



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

Les « lumières » du ciel, p.2

Planète SCIENCE

Bulletin trimestriel
d'information sur les
sciences exactes et naturelles

Vol. 5, No. 1,
Janvier – mars 2007

SOMMAIRE

PLEINS FEUX SUR

- 2 Les « lumières » du ciel

ACTUALITÉS

- 10 Appel à la création d'un centre de recherche sur les glaciers
- 10 Lancement du premier centre de droit relatif à l'eau
- 11 Un plan pour développer des parcs scientifiques dans le Sud
- 11 Le Grid computing relie les Africains à la diaspora
- 11 Première réserve de biosphère intercontinentale
- 13 Des bourses pour 25 jeunes scientifiques
- 13 Soixante années de science à l'UNESCO

INTERVIEW

- 15 Qu'est-ce qu'une planète ?
Jean Audouze a la réponse

HORIZONS

- 17 Des écoliers gardiens des plages
- 21 Aider l'élite africaine à développer la science en Afrique

EN BREF

- 24 Calendrier
- 24 Vient de paraître

ÉDITORIAL

A vos télescopes!

Les gouvernements de certains pays estiment qu'il y a trop d'Années internationales. Il est vrai que le nouveau siècle a déjà braqué les projecteurs sur les montagnes, l'eau douce, la physique et la désertification ; en ce moment même, l'Union internationale des sciences géologiques se prépare à inaugurer l'Année internationale de la planète Terre en 2008.

S'il appartient aux gouvernements de proposer des Années internationales aux Nations Unies, c'est en fait essentiellement la communauté scientifique qui leur confère une existence, avec l'aide des médias.

Lors de la dernière Conférence générale de l'UNESCO, en octobre 2005, les Etats membres ont entériné la proposition de l'Italie de célébrer en 2009 l'Année internationale de l'astronomie. Pour qu'elle devienne réalité, il suffira à un seul de ces Etats de soumettre, dans les prochains mois, la proposition à l'Assemblée générale de l'ONU.

Personnellement, je pense qu'une Année internationale de l'astronomie présenterait de nombreux avantages. En premier lieu, l'Union astronomique internationale (UAI) est fortement attachée à cette idée. Elle prévoit déjà des nuits d'observation des étoiles pour le grand public. Cependant, comme l'UAI n'a d'adhérents nationaux que dans 62 pays, une participation de l'UNESCO permettrait à tous les Etats membres de bénéficier de l'Année.

Une autre finalité de l'Année serait de favoriser l'introduction de l'astronomie dans les programmes scolaires. C'est précisément l'objectif du Programme de l'UNESCO pour l'éducation relative à l'espace. Dans le cadre de cette initiative, des télescopes portatifs sont offerts aux écoles, et des ateliers de « lancement de fusées » sont organisés à l'intention des enfants, comme vous le découvrirez dans ce numéro.

L'Année encouragerait également la création de clubs d'astronomie. Le ciel est un spectacle de plein air que tout un chacun peut contempler, muni ou non d'instruments. Point n'est besoin d'un télescope pour admirer une étoile filante ou une comète. Mercure, Vénus, Mars et Jupiter étaient toutes connus deux mille ans avant l'invention du télescope.

L'Année donnerait aux clubs des opportunités de s'entraider. Nombreux sont ceux qui disposent déjà de pages Web expliquant comment construire des télescopes. Ceux-ci peuvent être assez rudimentaires : n'oublions pas que c'est avec un télescope de seulement quelques centimètres de diamètre que Galilée a découvert les quatre lunes de Jupiter en 1609.

L'astronomie n'est pas simplement l'une des plus anciennes sciences du monde, elle se situe également à la pointe de la recherche. Souvenez-vous de l'émotion suscitée, le mois dernier, lorsque la Nasa a publié les photos de nouveaux dépôts dans deux ravins de Mars, donnant à penser que de l'eau les avait parcourus et y avait déposé des sédiments au cours des sept dernières années, ce qui n'est pas sans raviver les spéculations sur la probabilité d'une activité microbienne sur Mars ? L'événement fit la une des journaux dans le monde entier.

Existe-t-il un meilleur moyen que l'astronomie pour réconcilier les enfants avec la science et faire progresser la culture scientifique du public ? Et quelle meilleure occasion de le faire que celle d'une Année internationale de l'astronomie en 2009 ?

W. Erdelen

Sous-directeur général pour les sciences exactes et naturelles

Les « lumières » du ciel

On espère célébrer en 2009 le 400^e anniversaire d'une révolution : celle de l'utilisation des instruments à des fins astronomiques. Galilée n'inventa pas la lunette, mais il fut le premier à la braquer vers le ciel, en 1609. De plus, ses premières observations du sol lunaire et des quatre lunes de Jupiter lui permirent de confirmer la théorie copernicienne qui place le Soleil – et non la Terre – au centre de notre Système solaire. Depuis, le rythme des découvertes s'est accéléré à une vitesse vertigineuse. Désormais, la plupart des planètes de notre Système solaire ont été visitées et nous connaissons l'existence de près de 200 systèmes planétaires en dehors du nôtre.

L'Année internationale de l'astronomie en 2009, voulue par l'UNESCO et l'Union astronomique internationale (UAI), constituerait une occasion unique pour rappeler que le ciel appartient à tout le monde et que sa contemplation constitue un spectacle et une source de réflexions sur l'existence qui doivent être accessibles à tous.

Les hommes, à toutes les époques et dans tous les pays, admirent le ciel et sont subjugués par sa beauté. Dès l'antiquité, on désigne les différentes constellations, on sait classer les étoiles selon leur éclat, on est attentif à l'apparition d'une comète, à l'occurrence d'une éclipse de Soleil ou d'une étoile anormalement brillante. Le site de Stonehenge est manifestement un ancien observatoire astronomique.

Les anciens égyptiens relient le début des crues du Nil au retour du lever de l'étoile Sirius à l'aube. Vue de la Terre, Sirius est l'étoile la plus brillante après le Soleil. Pendant une courte période de l'année pourtant, sa position par rapport au



Stonehenge, le plus grand ensemble mégalithique de l'Angleterre. Les historiens de l'astronomie s'accordent à penser que la position des différents menhirs, qui forment un grand cercle, fait référence aux observations du ciel effectuées entre 2000 et 1500 avant J.C.



La Nébuleuse du Crabe est un nuage de gaz en expansion à une vitesse d'environ 1000 km/s et une puissante source de rayons X. Elle provient de l'explosion d'une supernova (étoile explosive) observée par les astronomes chinois le 4 juillet 1054

Soleil et à la Terre est telle qu'elle devient invisible à l'oeil nu et ainsi « disparaît ».

Les astronomes chinois relatent en 1054 l'éclat particulier d'une étoile « invitée » qu'ils vont voir même en plein jour pendant une semaine. Il s'agit de la célèbre supernova (étoile explosive) appelée la « Nébuleuse du Crabe » appartenant à la constellation du Taureau (voir photo).

La religion des incas est fondée sur l'adoration du Soleil ; l'une des pièces de la célèbre cité inca de Machu Picchu au Pérou s'éclaire d'une lumière vive tous les ans au moment du solstice d'été. En Amérique centrale à la même époque, les Aztèques construisent un calendrier solaire (voir photo).

La civilisation arabe a produit de très grands astronomes et de superbes observatoires tels que ceux de Samarkand, de Jaipur ou de Delhi ; elle a aussi légué à la postérité de très nombreux termes, dont les noms d'étoiles tels que Bételgeuse ou Aldébaran, ou encore le zodiaque, le zénith et le nadir. Les premiers calendriers sont fondés sur l'observation des mouvements apparents du Soleil et de la Lune.

La date des Pâques chrétiennes et juives et du Ramadan est déterminée par rapport aux phases de la Lune.

En bref, l'astronomie apparaît comme l'une des toutes premières disciplines ayant acquis très vite un statut scientifique. Les « savants » de chacune des civilisations auxquelles il vient d'être fait allusion construisent des tables et des cartes du ciel indiquant la position des étoiles et des planètes.

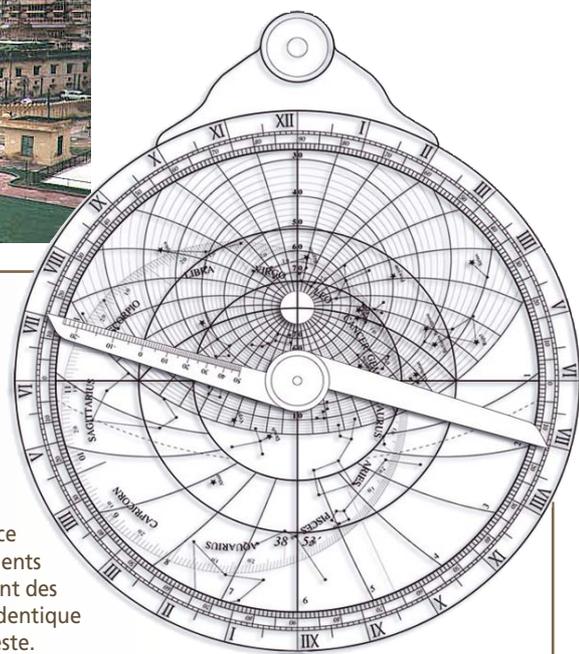
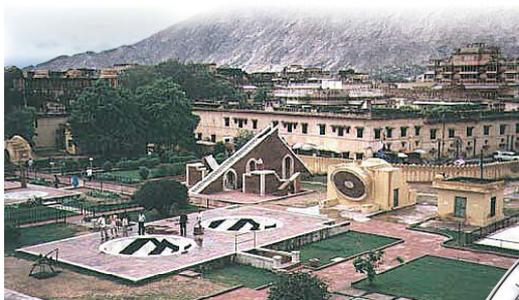
Les arabes inventent l'astrolabe, un instrument qui permet de se repérer à partir de la mesure de la hauteur des astres au dessus de l'horizon (voir encadré).

La science de l'orientation et de la cartographie qui a des retombées économiques et militaires évidentes se fonde sur l'observation des astres. C'est pour cette raison que le ministre du Roi Louis XIV de France, Jean-Baptiste Colbert, et Charles II d'Angleterre décident à la même époque de construire les deux premiers grands observatoires que sont ceux de Paris (1669) et de Greenwich (1675).



Construit au 15^e siècle par les Aztèques, le Calendrier de pierre (ou Pierre du soleil) représenté ici surmontait le grand temple de Tenochtitlan, capitale de l'empire Aztèque. Les rayons émanent de la figure centrale, Toantub, dieu du Soleil. Grâce à ce calendrier, les prêtres déterminaient avec précision les heures de la journée, la période des solstices et des équinoxes, et le point où le soleil se trouvait au zénith ; cette pierre divise l'année solaire en 18 mois de 20 jours, soit 360 jours auxquels on en ajoutait cinq pour mettre le calendrier en accord avec l'année solaire

L'Observatoire de Jaipur a été construit dans les années 1720 par le Maharaja Jai Singh II, en même temps que ceux de Delhi, Mathurâ, Ujjain et Vârânasî. Il demeure l'un des joyaux de cette superbe ville



L'astrolabe

L'astrolabe est un instrument astronomique qui permet à l'utilisateur de s'orienter sans passer par d'interminables calculs mathématiques.

Les principes de projection de l'astrolabe étaient connus des Grecs près de 150 ans av. J.C., et on en construisait de véritables dès le 5^e siècle de notre ère. Ce n'était pas l'invention d'un homme en particulier, il s'est en fait développé au cours de plusieurs siècles.

Les astrolabes servaient à déterminer l'heure, de jour comme de nuit, le moment du lever et du coucher du soleil – donc la durée de la journée – ainsi qu'à situer les objets célestes. L'heure des prières islamiques est fixée par l'astronomie.

C'est vers 900 ap. J.C. que le monde islamique a perfectionné l'astrolabe ; il a été introduit au 11^e siècle en Europe à partir de l'Espagne islamique (l'Andalousie). Après avoir été l'instrument astronomique le plus répandu, il a été détrôné, vers 1650, par des instruments plus précis.

Les astrolabes n'en restent pas moins appréciés pour leurs propriétés remarquables et leur intérêt pédagogique en astronomie.

L'astrolabe a une double fonction d'observation et de calcul. Pour l'observation, il est surmonté d'un anneau par lequel on le suspend verticalement afin de mesurer la position du soleil ou d'une autre étoile grâce à des viseurs mobiles et à une échelle placée au revers de l'instrument (voir photo).



Astrolabe persan du 18^e siècle, Whipple Museum (R.-U.)

L'astrolabe en forme de planisphère fonctionne parce que tous les éléments de son cadran sont des projections à l'identique de la sphère céleste.

La plupart des problèmes d'astrolabe trouvaient leur solution sur le cadran de l'instrument, composé d'éléments fixes et rotatifs : les premiers représentent des échelles temporelles et une vue du ciel à une latitude donnée, les seconds simulent la rotation quotidienne de la terre dans le ciel. Pour utiliser un astrolabe, on positionne les éléments mobiles sur une heure et une date. Dès lors, la majeure partie du ciel, visible et invisible, apparaît sur le cadran de l'instrument.

Dans l'illustration ci-dessus, les heures de la journée occupent tout le cercle extérieur (2 x 12 heures). La longitude quotidienne du Soleil (Verseau, Capricorne, etc..) selon le zodiaque se lit sur le cercle de l'écliptique.

Texte et dessin d'un astrolabe européen reproduit avec l'aimable autorisation de James Morrison: www.astrolabes.org

Des télescopes de plus en plus puissants

En 1609, Galilée adapte à l'observation astronomique un dispositif optique inventé vraisemblablement aux Pays Bas, constitué d'une lentille convergente de 37 mm de diamètre, qui sert d'objectif, et d'une autre plus petite et divergente qui est l'oculaire. Cette « lunette de Galilée » est effectivement le premier instrument d'observation astronomique. Plus tard, on remplacera la lentille divergente par un oculaire convergent qui viendra équiper les lunettes ultérieures.

Au cours de la deuxième partie du 17^e siècle, l'anglais Isaac Newton et un français du nom de Nicolas Cassegrain mettront au point les premiers télescopes où la lentille objective est remplacée par un miroir concave. Les miroirs des premiers télescopes mesuraient quelques dizaines de centimètres.

Au début du 20^e siècle, les astronomes californiens purent utiliser un télescope de 2 m de diamètre placé dans l'Observatoire du Mont Wilson, au nord de Los Angeles. C'est avec ce télescope que Edwin Hubble démontrera en 1929 que l'Univers dans son ensemble est en expansion. Il décidera ensuite de placer au Mont Palomar, au Nord de San Diego, un télescope de 5 m de diamètre qui demeurera le « champion » jusqu'à la fin des années 1990.



L'Observatoire du Mont Paranal au nord du Chili est constitué pour sa plus grande part du Très Grand Télescope de l'European Southern Observatory. Il consiste en quatre télescopes de 8 m de diamètre qui équivalent à un grand télescope de 16 m de diamètre. Cet instrument peut être le plus sensible au monde effectuée depuis trois ou quatre ans des observations d'une qualité sans précédent

Cette image de Mars a été prise en octobre 2006 par Opportunity, le véhicule téléguidé de la Nasa, au bord du cratère Victoria, alors qu'il est un relief d'impact d'environ 800 m de diamètre, situé près de l'équateur marsien. C'est le plus grand de tous ceux qu'Opportunity a découvert des preuves géologiques de la présence de l'eau liquide dans un lointain passé. Les scientifiques espèrent qu'en explorant les indices sur l'histoire de l'eau sur Mars. Les photos prises par la caméra à haute résolution embarquée sur la sonde Mars Reconnaissance seront analysés après le retour sur la Terre (Source: la Nasa).



La lunette de Galilée consiste en un simple tube

Il y a quinze ans, en effet, les premiers télescopes de 10 m de diamètre, appelés télescopes Keck, du nom du riche mécène qui permit leur réalisation, furent placés par les astronomes californiens sur le Mauna Kea, le point culminant de la grande île d'Hawaï.

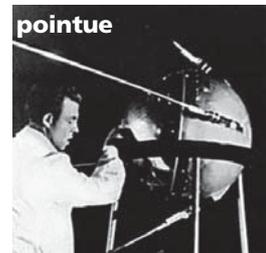
Les astronomes européens et chiliens disposent depuis le début de ce siècle d'un très grand télescope au Chili constitué de quatre miroirs de 8 m de diamètre (*voir photo*). Dans une dizaine d'années, on assistera à la mise en service d'instruments dont le diamètre équivalent se situera dans le domaine des 30 à 100 m. Cette course au gigantisme s'explique par le fait que plus un télescope est gros, meilleurs sont sa sensibilité, c'est-à-dire sa capacité de détecter des astres de moins en moins lumineux, et son pouvoir de résolution, autrement dit son aptitude à distinguer des objets séparés par des angles de plus en plus petits.

Une spécialisation de plus en plus

Trois raisons principales expliquent d'une part, la formidable explosion de découvertes accomplies ces dernières années en astronomie et, d'autre part, la plus grande spécialisation des professionnels de l'astronomie qui les éloigne quelque peu des nombreuses communautés d'astronomes amateurs.

La première raison vient des immenses progrès accomplis dans son « instrumentalisation » qui débuta donc en 1609 et qui conduisit à la construction de télescopes de plus en plus gros, sophistiqués et puissants, dotés de détecteurs de lumière de plus en plus performants.

La seconde vient du développement de l'informatique que les astronomes utilisent au moins à deux fins : la première réside dans le traitement des observations qui devient à la fois infiniment plus rapide et plus sûr : dans les années 1960, une équipe de cinq techniciens avait besoin d'un mois pour interpréter le rayonnement émis par une étoile alors que maintenant



Derniers préparatifs effectués sur le premier satellite artificiel jamais lancé par l'Homme, le Spoutnik, par l'Union des Républiques socialistes soviétiques en 1957

En juillet 1969, deux astronautes américains font les premiers pas sur la Lune. « Un petit pas pour un homme, un grand pas pour l'Humanité », dit Neil Armstrong, qui photographie Buzz Aldrin lors de leur promenade (ici). Le troisième homme de la mission Apollo 11 de la NASA, Michael Collins, restera à bord de Columbia en orbite lunaire. La Lune étant dépourvue d'atmosphère, les empreintes laissées par les chaussures devraient être encore visibles sur le sol lunaire aujourd'hui



cette opération peut être accomplie en quelques dizaines de minutes par un astronome débutant ; la seconde réside dans la réalisation d'optiques « adaptatives », c'est-à-dire continûment corrigées par l'ordinateur, ce qui engendre un progrès supplémentaire dans les performances des télescopes.

Enfin, comme l'ensemble de la communauté scientifique, les astronomes ont accès à l'espace depuis l'envol du premier Spoutnik en octobre 1957 (voir photo). Ceci leur permet, en particulier, de pouvoir observer tous les rayonnements célestes, les plus énergétiques, comme les rayons UV, X et gamma, comme ceux qui le sont moins: infra rouge, rayonnements radio et micrométriques. L'atmosphère terrestre, en effet, ne laisse « passer » que le rayonnement visible, c'est-à-dire celui qui correspond à ce que notre œil peut détecter, et le rayonnement radio ; tous les autres sont peu ou prou – le rayonnement UV en raison de la couche d'ozone stratosphérique – absorbés par cette dernière.

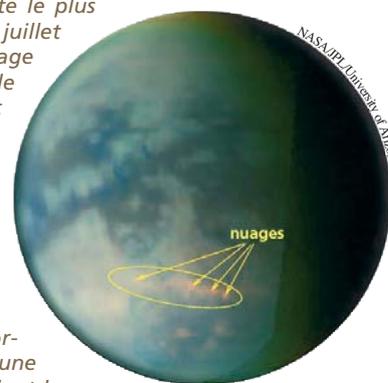
La plupart des planètes du Système solaire ont été visitées

Pour ces trois raisons, auxquelles s'ajoutent les progrès de la physique et singulièrement celle qui concerne le monde microscopique des particules élémentaires, l'astronomie moderne a accompli de nombreuses et belles découvertes. Tout d'abord, la plupart des planètes du Système Solaire ont été « visitées » par de nombreuses missions spatiales. Pour me limiter à deux exemples, la Sonde européenne Huygens, emportée par le satellite américain Cassini, s'est posée en douceur en janvier

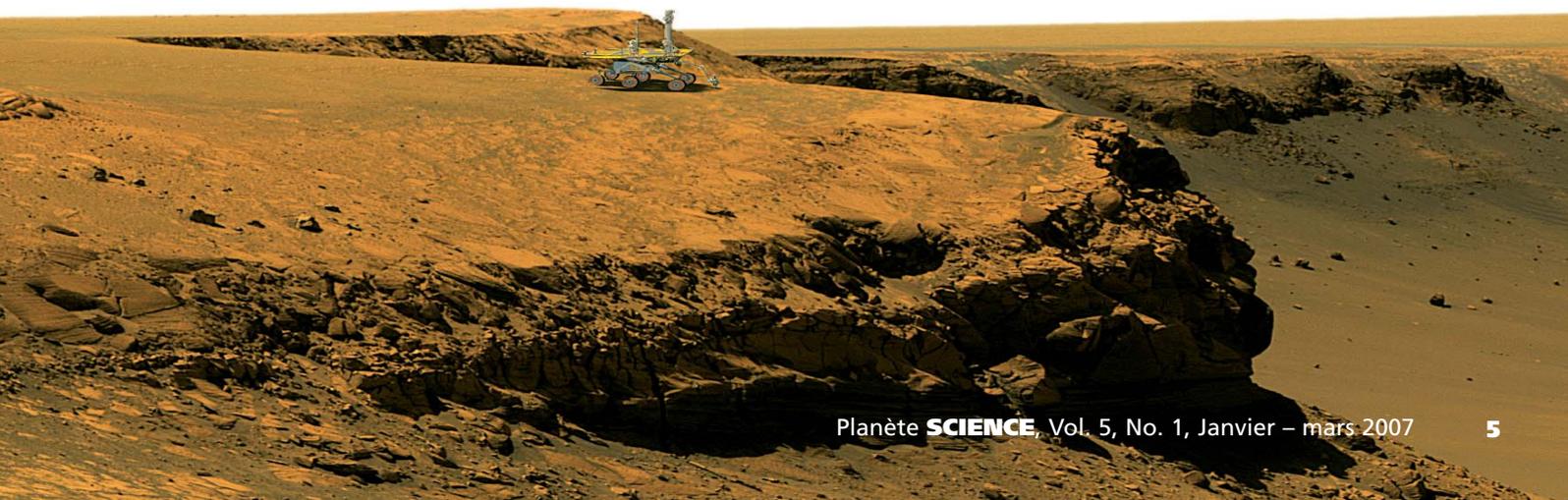
2005 sur le sol de Titan, le plus gros satellite de Saturne (voir photo). Concernant la planète Mars, les missions les plus récentes comme « Mars Express » ont détecté la présence de l'eau dont la plus grande partie a désormais disparu (voir photo). Les futures missions devraient être en mesure de déterminer l'existence ou l'absence de molécules « biologiques » à la surface de cette planète.

Quand on observe les étoiles de notre Galaxie, mon collègue Michel Mayor de l'Observatoire de Genève en Suisse et tous ceux qui prennent sa suite ont mis en évidence l'existence de près de 200 systèmes planétaires en dehors du nôtre. Jean-Philippe Beaulieu de l'Institut d'Astrophysique de Paris et son équipe ont même pu détecter une planète lointaine dite « tellurique, c'est-à-dire ayant un sol solide comme Mercure, Vénus, la Terre et Mars, en raison de sa faible masse, 5 à 8 fois la masse de la Terre.

Nuages sur Titan, le satellite le plus important de Saturne, le 22 juillet 2006. Au terme d'un voyage de sept ans, la sonde spatiale Cassini-Huygens a atteint Saturne en juillet 2004. La sonde effectue désormais une mission de quatre ans, consacrée à l'exploration de cette planète. Avec ses surprenants anneaux et ses nombreuses lunes, Saturne est une planète fascinante. Elle possède une importante magnétosphère et une atmosphère tumultueuse, dont la vitesse des vents près de l'équateur a été chronométrée à 1 800 km/h. En présence de ces vents super rapides, la chaleur émise par l'intérieur de la planète provoque les bandes jaunes et oranges visibles dans son atmosphère. De même que Jupiter, Uranus et Neptune, Saturne est un géant gazeux, qui se compose essentiellement d'hydrogène et d'hélium. Au cours de sa mission, la sonde Cassini effectuera 74 orbites de Saturne, 44 survols rapprochés de Titan, ainsi que de nombreux survols des autres lunes glacées de Saturne. En avril 2006, la mission a révélé des montagnes et des chenaux fluviaux près de l'équateur de Titan. Contrairement à l'idée très répandue que du méthane liquide et des océans d'éthane se trouveraient répandus à sa surface, aucune preuve n'a été trouvée, à ce jour, de l'existence de tels liquides (Source: la Nasa)



allait en commencer l'exploration. (La photo du véhicule a été incrustée sur l'image afin de donner une idée de l'échelle.) Le cratère Victoria explorés pendant son long périple sur Mars. Dans les deux mois qui ont suivi son arrivée sur Mars, au début de 2004, Opportunity avait couches géologiques exposées à la vue sur les segments de parois en falaise de l'intérieur du cratère, le véhicule fournira de nouveaux Orbiter permettront de mieux guider, à distance, la mission exploratoire du véhicule. Celui-ci recueillera dans le cratère des échantillons qui



Voyage aux origines de l'Univers

La théorie du Big Bang sur l'origine et l'évolution de l'Univers postule l'idée qu'il y a 12 à 14 milliards d'années la partie de l'Univers que nous voyons aujourd'hui ne mesurait guère plus de quelques millimètres. Après être passé par un état de grande densité et de chaleur, l'Univers s'est dilaté jusqu'à devenir le vaste cosmos bien plus froid que nous habitons actuellement. L'expansion s'accompagne d'un refroidissement progressif des gaz et des rayonnements qui le composent. L'Univers serait ainsi chargé d'un rayonnement fossile, vestige de la chaleur du Big Bang, appelé le fonds de rayonnement cosmique micro-ondes (CMB).

L'Univers est en expansion

Le modèle du Big Bang découle tout naturellement de la théorie de la relativité d'Albert Einstein appliquée à un Univers homogène. Cependant, en 1917, l'idée que l'Univers se dilatait semblait absurde, ce qui incita Einstein à inventer la constante cosmologique, qui admettait l'idée d'un Univers statique.

En 1929, l'astronome américain Edwin Hubble annonça qu'en observant les galaxies extérieures à notre Voie lactée, il avait eu la preuve qu'elles s'éloignaient systématiquement de nous, à une vitesse proportionnelle à la distance qui les séparait de nous : plus la galaxie était éloignée, plus vite elle reculait. L'Univers était finalement en expansion.

Prendre la température de l'Univers

Le rayonnement CMB est encore présent dans l'Univers. Il a été observé pour la première fois, par hasard, en 1965 par Arno Penzias et Robert Wilson aux Bell Telephone Laboratories (É.-U.), où ce rayonnement provoquait un bruit excessif dans un récepteur radio en construction.

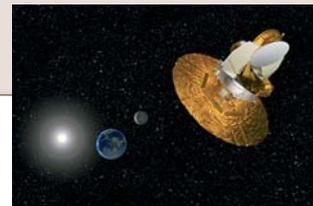
Le rayonnement CMB est visible dans les détecteurs d'hyperfréquences sous la forme d'un rayonnement uniforme couvrant l'ensemble du ciel. Sa température fait actuellement l'objet de mesures par la mission Explorer de la Nasa (voir illustration à la page 7). Le rayonnement CMB peut, en effet, nous donner une foule de renseignements sur l'âge de l'Univers, ainsi que sur la nature de la matière et de l'énergie qui évoluent depuis 13,7 milliards d'années.

Comment le « ciel des micro-ondes » nous renseigne sur l'Univers

Il n'existait pas d'atomes dans l'Univers chaud des commencements, seulement des électrons libres et des nucléons (les neutrons et les protons). Lorsque l'Univers s'est suffisamment refroidi, les protons et les électrons se sont combinés en hydrogène neutre. Cela se serait passé environ 400 000 ans après le Big Bang, alors que l'Univers mesurait environ 1/1100^{ème} de sa taille actuelle. Le rayonnement CMB a donc été émis pour la première fois bien avant l'existence des étoiles ou des galaxies.

Dans cette séquence d'un film intitulé *The Universe*, la vue **No.1** montre les fluctuations de température (différence des couleurs) de la plus ancienne lumière de l'Univers, telle que vue aujourd'hui par WMAP. La vue **No. 2** montre la matière en voie de condensation sous l'effet de l'attraction qui aspire la matière des régions de faible densité vers les régions de densité plus élevée. La vue **No. 3** saisit l'apparition des premières étoiles, environ 400 millions d'années après le Big Bang. En se condensant, les gaz se sont suffisamment réchauffés pour déclencher la fusion nucléaire, moteur des étoiles. La vue **No. 4** montre la naissance de nouvelles étoiles. Des chaînes de galaxies se forment le long des filaments qui étaient apparus pour la première fois dans la vue **No. 2**. La vue **No. 5** représente l'ère moderne, avec ses milliards et ses milliards d'étoiles et de galaxies... nées des graines semées dans l'Univers à ses débuts

Image simulée du WMAP. Depuis son lancement par la Nasa en 2001, ce satellite a fait des découvertes sur la forme de l'Univers, la matière sombre et les premiers stades des galaxies. Il n'a pas dévié de son orbite située à une distance de 1,6 millions de km de la Terre



Le rayonnement CMB peut nous fournir une mine d'informations sur l'expansion de l'Univers, et donc sur son âge. Lorsque l'Univers visible mesurait, par exemple, la moitié de sa taille actuelle, la densité de la matière était huit fois plus élevée, et le CMB deux fois plus chaud. Lorsque l'Univers visible mesurait 1/100^{ème} de sa dimension actuelle, le CMB était 100 fois plus chaud.

Voyage dans le temps et l'espace

En étudiant de manière approfondie les propriétés physiques du rayonnement CMB, on peut apprendre beaucoup de choses sur l'état de l'Univers à de très grandes échelles, car le rayonnement que nous voyons aujourd'hui a parcouru une distance considérable.

Nous pouvons également tirer des informations sur l'état de l'Univers aux toutes premières étapes de sa création. Du fait que la lumière se propage à une vitesse déterminée, les astronomes qui observent des objets éloignés plongent le regard dans le passé. La majorité des étoiles visibles à l'œil nu dans le ciel nocturne se trouvent à une distance de 10 à 100 années-lumière. Nous les voyons donc telles qu'elles étaient il y a 10 à 100 années. Nous observons Andromède, la plus grande des galaxies proches, telle qu'elle était il y a environ 2,5 millions d'années. Les astronomes qui observent les galaxies éloignées avec le Télescope Spatial Hubble les voient telles qu'elles étaient il y a à peine quelques milliards d'années après le Big Bang.

La vitesse d'expansion de l'Univers semble s'accroître. La question demeure : l'Univers continuera-t-il à se dilater éternellement ou finira-t-il par s'effondrer ?

Cette page s'inspire de pages web destinées au public de la Nasa et du California Institute of Technology : <http://map.gsfc.nasa.gov>; www.galex.clatech.edu

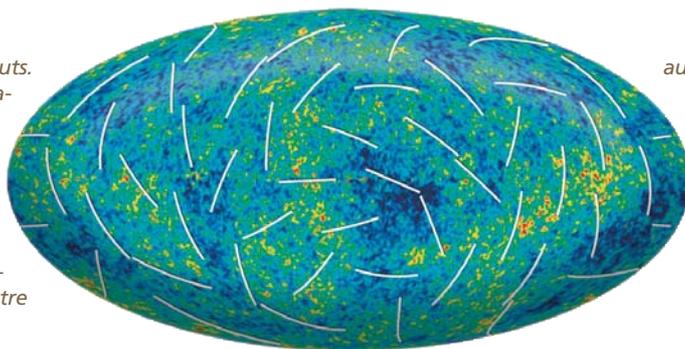


Les trous noirs (tels que celui simulé ici) sont d'énormes amas de matière dense au centre des galaxies. Avec le temps, le trou noir et la galaxie qui l'abrite iront en se dilatant, mais pas toujours au même rythme. Du fait que les grandes galaxies présentent, en général, les plus grands trous noirs, les astronomes pensent que c'est à ces objets que l'on doit l'absence d'étoiles jeunes dans ces galaxies. Selon cette théorie, la croissance d'un trou noir retarde le développement non seulement des étoiles, mais aussi de l'ensemble de la galaxie. Comment ? Il y a deux écoles :

des projections violentes provenant des trous noirs pourraient expulser les gaz, constituants potentiels des étoiles, hors du centre de la galaxie, où les étoiles ont tendance à naître; ou bien cela pourrait être dû au fait que les trous noirs attirent les gaz vers eux, ce qui les réchaufferait. Devenus trop chauds, ces gaz ne pourraient plus s'agglutiner et se contracter en formant des étoiles. Dans l'image ici, on n'aperçoit que les vieilles étoiles de couleur rouge qui constituent la galaxie. Il n'y a pas de nouvelles étoiles. Les conclusions résumées ici ont été publiées dans *Nature* en août 2006



Une carte de l'Univers à ses débuts. On voit une distribution spatiale des inhomogénéités du bruit de fond radio céleste observées en 2001 par le satellite de la Nasa, le WMAP. C'est aujourd'hui la carte la plus précise qui soit à la disposition des astrophysiciens et qui leur permet, entre



autre, de déterminer avec précision « l'âge » de l'Univers à 13,7 milliards d'années. Les astrophysiciens européens lanceront début 2008 un satellite dénommé Planck-Surveyor qui devrait fournir des cartes encore dix fois plus précises (voir également)

Mieux comprendre comment se forment les galaxies

Les astronomes ont également démontré qu'il existe plus de 200 molécules différentes dans le gaz interstellaire. La plupart d'entre elles sont à base de carbone, donc de nature organique, et certaines ont des formes très complexes comme les fullerènes que l'on peut représenter comme des structures en forme de ballon. D'autres astronomes se sont intéressés aux grandes structures de l'Univers que sont les galaxies et leurs amas.



Le télescope spatial Hubble, de 2,4 m de diamètre, fut lancé par la Nasa en 1990 et réparé de son astigmatisme en 1993. Ce télescope, qui est américain à 85% et européen à 15%, continue à donner parmi les plus belles images de l'Univers (voir un exemple à la page 8)

Les observations effectuées grâce au télescope spatial Hubble permettent une meilleure compréhension de la façon dont se forment les galaxies (par assemblage de structures plus petites plutôt que par fragmentation) et la détermination de l'époque au cours de laquelle le taux des naissances de galaxies est le plus élevé, environ deux milliards d'années après la « naissance » de l'Univers.

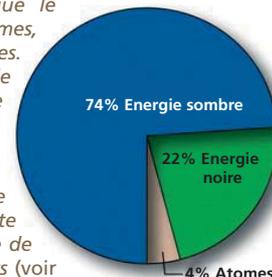
Une mission spatiale récente intitulée le *Wilkinson Microwave Astronomical Probe* (voir photo) donne des résultats depuis 2001 et permet de déterminer avec précision les paramètres fondamentaux de l'Univers dans son ensemble et ce, dans le cadre de la Théorie du Big Bang selon laquelle l'Univers est en expansion depuis plus de dix milliards d'années et provient d'une phase infiniment dense et chaude (voir encadré).

Ces paramètres sont « l'âge » de l'Univers, c'est-à-dire le temps qui s'est écoulé depuis le début de cette histoire. Ce temps est égal à 13,7 milliards d'années. Par ailleurs, grâce aux résultats de cette mission et aussi grâce aux observations des supernovae les plus lointaines effectuées avec le télescope spatial Hubble, on est convaincu aujourd'hui que la matière dont nous sommes façonnés et que nous pouvons



Impression d'artiste de notre Galaxie, Elle contient les planètes de notre système solaire (voir page 9), ainsi que toutes les étoiles visibles à l'œil nu

Les données fournies par WMAP révèlent que le contenu de l'Univers consiste, pour 4 % en atomes, éléments constitutifs des étoiles et des planètes. La matière sombre constitue ensuite 22 % de l'Univers. Différente des atomes, cette matière n'émet ni n'absorbe de la lumière. Elle n'a été décelée, indirectement, que par l'effet de son attraction. Enfin, les trois quarts de l'Univers se composent « d'énergie sombre », qui se comporte comme une force anti-gravitationnelle. Distincte de la matière noire, cette énergie est à l'origine de l'accélération actuelle de l'expansion de l'Univers (voir également encadré) Source: la Nasa



voir, que l'on dit « nucléaire » (nous sommes faits d'atomes dont la quasi-totalité de la masse se trouve incluse dans leurs noyaux) ne représente au plus que 10% du contenu matériel de l'Univers. La plus grande partie de cette matière est constituée de particules non nucléaires que les astrophysiciens et les physiciens des particules recherchent actuellement activement. Par ailleurs, en ce qui concerne le contenu énergie – matière de l'Univers, il y aurait deux fois plus d'énergie libre que de matière.

De précieux amateurs

Il est assez dommageable que la plus grande spécialisation des professionnels de l'astronomie les éloigne quelque peu des nombreuses communautés d'astronomes amateurs. Ces derniers constituent, en effet, le lien naturel entre la société dans son ensemble et la communauté des astronomes professionnels. De plus, en utilisant des télescopes de petit diamètre qui ont donc un grand champ de vision et en connaissant le ciel souvent mieux que les professionnels, les amateurs sont très souvent en meilleure position pour être les premiers à découvrir les spectacles insolites de l'apparition d'une comète ou de l'explosion d'une étoile en nova ou – fait rarissime à l'échelle d'une galaxie – en supernova.

Dans la plupart des pays, des clubs et des associations d'amateurs se sont constitués. Ils utilisent individuellement ou collectivement des instruments de taille plus modeste – de 10 à 40 cm de diamètre pour la plupart – que celle des télescopes auxquels les professionnels ont accès. Ils se réunissent pour organiser et assister à des conférences, constituer des bibliothèques de livres ou de revues, susciter

l'installation de planétariums plus ou moins grands et performants. Certains vont même jusqu'à constituer des sites Internet permettant la diffusion de belles images et de précieux renseignements pour l'astronomie amateur, tels que des cartes du ciel ou des conseils pour fabriquer un télescope.

Un grand nombre d'arguments peut être invoqué pour encourager la formation et le fonctionnement de tels clubs et/ou associations : le premier d'entre eux est dans l'apprentissage du travail en commun et du respect de l'autre.

Le second est dans le partage d'émotions belles et fortes. En ce qui me concerne, je ne connais rien de plus beau que la contemplation avec un petit télescope de la planète Saturne, ou de la « nébuleuse planétaire » de la Lyre, ou encore d'un bel amas globulaire tel que celui observable dans la constellation d'Hercule (voir aussi photo).



La Nébuleuse Oméga, photographiée ici par le télescope spatiale Hubble, se trouve à quelque 5 000 années-lumière de la terre. Elle est visible aux jumelles dans la constellation du Sagittaire. Elle comporte des poussières sombres, des gaz rougeâtres et quelques étoiles d'une masse inhabituelle qui n'ont pas encore eu le temps de s'autodétruire. Celles-ci continuent à briller en émettant une lumière si énergétique qu'elle disperse les gaz et les poussières des alentours

Un troisième argument, au moins aussi important que les deux autres, concerne l'enseignement que l'on peut donner aux jeunes et ce, dans la perspective de leur faire aimer les sciences, au point qu'ils s'intéressent aux filières professionnelles à caractère scientifique ou technique.

Faire passer le message

L'enseignement de l'astronomie possède, en effet, un nombre important de « vertus » : la matière concernée est intrinsèquement intéressante et peut être enseignée de façon très simple de manière à intéresser même tous ceux qui pourraient être rebutés par les mathématiques. Elle fait appel à plusieurs disciplines scientifiques ou technologiques différentes : toutes les branches de l'optique, l'informatique, l'électronique, la physique fondamentale,

la chimie... Il est fort dommage que, dans de nombreux pays dont la France, l'enseignement de l'astronomie n'a pas encore sa place à l'école et dans l'enseignement secondaire.

Préparer les acteurs de l'espace de demain

Tous les enfants ne rêvent peut-être pas de devenir astronautes, astronomes, roboticiens ou physiciens, mais quel enfant ne n'est pas imaginé en explorateur de l'espace ?

Depuis 2002, le programme de l'UNESCO sur l'éducation relative à l'espace* vise à rendre plus captivant l'enseignement scientifique, pour les enfants comme pour les professeurs, en introduisant dans les programmes des sujets concernant l'espace. Il s'agit à la fois d'enraciner la culture scientifique et de préparer les acteurs de l'espace de demain. Dans le cadre de ces efforts, l'UNESCO organise, dans diverses parties du monde, des ateliers à l'intention des élèves et de leurs enseignants. Ils participent à des démonstrations de « lancement de fusées » (voir photo) et à des entretiens avec des astronautes et autres experts sur des sujets tels que les missions d'exploration de la lune et de Mars.

L'UNESCO a, par ailleurs, pourvu certaines écoles d'une technologie de pointe, comme des télescopes portables offerts par la firme Meade Instruments Inc. (voir photo). Une série d'ateliers organisés dans un pays donné donne naissance à un programme spatial pilote, avec le concours de conseillers. Ensuite, l'UNESCO se charge de constituer des partenariats autour de ces programmes.

A ce jour, des ateliers ont été organisés aux Philippines (en 2004), au Nigeria et en Colombie (en 2005) et au Viet Nam (2006). Les prochains se dérouleront en Equateur, au Maroc, en Syrie et en République unie de Tanzanie en 2007.



Des écoliers vietnamiens découvrant le nouveau télescope de leur école en mars 2006

Des jeunes filles et leur professeur apprennent à « lancer une fusée » pendant une démonstration à Abuja, l'une des trois villes du Nigeria où ont été organisés en mai 2005 des ateliers

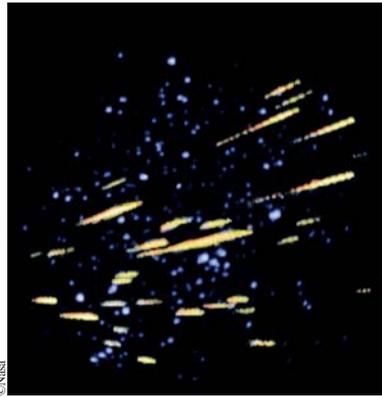


Si le programme vise, au premier chef, à former des enseignants et à constituer un matériel pédagogique, il organise ou parraine également des activités de diffusion, comme des concours et des manifestations publiques sur l'espace extra-atmosphérique.

*Les pays désireux d'accueillir ce type d'ateliers sont invités à s'adresser à : y.berenger@unesco.org
Consulter également le site www.unesco.org/science/earth*

** En font partie: l'Armagh Planetarium, le Centre national d'études spatiales (France), l'Agence spatiale européenne, Eurisy, l'Instituto nacional de pesquisas espaciais (Brésil), l'Université internationale de l'espace (France), l'Agence japonaise d'exploration aérospatiale, la NASA (E.-U.) la National Space Society (E.-U.), le Centre spatial norvégien et le Bureau des affaires spatiales de l'ONU. Par ailleurs, l'UNESCO est membre des groupes de travail sur l'éducation et le renforcement des capacités du Comité des satellites d'observation de la terre, du Comité de recherche spatiale, de la Fédération internationale d'astronautique et de la Sociedad de especialistas latinoamericana en percepción remota y sistemas de información espacial*

Les étoiles filantes ne sont pas des étoiles mais des grains de poussière de taille plus ou moins importante qu'on appelle des météores. Ces grains tombent et, ce faisant, se consomment dans la haute atmosphère à une altitude de 80 à 120 km. Un météore qui atteint le sol s'appelle une météorite. En France, on désigne une nuit du mois d'août comme « La Nuit des Etoiles ». Cette nuit-là, qui correspond à un ciel dans lequel on peut voir beaucoup d'étoiles filantes, un millier de clubs, d'associations et de collectivités sortent avec ou sans instruments pour regarder le ciel



Amas globulaire qui orbite autour de la Galaxie d'Andromède. Un amas globulaire est un amas constitué de plusieurs millions d'étoiles très âgées qui occupent un volume quasi sphérique de faible dimension relative. On dénombre environ 200 amas globulaires distribués de façon assez symétrique autour du centre de notre Galaxie (la Voie lactée), qui se trouve dans la direction du Sagittaire

L'incitation à la création partout de clubs ou d'associations d'amateurs, à l'installation de nombreux planétariums qui permettent une initiation ludique aux beautés et aux mystères du ciel, les encouragements à donner pour que l'astronomie soit présente dans tous les programmes d'enseignements – des cours élémentaires jusqu'à ceux des universités – me paraissent constituer des priorités auxquelles l'UNESCO pourrait très utilement consacrer les efforts indispensables.

En ce qui me concerne, j'ai plaisir à participer à une modeste association intitulée « Uranoscope – France » qui se donne comme objectif celui d'aider des collectivités appartenant à des pays aussi divers que l'Algérie, l'Égypte, l'Inde, le Maroc, le Panama ou la Syrie à se doter de petits télescopes. Dans ce travail d'incitation et d'encouragement, le rôle des communautés d'astronomes professionnels est essentiel au niveau national et international. Les amateurs et les jeunes seront d'autant plus incités à s'intéresser à l'astronomie que ceux dont c'est le métier voudront bien leur consacrer un peu de leur temps.

Les objectifs de l'Année internationale de l'astronomie voulue par l'UNESCO et l'UAI sont évidents. Le premier est de sensibiliser tout le monde à l'observation du ciel : il est prévu

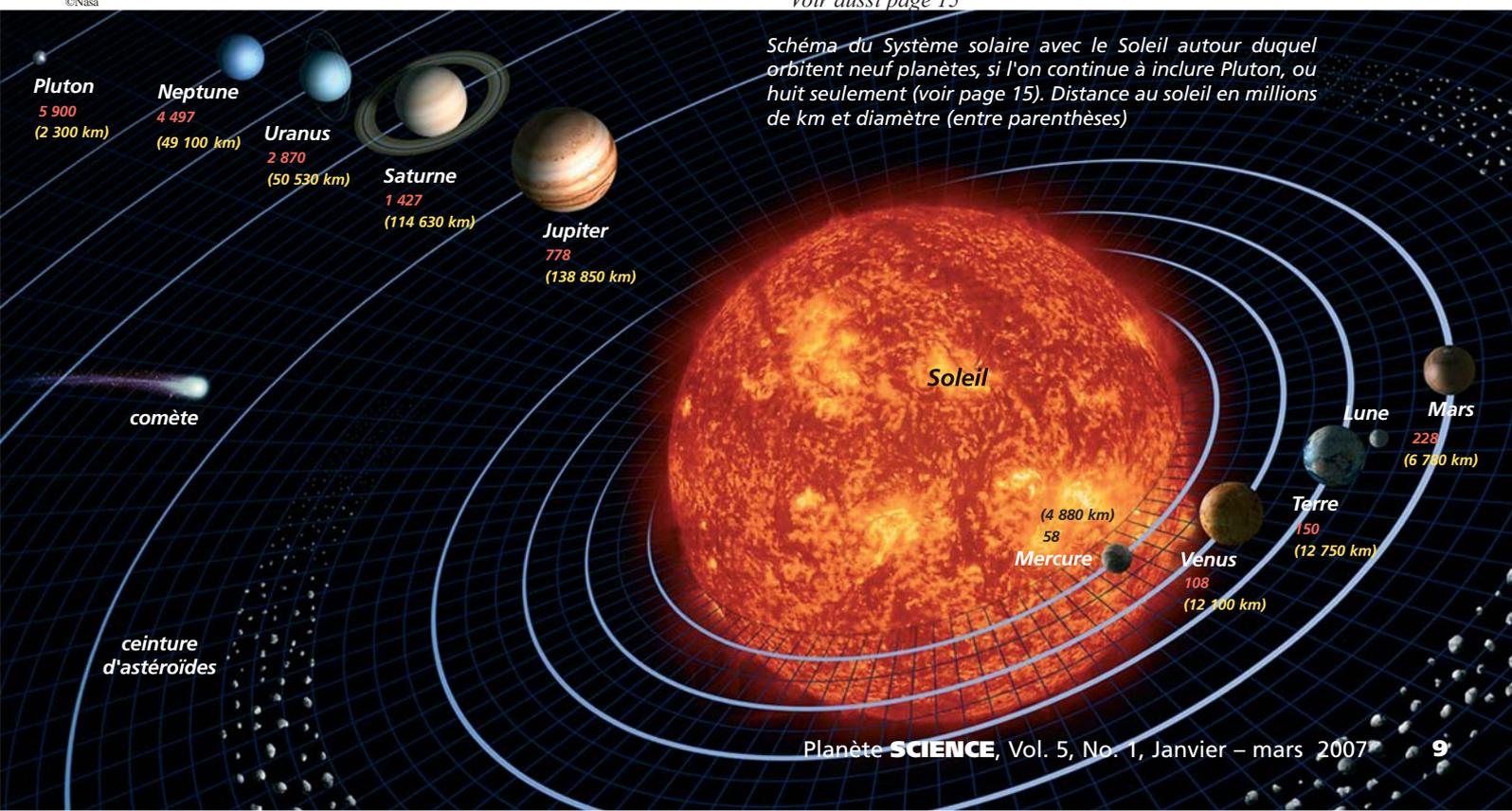
d'organiser un certain nombre de nuits au cours desquelles tout le monde sera invité à aller contempler le firmament.

Les astronomes professionnels voudraient également saisir cette occasion pour dénoncer les nuisances dues à la pollution lumineuse nocturne qui affectent les observations et leurs qualités. Une idée pourrait être de choisir une nuit au cours de 2009 pendant laquelle les pays et les différentes collectivités seraient invités à baisser leurs éclairages nocturnes.

Le second objectif est de se tourner vers les jeunes en multipliant les opérations à leurs intentions : concours de dessins, animations effectuées par les professionnels dans les classes. Le troisième serait de recenser dans tous les pays les groupes ayant envie de se constituer autour d'une pratique amateur de l'astronomie. L'UNESCO a une responsabilité toute particulière à assumer puisque 191 pays en sont membres alors que l'astronomie professionnelle n'est pratiquée que dans les 62 pays membres de l'UAI.

Jean Audouze¹

1. Directeur de Recherche au Centre national de la recherche scientifique, Vice-Président de la Commission nationale française pour l'UNESCO. Voir aussi page 15



Appel à la création d'un centre de **recherche sur les glaciers**

Soixante experts réunis à Almaty (au Kazakhstan) du 28 au 30 novembre, afin de discuter du recul du glacier et de ses effets sur les ressources en eau de l'Asie centrale, ont lancé un appel à la création d'un centre régional de recherche sur les glaciers en Asie centrale.

L'Asie centrale fait partie des zones du monde confrontées au stress hydrique. Des études présentées au cours de l'atelier montrent que les glaciers de la région sont en train de fondre rapidement: entre 1955 et 2000, ils ont perdu de 0,6 à 0,8 % de leur volume par an.

Pourtant, la région ne manque pas de chaînes de montagnes: Altaï, Tian Shan, Pamir, Karakoram et hauts plateaux tibétains de l'Himalaya, qui stockent le plus grand volume de glace du monde en dehors des zones polaires. Ces montagnes agissent comme de véritables châteaux d'eau, qui fournissent aux basses terres un approvisionnement continu en eau douce pour l'irrigation, les besoins domestiques et autres. Or, comme la plupart des fleuves et des glaciers traversent les frontières nationales, la pénurie d'eau pourrait éventuellement donner lieu non seulement à des difficultés socio-économiques mais aussi à une instabilité politique dans la région.

Dans leur déclaration d'Almaty, les experts demandent également à ce que soit effectué un recensement des recherches – en cours et terminées – en Asie centrale sur l'impact hydrologique des glaciers, de la neige et du pergélisol. Ils recommandent la création d'un réseau régional des gestionnaires des bassins de référence, qui évalueraient les effets des glaciers et de la couverture neigeuse sur le cycle hydrologique et le système socio-économique qui en dépend.

L'atelier était organisé par les programmes de l'UNESCO l'Homme et la biosphère (MAB) et le Programme hydrologique international (PHI), associés au Centre régional pour l'environnement en Asie centrale (CAREC), la Commission européenne et l'Institut de géographie de l'Académie des sciences du Kazakhstan.

Les experts internationaux réunis à Almaty venaient d'Allemagne, du Canada, de la Chine, des Etats-Unis, du



Situé à 30 km d'Almaty, le glacier Tuyuksu (photographié ici en août 2006) est surveillé par les scientifiques depuis près d'un siècle. Il a reculé de près d'1 km depuis 1923, selon Stephan Harrison, de l'Université d'Oxford, au Royaume-Uni

Japon, de Jordanie, du Kazakhstan, du Kirghizstan, du Népal, de l'Ouzbékistan, de la Fédération de Russie, de Suisse, et du Tadjikistan.

Parmi les ONG présentes, il y avait l'Union mondiale pour la nature (UICN) et la Mountain Research Initiative, principal partenaire de l'UNESCO dans son projet Changement planétaire dans les régions de montagne (GLOCHAMORE) financé par l'Union européenne (voir *Planète Science*, janvier 2006).

Pour en savoir plus (à Almaty) :
www.unesco.kz/science; a.mishra@unesco.org

Lancement du **premier centre de droit relatif à l'eau**

Le Centre de l'UNESCO sur la législation, les politiques et les sciences relatives à l'eau a été lancé le 28 novembre par l'Europe, à Bruxelles (Belgique). Le choix de cette ville était destiné à donner une plus grande visibilité au Centre en le reliant aux institutions de l'Union européenne sur les questions relatives à l'eau.

Le Centre de l'UNESCO est accueilli par l'Université de Dundee (Royaume-Uni). Il sera le tout premier à établir des cadres juridiques pour gérer les ressources en eau du monde entier, aux niveaux local, régional et mondial. Ce nouveau Centre élaborera des politiques jetant un pont entre la science et le droit en cas de litiges concernant l'eau, à l'intérieur des pays aussi bien qu'entre des pays. Il devra concevoir, au sujet de l'eau, des politiques transparentes et qui répondent à des besoins, tout en étant pratiques à mettre en œuvre.

La création du Centre de Dundee est le fruit de la collaboration avec le Programme de l'UNESCO intitulé l'Hydrologie au service de l'environnement, de la vie et de la formulation des politiques (HELP), qui tend à mettre en adéquation l'hydrologie et les besoins de la société autour des bassins hydrologiques. HELP réunit à la même table des scientifiques, des gestionnaires, des experts en droit et en politique et des utilisateurs afin de traiter certaines questions relatives à l'eau qui se posent au niveau local. Depuis ses débuts, en 1999, le programme a créé un réseau de 67 bassins couvrant 56 pays.

« Bien que l'eau représente une priorité essentielle dans l'agenda du développement international et que la politique soit soumise dans cette région à des changements rapides, » remarque Tim Craddock, ambassadeur du Royaume-Uni auprès de l'UNESCO, « la communauté internationale n'a pas encore établi un plan d'action mondial assorti d'une politique et de cadres juridiques sur la gestion de l'eau et la fourniture d'une eau saine aux populations du monde qui en ont besoin, à l'instar de ce qu'elle a fait avec l'Education pour tous. Le Centre de Dundee pourrait apporter sa pierre à la construction d'un tel plan mondial en traitant ses aspects juridiques et politiques ».

Le Centre de l'UNESCO sur la législation, les politiques et les sciences relatives à l'eau a été officiellement approuvé par l'UNESCO lors de sa Conférence générale d'octobre 2005.



La construction par la Turquie d'une succession de barrages sur le Tigre, comme celui-ci, a engendré des tensions dans la région, depuis le lancement du projet, en 1977. Le Tigre naît en Turquie avant d'arroser la Syrie, l'Irak et l'Iran. Le projet de l'UNESCO, lancé en 2004 afin de jeter les bases d'un Plan national d'ensemble sur les ressources en eau de l'Irak, sert également à faciliter le dialogue entre les quatre Etats riverains quant à la gestion concertée du Tigre et de l'Euphrate

Pour en savoir plus : www.dumdee.ac.uk/water/ ; www.unesco.org/water/ihp/help

Un plan pour développer des **parcs scientifiques** dans le Sud

L'Agence internationale coréenne de coopération (KOICA) s'est associée à la Cité métropolitaine de Daejeon et à l'UNESCO pour concevoir un plan qui devrait aider les pays en développement à créer des parcs de science et de technologie, des « technopoles ». L'accord tripartite a été signé le 29 septembre au siège de l'UNESCO.

Le plan prévoit que KOICA et la Cité métropolitaine de Daejeon apportent pendant les cinq années à venir un million de dollars sous forme de fonds de dépôt au programme de l'UNESCO pour des partenariats université-industrie-science (UNISPAR). UNISPAR a pour mission d'aider des pays en développement à surmonter les problèmes de commercialisation des résultats de leurs recherches, en facilitant les accords de partenariat entre le corps universitaire et les industriels. Ce nouveau plan stimulera l'innovation dans les technologies de l'information et de la communication, la biotechnologie et autres domaines de technologie de pointe.

Le fonds a été inauguré par une dotation de 120 000 dollars de KOICA, et de 80 000 dollars de la Cité métropolitaine de Daejeon. Cette somme permettra de financer un atelier international annuel de formation à Daejeon, ainsi qu'une série d'ateliers régionaux en Afrique, en Asie, dans les pays du Pacifique, en Amérique latine et aux Caraïbes.

Il est également prévu de créer un réseau régional et un projet pilote dans chacune des régions Afrique, Etats arabes, Asie et Pacifique, Amérique latine et Caraïbes, en étroite coopération avec la World Technopolis Association.

Pour en savoir plus : www.unesco.org/science/psd ; y.nur@unesco.org

Le Grid computing **relie les Africains à la diaspora**

L'UNESCO et Hewlett-Packard ont lancé, le 20 novembre un projet conjoint dotant certaines universités d'Algérie, du Ghana, du Nigeria, du Sénégal et du Zimbabwe de la technologie « grid computing ».

Ce projet vise à établir des liens entre les chercheurs qui sont restés au pays et ceux qui ont émigré, ainsi qu'avec des réseaux de recherche et des organismes susceptibles d'apporter un financement. Les professeurs et étudiants des universités bénéficiaires pourront également travailler sur d'importants projets de recherche conjoints avec d'autres institutions du monde entier.

« Ce nouveau projet destiné au continent africain s'inspire du succès d'une initiative comparable avec l'UNESCO entreprise en 2003 en Europe du Sud-est – qui comprend désormais huit pays – pour mettre un frein à l'exode des compétences dans la région », a déclaré Bernard Meric, Vice-président des relations extérieures de Hewlett-Packard, venu à Paris pour le lancement du projet (voir *Planète Science*, juillet 2005).

Le projet destiné au continent africain a été conçu par le Secteur de l'éducation de l'UNESCO en réponse aux demandes formulées par les Etats membres. L'UNESCO et les ministères de l'éducation des pays concernés choisiront les universités bénéficiaires. La priorité sera accordée à des départements d'universités incluant des volets liés aux technologies de l'information.

Hewlett-Packard fournira aux universités des équipements – notamment serveurs et technologies grid – et des ressources humaines locales, ainsi qu'une assistance et des cours de formation, jusqu'à ce que les projets deviennent autonomes. L'entreprise offrira également les ordinateurs et les écrans et financera des voyages de recherche à l'étranger, ainsi que des réunions entre les universités bénéficiaires. L'UNESCO se chargera de la coordination et supervision des activités, de la gestion administrative et de l'évaluation des résultats.

Pour en savoir plus : www.unesco.org/education

Première réserve de biosphère **intercontinentale**

La toute première réserve de biosphère intercontinentale a été approuvée le 27 octobre par le Conseil international de coordination du MAB (CIC), en même temps que 24 autres réserves de biosphère. En outre, quatre des réserves existantes ont été agrandies.

La Réserve de biosphère intercontinentale de la Méditerranée se situe à cheval sur le Maroc et l'Espagne, pays séparés par un détroit qui, par endroits, mesure moins de 15 km, aux portes de la Méditerranée. Reliées par cette zone marine de transition, les

Les 25 nouvelles réserves de biosphère

Espagne	
Os Ancares Lucenses y Montes de Cervantes, Navia y Becerra	Sur ce site, la protection de l'ours cantabrique, <i>Ursus arctos</i> , est particulièrement importante; complète l'ensemble de réserves déjà existantes : Gran reserva de la Biosfera de la Cordillera Cantabrica ; proche de la réserve de biosphère Terras do Mino ; si l'on tient compte de l'autre nouvelle réserve (Los Ancares Leoneses, ci après), la taille de la future réserve Gran Cantabrica dépassera les 900 000 ha
Los Ancares Leoneses	Un complément important de l'ensemble de réserves déjà existantes, Gran reserva de la Biosfera de la Cordillera Cantabrica; proche de la réserve de biosphère de Muniellos et réunit deux zones séparées de la réserve Cantabrica; un pas supplémentaire vers la future réserve Gran Cantabrica
Las Sierras de Béjar y Francia	Située au Centre-ouest, près de la frontière avec le Portugal; se distingue par la richesse de ses ressources et leur valeur à la fois écologique et culturelle; elle contribue à la revitalisation de l'économie rurale en essayant de freiner l'émigration vers les villes
Fédération de Russie	
Intégrée de la Moyenne Volga	ce site de 150 000 ha constitue une « île de nature » constituée d'une boucle de la Volga insérée dans une grande zone industrielle de l'agglomération Samara-Togliatti; constituée à partir d'un parc national et de zones municipales; les espèces sont très variées – 30 espèces de mousses et 130 de lichens, 300 espèces de vertébrés – et certaines sont présentes à proximité de zones agricoles et de bâtiments urbains ou ruraux
Malawi	
Lake Chilwa	164 espèces d'oiseaux; un site Ramsar; une très grande diversité d'habitats naturels et de couvertures végétales: le lac mais aussi des marécages saisonniers et permanents, cinq rivières, des îles, une grande plaine inondable, des prairies; autour du lac, des communautés vivent de pêche, de chasse et de culture du riz
Maroc/Espagne	
Intercontinentale de la Méditerranée	partagée par le Maroc et l'Espagne (voir page précédente)
Mexique	
Cumbres de Monterrey	présente un intérêt particulier du fait de la valeur économique de certaines de ses plantes et de son rôle dans la fourniture d'eau à la zone urbaine de Monterrey; très importante pour la conservation des oiseaux ; connue pour ses grandes forêts de chênes
Huatulco	située sur la côte Pacifique de l'Etat d'Oaxaca, au sud du pays; des ressources naturelles allant des forêts tropicales sèches aux récifs coralliens; présente une valeur particulière en matière de protection des ressources terrestres et marines, dont tortues, dauphins et l'escargot <i>caracol púrpura</i>
La Encrucijada	située sur la côte Pacifique dans l'Etat du Chiapas; 11 rivières et leurs affluents s'y mélangent à l'eau de mer pour créer les lagunes côtières où l'on pêche la crevette; les autorités mexicaines ont créé la réserve afin de protéger cette mosaïque de terres humides et de zones côtières de la pression humaine
La Primavera	située dans l'Etat de Jalisco; comprend des forêts, surtout pins et chênes, dont la protection est de première importance car elles fournissent en bois et en eau la ville de Guadalajara; constitue un réservoir génétique et un corridor biologique entre les systèmes naturels de la région
La Sepultura	située au Sud du Mexique, dans le Chiapas; une grande variété de forêts et de modes d'utilisation des terres; 18 des types de végétation primaire; on y trouve des vestiges de cultures précolombiennes, notamment la culture Olmèque
Laguna Madre et Delta du Rio Bravo	située au Nord-est du Mexique, sur le rivage caraïbe; forêt tropicale et forêt côtière, notamment mangroves; on trouve aussi des dunes et des zones humides où vivent des espèces endémiques de tortues; corridor naturel des oiseaux aquatiques migrants; il était nécessaire d'y prévoir un plan de gestion écologique afin d'atténuer l'impact humain sur les ressources naturelles
Los Tuxtlas	sa forêt tropicale humide s'étend sur trois volcans dans l'Etat de Vera Cruz, sur la côte caraïbe; des groupes autochtones (Populucas et Nahuas) habitent dans cette région
Maderas del Carmen, Coahuila	l'altitude, la configuration et les interconnexions géographiques ont permis qu'y subsistent de nombreuses plantes et des animaux caractéristiques du désert de Chihuahua et de la Sierra Madre Oriental; d'une très grande biodiversité; voisin du Big Bend National Park, réserve de biosphère située du côté nord-américain, ce qui devrait encourager la coopération transfrontalière en cours
Mariposa Monarca	importante pour la protection du papillon Monarch (voir photo)
Pantanos de Centla	la protection des ressources en eau de ce site, fruit de pratiques agricoles millénaires, est très importante. Les populations des villages de l'aire de transition sont fortement impliquées dans la gestion de la réserve. Elles en connaissent la richesse puisqu'elles utilisent près de 200 espèces végétales
Selva El Ocote	dans le Chiapas; compte d'importantes forêts tropicales humides et de nombreuses grottes avec beaucoup d'espèces endémiques; les aquifères karstiques représentent un réservoir d'eau douce de 600 millions de m ³
Sierra de Huautla	s'étage entre 700 et 2 240 mètres d'altitude dans l'Etat de Morelos; dispose de grandes forêts de pins et abrite des espèces de papillons très intéressantes, reliques de périodes plus chaudes et plus humides; forte participation locale dans la gestion de la réserve
Volcan Tacana	située dans le Chiapas, à la frontière avec le Guatemala; la population locale participe à la gestion et à la protection des ressources naturelles de ces écosystèmes fragiles; dans la mesure où un parc naturel occupe le versant guatémaltèque, une coopération transfrontière devrait se développer
Arrecife Alacranes	plus grande structure coralline du Golfe du Mexique, le seul récif connu au Yucatan ; à sa grande diversité biologique et à son potentiel en matière de pêche, il faut ajouter ses nombreux épaves et monuments historiques
Barranca de Metztilán	située dans la zone aride du centre de l'Etat d'Hidalgo; considérée comme un refuge depuis le Pléistocène du biotope du désert mexicain, en relation avec le désert de Chihuahua et le désert de Sonora. Le paysage, avec ses cactus hauts de plusieurs mètres, est impressionnant; 5 communautés du groupe autochtone Otomi y sont installées
Chamela-Cuixmala	située sur la côte Pacifique du Mexique; une grande variété de forêts tropicales où se nouent de fortes relations entre activités terrestres, marines et iliennes; 5 espèces de tortues marines, l'iguane vert et un crocodile de rivière
Cuatrocienagas	située dans l'écorégion du désert de Chihuahua sur le plateau mexicain; près de 500 pozas, des puits à l'eau turquoise provenant de sources souterraines
Sistema Arrecifal Veracruzano	composée d'un grand nombre d'îles, voisines de la côte caribéenne, regroupées dans un parc national; particulièrement importante pour la protection des ressources tant iliennes que côtières à proximité de la ville de Veracruz
Viet Nam	
Kien Giang	Couvre des écosystèmes côtiers et marins, avec des îles, marécages, mangroves, récifs coralliens et des poches de forêt tropicale primaire; se distingue par la présence d'habitats du dugong (grand mammifère marin voisin du lamantin); à condition d'être géré à la lumière de l'écotourisme, le tourisme y est prometteur

terres de ces deux pays ont beaucoup de points communs aux plans de la géologie, de l'écologie et du patrimoine culturel. Elles ont tout à gagner à mettre en commun leur expérience.

Quant aux nouvelles réserves de biosphère, la majorité d'entre elles se situent au Mexique (voir tableau). Les autres sont au Malawi, en Fédération de Russie, en Espagne et au Viet Nam. Avec elles, le Réseau mondial atteint désormais un total de 507 réserves de biosphère, situées dans 102 pays.

Quatre réserves de biosphère ont été étendues, ou ont connu un changement de zonage :

► Au Mexique, la **Réserve de biosphère de la Région de Calakmul** (ancienne Réserve de biosphère de Calakmul) englobe désormais de nouvelles zones protégées dans la péninsule du Yucatan, dont la biodiversité figure parmi les plus riches des forêts tropicales du Mexique. La réserve abrite également d'importantes ruines Maya et constitue

une partie intéressante du Corridor biologique de Méso-Amérique.

- ▶ En Ukraine, la **Réserve de biosphère de Shatskyi**, formant la partie occidentale du plus vaste complexe européen de marécage-lac-forêt, la région de Polésie, a été étendue au sud-ouest jusqu'à la frontière polonaise et au nord jusqu'à la frontière de la Biélorussie. Cette unité plus cohérente devrait faciliter la coopération transfrontalière.
- ▶ En France, la **Réserve de biosphère de la commune de Fakarava** (anciennement Réserve de biosphère de l'atoll de Tairo, en Polynésie française) a été étendue à un groupe de 7 atolls : Aratika, Fakarava, Kauahi, Niau, Raraka, Taiaro et Toau. Presque tous sont habités et leur population travaille activement à définir leur zonage.
- ▶ Toujours en France, la **Réserve de biosphère de la Camargue, dans le delta du Rhône**, couvre désormais 193 000 ha entre Port Saint Louis du Rhône et Fos-sur-Mer à l'est, et le Grau du Roi et Port-Camargue à l'ouest. La nouvelle structure facilite la coordination entre riziculture, chasse, pêche et autres activités humaines, ce qui permettra de gérer de façon concertée les ressources en eau et de maintenir les principaux écosystèmes naturels. Ce site Ramsar est renommé



pour sa population d'oiseaux, qui comprend des flamands roses, huit espèces de hérons et six de mouettes.

Le papillon monarque, ou Danaus plexippus (photo), migre chaque année d'Amérique du Nord vers la nouvelle Réserve de biosphère mexicaine Mariposa Monarca, en attirant de nombreux touristes et en apportant à la population locale une importante source de revenus. Les autorités canadiennes et états-uniennes coopèrent très étroitement pour surveiller les principaux lieux d'étape du trajet de la migration

Pour en savoir plus : www.unesco.org/mab

Des bourses pour 25 jeunes scientifiques

Réuni à Paris du 24 au 27 octobre, le CIC a attribué à 25 chercheurs des bourses MAB pour jeunes scientifiques. Tous les ans, l'attribution de bourses d'un montant pouvant atteindre 5 000 dollars encourage de jeunes chercheurs à entreprendre des travaux interdisciplinaires sur les écosystèmes, les ressources naturelles et la biodiversité.

Les lauréats pour cette année sont : Lucía Souilla (Argentine), Mingyong Chen (Chine), Ri Un Hyang (République de Corée), Nisrin Benayad (Maroc), Joanna Adamczyk (Pologne), Dmitry Gorshkov (Fédération de Russie), Ndeye Astou Niang (Sénégal), Jeevani Manishka De Mel (Sri Lanka), Lulu Tunu Kaaya (Rép. unie de Tanzanie) et Anuttara Nathalang (Thaïlande).

Quinze autres jeunes scientifiques se sont vu attribuer une bourse de recherche d'une valeur maximale de 5 000 dollars, dans le cadre du projet de sauvegarde des grands singes. Les lauréats sont : Charles Rugerinyange (Burundi), Barthelemy Doui, Yvette Lakoue et Marc Yagueme (Rép. centrafricaine), Geoffroy Guichard et Abraham Mayoke (Congo), Bila-Isia Inogwabini, Innocent Masiala Mabialo et Josué Mbonekuba (Rép. démocratique du Congo), Carine H. Nzotekoumie (Gabon), George Oweyesigira, Richard Muhabwe Rugyendo et Annette Mirembe (Ouganda), Djibril Diouck (Sénégal) et Jared Sylvester Bahuza (Rép. unie de Tanzanie).

Birgit Reutz-Hornsteiner (Autriche) est la première lauréate de la bourse Michel Batisse, d'une valeur de 6 000 dollars, qui sera décernée tous les deux ans pour des travaux de gestion des réserves de biosphère. Cette bourse honore la mémoire du Sous-directeur général de l'UNESCO qui fut l'un des fondateurs du MAB et de la Convention du patrimoine mondial (1972).

Pour en savoir plus : www.unesco.org/mab

Soixante années de science à l' UNESCO

Une histoire de la science à l'UNESCO a été officiellement présentée le 10 novembre au Siège lors d'une cérémonie marquant tout à la fois la Journée mondiale de la science en faveur de la paix et du développement, et le 60^{ème} anniversaire de l'UNESCO.

Rédigée par des historiens et des scientifiques, ainsi que par des membres du personnel en fonction et retraité, *Sixty Years of Science at UNESCO 1945–2005* retrace les hauts et les bas de l'Organisation depuis qu'elle est née sur les cendres de la Deuxième guerre mondiale. L'ouvrage comporte une liste des grandes dates de cette histoire, et un chapitre de prospective. Voici quelques points forts des 30 premières années.

En 1950, le Conseil économique et social de l'ONU a chargé l'UNESCO de « coordonner la recherche et le développement de laboratoires scientifiques internationaux ». Le premier et indiscutablement le plus célèbre d'entre eux allait être l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), créée en 1954. Un demi siècle plus tard, le CERN servirait de modèle au laboratoire d'un synchrotron pour le Moyen-Orient, le SESAME, dont la construction se termine prochainement en Jordanie, sous les auspices de l'UNESCO.

Un autre projet, concernant la fondation en 1948 d'un Institut international de l'Hyléa amazonienne, n'était pas promis au même succès. Le plan prévoyait, entre autres, des laboratoires de recherche et un « musée international présentant des collections de végétaux, d'animaux, de minéraux et de roches. » On nota que « les richesses naturelles d'Hyléa n'ont encore jamais été inventoriées ». Les auteurs soulignent que, « pour le lecteur d'aujourd'hui, ces curieux objectifs révèlent les intérêts personnels de scientifiques étrangers à la région ». Le Brésil n'a jamais ratifié la création de cet institut et les chefs de file brésiliens parmi ses partisans « furent accusés de compromettre la sécurité intérieure du pays ».

Jeune chercheuse de l'Institut indien de technologie (IIT) de Bombay, peu après sa création avec l'assistance de l'UNESCO en novembre 1958. « En décembre 1956, arrivait la première équipe d'experts de l'UNESCO : huit venaient d'Union soviétique, un des Etats-Unis et un de Yougoslavie. Ils y sont restés deux ans », rappelle le prof. S.P. Sukhatme, Directeur de l'IIT de Bombay



© UNESCO

Bien des années plus tard cependant, certains des projets prévus pour le malheureux institut seraient à l'origine de l'Institut national de pesquisas da Amazonia du Brésil. Ce projet signalait les premiers pas de l'UNESCO dans le domaine de l'environnement.

La même année, l'UNESCO, le gouvernement français et la Ligue suisse de la nature réunissaient une conférence qui donnait naissance à l'Union internationale pour la protection de la nature et des ressources naturelles. Cet organisme intergouvernemental est devenu, par la suite, une ONG, l'Union mondiale pour la nature (UICN), partenaire très proche de l'UNESCO.

Lorsque l'ONU n'eut pas retenu, en 1947, la proposition de l'UNESCO de créer un institut international d'étude des zones arides, l'UNESCO lança, en 1951, son propre programme de recherche sur la zone aride. Ce programme fixait pour chaque année un domaine particulier d'étude : l'hydrologie (1951), l'écologie végétale (1952), l'énergie du vent et du soleil (1953), l'écologie humaine et animale (1954) et enfin la climatologie de la zone aride (1955). Le « succès retentissant » du programme est à l'origine de la première mappemonde des zones arides de 1951 et de la création ou du renforcement des instituts de recherche sur les zones arides d'Égypte, de l'Inde, d'Israël, du Mexique, du Pakistan, de la Tunisie et de la Turquie.

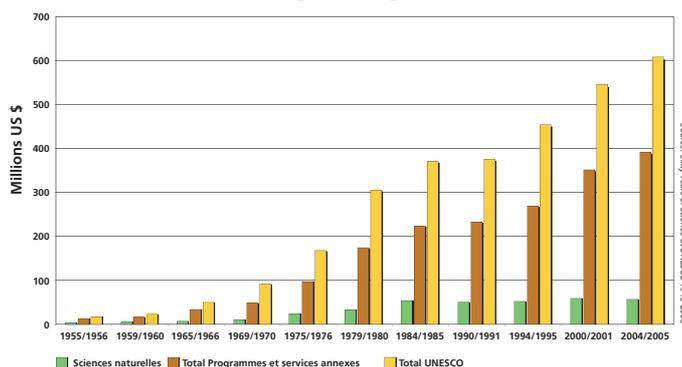
Au début des années 1970, l'UNESCO avait quatre programmes internationaux sur l'environnement : la Commission océanographique intergouvernementale (1961), le programme MAB (1971), qui dès l'origine prônait l'approche scientifique par écosystèmes (holistique), et le Programme international de géosciences (1972), selon sa dénomination actuelle. La fin de la Décennie hydrologique internationale annonçait l'inauguration, en 1975, du Programme hydrologique international de l'UNESCO.

Le concept de réserve de biosphère n'avait que quelques mois lorsqu'il se hissa, du jour au lendemain, au niveau de la grande politique. Lors du sommet de Moscou de 1974, les présidents soviétique et américain, Brejnev et Nixon publièrent une déclaration commune « désirant élargir la coopération en matière de protection de l'environnement... et contribuer à la mise en œuvre du programme MAB de l'UNESCO, les deux parties affirment leur accord pour désigner, dans leurs territoires et pays respectifs, certaines aires naturelles comme réserves de biosphère ... ».

Les premières années de l'UNESCO sont irrévocablement liées au dégel progressif de la guerre froide. Méfiante à l'égard de l'Ouest, l'Union des républiques socialistes soviétiques (URSS) n'accepta d'entrer à l'UNESCO qu'en 1954, un an avant la conférence sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique, et trois ans avant que l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) récemment créée ne reprenne à l'UNESCO le rôle qui avait été le sien en ce domaine. En 1957, l'URSS allait saisir l'occasion de l'Année géophysique internationale, célébrée par l'UNESCO, pour lancer le premier satellite artificiel, le Spoutnik, et du même coup l'ère de l'espace (voir aussi page 4).

L'Histoire a encore trouvé d'autres manières de s'inviter à l'UNESCO : « la fin du colonialisme représentait un point de rupture pour la science à l'UNESCO », remarquent les auteurs. Cela eut pour effet de détourner l'aide scientifique à l'Europe dans sa course pour rattraper les Etats-Unis » notamment en biologie moléculaire, vers les pays en développement. La première conférence des Nations unies sur l'Application de la science et de la technologie aux zones moins développées s'est tenue en 1963 – encore que seuls 16 % de ses délégués venaient de pays en développement.

Budget alloué aux sciences à l'UNESCO, 1955–2005
Programme régulier



La fin du colonialisme eut aussi pour conséquence la décision prise dans les années 1960 d'élever la science au même rang de priorité que l'éducation à l'UNESCO. La hausse du budget des sciences qui s'ensuivit fut cependant de courte durée car ce budget s'est ensuite maintenu aux alentours de 56 millions de dollars depuis 1984 (voir graphique), année où le Royaume-Uni et les Etats-Unis ont quitté l'UNESCO pendant plus de 10 ans.

La *Recommandation internationale sur le statut des travailleurs scientifiques*, adoptée par la Conférence générale de 1974, reste pertinente. En octobre dernier encore, le Conseil exécutif de l'UNESCO a invité le Directeur général à analyser les principes éthiques énoncés à la fois dans cette *Recommandation* et dans la *Déclaration sur la science et l'utilisation du savoir scientifique*, adoptée par la Conférence mondiale sur la science de l'UNESCO/CIUS de 1999, afin d'encourager les Etats membres à l'appliquer.

Pour commander l'ouvrage : www.unesco.org/publishing. Voir aussi page 24.

Jean Audouze

Qu'est-ce qu'une planète?

A son Assemblée générale à Prague (République Tchèque) en août dernier, l'Union astronomique internationale (UAI) commença par proposer de faire entrer trois astres supplémentaires dans la catégorie de planète, portant ainsi le nombre de planètes de notre Système solaire de neuf à douze, une véritable révolution. La réaction fut immédiate. A la suite de débats animés, les astronomes votèrent le 24 août de créer une nouvelle catégorie de planètes, les planètes naines, ou « plutons » en référence à la plus petite des planètes de notre Système solaire, un astre désert et glacé qui ne mesure que 2300 km de diamètre. Ainsi, Pluton se retrouva rétrogradé à une planète naine et notre Système solaire diminua de neuf à huit planètes .

Directeur de recherche à l'Institut d'astrophysique de Paris, Conseiller scientifique auprès du Président de la République française de 1989 à 1993 et lauréat du Prix Kalinga pour la vulgarisation de la science octroyé par l'UNESCO en 2004 pour son rôle à la tête du Palais de la découverte à Paris, Jean Audouze explique pourquoi définir la notion de planète n'est pas chose simple, même pour des experts.

Début août, notre Système solaire comptait neuf planètes, à la mi-août douze et fin août plus que huit. Que s'est-il passé ?

Il s'est passé deux phénomènes. Tous les trois ans, la communauté des astronomes se réunit. Cette année, ils étaient à Prague, en 2009 ils seront à Rio de Janeiro au Brésil. Non seulement on montre les grands travaux du moment lors de ces réunions mais on essaie également de codifier la nomenclature, de mettre de l'ordre dans les classifications.

Il en est de cette question des planètes comme d'un travail parlementaire. Au Parlement, vous avez une Commission composée de quelques députés qui examine une loi et fait des recommandations. Ensuite, le Parlement dans son ensemble suit, ou ne suit pas, la Commission.

Eh bien, pour les planètes, c'est la même chose. C'est-à-dire que l'UAI a demandé à un petit nombre de spécialistes de lui faire une recommandation et il se trouve que celle-ci n'a pas été suivie par la communauté des astronomes.

Est-ce la découverte de Xéna en 2005, cet astre qui croise comme Pluton aux confins du Système solaire, qui a mis le feu aux poudres ?

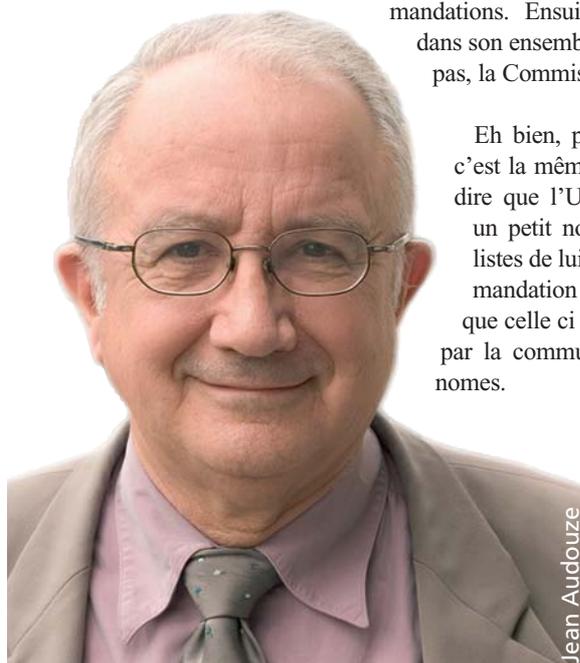
Bien sûr que oui. Une équipe d'astronomes a découvert l'an dernier l'objet dont vous venez de prononcer le nom et qui s'appelle désormais Eris. Ils ont dit, « voilà un nouvel objet qui tourne autour du soleil. On propose donc que ce soit la dixième planète ». A l'époque, on ne parlait pas encore d'en rajouter deux autres mais je reviendrai sur ce point tout à l'heure.

Est-il vrai qu' Eris mesure 100 km de rayon de plus que Pluton ?

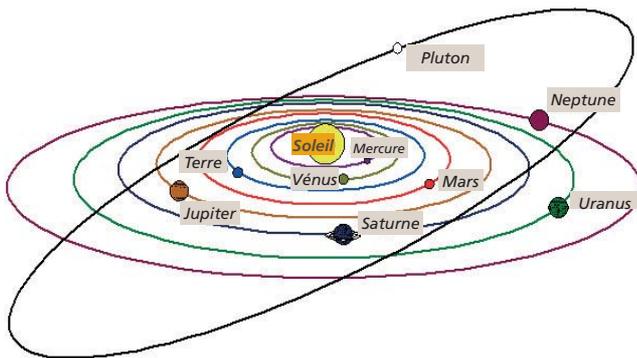
Oui, très exactement 110 km de plus. Elle est aussi trois fois plus loin de la Terre que Pluton, à une distance de 16 milliards de km à comparer aux 6 milliards de km qui séparent la Terre de Pluton. Elle possède des caractéristiques assez comparables à celle de Pluton en matière de composition chimique. Cependant, elle réfléchit beaucoup mieux que Pluton la lumière du Soleil qui l'irradie comme toute autre planète.

Passons à la première étape. Le groupe de sept experts se réunit. Il a envie de rajouter Eris. Puis il se dit : « mais si nous voulons inclure Eris, il faut ajouter aussi Charon, le seul satellite connu de Pluton, ainsi que Cérès, un gros astéroïde qui se trouve entre Jupiter et Mars ». Le groupe d'experts propose donc de passer de neuf à douze planètes.

Lorsqu'on a présenté cette proposition à l'ensemble des astronomes en août, d'autres voix se sont élevées pour dire : « on va prendre une définition moins permissive, on va dire que les planètes du Système solaire tournent autour du Soleil, d'une, et de deux, qu'elles sont dans le même plan. Les quatre candidats Pluton, Charon, Cérès et Eris ne satisfaisant pas à ces critères restrictifs, on préfère passer de neuf à huit planètes ». Lors du vote, la majorité des astronomes les ont suivis. Voilà l'histoire.



Jean Audouze



Qu'est-ce qui explique la différence entre les huit planètes depuis Mercure jusqu'à Neptune et les quatre autres ?

Ce qui explique la différence, c'est d'une part leur taille, puisque les quatre autres astres sont plus petits. C'est aussi que le Soleil n'est pas la cause unique de leur mouvement. Souvenons-nous que les huit planètes tournent autour du Soleil dans un plan dit plan de l'écliptique. Elles ont un mouvement elliptique selon la loi de Galilée. Or, on savait depuis longtemps que Pluton avait une orbite qui est très décalée par rapport au plan de l'écliptique (voir schéma). C'est connu depuis la découverte de Pluton en 1932 par Percival Lowell, astronome amateur américain.

Est-il vrai que, selon la définition adoptée par l'UAI le 24 août, tout corps susceptible de se déplacer sur une orbite proche d'une planète, comme Charon, ne peut pas prétendre au titre de planète ?

Oui, c'est ça. Selon la nouvelle définition, le principal agent du mouvement des planètes doit être le Soleil. Il y avait une hypothèse selon laquelle Pluton était un satellite de Neptune qui avait été écarté de son mouvement et qui avait quitté l'orbite de Neptune pour se mettre à tourner autour du Soleil. C'est aussi pour cette raison que Pluton a été détrônée. La nouvelle définition exclut également de la définition de planète les corps de la ceinture d'astéroïdes située entre Mars et Jupiter tout comme les corps plus lointains de la ceinture de Kuiper, à laquelle appartient Pluton. C'est plutôt commode, puisqu'on découvre de nouveaux corps dans ces deux ceintures tous les ans.

Est-ce également parce que Pluton est la seule planète glacée de notre Système solaire qu'elle a été détrônée alors que les autres planètes sont soit telluriques comme Mercure, Vénus, la Terre et Mars, soit gazeuses comme Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune ?

Très sincèrement je ne crois pas, d'autant que Pluton et Eris sont des corps telluriques, c'est-à-dire des astres possédant un sol solide comme celui de la Terre, lui-même entouré d'une atmosphère.

Il y a un point sur lequel je voudrais insister qui est le suivant : ce n'est pas parce que Pluton a perdu son statut de planète qu'il a perdu de l'intérêt. L'intérêt des astres ne réside pas forcément dans le nom qu'on leur accole. On vient d'explorer Titan. Or, Titan n'est pas considéré comme une planète. N'empêche que

Titan a fait l'objet d'une grande mission spatiale qui s'appelle Cassini-Huygens. Titan est en effet le principal satellite de Saturne, qui est plus grand que Mercure et Pluton et qui possède une atmosphère particulièrement intéressante à étudier puisqu'elle pourrait ressembler à celle de la Terre au tout début de son histoire (voir page 5).

Pour revenir à Pluton, on va continuer à l'étudier. La Nasa a déjà envoyé un satellite qui doit le survoler en 2015. C'est donc simplement une question de nomenclature. C'est comme si nous étions des botanistes qui essayaient de ranger une fleur dans une catégorie. Cependant, comme on est en train de découvrir des planètes autour d'autres étoiles, il faut que le mot planète ait un sens bien précis.

Dans ce cas, faut-il procéder dès maintenant à la révision des livres scolaires ou est-il possible que, dans un an ou deux, on fasse une nouvelle découverte qui remette tout en cause ?

C'est vrai que les choses vont vite. En même temps, pour le professeur, il faut que les livres durent un peu. Pour éviter de devoir réviser la liste des planètes après chaque nouvelle découverte, moi, je procéderaï à une mini-révision des livres scolaires. Puisqu'on n'a pas à redessiner les schémas du Système solaire, je mettraï juste une mention en bas de page indiquant que Pluton était considéré jusqu'à maintenant comme une planète mais que désormais Pluton appartient, comme Eris, à la nouvelle catégorie des planètes naines. Cette nouvelle définition ne fait que donner un sens plus précis à la notion de planète. Si on ne procède pas à cette modification dans les livres scolaires, cela ne changera pas grand chose à notre conception du ciel et de l'Univers.

Mais que répondre si, lors d'un contrôle, le professeur demande aux élèves de citer le nombre de planètes dans notre Système solaire ?

Selon moi, les professeurs doivent accepter comme également valides ceux qui répondront « huit » et ceux qui répondront « neuf ». La bonne réponse est de dire qu'il y a huit planètes au sens strict absolu puis qu'il y en a une neuvième que les astronomes, pour l'instant, considèrent comme n'étant pas une planète comme les autres. Dire que Pluton n'est pas une planète comme les autres est une phrase que j'aurais pu prononcer il y a vingt ans. Ce n'est pas nouveau. Ce qui est nouveau, c'est qu'elle a été classée dans une autre catégorie.

Vous avez totalement raison sur un point. Je ne serais pas surpris qu'on revienne à douze planètes dans deux ou trois ans. L'enseignement a besoin d'un temps long que la recherche n'a pas. Effectivement, il faut avoir des livres scolaires qui changent le moins possible. Si on peut éviter de mettre de la confusion dans l'esprit des jeunes, c'est très bien. Il faut leur dire tout simplement que Pluton est une planète très particulière qui a été classée autrement par les astronomes en 2006.

Interview de Susan Schneegans

Des écoliers gardiens des plages

Lorsqu'en juillet 1998 des enseignants accompagnant leurs élèves se sont rendus dans l'île de Tobago, aux Caraïbes, pour participer à un atelier de l'UNESCO sur l'éducation relative à l'environnement, ils ont été directement confrontés aux problèmes qui affectent de nombreuses zones côtières : érosion, pollution et constructions anarchiques. Ils ont alors décidé d'y apporter des solutions : l'initiative Sandwatch était née.

Pilotée par l'UNESCO au Siège, dans le cadre de sa Plateforme pour les régions côtières et les petites îles, et hors siège par ses relais dans les bureaux de Kingston (Jamaïque), Apia (Samoa), La Havane (Cuba) et Dar es-Salaam (Rép. Unie de Tanzanie), l'initiative Sandwatch vise à « faire vivre la science » pour des élèves de tout âge. En classe, le projet repose sur une méthode interdisciplinaire, en abordant des sujets aussi variés que la biologie, la menuiserie, la poésie et les mathématiques. Sur le « terrain », Sandwatch apprend aux élèves à appliquer dans la vie de tous les jours leurs connaissances scolaires, à développer la réflexion critique, à employer ces savoirs pour résoudre des conflits et à inspirer à la population le désir de prendre soin de ses plages.

Huit ans après la naissance de cette idée sur une plage de Tobago, Sandwatch a traversé les océans. Aujourd'hui, cette démarche est utilisée non seulement dans les pays des Caraïbes mais aussi dans des écoles des océans Pacifique et Indien, et au-delà. Elle a dépassé les cloisons entre générations, au point qu'un nombre croissant de communautés deviennent, elles aussi, gardiennes des plages.

La première chose que Sandwatch apprend aux élèves, c'est à acquérir une démarche scientifique. Ils apprennent que toute recherche scientifique commence par l'observation et la notation des données. En s'aidant du manuel de l'UNESCO *Introduction to Sandwatch : an Educational Tool for Sustainable Development*, ainsi que d'un matériel élémentaire comme des mètres à ruban, des loupes et des mallettes d'analyse de la qualité de l'eau, les élèves apprennent à effectuer des observations, des mesures et à les répéter plusieurs fois.

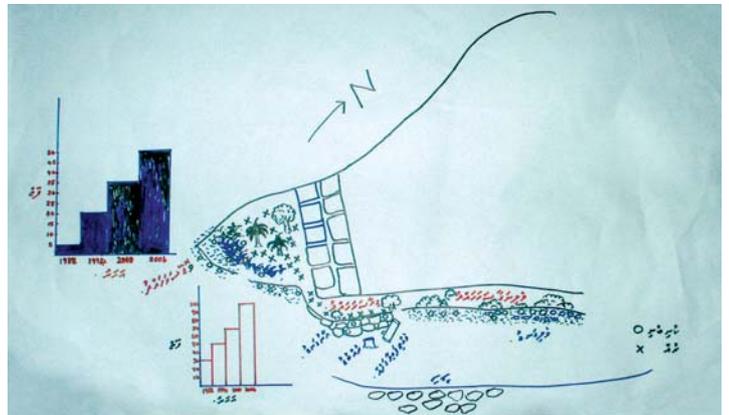
La mise en chantier des opérations

Avec Sandwatch, le point de départ consiste à observer et noter autant de renseignements précis que possible concernant la plage, puis à exploiter ces données en dessinant une carte (voir photo). Sur la plage, la carte sert de support aux discussions et permet de décider quels paramètres surveiller. Un enseignant de Mauke (Îles Cook) a également suggéré de dessiner une carte sonore de la plage : les élèves devaient fermer les yeux pendant plusieurs minutes pour identifier les différents bruits entendus.

Si les moyens le permettent, les classes peuvent utiliser des appareils photo jetables ou numériques afin de prendre 10 vues de ce qui leur plaît sur la plage et 10 autres de ce qui leur déplaît. Affichées sur un mur, ces photos facilitent la discussion sur des problèmes de la plage et les solutions à y apporter.

Afin de découvrir comment la plage s'est modifiée avec le temps, les élèves peuvent interroger les membres de la communauté et les autorités locales, ou bien examiner des photos aériennes et des cartes topographiques.

Elèves des Îles Vierges britanniques utilisant une boussole pour vérifier la direction des vagues



Carte d'une plage dessinée par les membres de la communauté de Kalaidhoo, petite île basse, sableuse, de l'extrémité nord-est de l'atoll Laamu des Maldives. A l'occasion d'une réunion organisée par Live and Learn Environmental Education, cette population a exprimé son inquiétude devant l'érosion de la plage, qui provoque plus fréquemment que par le passé l'inondation du village par de hautes vagues. Les villageois estimaient que l'extraction du sable d'une plage voisine était à l'origine de l'érosion. S'étant rendus sur place ils observèrent la situation des deux plages et dessinèrent des cartes avec des dates servant de repères. Au vu de la totalité des informations, il apparut que si l'extraction du sable contribuait effectivement à l'érosion, ce n'en était pas l'unique cause : d'autres facteurs entraient en jeu, comme la destruction des récifs coralliens

Les « gardiens des plages » ne se contentent pas d'étudier la plage elle-même : ils évaluent la qualité de l'eau, la nature des vagues et des courants, ils observent la végétation et les animaux. Ils mesurent l'érosion de la plage et le phénomène contraire, son accrétion (voir encadré). Ils observent également



Photo : G.Cambers

Une enseignante mesure la dimension des grains de sable, aux Maldives. Si un grain fait moins de 0,004 mm, ce n'est pas du sable mais de l'argile ; moins de 0,08 mm, c'est de la vase, plus de 4,7 mm et c'est du gravier. Grâce à l'initiative Sandwatch, les élèves apprennent à cataloguer les éléments découverts dans les divers secteurs de la plage, comme les algues et les pierres, et à les étiqueter en conséquence

certaines activités humaines, comme le jogging, et évaluent la quantité de débris et de détritus trouvés sur la plage.

Ils apprennent ensuite à compiler, analyser et interpréter les données recueillies et à établir des rapports, des graphiques, des récits, des poèmes et des maquettes qui mettent en valeur leurs résultats. En classe, les enseignants intègrent ces activités au sein de disciplines aussi diverses que la science, la langue, les mathématiques et l'étude de la société. Aux Bahamas, par exemple, les enfants de 10 ans de l'école primaire de Hope Town ont appris à utiliser des graphiques circulaires (« camemberts ») pour figurer les différents types de bateaux qu'ils avaient observés sur la plage.

Les élèves de l'école primaire de Dublanc, à la Dominique, ont fabriqué des vases d'ornement et des troussees à crayons avec des détritus ramassés sur la plage ; ils ont aussi dessiné, écrit des poèmes et participé à un défilé autour du village afin

de sensibiliser la communauté. Au collège de la communauté de Bequia, à Saint Vincent et les Grenadines, les élèves ont, pendant le cours de menuiserie, construit des poteaux gradués pour mesurer la hauteur des vagues ; quant aux mesures de la qualité de l'eau, elles ont eu pour cadre les cours de chimie.

Traiter les problèmes des plages

Si l'acquisition de la méthode scientifique est la première composante de la démarche propre à Sandwatch, traiter les questions de développement durable des plages en est la seconde. Armés de leurs mesures, les élèves font appel à la réflexion critique pour identifier les problèmes et mettre en oeuvre des projets afin d'y remédier.

Les projets entrepris, à ce jour, font preuve d'une diversité et d'une originalité surprenante. Les élèves d'un club environnemental de la Barbade ont, par exemple, effectué un sondage d'opinion auprès des usagers de la plage pour voir s'ils considéraient les déjections animales sur la plage comme un grave danger pour la santé ou bien comme un simple désagrément. A Cuba, un autre groupe a tenté de modifier les habitudes des usagers en travaillant avec la communauté locale au nettoyage d'une plage fortement polluée, à l'installation de boîtes à ordures et à la composition d'un panneau d'information.

Le concours Sandwatch

Pour vérifier si Sandwatch apportait vraiment un plus aux populations, un Concours international entre les communautés de Sandwatch a été organisé en 2004–2005. Les écoles du Réseau des écoles associées de l'UNESCO furent invitées à concevoir, planifier, mettre en oeuvre et évaluer, avec

Mesurer la largeur d'une plage pour déceler l'érosion

Activités pour les élèves

- 1) Mesurer et noter pendant un an, une fois par mois, la distance entre la ligne de la végétation et la marque des hautes eaux sur la plage.
- 2) Calculer sa valeur moyenne pour les mois d'hiver (aux Caraïbes, par exemple, d'octobre à avril) et pour les mois d'été (mai-septembre).
- 3) Poursuivre l'exercice l'année suivante et recueillir des mesures sur une longue période afin de pouvoir déceler des signes éventuels d'érosion.

Etudes de cas

Dans l'exemple fictif, ici, la variation s'est maintenue à un niveau normal entre 2003 et 2005. Mais l'érosion a été très importante en 2006, avec une moyenne hivernale très basse et une faible valeur minimale. Si la tendance se poursuivait en 2007, il faudrait peut-être envisager des solutions de lutte contre l'avancée de la mer sur ce site, avant que la situation ne devienne irréversible.

Les moyens d'engraisser les plages consistent, notamment, à planter des arbres à racines profondes, à faire reculer la ligne des nouvelles constructions derrière la plage et ses sources d'arrivée de sable et à réapprovisionner la plage avec du matériel venu soit de l'intérieur des terres, soit de l'extérieur.



Photo : G.Cambers

Live and Learn Environmental Education, une ONG régionale collaborant avec l'UNESCO, vue ici entrain de mesurer la largeur d'une plage de Fidji

Année	Distance moyenne hiver (m)	Distance moyenne été (m)	Distance minimale (m)	Distance Maximale (m)
2003	13.9	16.1	10.2	18.5
2004	13.5	17.0	9.0	21.0
2005	14.2	15.3	11.9	18.2
2006	8.2	16.4	6.0	15.8

Source: adapté de Cambers, G. (1998) Coping with Beach Erosion. Coastal Management Sourcebooks 1. Editions UNESCO, Paris.

l'ensemble de leur communauté, un projet d'embellissement d'une plage, en faisant appel aux méthodes scientifiques de surveillance qu'elles avaient apprises. La qualité des 52 projets fut si remarquable qu'ils furent tous affichés sur le Web.

Au niveau du primaire, le premier prix a été attribué à l'école Nikao Maori des îles Cook pour un projet qui prévoyait de planter des arbres derrière la plage afin de lutter contre l'érosion, de mettre en place des panneaux et des réceptacles pour inciter le public à recycler les déchets, et à développer un comportement

respectueux de la plage, en fournissant aux personnes venues pique-niquer des râtaeux pour nettoyer avant de partir.

Les élèves du collège polyvalent de Castries, à Sainte Lucie, ont gagné le premier prix de leur catégorie. Ayant conclu que le principal problème de pollution provenait de la Choc River toute proche, ils ont profité des assemblées matinales de l'école pour demander aux élèves de parler à leurs parents et voisins de l'habitude qu'ils avaient de rejeter leurs ordures dans la rivière et sur la plage ; au cours des rondes qui ont suivi sur la plage, ils ont noté une nette diminution de la quantité d'ordures.

J'ai participé à la collecte de données sur les intervalles entre les vagues. C'est la première fois que j'utilisais un chronomètre. Depuis, beaucoup de problèmes de maths me semblent plus faciles. La géographie et la science me sont aussi plus familières et compréhensibles.

Allana Stanley, collégienne,
Trinité et Tobago

respectueux de la plage, en fournissant aux personnes venues pique-niquer des râtaeux pour nettoyer avant de partir.

Les élèves du collège polyvalent de Castries, à Sainte Lucie, ont gagné le premier prix de leur catégorie. Ayant conclu que le principal problème de pollution provenait de la Choc River toute proche, ils ont profité des assemblées matinales de l'école pour demander aux élèves de parler à leurs parents et voisins de l'habitude qu'ils avaient de rejeter leurs ordures dans la rivière et sur la plage ; au cours des rondes qui ont suivi sur la plage, ils ont noté une nette diminution de la quantité d'ordures.



Des collégiens de la République dominicaine apprennent à mesurer la hauteur des vagues

Les écoles de Cuba ont présenté plusieurs projets. L'un d'eux, réunissant les efforts d'une école pour enfants à problèmes, d'une école de dessin et d'un collège, visait à sensibiliser la communauté sur l'avantage d'avoir des plages propres, et à montrer comment des élèves autistes pouvaient participer à Sandwatch.

Maillage à travers les océans

Dès lors que Sandwatch cessait d'être une initiative régionale caribéenne pour devenir un projet mondial, il apparut nécessaire d'établir des contacts entre les partenaires, de les motiver et même de susciter de nouvelles vocations. L'UNESCO a chargé Paul Diamond, enseignant à l'école primaire Robinson O'Neal Memorial, de Virgin Gorda (Îles Vierges britanniques), de créer un site Web sur lequel chaque école participante pourrait afficher ses coordonnées, ses activités, ses données et des photos.



Photo: C.Boyer

Etudier l'écologie des plages

A première vue, les plages pourraient sembler des étendues stériles de sable. En fait, plusieurs écosystèmes productifs assurent une transition indispensable entre la mer et la terre. La plage de sable est, pour la végétation et les animaux, un milieu instable, surtout parce que les couches superficielles de la plage sont constamment remuées par les vagues et le vent.

Les organismes qui vivent sur les plages sont particulièrement adaptés à survivre dans ce type de milieu. Plusieurs espèces creusent le sable pour se protéger des vagues ou éviter de se dessécher à marée basse. D'autres, comme les oiseaux et les poissons ne font que passer.

Activités pour les élèves

1) *observer, ramasser et noter* : munis de sacs en plastique, les élèves sont priés de ramasser sur la plage 10 objets différents et de noter l'endroit où chacun d'eux a été trouvé.

2) *identifier les objets ramassés* : de retour en classe, ils séparent tout ce qui est biologique de ce qui ne l'est pas, et la matière animale du végétal. Ils identifient ensuite les prises. Chaque élève choisit alors une plante ou un animal, décrit sa forme, sa couleur et sa taille ; il le dessine, étudie ses habitudes en matière d'alimentation, de mouvement, de reproduction et d'autoprotection. Toute caractéristique singulière ou intéressante est analysée, comme par exemple l'influence qu'il pourrait avoir à subir de la part des êtres humains.

3) *reconstituer une chaîne alimentaire* : à partir des végétaux et des animaux recueillis afin de montrer comment les divers organismes interagissent les uns sur les autres au sein de l'écosystème et comment l'énergie se transmet d'un organisme à l'autre.

Etudes de cas

Les iguanes menacés

Des élèves de 16 ans de l'Instituto Preuniversitario Vocacional de Ciencias Exactas Comandante Ernesto Ché Guevarra, à Santa Clara (Cuba) ont choisi de mener leur projet Sandwatch à Los Ensenachos, grand banc de sable sur la côte nord du pays, promis au développement touristique. Ils s'y sont rendus tous les mois pendant huit mois afin de noter le nombre d'individus et les espèces d'oiseaux, de reptiles et de mollusques, ainsi que la quantité de déchets ; ils ont également interviewé les résidents. Les élèves ont fait part de leurs conclusions aux travailleurs du bâtiment pour s'assurer qu'au moment où le site serait dégagé pour faire place à l'hôtel certaines espèces soient protégées. Leur projet envisageait de capturer autant d'iguanes que possible et de les déposer sur un autre banc de sable resté intact et présentant des caractéristiques similaires pour leur sauvegarde.

Le marécage étouffé par les débris

Leur plage ayant été érodée à plusieurs reprises par des ouragans entre 2000 et 2005, les élèves de l'école primaire de Hope Town, aux Bahamas, ont débarrassé un marécage étouffé par les débris afin que l'eau et les poissons puissent y pénétrer de nouveau. Ils ont aussi effectué un relevé des différentes espèces présentes dans la mangrove et mesuré la température de l'eau, sa salinité et sa profondeur. Leur étude a même englobé l'écosystème de la forêt de pins qui s'étend derrière la mangrove et la plage.

Mesurer la qualité de l'eau

La qualité des eaux côtières est très importante, au plan de la santé et de la sécurité, sans parler de leur apparence. Les bactéries et les virus contenus dans les déchets humains et animaux contaminent les aliments, l'eau potable et les lieux de baignade. L'excès de nitrates et de phosphates dans le déversement d'eaux usées, d'ordures ménagères et commerciales, de détergents et de fertilisants peut favoriser le développement de plantes marines et provoquer une prolifération d'algues.

Des mallettes permettant d'effectuer des tests simples de la qualité de l'eau ont été mises au point pour mesurer les indicateurs de la pollution, en eau douce comme en eau saumâtre. Une simple mallette contenant suffisamment de produits chimiques pour tester plusieurs fois chacun des indicateurs coûte environ 40 dollars. Elle est sans danger et facile à utiliser.

Les élèves disposent des indicateurs simples suivants:

- **bactéries coliformes fécales:** présentes à l'état normal dans l'appareil digestif mais rares ou absentes dans une eau non polluée;
- **oxygène dissous:** indispensable pour la respiration de tous les organismes aquatiques;
- **demande d'oxygène biochimique:** mesure de la quantité d'oxygène dissous utilisée par les bactéries pour décomposer dans l'eau les déchets organiques;
- **le nitrate:** nutriment indispensable à toute plante ou tout animal aquatique pour fabriquer des protéines ;
- **le phosphate:** autre nutriment nécessaire à la croissance des végétaux et des animaux ;
- **le pH:** indice d'acidité ou d'alcalinité de l'eau ;
- **la température de l'eau:** elle influence de nombreux processus physiques et biochimiques, comme la teneur en oxygène de l'eau et la vitesse de métabolisme des animaux et des plantes ;
- **la turbidité:** elle mesure la quantité de matière et de plancton en suspension dans l'eau.

Etude de cas

Le canal bouché

Lorsque les élèves du collège de la commune de Bequia, à Saint Vincent et les Grenadines, ont étudié un canal bouché dans la région de Paget Farm, ils ont commencé par effectuer de nombreux tests sur les bactéries coliformes, l'oxygène dissous, le pH, les nitrates, les phosphates et la demande d'oxygène biochimique. Les résultats ont montré la présence de bactéries coliformes (voir photo), découverte inquiétante car les pêcheurs nettoyaient le poisson dans ce canal ; cette zone servait aussi à entreposer les homards vivants avant la vente, et c'était le lieu de baignade favori des enfants. Les élèves ont engagé une franche discussion avec les pêcheurs sur le danger de jeter n'importe où leurs déchets. Ils ont également débarrassé le canal des débris, posé des grillages pour éviter qu'il ne soit obstrué de nouveau, et ont aménagé et revégétalisé les alentours du canal.



Photo : P. Diamond

Chaque pays y dispose d'une page distincte sur le Web, et les écoles sont incitées à donner une tournure personnelle aux informations sur leurs pays. Le site présente une autre particularité : il offre aux enseignants un forum où ils peuvent afficher des idées neuves. Tout récemment s'y est ajoutée une section audio qui accueille soit l'enregistrement de discussions d'élèves entre eux à propos de Sandwatch, soit des entretiens qu'ils ont faits d'environnementalistes et de responsables de leurs communautés.

Multiplier le nombre d'écoles engagées

Ces quinze derniers mois, le manuel de Sandwatch a été distribué à des milliers d'écoles des régions côtières du monde entier y compris par l'intermédiaire du Réseau des écoles associées de l'UNESCO.

L'un des points forts de Sandwatch, c'est qu'il fournit un contact réel entre des écoles de nombreuses petites îles isolées. Il leur montre qu'elles... peuvent vraiment influencer sur le bien-être de leur environnement and communities.

Paul Diamond, Îles Vierges britanniques

du Programme de participation de l'UNESCO pour intégrer Sandwatch aux différents enseignements concernant les paysages, le recyclage, le tourisme et les écosystèmes.

Unir les efforts de l'UNESCO à ceux des partenaires intéressés permet par ailleurs d'optimiser l'impact de Sandwatch, comme le prouve la collaboration de l'UNESCO avec l'ONG régionale Live and Learn Environmental Education. A Maurice, le Centre de documentation, de recherche et de formation sur l'océan Indien du sud-ouest, une autre ONG, est sur le point de lancer un projet inspiré de Sandwatch pour faire progresser les connaissances et la compréhension de la gestion des plages, du changement climatique et des questions connexes chez les résidents de deux communautés côtières de l'île.

Sandwatch a connu un grand succès auprès des élèves, car c'est leur œuvre. Ils aiment étudier leur propre environnement plutôt que de découvrir celui des autres dans des livres.

Gail Townsend, Module de conception des programmes scolaires, Îles Cook

Près de deux ans après le début de la Décennie des Nations unies pour l'éducation en vue du développement durable (2005–2014), Sandwatch est particulièrement pertinent. Avec sa méthode participative et son insistance sur l'«apprentissage actif», le projet constitue un outil pédagogique exemplaire.

Gillian Cambers² and Fathimath Ghina³

Pour en savoir plus : csi1@unesco.org; www.sandwatch.org
Découvrez les projets du concours Sandwatch:
www.unesco.org/csi/smis/siv/inter-reg/sandw1entries.htm
Téléchargez le Manuel :
www.unesco.org/csi/pub/papers3/sande.htm

2. Ancienne consultante de l'UNESCO

3. Consultante à l'UNESCO pour le CSI, Paris

Aider l'élite africaine à développer la science en Afrique



Etudiants lors d'une conférence au CIPT

Un programme de bourses de trois ans donne la possibilité à des étudiants de troisième cycle africains d'étudier à l'étranger tout en restant affiliés à des institutions de leurs propres pays.

Financé par le gouvernement japonais via les Fonds de dépôt de l'UNESCO, le programme est administré par le Centre international Abdus Salam de physique théorique (CIPT) de l'UNESCO, à Trieste (Italie). Le programme a été inauguré en mai 2005 par le Directeur général de l'UNESCO, Koïchiro Matsuura.

Comme d'incessants rapports l'ont signalé, un grand nombre d'Africains diplômés en mathématiques ou autres sciences ont abandonné leur pays d'origine pour poursuivre ailleurs leur carrière. Il est même inquiétant de voir le faible pourcentage d'étudiants africains qui ont, ces dernières décennies, entrepris des études avancées en mathématiques et en sciences en général.

« Personne ne nie qu'il y ait une crise », déclare K.R. Sreenivasan, Directeur du CIPT. « De fait, les observateurs déplorent depuis un certain temps le manque chronique de professeurs et d'étudiants très compétents en mathématiques et en sciences en Afrique ».

« La question » ajoute Sreenivasan, « n'est pas de constater ce qui se passe – c'est suffisamment évident – mais de décider ce qu'il faut faire. C'est pourquoi nous sommes si heureux d'avoir bénéficié de la générosité du Japon avec des fonds permettant de lancer le programme des bourses Mori à l'intention de jeunes scientifiques et mathématiciens de l'Afrique subsaharienne. Portant le nom de Yoshiro Mori, ancien Premier ministre japonais, le projet dispose d'une dotation de 440 000 dollars.

Concrètement, le programme des bourses Mori offre chaque année 10 bourses de trois ans à des étudiants qualifiés dans des domaines très

variés des mathématiques et de la physique. Il vise, à long terme, à renforcer les compétences de l'Afrique subsaharienne en offrant des possibilités d'études et de recherche de haut niveau à des personnes qui poursuivent leurs études jusqu'à des diplômes avancés de doctorat et de post-doctorat dans des domaines comme la physique de la matière condensée, la physique de l'atmosphère et du climat, la dynamique des fluides, l'océanographie et la sismologie, ainsi que les mathématiques pures et appliquées.

Les demandes de bourses sont examinées par un panel nommé par le CIPT et composé de scientifiques dont certains appartiennent au Centre et d'autres non.

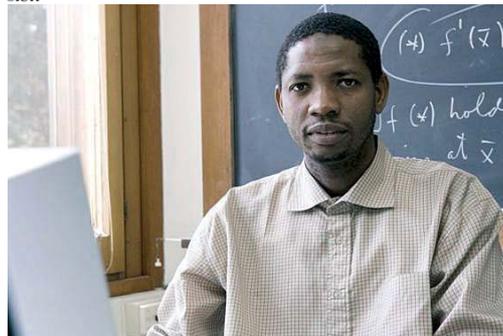
Huit bénéficiaires de bourses Mori partagent actuellement leur temps entre le CIPT et leurs institutions dans leurs pays, pour obtenir un diplôme d'études avancées (voir photos et encadré).

Combattre la fuite des cerveaux et favoriser l'excellence

« Dans la décennie 1970 », dit Gallieno Denardo, conseiller spécial du directeur du CIPT et ex-chef du bureau des activités extérieures du Centre, l'Afrique subsaharienne disposait de quelques-uns des meilleurs établissements d'enseignement supérieur du monde en développement, comme ceux de Dar-es-Salam en Tanzanie, Ibadan au Nigeria, Khartoum au Soudan et Makerere en Ouganda.

« Des dizaines d'années de laisser-aller, d'instabilité politique et de violence »,

©CIPT



Ali Bashir, dans son bureau du CIPT. C'est le premier bénéficiaire d'une bourse Mori, arrivé à Trieste en février 2006. Bashir est assistant en mathématiques à l'Université Bayero de Kano (Nigeria), où il a obtenu son master. Sa spécialité est l'analyse fonctionnelle et non linéaire. Il espère que ses trois séjours prolongés au CIPT au cours des trois prochaines années – d'une durée de six mois chacun – lui permettront d'obtenir avant la fin de 2009 son doctorat de l'Université du Nigeria

Du séisme à la circulation sanguine...

Au total, ce sont huit bénéficiaires de bourses Mori qui étudient actuellement au CIPT pour obtenir un diplôme avancé. Ils seront rejoints cette année par six autres boursiers Mori. Sur ces pages, le portrait des boursiers Mori actuels:

Paulina Ekuia Amponsah est maître assistante au département de géologie de l'Université du Ghana, à Legon, et sismologue principale au Geological Survey Department du Ghana, à Accra. Elle examine les risques de séismes et les stratégies de réduction de leurs effets en Afrique, en créant des modèles de simulation des mouvements du sol qui permettent d'évaluer les comportements potentiels de la sismicité dans le continent.

Oluwayomi Peace Faromika est assistant à l'Université fédérale de technologie d'Akure (Nigeria). Faromika est spécialiste de la dynamique des fluides, et plus précisément de la construction de modèles mathématiques et de simulations par ordinateur en tant qu'instruments d'analyse de la circulation sanguine.

Folsade Mayowa Olajuyigbe est, lui aussi, assistant à l'Université fédérale de technologie d'Akure. Il applique la technologie du laser aux études biologiques, notamment afin de mettre en lumière la structure des enzymes, ainsi que la fonction et la dynamique des microorganismes du sol.

Mohammed Khalil Salih Saeed est physicien en médecine au Centre de radiologie et d'isotopes de Khartoum (Soudan). Il travaille sur la détermination des dosages et l'amélioration des mécanismes de contrôle de qualité en radiothérapie afin de mieux protéger les patients aussi bien que le personnel médical.

Abdulrafiu Tunde Raji, né au Nigeria, est actuellement instructeur à l'Université du Cap (Afrique du Sud). Raji est spécialisé en physique de l'état solide. Plus précisément, il met au point des simulations sur ordinateur pour étudier les effets du stress, de la température et de la pression sur la matière, notamment sur les métaux.



Uguette Flore Ndongmouo Taffoti, dans son bureau du CIPT. Cette bénéficiaire d'une bourse Mori a obtenu en novembre 2005 son doctorat à l'Institut de mathématiques et physique de Porto-Novo (Bénin). Ses recherches portent sur la dynamique moléculaire, notamment dans l'absorption de l'eau sur des surfaces gelées

regrette Denardo, « ont laissé ces établissements dans un état pitoyable et poussé bon nombre de mathématiciens et autres scientifiques, parmi les plus capables de la région, à aller poursuivre ailleurs leurs carrières ».

Le problème, selon de nombreux observateurs, est que les professeurs n'ont pas su maintenir la recherche et l'enseignement au niveau des normes admises par leurs homologues des autres régions du monde. De leur côté, les étudiants n'ont pas pu s'inscrire à des cours ou mener des expériences de laboratoire qui leur auraient permis d'acquérir le savoir et les compétences nécessaires pour devenir d'excellents mathématiciens ou scientifiques.



Brice Rodrigue Malonda Bounou, dans son bureau du CIPT. Né et élevé au Congo, ce bénéficiaire d'une bourse Mori est doctorant au Centre de physique atomique et d'optique quantique à l'Université de Douala, au Cameroun. Ses recherches portent sur la physique de la matière condensée et plus précisément sur les propriétés électroniques et magnétiques des nanostructures

« Des enquêtes nous montrent », ajoute Denardo, « qu'un mathématicien ou un scientifique d'un pays en développement – notamment de l'un des pays les moins développés – qui s'éloigne de son pays pendant plusieurs années a peu de chances d'y revenir de manière définitive ». Pour tenter de mettre fin à cette fuite chronique des cerveaux, les institutions ont adopté une stratégie qui oblige les étudiants à rester inscrits dans les universités de leurs pays, ou qui leur sont affiliées, tout en bénéficiant des meilleurs services et des contacts scientifiques disponibles dans un autre pays.

L'UNESCO applique le même principe au niveau intra régional. Le bureau régional de science de l'Organisation à Nairobi (Kenya) attribue, par exemple, depuis 15 ans des subventions à des professeurs d'université africains confirmés afin qu'ils puissent effectuer de brefs séjours d'enseignement et/ou de recherche dans un autre établissement africain (voir encadré).

Un «programme sandwich »

« Voici comment fonctionne la stratégie que nous avons adoptée pour le programme des bourses Mori », explique Sreenivasan. « Les participants s'inscrivent dans des établissements de leurs pays mais peuvent venir au CIPT – et à d'autres établissements scientifiques de Trieste – pour y

passer de longues périodes réparties sur trois années successives, en participant aux travaux de recherche et de formation et aux débats avec d'éminents scientifiques. De fait, tous les étudiants sont placés sous la supervision de deux responsables, l'un d'eux étant attaché au pays d'origine, l'autre à un établissement scientifique de Trieste ».

« Au-delà des avantages immédiats qu'en retirent les étudiants », poursuit Sreenivasan, « nous escomptons que le programme aura un grand effet d'entraînement, dans la mesure où les futurs diplômés s'engageront dans l'enseignement après leur retour au pays. Avec le temps, le nombre de bénéficiaires parmi les jeunes Africains qui s'intéressent aux sciences et aux mathématiques ira en augmentant ».

Le CIPT n'est pas étranger à cette stratégie, que l'on a fini par appeler « programme sandwich ». Charles Chidume, membre du groupe des mathématiciens du CIPT, a lancé à l'Université du Nigeria à Nsukka un programme sandwich de mathématiques, soutenu par le CIPT. Ce programme a déjà apporté son soutien à 10 étudiants, qui ont passé environ une moitié du temps dans leurs propres établissements et l'autre au CIPT.

Par ailleurs, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) de Vienne (Autriche) a lancé avec le CIPT en 2004 le Programme sandwich de formation et d'enseignement (STEP), afin de donner à des étudiants de pays en développement des possibilités de recherches et de formation dans une large gamme de domaines touchant à la physique et aux mathématiques. Dans le cadre du programme, les étudiants passent une partie du temps chez eux et une partie dans des instituts en Italie. Quelque 50 étudiants sont actuellement concernés par le STEP.

« L'expérience acquise par le CIPT ces dernières années dans les programmes sandwich », dit Chidume, « nous a permis de mettre rapidement en œuvre le programme des bourses Mori ».

Le CIPT est loin d'être un nouveau venu en matière de formation avancée des étudiants. Fondé, il y a 40 ans, par Abdus Salam, éminent physicien pakistanais et Prix Nobel en 1979, le centre forme 4 000 étudiants chaque année.

Daniel Schaffer⁴

Pour en savoir plus: www.ictp.it; schaffer@ictp.it

4. Chargé de l'information du public au CIPT

Des scientifiques africains au service de la science africaine

Le Réseau africain d'institutions scientifiques et technologiques (RAIST) a été créé en 1980 par l'UNESCO, qui abrite à Nairobi son secrétariat.

L'UNESCO prélève des ressources extrabudgétaires auprès de ces institutions aussi bien qu'auprès d'autres sources afin de former de jeunes scientifiques en troisième cycle et d'élargir le champ d'expérience de scientifiques confirmés.

Peuvent devenir membres du RAIST les facultés de science et d'ingénierie de toutes les universités et autres institutions d'enseignement supérieur de l'Afrique subsaharienne. Les subventions accordées chaque année à des professeurs africains confirmés relevant des institutions membres du RAIST permettent aux bénéficiaires d'enseigner ou de se livrer à des recherches dans une autre institution du réseau. Ces activités prennent la forme de bourses de formation postdoctorale, d'échanges de personnel ou de bourses de voyages.

Ces 15 dernières années, 248 subventions ont été attribuées. En retournant ensuite dans les établissements de leurs pays, les bénéficiaires y apportent un savoir et des compétences nouvellement acquis.

Dans le même esprit, l'UNESCO facilite la diffusion dans toute l'Afrique des résultats des recherches en accordant une subvention à la revue publiée en ligne par le RAIST : l'*African Journal of Science and Technology*.

Pour en savoir plus (à Nairobi): www.ansti.org;
Joseph.Massaquoi@unesco.unon.org

Vue aérienne du CIPT



Agenda

15–19 janvier

Système d'alerte aux tsunamis et autres dangers côtiers pour les Caraïbes

Groupe international de coordination (GIC). Organisé par l'UNESCO-COI. Venezuela (à Cartagena): c.toro@unesco.org

22–25 janvier

Analyse des risques de glissements de terrain et gestion durable des catastrophes

Symposium du Programme international sur les glissements de terrain. Associé à la 1ère session du Comité mondial de promotion. UNU, Tokyo (Japon): b.rouhban@unesco.org; www.unesco.org/disasters

24–30 janvier

Recherche scientifique, technologie et innovation pour le développement de l'Afrique

Sommet de l'Union africaine, Addis Ababa (Éthiopie): Joseph.Massaquoi@unesco.unon.org; m.el-tayeb@unesco.org; www.nepadst.org

26 janvier

Conditions favorisant les épidémies d'infections respiratoires

Réunion de l'UNESCO, Académie européenne des arts, sciences et humanités, Trace Element Institut pour l'UNESCO, OMS, Association française pour l'avancement des sciences, Société européenne pour les infections émergentes. UNESCO Paris (Salle IX): susan.gamon@trace-element.org; trace.elem.for.unesco@wanadoo.fr

29 janvier – 1er février

Changement climatique 2007

Groupe de travail du Groupe d'experts intergouverne-

mental OMM-PNUE sur l'évolution du climat, pour finaliser l'évaluation de l'état des connaissances en physique du changement climatique, contribution au 4ème rapport à paraître. UNESCO Paris (Salle II): a.fischer@unesco.org

5–9 février

Système d'alerte rapide aux tsunamis pour l'Atlantique Nord-Est et la Méditerranée

Réunion du GIC. Bonn (Allemagne): p.kolterman@unesco.org

14–16 février

Conseil scientifique du PICG

Réunion du Programme international en géosciences à l'UNESCO Paris. Dépliant sur les nouvelles priorités du PICG disponible: r.missotten@unesco.org; m.patzak@unesco.org

15–16 février

Le monde des affaires dans le développement durable des villes

Atelier avec industriels et hommes d'affaires de Yaroslavl, Cherepovets, Vologda, Kostroma et autres villes russes, autorités nationales, municipales et organismes scientifiques. Dans le cadre du Projet pour favoriser la Coopération le long d'un grand fleuve : le bassin de la Volga. UNESCO Moscou est partenaire du consortium. Yaroslavl: www.unesco.ru; m.prchalova@unesco.ru

19–23 février

Système d'alerte rapide aux tsunamis pour l'Océan Indien

Réunion du GIC. Nairobi (Kenya): j.cunneen@unesco.org

20–21 février

Lancement du projet du delta de la Volga

1ère réunion du Comité de pilotage du projet de l'UNESCO soutenu par Coca-Cola HBC Eurasia, pour sensibiliser à l'environnement de la Volga, ses marais et sa biodiversité. Vise les autorités locales, les communautés et les écoles. Moscou:

www.unesco.ru;
m.prchalova@unesco.ru

22 février

Les femmes et la science

Cérémonie annuelle de remise des prix l'OREAL-UNESCO. UNESCO Paris: r.clair@unesco.org; www.forwomeninscience.com

10–15 mars

Analyse diagnostique des questions côtières et marines de la ROPME

Cours de formation d'experts désignés par les gouvernements d'Arabie saoudite, Bahreïn, Emirats arabes unis, Iran, Irak, Koweït, Oman, Qatar. L'UNESCO Doha, avec les bureaux de l'UNESCO en Irak et Téhéran, PNUE, Organisation régionale pour la protection de l'environnement marin (ROPME) et Université de Bahreïn. Doha: b.boer@unesco.org

23 mars

50ème anniversaire de l'ère de l'espace

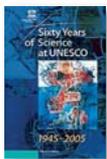
Célèbre le 50ème anniversaire du lancement de Spoutnik (voir p.4), et le 40ème anniversaire du Traité de l'espace extra-atmosphérique. Organisé par la Fédération internationale astronomique en coopération avec l'UNESCO: r.missotten@unesco.org; www.iafastro.com

Vient de paraître

Earthquake Spectra

W. Iwan (Ens. Technique) Collection Sciences de la Terre, Editions UNESCO/Earthquake Engineering Research Institute 43,00, ISBN 92-3-104037-5; en anglais, 916 p.

Rapport exploratoire sur les grands séismes de Sumatra et les tsunamis de l'océan Indien du 26 décembre 2004 et 28 mars 2005. Conçu comme ouvrage définitif de référence sur ces catastrophes, ce numéro spécial de la revue *Earthquake Spectra* traite de : sismologie, géologie et géophysique ; études de terrain et analyses des tsunamis; résistance des structures et des dispositifs de sécurité ; préparation; effets sur la société; rétablissement et reconstruction. Études de cas de tsunamis par 12 pays, avec une discussion des aspects sismologiques et géologiques et des analyses de l'impact sur les communautés de la région.



Sixty Years of Science at UNESCO, 1945–2005

Éditions UNESCO, 30,00, ISBN: 976-92-3-104005-4; en anglais, version française prévue, 696 p. (voir p.13)

Lesotho Science & Technology Policy 2006–2011

Collection Études en Politique scientifique. Publié par la Division de la politique scientifique et du développement durable, en anglais, 92 p.

Etabli par l'UNESCO de concert avec l'UNECA, l'ONUDI, la CNUCED et la Commission des Nations unies sur la S & T pour le développement. Analyse la situation socio-économique et celle de la S&T, ainsi que les effectifs et les institutions de S&T. L'étude propose des mesures politiques et une stratégie de mise en œuvre en trois phases. Pour la télécharger:

www.unesco.org/science/psd/thm_innov/country_stud.shtml



Science in Africa

Contribution de l'UNESCO au Plan de l'Afrique pour la science et la technologie d'ici 2010

Division des politiques scientifiques et du développement durable. En français et en anglais, 32 p.

Présente les programmes, réseaux et projets de l'UNESCO en Afrique. Avec liste des Centres de ressources microbiennes de l'UNESCO en Afrique, ses chaires, ses sites du patrimoine mondial et réserves de biosphère. Sera remis aux chefs d'Etats et de gouvernements lors du sommet de l'Union africaine du 24 janvier (voir Agenda ci-dessus). Demander un exemplaire:

s.schneegans@unesco.org; a.candau@unesco.org; ou télécharger: www.unesco.org/science/science_africa.shtml

Exit from the Labyrinth

Integrated coastal management in the Kandalaksha District, Murbank Region of the Russian Federation

Ministère de l'éducation et des sciences de la Fédération de Russie et de l'Université hydrométéorologique de l'Etat russe. En anglais avec Avant-propos et Résumé également en russe.

Centralisation du pouvoir politique, planification de l'économie et absence de marchés concurrentiels dans l'ancienne Union soviétique expliquent que les côtes de la Russie ont été administrées de façon différente de celles du reste du monde, où se mettait en place la gestion intégrée. La législation de la Fédération de Russie ne reconnaît toujours pas la région côtière comme une entité, chacune de ses ressources étant soumise à une réglementation distincte. Exception à la règle, le district de Kandalaksha publie un « schéma directeur » sur la façon dont la gestion intégrée des côtes pourrait être appliquée à d'autres régions du littoral nord. Pour le télécharger: www.unesco.org/csi/pub/papers4/lab.htm

Biodiversité et acteurs

Notes techniques des réserves de biosphère 1–2006, L'UNESCO- MAB, en français et en anglais, 80 p.

Pour nourrir le débat sur la difficulté de concilier la protection de l'environnement et la mise en valeur dans les réserves de biosphère. Demander un exemplaire: m.bouamrane@unesco.org

Groundwater for Emergency Situations

J.Vrba et B.Verhagen (Ed), IHP – VI Series on Groundwater 12, en anglais, 94 p.

Présente le projet du PHI sur le Recours aux eaux souterraines dans les situations d'urgence (2002–2007), qui recense par précaution les ressources en eaux souterraines de bonne qualité, saines et abondantes, susceptibles de remplacer temporairement des réseaux endommagés. Pour en savoir plus: a.aureli@unesco.org; a.lipponen@unesco.org

Pour les jeunes



Explique-moi la Terre

De Philippe Bouysse, Collection A la découverte du monde, Editions UNESCO / Editions Nouvelle Arche de Noé, 8,00, ISBN 92-3-204015-8, Existe en français, anglais et espagnol, 48 p.

Destiné aux 11–16 ans, ce livre présente les principaux aspects des sciences de la Terre : la place de notre planète dans l'univers et dans le Système solaire, sa structure, la tectonique des plaques, le rôle de l'atmosphère et de l'hydrosphère, la formation des reliefs, les glaciations, les risques naturels. Souligne l'immense changement d'échelle entre temps géologique et temps humain.