de l'Académie des sciences de Chine, Beijing, Chine

## Agenda

### 24 juin – 6 juillet

#### Patrimoine mondial

36<sup>e</sup> session du comité du Patrimoine mondial pour élire des sites. Saint Petersburg (Féd. de Russie) : <http://whc.unesco.org>

### 28–29 juin

#### Projet Survie des grands singes

Réunion du comité exécutif du projet UNESCO/PNU, lancé en 2002. UNESCO Paris : [n.raondry-rakotoarisoa@unesco.org](mailto:n.raondry-rakotoarisoa@unesco.org)

### 5–9 juillet

#### Promouvoir les sciences biologiques pour une vie meilleure

31<sup>e</sup> assemblée générale de l'UISB et conf. intern. sur les sciences biologiques et la bioindustrie pour la collaboration internationale dans la recherche et les programmes de préservation. UISB, Académie des sciences de Chine, UNESCO. Suzhou (Chine) : [b.wang@unesco.org](mailto:b.wang@unesco.org)

### 9–13 juillet

#### Programme l'Homme et la biosphère

Réunion du comité intern. de coordination pour évaluer la mise en œuvre du plan d'action de Madrid (2008) et envisager l'avenir du MAB après Rio+20. UNESCO Paris : [mab@unesco.org](mailto:mab@unesco.org); [www.unesco.org/mab](http://www.unesco.org/mab)

### 9–13 juillet

#### Carbone radioactif

21<sup>e</sup> conf. intern. co-organisée par la communauté française du carbone radioactif et l'UNESCO. Longtemps utilisé comme « chronomètre » pour l'étalonnage, l'archéologie et le paléo-environnement, le carbone 14 sert désormais à d'autres disciplines : hydrologie, océanographie, médecine, écologie, etc. UNESCO Paris : [h.treidel@unesco.org](mailto:h.treidel@unesco.org); [www.radiocarbon2012.com](http://www.radiocarbon2012.com)

### 12–14 juillet

#### Réduction des effets des tsunamis

Observation des progrès de sa mise en œuvre dans les pays insulaires du Pacifique. UNESCO-COI, Gouv. de Samoa. Apia : [www.ioc-tsunami.org](mailto:www.ioc-tsunami.org); [b.aliaga@unesco.org](mailto:b.aliaga@unesco.org)

### 17 juillet

#### Prix Unesco-Guinée équatoriale intern. de recherche en sciences de la vie

Remise de la 1<sup>ère</sup> édition du prix. UNESCO Paris. UNESCO Paris : [bes@unesco.org](mailto:bes@unesco.org)

### 18–20 juillet

#### Valoriser les femmes scientifiques en Afrique

Atelier UNESCO/fondation L'Oréal pour examiner les stratégies politiques avec des scientifiques éminentes. Johannesburg (Afrique du Sud) : [p.oti-boateng@unesco.org](mailto:p.oti-boateng@unesco.org); [www.unesco.org/science/psd](http://www.unesco.org/science/psd)

### 13 août

#### Prix Mercosur de S&T

Date limite de dépôt des candidatures. Sujet : Innovation technologique en matière de santé. Détails (en portugais) : <http://eventos.unesco.org.br/premiomercosul>

### 15–28 août

#### Cours sur les efflorescences d'algues nuisibles

Pour scientifiques et personnel chargé de surveiller les apparitions d'algues nuisibles et de leurs effets. Copenhague (Danemark) : [h.enevoldsen@unesco.org](mailto:h.enevoldsen@unesco.org)

### 10–14 septembre

#### Académie d'enseignement océanographique

Stage d'océanographie opérationnelle pour gestionnaires de données océaniques. Bureau du projet UNESCO-COI pour l'IODE, Ostende (Belgique). Un second stage sur la rédaction de demandes de bourses de recherche pour les projets de numérisation suivra, à l'intention des bibliothécaires spécialisés (17–21 septembre) : [p.pissierssens@unesco.org](mailto:p.pissierssens@unesco.org)

### 11–14 septembre

#### Système d'alerte rapide aux tsunamis et de réduction de leurs effets

Dans l'Atlantique du N.-E., la Méditerranée et mers adjacentes. 9<sup>e</sup> session du groupe de coordination intergouvernemental. National Oceanographic Centre (Roy.-Uni) : [s.belfiore@unesco.org](mailto:s.belfiore@unesco.org); [www.unesco.org](http://www.unesco.org); [f.santoro@unesco.org](mailto:f.santoro@unesco.org)

### 20–21 septembre

#### Lancement du Centre intern. de recherche et formation pour la stratégie de S&T

Il sera placé sous les auspices de l'UNESCO (catégorie II). UNESCO co-organisatrice avec l'Académie chinoise de S&T pour le développement, ministère de S&T, Beijing (Chine) : [b.wang@unesco.org](mailto:b.wang@unesco.org)

### 24–27 septembre

#### L'océan dans un monde à forte teneur en CO<sub>2</sub>

3<sup>e</sup> symposium intern. Réunion scientifique sur l'acidification de l'océan. Monterey (É.-U.) : [jl.valdes@unesco.org](mailto:jl.valdes@unesco.org)

### 25–28 septembre

#### Fluve Jaune

5<sup>e</sup> forum intern. pour décideurs et experts. UNESCO co-organisatrice avec la Commission de protection du fleuve Jaune, ministère des ressources en eau, Zhengzhou, Prov. du Henan (Chine) : [b.wang@unesco.org](mailto:b.wang@unesco.org)

### APPEL D'URGENCE

Le 24 juin, des braconniers armés de fusils AK47 ont attaqué le siège de la Réserve de faune à Okapis en Rép. dém. du Congo, site du Patrimoine mondial, tuant sept personnes, dont deux gardes forestiers. L'UNESCO et Fauna and Flora International espèrent recueillir 120 000 dollars d'ici le **31 juillet 2012** afin de venir en aide aux familles des victimes et réparer le siège de la réserve. Faire un don : [www.rapid-response.org](http://www.rapid-response.org)

## Vient de paraître

### Récits gravés dans la pierre

#### 40 ans du Programme international de géosciences

UNESCO et Union internationale des sciences géologiques. Existe en français, anglais et espagnol, 140 p. Pour en savoir plus, voir page 2. Téléchargement : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002152/215284f.pdf>

### Guide sur les options d'adaptation en zones côtières à l'attention des décideurs locaux

#### Aide à la prise de décision pour faire face aux changements côtiers en Afrique de l'Ouest

Isabelle Niang et coll. *Manuels et guides* No. 62 de la COI de l'UNESCO. Guide pour la prise de décisions face aux changements côtiers en Afrique de l'Ouest. Existe en français, anglais et portugais, 52 p.

Ce guide a été diffusé au cours d'une réunion tenue les 12 et 13 juin au Bureau de l'UNESCO à Dakar. Il conclut la première étape d'un projet commun entre la COI de l'UNESCO et le PNU (2008–2012) financé par les fonds pour l'environnement mondial et portant sur le Cap-Vert, la Guinée-Bissau, la Mauritanie, le Sénégal et la Gambie. Le projet a cartographié les risques climatiques auxquels est exposée la côte de l'Afrique de l'Ouest. Il constate que le nombre de personnes menacées par la submersion des côtes passerait de 1 million en 1990 à 70 millions en 2080 le long du golfe de Guinée, depuis le littoral gambien et sénégalais jusqu'en Égypte. L'étude prévoit que le niveau de la mer s'élèvera de 95 cm d'ici 2100, menaçant 30 % des infrastructures côtières. Il prévoit également que le changement climatique déplacera ou réduira plus de 80 % des habitats côtiers.

Téléchargement : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216603f.pdf> (remplacer le F par E pour l'anglais et par POR pour le portugais)

### Weathering Uncertainty

#### Traditional Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation

D. Nakashima, K. Galloway McLean, H. Thulstrup, A. Ramos Castillo et J.T. Rubis. Co-édition de l'UNESCO et l'UNU. Existe en anglais, accompagné d'un résumé en français, en anglais et en espagnol, 120 pp. Voir page 21. Téléchargement : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002166/216613E.pdf>



### Ethics and Law in Biomedicine and Genetics

#### An Overview of National Regulations in the Arab States

Résultats d'une enquête rédigée et commentée par Fouad Boustany.

Produit par le bureau de l'UNESCO au Caire. Existe en anglais.

L'édition en arabe est prévue, 84 p.

Cette étude analyse les résultats d'une enquête auprès d'experts originaires de : Algérie, Arabie saoudite, Égypte, Émirats arabes unis, Jordanie, Koweït, Liban, Libye, Maroc, Oman, Palestine, Qatar, Soudan, Syrie, Tunisie et Yémen. Pour en savoir plus, voir page 17 ou écrire à [o.ikebe@unesco.org](mailto:o.ikebe@unesco.org).

Téléchargement : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002152/215207E.pdf>

### UNESCO e-Atlas of Research and Experimental Development

Outil interactif en ligne produit par l'Institut de statistiques de l'UNESCO.

L'Atlas examine et adapte des cartes, graphiques et tableaux de classement représentant plus de 75 indicateurs de ressources humaines et financières consacrées à la R&D.

Il permet de comparer et de visionner simultanément deux cartes, de montrer les évolutions dans le temps par des animations, ou de transférer des cartes et des données pour des exposés ultérieurs.

Pour le consulter : [www.app.collinsindicate.com/uis-atlas-RD/en-us](http://www.app.collinsindicate.com/uis-atlas-RD/en-us)

### Les forêts du bassin du Congo

#### État des forêts 2010

C. de Wasseige et al. Office des publications de l'Union européenne. Luxembourg. 276 p. ISBN : 978-92-79-22717-2. L'UNESCO a apporté une contribution intellectuelle et financière. Existe en français et anglais, espagnol à paraître, 270 pp.

Le rapport se divise en quatre grandes parties : les forêts d'Afrique centrale ; Impacts des filières informelles sur la gestion des forêts d'Afrique centrale ; Enjeux actuels de la gestion des forêts en Afrique centrale et ; La gestion des paysages. Des encadrés présentent l'École régionale de gestion intégrée des forêts tropicales, créée par l'UNESCO à l'Université de Kinshasa (Rép. dém. du Congo), ainsi que des sites du Patrimoine mondial.

Télécharger : [www.observatoire-comifac.net](http://www.observatoire-comifac.net) ; pour en savoir plus : [s.mankoto@unesco.org](mailto:s.mankoto@unesco.org)