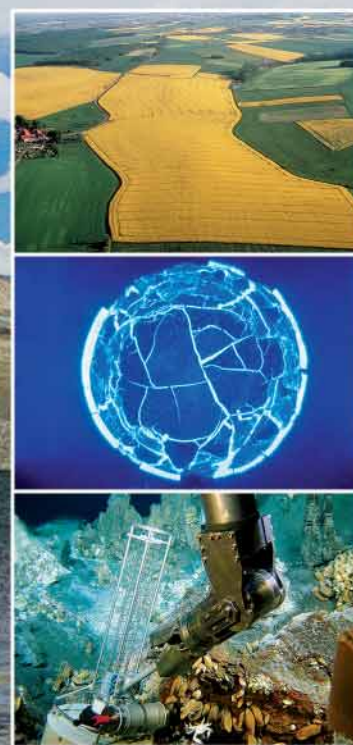


La Terre

au cœur de la science

Planet Earth at the Heart of Science



Avant-propos de Jean Dercourt

La Terre
au cœur de la science

Planet Earth
at the Heart of Science

La Terre au cœur de la science

Planet Earth
at the Heart of Science

Avant-propos de Jean Dercourt
Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

BRGM Éditions
Bureau de recherches géologiques et minières

IRD Éditions
Institut de recherche pour le développement

Éditions Quæ
Cemagref, Cirad, Ifremer, Inra

Les éditions du Muséum
Muséum national d'histoire naturelle

Paris, 2008

Cet ouvrage a été réalisé dans le cadre de l'Année internationale de la planète Terre.

This publication has been produced for the International Year of Planet Earth.



Photo de couverture Cover photograph

© IRD/C. Luro – Le volcan Parinacota (6 340 m), Nord-Chili.

En vignette Vignettes

© Inra/M. Adrian – Colza en Lorraine.

© Inra/P. Stengel – Image de fissures dans un sol argileux.

© Ifremer/Victor – Campagne Momareto 2006, bras du Victor 6000, robot télé-opéré de l'Ifremer.

© IRD/F. Anthony – L'orchidée *Mormodes colossus*, Costa Rica.

© IRD/M.-A. Pérouse de Montclos – Foule au Nigéria.

Les photos présentées dans cet ouvrage sont issues des banques d'images du BRGM, du Cemagref, de l'Inra, de l'Ifremer, de l'IRD, du Meeddat et du MNHN. Elles sont publiées avec l'aimable autorisation de ces organismes et de leurs auteurs.

The photographs in this book are from the image banks of the BRGM, Cemagref, Inra, Ifremer, IRD, Medad the MNHN. They are reproduced with kind permission from these organisations and from their authors.

Coordination éditoriale Editorial coordination

BRGM/Geoffroy Lehideux-Vernimmen et Jocelyne Marpeaux
IRD/Thomas Mourier

Rédaction Written by

Martine Castello

Traduction Translated from the French by

Ilona Bossanyi

Coordination prépresse et mise en page Prepress coordination and layout

IRD/Catherine Plasse
avec Gris Souris/Aline Lugand

Correction Copy-editing

IRD/Yolande Cavallazzi

Coordination impression Print coordination

Quæ/Dominique Bollot et Jean-Paul Langénieux

Maquette de couverture Cover design

IRD/Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure Content layout

IRD/Catherine Plasse

Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit (reprographie, microfilmage, scannérisation, numérisation...) de la présente publication, faite sans l'autorisation des coéditeurs, est illicite (article L 122-4 du Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992) et constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles L 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. L'autorisation de reproduction de tout ou partie de la présente publication doit être obtenue auprès des coéditeurs.

© BRGM/IRD/Quæ/MNHN, 2008

ISBN BRGM : 978-2-7159-2442-0

Sommaire

Contents

Aux origines de la Terre et de la vie.....	11
The Birth of Planet Earth	
Les paysages.....	29
Landscapes	
La biodiversité à préserver.....	57
Biodiversity under threat	
Le bleu de la planète.....	81
Our blue planet	
Les ressources minérales.....	113
Mineral resources	
La terre nourricière.....	131
Agriculture, or nourishment from the Earth	
Les énergies renouvelables.....	161
Renewable energy	
L'eau, élixir de vie.....	173
Water, or the elixir of life	
Le climat change.....	189
Our climate is changing	
Les risques naturels.....	205
Natural risks	
Un équilibre fragile.....	227
Earth's fragile equilibrium	
Le peuple des hommes.....	245
Peopling the planet	

À la mémoire
de **Camille Raichon**,
directeur des éditions Quae.

To the memory
of **Camille Raichon**,
Director of Editions Quae.

Comité de pilotage

Steering Committee

Geoffroy **Lehideux-Vernimmen**, Jocelyne **Marpeaux** et Denis **Vaslet**, pour le BRGM

Camille **Cédra** et Nicolas **de Menthière**, pour le Cemagref

Danièle **Lemercier**, Pascale **Pessey-Martineau** pour l'Ifremer

Jean-Marie **Bossennec** et Jean-Pierre **Castelli**, pour l'Inra

Thomas **Mourier**, pour l'IRD

Jeannine **Faure-Jones** et Jean-Marc **Neuville**, pour le Meeddat

Philippe **Pénicaud** et Anne **Roussel-Versini**, pour le MNHN

Camille **Raichon** (†) et Dominique **Bollot** pour les éditions Quae

Avant-propos

Sept établissements de recherche ont décidé, à l'occasion de l'Année internationale de la planète Terre, de constituer, à partir de leurs collections, un album de magnifiques photos illustrant la Terre. Pour cette année, l'accent a été mis par la France sur « les géosciences au service de l'humanité ».

Au printemps 2008, les peuples de 37 nations souffrent du manque de nourriture, de famines ; des émeutes de la faim ont éclaté. Alors que la planète compte 6,5 milliards d'habitants, plus de huit cents millions d'entre eux souffrent de malnutrition. La Food and Agriculture Organization (FAO) avait, en 1992, planifié une réduction de ce nombre de moitié; elle constate aujourd'hui que l'objectif est loin d'être atteint. Et nous ne sommes que 6,5 milliards d'habitants! Nous serons, selon les hypothèses démographiques basses, 9 milliards en 2050 ; alors il faut agir.

Certes, l'Europe est le seul continent où il est prévu une diminution de population, mais tous les autres connaissent une importante augmentation et nous avons en ligne de mire toute la planète et tous ses habitants.

Il est légitime que l'Année internationale concerne la Terre en temps que planète. Car toute la dynamique de ce système n'est compréhensible que prise dans son ensemble. La **mécanique céleste**, l'une des plus remarquables découvertes de l'esprit humain, régit les liens entre le Soleil et la Terre, entre la Terre et les autres planètes ; elle est au cœur de la géodynamique. Soleil et planètes sont constitués d'éléments de poussière et de grains galactiques où se retrouvent tous les éléments chimiques du tableau de Mendeleïev dont plusieurs sont radiogéniques.

Le volume du Soleil est tel que des fusions nucléaires s'y produisent et de l'énergie s'en dégage ; elle atteint toutes les planètes où elle détermine leur géodynamique externe. Ainsi sur la terre elle est à l'origine des vents entre équateur et pôles et des courants thermiques dans les océans.

Le volume de la planète Terre étant très inférieur à celui du Soleil, l'énergie est produite ici par fission nucléaire qui conduit à la formation de courants de convection, moteurs de la géodynamique interne ; cela se traduit, dans les enveloppes supérieures (croûte, manteau), par des émissions de laves et de gaz, par l'ouverture des océans et les déplacements des continents qui leur sont associés. Bien que les vitesses de ces déplacements soient modestes (l'unité en est le cm/an), ils sont brutaux et se traduisent par des séismes. Les géophysiciens s'attachent à rendre prévisibles ces risques naturels.

Les courants de convection dans le noyau de la Terre engendrent le magnétisme terrestre, responsable dans la haute atmosphère d'un bouclier gazeux : la magnétosphère. Il protège la planète du vent solaire, laisse passer les

rayons lumineux mais bloque une partie des gaz à effet de serre émis par la surface terrestre. L'Homme agit sur la composition d'une partie de ces gaz.

La Terre est d'abord nourricière. La faim dans le monde est une plaie qui prime sur toutes les autres. Les géosciences contribuent à la résorber en portant intérêt au sol, milieu de vie, et à l'eau douce. L'accroissement de la production de céréales, en particulier, est recherché, soit en augmentant les surfaces cultivées, comme cela s'est fait entre 1810 et 1920 lorsque la population mondiale est passée de 1 à 2 milliards d'habitants, soit en augmentant la productivité des sols par irrigation et modification des pratiques agricoles (engrais, semences...), ce qui a été accompli entre 1960 et 2000 lorsque la population a doublé de nouveau, passant de 3 à 6 milliards. Quelle que soit la voie, la production agricole devra croître. Avec la disponibilité des sols, celle de l'eau douce est le principal facteur limitant cette croissance. Cela peut être réglé :

- en utilisant des pratiques agricoles peu consommatrices d'eau ;
- en organisant l'irrigation, mais les sites susceptibles d'être équipés sont peu nombreux et très insuffisants à l'échelle du problème à résoudre ;
- par extension des domaines à pluviosité élevée ; or les terres exploitables de ce type, non cultivées, sont aujourd'hui couvertes de forêts équatoriales et tropicales.

Des choix devront être faits ; le binôme eau-sols est au cœur des problèmes, et les géosciences contribuent à les résoudre.

Si la terre est nourricière, elle fournit aussi **énergie et matériaux**. Certes, ce furent d'abord les pierres qui prévalurent puis, synchroniquement, les matériaux énergétiques et métalliques.

Dans l'histoire l'homme tirait son énergie de ses seuls muscles, mais il y a 400 000 ans, il sut conserver et déplacer le feu qui lui permit par l'utilisation du charbon de bois de fabriquer des récipients d'argile cuite et des outils métalliques élaborés. Le traitement des minerais (le fer, le cuivre, les alliages comme le bronze) marquèrent de grandes étapes de l'histoire de l'humanité. L'énergie éolienne et l'énergie hydraulique furent également utilisées. Mais le grand saut énergétique s'amorça à la fin du XVIII^e siècle avec la découverte et l'extraction du charbon « de terre ». Ainsi naquit la civilisation industrielle, et les géosciences s'appliquèrent à la découverte et l'extraction des ressources. Au cours du XX^e siècle, les sources d'énergie se diversifièrent (pétrole, gaz, uranium, géothermie, barrages hydroélectriques). Depuis quelques années, les réserves étant connues et multiples, la recherche s'est faite plus rare. Mais l'arrivée de nouveaux pays consommateurs bouleverse la donne. Les géosciences sont à présent extrêmement sollicitées, les prix des matières premières explosent, ce qui se conjugue aux défis alimentaires.

Ces actions ne sont pas sans conséquences sur la planète. Certes, il convient de réhabiliter les sites d'exploitation, mais aussi de traiter les déchets industriels de toute nature qui polluent l'environnement et interviennent sur le climat. Ce défi que les géosciences ont à relever est très nouveau par son ampleur ; elles y consacrent une attention extrême.

Le climat change. C'est une des préoccupations principales des dirigeants de très nombreux pays.

Il convient de placer ce changement dans son contexte pour ne rien minimiser ni ne rien exagérer, c'est-à-dire pour ne pas se tromper dans la manière d'agir. L'espèce humaine s'est dégagée des hominidés au cours de l'ère quaternaire, c'est-à-dire il y a 1 à 3 millions d'années. Alors, comme ce fut rarement le cas dans l'histoire de la Terre

depuis un milliard d'années, les pôles étaient couverts d'inlandsis, les reliefs de glaciers. Il est établi, grâce aux bulles d'air piégées dans les glaces, que la mécanique céleste se produit avec des cycles divers et superposés (400 000, 100 000, 40 000, 20 000 ans). La même cyclicité se retrouve dans les gaz à effet de serre. C'est dire que l'espèce *Homo sapiens* (apparu entre 200 000 et 120 000 ans) a vécu plusieurs de ces épisodes et a connu des variations de températures moyennes annuelles importantes (de l'ordre de 15 °C) entraînant lors des réchauffements la fonte des glaces et donc l'élévation du niveau des mers, et des baisses lors des refroidissements. Il en fut ainsi il y a 18 000 ans lors du dernier maximum glaciaire ; alors le niveau des mers était situé à moins 120 mètres par rapport à l'actuel. Il remonte depuis.

Mais, il apparaît que depuis l'ère industrielle, les émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄...) influent sur la température moyenne annuelle. Ce fait est avéré depuis environ 1985, mais il est probable qu'il se manifeste depuis le début de l'ère industrielle. Or, l'accroissement des gaz à effet de serre provoque cette élévation des températures. Pour ne pas l'accentuer, même s'il est inexorable et naturel, il est important de ne pas accélérer ce phénomène.

Des énergies renouvelables, non émettrices de ces gaz, sont très recherchées. L'énergie éolienne, qui joua un grand rôle dans la navigation par exemple, est utilisée, ainsi que l'énergie solaire, la géothermie, le nucléaire de fission, etc. A plus long terme (la fin du XXI^e siècle), il n'est pas exclu que l'énergie nucléaire de fusion puisse être mise en œuvre. Par tous les développements de ces énergies, transformées en électricité, les géosciences sont significatives pour l'aménagement du territoire. Les géosciences sont actives dans la recherche de ces nouvelles ressources d'énergie à exploiter.

A chaque modification climatique de l'un des cycles thermiques, **la biodiversité change**. En zones tempérées, les espèces migrent vite (animales) ou lentement (végétales), vers le nord dans les périodes de réchauffement de ce cycle et vers le sud dans les périodes de refroidissement. Certaines espèces ne survivent pas, mais l'essentiel d'entre elles trouve un biotope à leur convenance — la paléontologie en fournit de nombreux exemples.

L'extrême développement de l'espèce humaine conduit à des conflits entre l'homme et les autres espèces vivantes et ceux-ci s'intensifient en 2050. Il est nécessaire de ménager des conditions de migration entre les concentrations humaines, mais surtout de ne pas surexploiter les stocks vivants, ce qui est particulièrement important pour les milieux aquatiques ; là il importe de développer l'aquaculture. Il est, cependant, inexorable que la biodiversité évolue. Le changement du climat en est l'un des paramètres, la présence de l'Homme, surtout dans les endroits les plus peuplés, en est un autre.

Les géosciences sont au cœur de la société humaine. Elles sont en cours de développement et entraînent de nouvelles connaissances qui sont, ensemble, au service de l'humanité. Ce bel album montre l'état actuel de la planète. C'est un court instant de l'histoire à replacer dans son contexte, sans oublier que chaque homme, chaque femme a droit à une vie saine dans un environnement durable et dans les meilleures conditions que les connaissances lui permettent.

Jean Dercourt
*Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences,
Président du comité stratégique (France)
de l'Année internationale de la planète Terre.*

© IRD/L. Audin
La cordillère occidentale au Chili et en Bolivie
avec au fond l'altiplano, vaste plateau
de 4 000 m d'altitude moyenne.

The Western Andes in Chile and Bolivia,
looking across to the altiplano, a broad
plateau some 4,000 m above sea level.



Aux origines de la Terre et de la vie

The Birth of Planet Earth

La Terre est née il y a 4,6 milliards d'années, sur le bord extérieur de notre galaxie, la Voie lactée. Ni trop loin ni trop près de son étoile, les conditions étaient réunies pour que l'eau y perdure sous forme liquide, condition indispensable à l'apparition et au développement de la vie. L'histoire de notre planète n'est encore que partiellement connue, mais les progrès spectaculaires accomplis au cours des dernières décennies par les différentes disciplines de la géologie et de la géophysique permettent de retracer, de manière de plus en plus précise, les grandes étapes de son évolution.

Planet Earth was formed some 4.6 billion years ago, near the outer rim of our galaxy, the Milky Way. Thanks to its position in relation to the sun, conditions were such as to allow water to remain in liquid form, the essential prerequisite for life to emerge and develop. Our planet's history is not yet fully understood, but in the last few decades, spectacular advances in geology and geophysics have made it possible to give an increasingly accurate account of the main phases in its evolution.

L'histoire de la Terre

The History of our Planet



Depuis son origine, la Terre est en perpétuelle évolution. Animée par les courants de convection du manteau, sa croûte s'est maintes fois reconstituée et déformée, son atmosphère a évolué. Son paysage et son climat ont aussi été modifiés, faisant alterner des périodes glaciaires, des périodes de sécheresse, des épisodes chauds et humides... Paléontologues, glaciologues, géologues s'attachent à décrire les différentes ères géologiques: de l'Hadéen qui a vu la formation des océans et la solidification de la croûte terrestre jusqu'au Quaternaire dont les derniers âges sont marqués par l'arrivée d'*Homo sapiens*, c'est une formidable épopée qu'ils racontent. La découverte du passé de la Terre nous aide également à comprendre et anticiper son futur, notamment sous l'influence de l'homme.

Planet Earth has been constantly evolving since its formation. Convection currents in its mantle have deformed and reformed Earth's crust many times. The atmosphere has also evolved, while landscapes and climate have changed through alternating periods of glaciation, drought and warm, humid episodes. Descriptions by palaeontologists, glaciologists and geologists of these aeons of geological time, from the Hadean when the oceans were formed and Earth's crust solidified, to the late Quaternary and the appearance of *Homo sapiens*, tell a story of truly epic proportions. But discovering the history of Planet Earth is also helping us to understand and anticipate its future, and how that future is being influenced by humans.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/O. Serrano
Formes d'érosion dans les sédiments lacustres
du Tertiaire, Bryce Canyon (Utah, USA).

Erosion has carved out these spectacular
formations in the Tertiary lake-bed
sediments of Bryce Canyon (Utah, USA).

Page droite/right

© IRD/C. Luro
Paysage lunaire de collines érodées
et de vallées sculptées, Vallée de la Lune
(San Pedro d'Atacama, Chili).

Eroded hills and sculptured valleys
form the lunar landscape of the Valley
of the Moon (San Pedro de Atacama, Chile).





Page gauche/left

© BRGM im@gé/F. Michel

Les cratères de la fissure du Laki s'alignent sur plus de 20 km (Lakagigar, Islande).

A line of craters extends for more than 20 km along the Laki fissure (Lakagigar, Iceland).

Page droite/right

© BRGM im@gé/F. Michel

La faille de Thingvellir (Islande).

The Thingvellir fault (Iceland).



Page gauche/left

© IRD/C. Luro
 Vue depuis les hauts plateaux
 sur le volcan Parinacota (6 340 m)
 et le lac Chungara (4 500 m) (Chili).

View from the high Chilean plateaux
 to Parinacota volcano (6,340 m)
 and Lake Chungara (4,500 m).

© BRGM im@gé/S. Bès de Berc
 Vue aérienne du dôme volcanique
 de la Vieille Dame (Basse-Terre,
 Guadeloupe, France).

Aerial view of the Vieille Dame volcanic
 dome (Basse-Terre, Guadeloupe, France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/B. Vittecoq
 Un bel exemple de laves cordées
 avec en arrière-plan le piton de la Fournaise
 (La Réunion, France).

A fine example of ropy or pahoehoe lava,
 with the Piton de la Fournaise volcano
 in the background (La Reunion, France).



Avec son ciel bleu,
ses paysages changeants
et ses peuples,
ses sources et ses rivières,
la Terre constitue notre unique
vaisseau, notre bien commun
le plus précieux.

With its blue skies,
its landscapes that evolve along
with life itself, its springs
and its streams,
our Earth is our only home
and the most precious asset
of all humanity.





Stalactites, stalagmites,
colonnes, orgues, coulées
et concrétions... la nature,
artiste infatigable, sculpte
lentement les roches
de notre planète.

Stalactites, stalagmites,
columns, pillars, ravines
and concretions ...
nature, that indefatigable artist,
slowly sculpts the rocks
of our planet.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/P. Marteau
Une intrusion de roche témoignant de
l'ouverture de l'Atlantique Sud au Jurassique
(carrière des Maringouins, Guyane, France).

This rock intrusion was formed
as the South Atlantic opened up during
the Jurassic (Maringouins quarry,
French Guiana).

Page droite/right

© BRGM im@gé/H. Haas
Ensemble de stalagmites
en forme d'empilement d'assiettes
dans la grotte de l'Aven Armand
(Gard, France).

"Pile-of-plates" stalagmites
in the Aven Armand cave (Gard, S France).

À peine notre planète était-elle âgée de 500 millions d'années que la vie commençait à s'y installer, sous la forme d'une myriade de bactéries. Avec les algues, les bactéries régnèrent ainsi pendant près de 3 milliards d'années, jusqu'à ce que se produise une explosion de formes vivantes, il y a 600 millions d'années. Depuis cette période, la vie n'a cessé d'évoluer, ponctuée par des extinctions massives suivies d'explosions de diversité. Les fossiles piégés dans les roches sédimentaires constituent les archives à l'aide desquelles les paléontologues décryptent la vie ancienne et son évolution. Très tardivement, l'apparition de l'homme et le développement des sociétés humaines produiront des modifications sans précédent de la planète.

Planet Earth was barely 500 million years old when life first became established, in the form of innumerable bacteria. Bacteria and algae reigned supreme for nearly 3 billion years, until some 600 million years ago when life burst into a profusion of different forms. Since then, the living world has never ceased to evolve, at times experiencing periods of tremendous upheaval and, sometimes, large-scale extinctions. Fossils trapped in sedimentary rock are the archives that help palaeontologists to decode ancient life. The appearance of human beings at a very late stage and the recent development of human societies were to trigger unprecedented changes across the entire face of the planet.

L'histoire de la vie

The Origins of Life on Earth





Page gauche/left

© BRGM im@gé/F. Michel
Disparues depuis des millions d'années,
les ammonites ne se trouvent qu'à l'état fossile
(Isère, France).

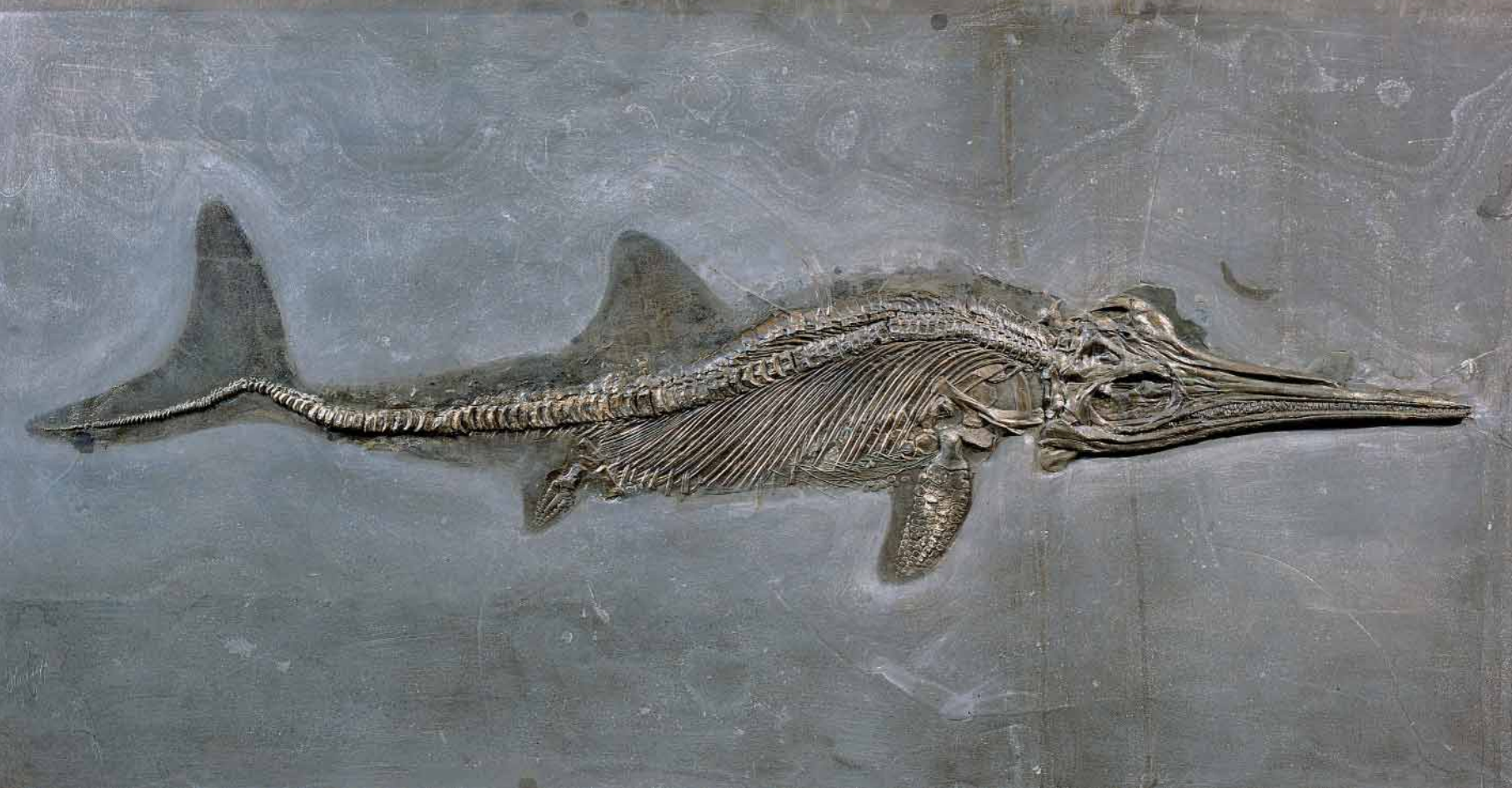
Ammonites became extinct millions of
years ago, but are still found as fossils
(Isère, SE France).

Page droite/right

© MNHN/ B. Faye
Allosaurus fragilis, un dinosaure du Jurassique
supérieur qui vivait il y a 150 millions d'années
(Utah, États-Unis).

Allosaurus fragilis, a dinosaur that lived some
150 million years ago during the Jurassic.





Page gauche/left

© IRD/E. Jaillard
Traces fossiles du passage d'un dinosaure dans une zone marécageuse, région de Cochabamba (Bolivie).

Fossil prints of a marsh-dwelling dinosaur in Cochabamba (Bolivia).

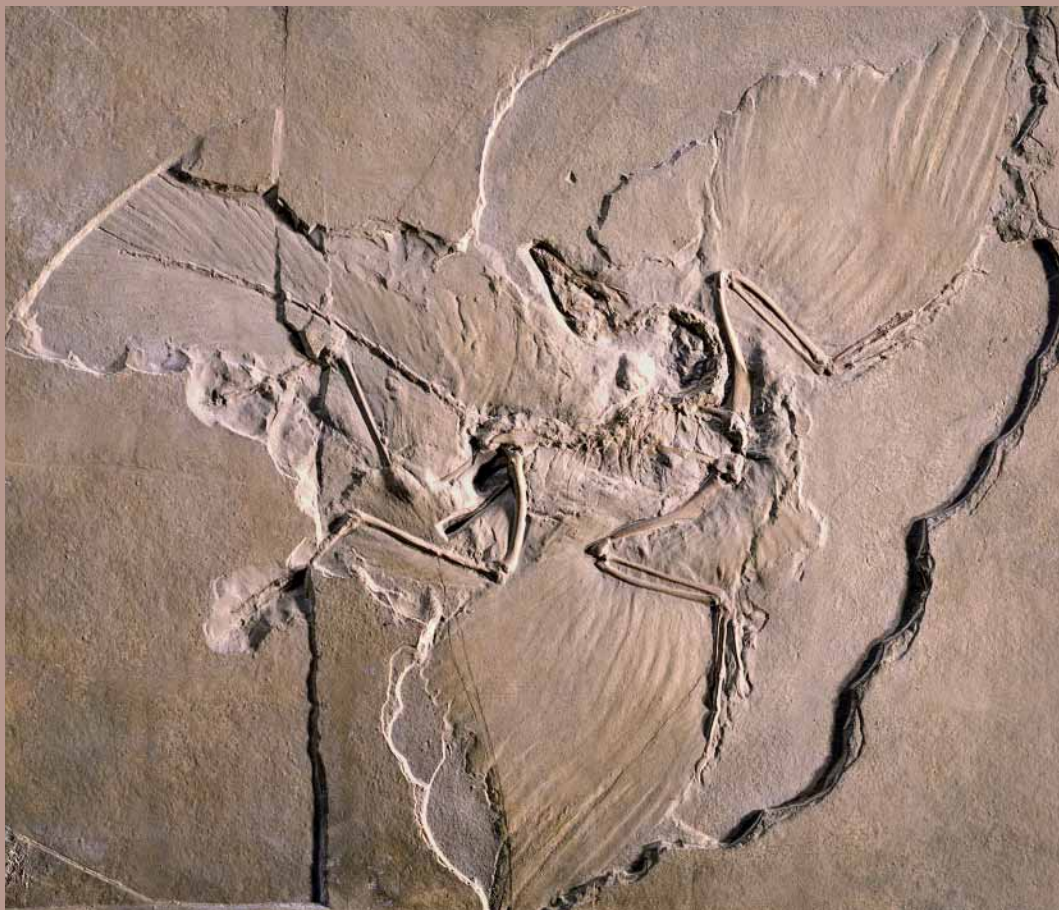
Page droite/right

© MNHN/D. Sérette
Stenopterygius crassicostatus, un reptile marin du Jurassique (190 millions d'années), Holzmaden (Allemagne).

Stenopterygius crassicostatus, a marine reptile from the Jurassic (190 million years ago) (Holzmaden, Germany).

© MNHN/D. Sérette
Ancêtre des oiseaux, *Archaeopteryx lithographica*, du Jurassique supérieur de Bavière (150 millions d'années) (Eichstätt, Allemagne).

Archaeopteryx lithographica, which lived 150 million years ago during the Upper Jurassic, in present-day Bavaria (Eichstätt, Germany).







© MNHN/ B. Faye
Créée à la fin du XIX^e siècle, la galerie de paléontologie du Muséum national d'histoire naturelle conserve les témoins de six cents millions d'années d'évolution. Au premier plan, *Diplodocus carnegiei*.

Exhibits in the 19th century Palaeontology Gallery at the National Natural History Museum in Paris bear witness to six hundred million years of evolution. In the foreground, *Diplodocus carnegiei*.



© MNHN/B. Faye
Arsinoitherium zitteli, un mammifère de l'Oligocène inférieur (35 millions d'années), sans équivalent dans la nature actuelle (Fayoun, Égypte).

Arsinoitherium zitteli, a mammal from the Lower Oligocene (35 million years ago), has no equivalent in today's natural world (Fayoun, Egypt).

© MNHN/B. Faye
Hipparion, un mammifère équidé du Miocène supérieur (8 millions d'années) (Pikermi, Grèce).

Hipparion, a horse-like mammal that lived 8 million years ago during the Upper Miocene (Pikermi, Greece).

© MNHN/B. Faye
Smilodon populator ou tigre à dents de sabre, mammifère carnivore du Pléistocène supérieur (entre 2 millions et 11 000 ans), Argentine.

The sabre-toothed tiger (*Smilodon populator*), a carnivorous mammal that lived during the Upper Pleistocene, 2 million to 11 000 years ago (Argentina).



© MNHN/D. Sérette
Archaeobelodon filholi, un mammifère mastodonte
 du Miocène (15 millions d'années),
 Sansan (Gers, France).

The mastodon *Archaeobelodon filholi* lived
 15 million years ago during the Miocene
 (Sansan, Gers, SW France).

© MNHN/B. Faye
Glyptodon asper, édenté xénarthre
 du Pléistocène (1,5 million d'années),
 est un cousin géant du tatou,
 Argentine.

Glyptodon asper, a toothless xenarthran
 that lived during the Pleistocene,
 1.5 million years ago, was a gigantic
 forerunner of the armadillo (Argentina).

© BRGM im@gé/j.-J. Poulin
Champignons formés par l'érosion éolienne
dans le Tassili du Hoggar (Sud algérien).

Mushroom rocks formed by wind erosion
in the Tassili du Hoggar (southern Algeria).



Les paysages

Landscapes

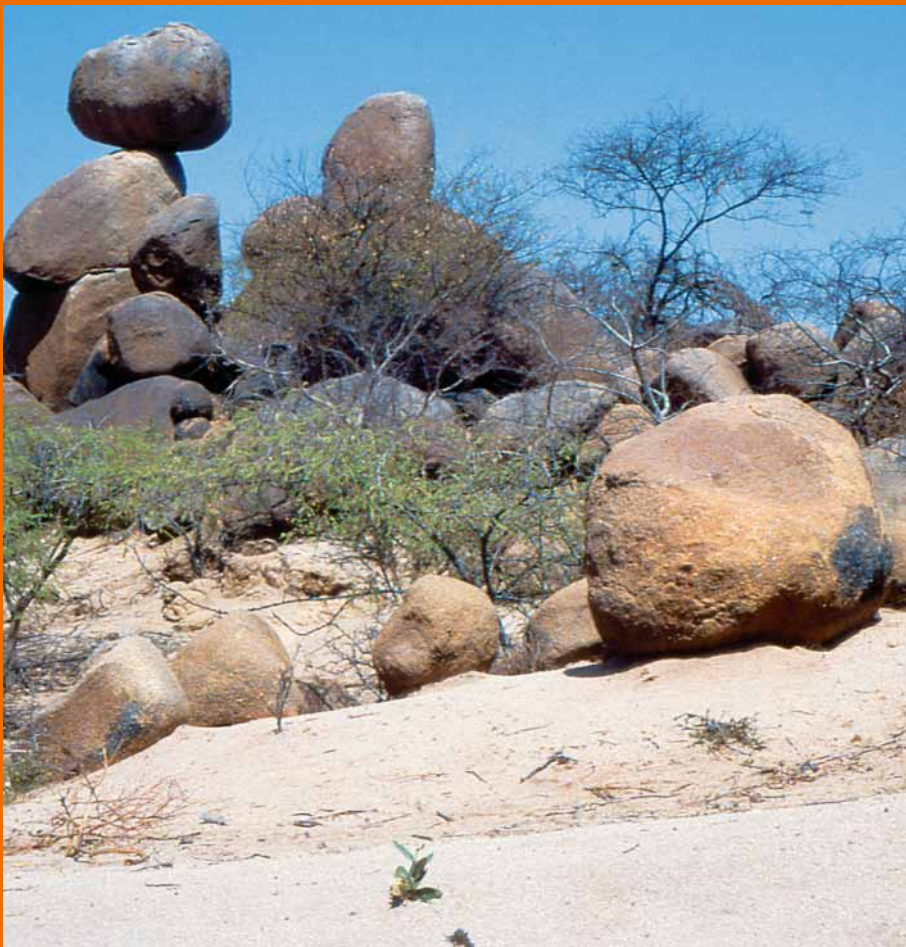
Les paysages de la Terre sont enfants de la nature et plus récemment des hommes.

Depuis des millions d'années, jour après jour, l'érosion sculpte les roches, des plus dures aux plus tendres, sous l'effet de la pluie, du vent, du gel... L'eau lessive les sols, érode les montagnes, grignote les côtes, creuse des grottes qu'elle transforme parfois en de véritables monuments naturels. Le vent arrache et transporte des particules de matière, polit les roches. Le gel les fait éclater. À l'œuvre de la nature s'ajoute la main de l'homme qui a parfois largement contribué à modifier les paysages.

Earth's landscapes have been fashioned by people as well as nature. Day after day, over millions of years, erosion has ceaselessly sculpted even the hardest of rocks, with wind and water as its tools. Water washes away soils, erodes mountains, eats into coastlines, hollows out caverns and turns them into cathedrals. Ice and frost split rocks into fragments while the wind scours and tears their substance away into dust. The hand of man has also been at work along with the elements, sometimes profoundly changing our landscapes.

Les paysages naturels

Natural landscapes



Les paysages naturels expriment de multiples façons, de la plus évidente à la plus mystérieuse, comment le temps et l'histoire ont sculpté notre planète. La première caractéristique d'un site paysager réside en effet dans ses composants naturels, antérieurs à l'intervention humaine. La forme du relief ou du réseau hydrographique, la nature et la répartition de la végétation résultent de l'histoire géologique, c'est-à-dire à la fois de la composition des roches et de leur agencement géométrique, mais aussi des conditions climatiques actuelles et anciennes. Les paysages naturels sont les témoins de l'histoire de la Terre et constituent de précieux alliés pour les géosciences.

In their infinite variety, natural landscapes are a reflection – sometimes clear, sometimes shrouded mystery – of how time and history have fashioned our planet. The primary characteristic of any landscape is shaped by natural components that predate any human intervention. Their relief, the meanderings of their hydrographic networks, the nature and distribution of their vegetation, are all shaped by their geological history, in other words by the nature and geometry of their underlying rocks and by climatic conditions past and present. As witnesses to the history of our planet, natural landscapes are of immense value to the geosciences.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/I. Savoye
Chaos granitique dû à l'érosion éolienne,
désert du Darfour (Soudan)

Eroding winds have shaped these granite
boulder formations in the Darfur Desert
(Sudan).

Page droite/right

© IRD/P. Laboute
Îlot Kouaré, Nouvelle-Calédonie,
août 1997.

Kouaré Islet, New Caledonia,
August 1997.



© BRGM im@gé/F. Deverly
Les lapias, formes d'érosion affectant les roches calcaires, sont l'expression en surface des paysages karstiques (désert de Platé, Haute-Savoie, France)

Clint landscapes sometimes feature caves with spectacular concretions (Platé Desert, Haute-Savoie, SE France)



© BRGM im@gé/J.-J. Poulin
Aiguilles rocheuses produites par l'érosion éolienne dans des formations gréseuses, Tassili du Hoggar (Algérie).

These rock needles in the sandstone formations of Algeria's Tassili du Hoggar were carved by wind erosion.

© BRGM im@gé/M. Marenthier
Stratification du sable dans la baie du Lévrier à Nouadhibou (Mauritanie).

Sand sculpted into strata in Lévrier Bay near Nouadhibou in Mauritania.







La beauté des paysages
n'a pas de prix,
elle peut aussi être facteur
de développement économique,
mais parfois au détriment
des objectifs de conservation.

The beauty of a landscape
is beyond price,
and it can also be a factor
of economic development
– although this can be harmful
to conservation.

© BRGM im@gé/F. Michel
Amphithéâtre naturel creusé par le vent,
les précipitations et le gel, Bryce Canyon
(Utah, États-Unis).

Wind, rain and frost have carved out
this natural amphitheatre in Bryce Canyon,
Utah (USA).



Page gauche/left

© BRGM im@gé/M. Marenthier
Falaises et canyons, passe d'El Amogjar
(Mauritanie).

Cliffs and canyons in El Amogjar Pass
(Mauritania).

© IRD/P. Blanchon
Formes d'érosion de roches calcaires
dans le désert de la Montagne Bleue,
Aïr (Niger).

Chalk erosion in the Blue Mountain desert
of the Aïr (Niger).

Page droite/right

© BRGM im@gé/F. Michel
La face nord des Grandes Jorasses,
dans le massif du Mont-Blanc
(Haute-Savoie, France).

The North Face of the Grandes Jorasses
in the Mont-Blanc range (Haute-Savoie,
SE France).





Page gauche/left

© IRD/B. Moizo
Paysage ruiniforme dans le parc national
d'Isalo (Madagascar).

A ruiniform landscape
in Madagascar's Isalo National Park.

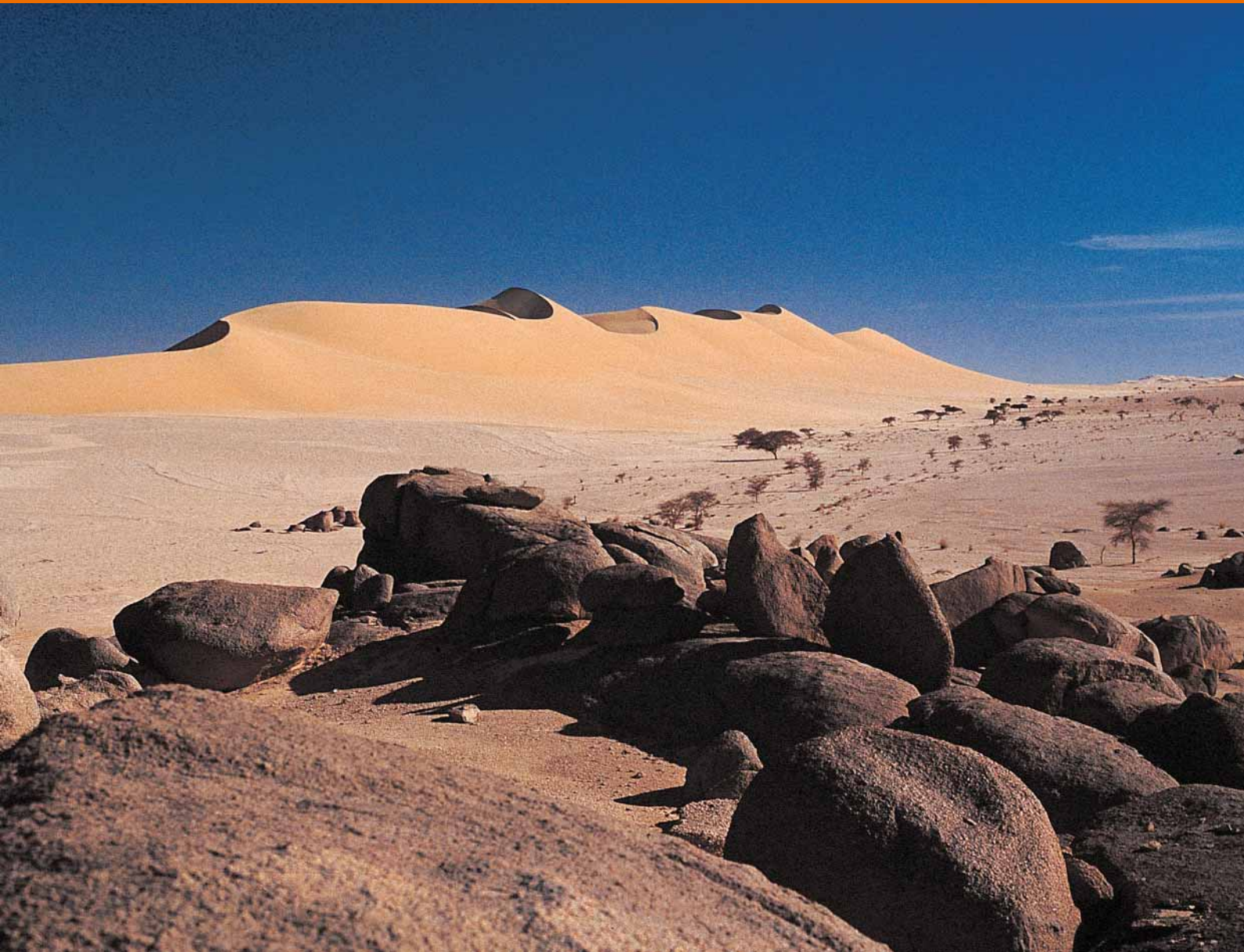
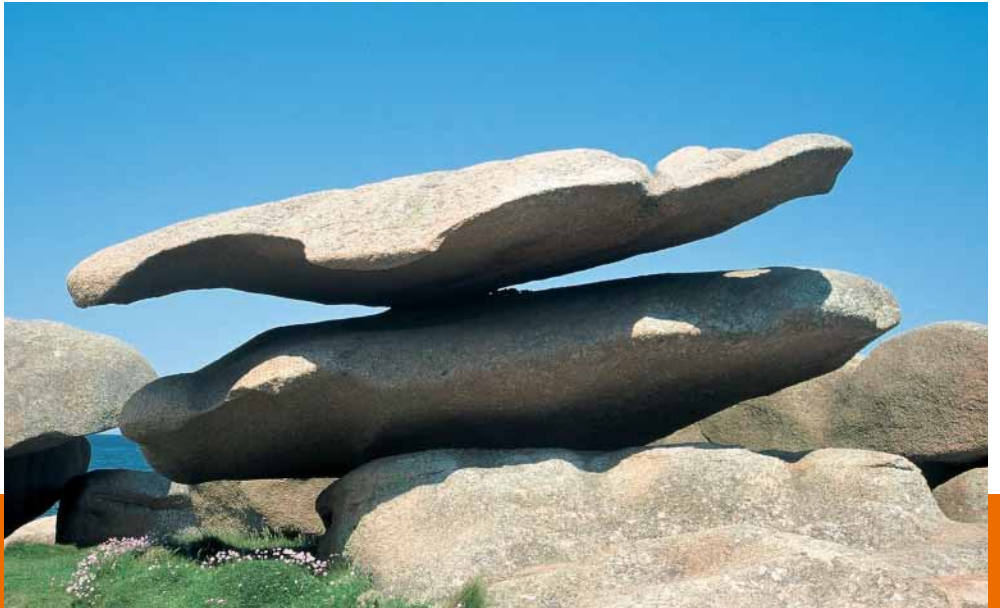
Page droite/right

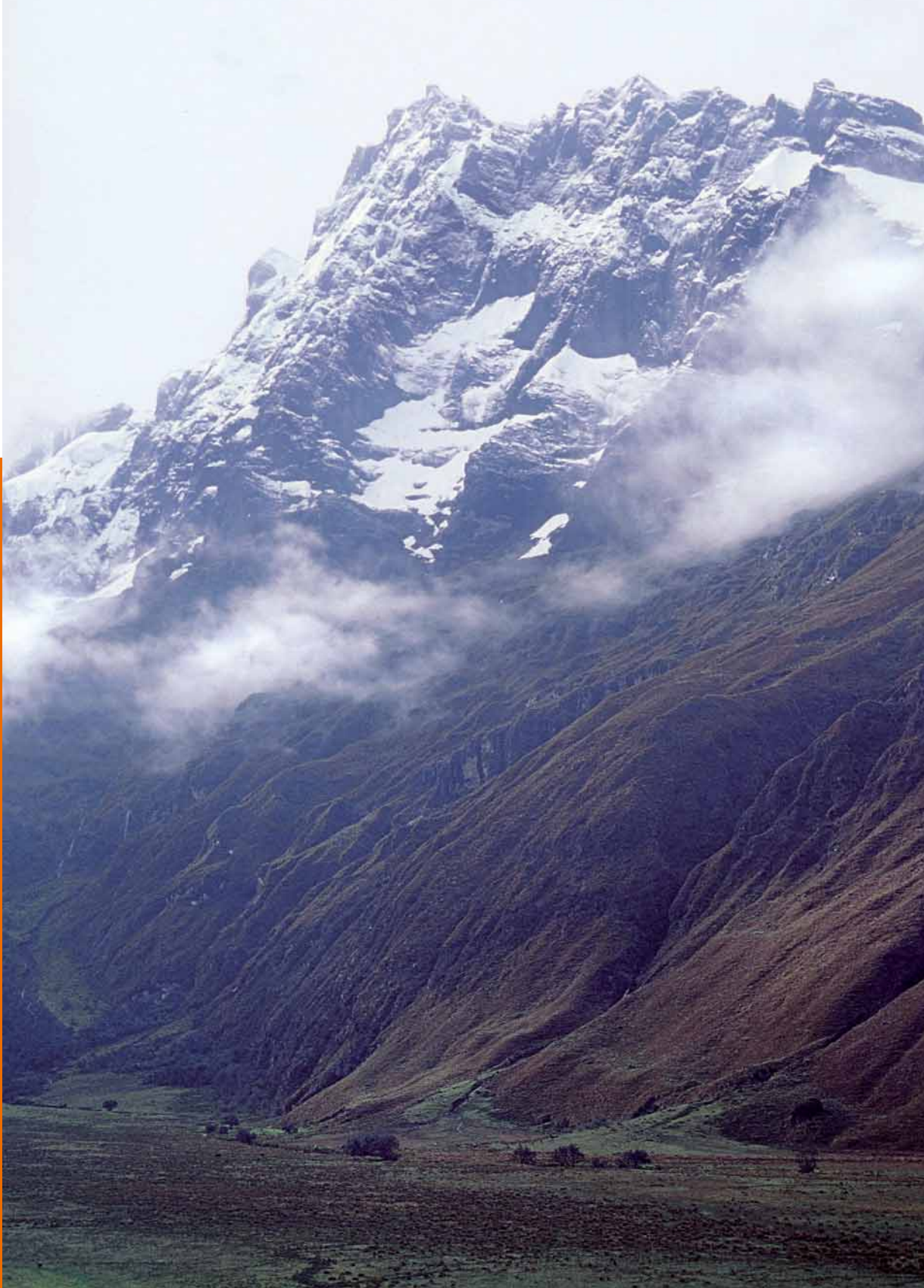
© BRGM im@gé/F. Michel
Chaos de granite sur la côte de Granite Rose
(Ploumanac'h, Côtes-d'Armor, France).

A granite chaos, or boulder formation,
on Brittany's Granite Rose coast
(Ploumanac'h, Côtes-d'Armor, NW France).

© IRD/B. Osès
Le désert de l'Air au Niger.

Boulders in the Air Desert in Niger.





Page gauche/left

© IRD/J.-P. Eissen

Une vallée glaciaire, avec le flanc sud et le sommet principal du volcan El Altar, massif de l'Obispo (5 330 m, Équateur).

A glacial valley dominated by the south flank and main summit of El Altar volcano (5,330 m) in the Obispo Range in Ecuador.

Page droite/right

© BRGM im@gé/j. Arnaud et P. G. Scholl

Le volcan Illiniza Sur et son glacier, dans le nord des Andes d'Équateur.

The volcano of Illiniza Sur and its glacier, in the northern Andes in Ecuador.

24 % des paysages continentaux sont montagneux et 10 % de l'humanité vit dans ces régions.

La plupart des cours d'eau du monde sont nourris par des sources de montagne, et plus de la moitié de l'humanité dépend de cette eau.

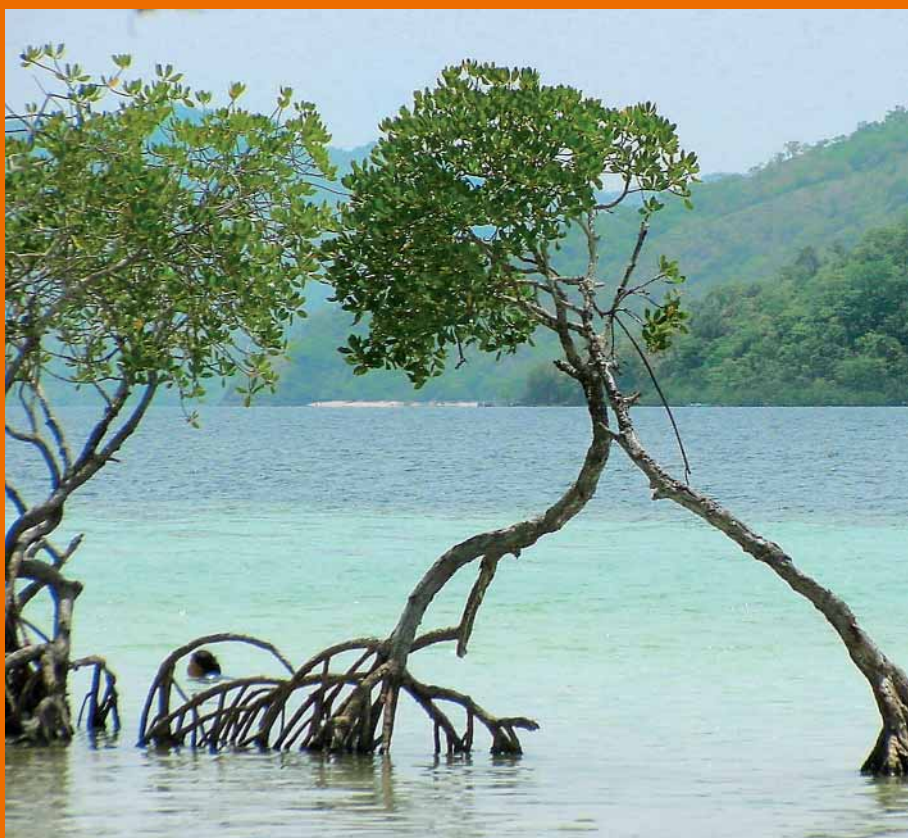
24% of the Earth's continental landscapes are mountainous, and home to 10% of the world's population.

Virtually all of the world's rivers are fed by mountain springs, and more than half of humanity depends on these waters.



Les espaces naturels protégés

Protected natural areas



Les paysages constituent un bien commun de l'humanité. À leur attrait esthétique, historique, légendaire, pittoresque ou géologique s'ajoute à présent la nécessité d'en préserver la biodiversité. En 1971, devant les menaces qui s'accroissent sur la faune et la flore, l'Unesco lance son premier Programme mondial de coopération scientifique sur l'homme et la biosphère (MAB : Man and Biosphere). Il propose la création d'espaces protégés pour promouvoir une relation équilibrée entre les êtres humains et la nature. Il existe aujourd'hui 459 réserves dans 97 pays. La France compte 9 parcs naturels nationaux et 45 parcs naturels régionaux. Depuis 1993, le paysage est inscrit au patrimoine, au même titre que les monuments historiques.

Landscapes are a common good for all of humanity. As well as their aesthetic, historical, legendary and geological value, we now need to preserve their biological diversity also. In 1971, faced with mounting threats to the world's fauna and flora, UNESCO launched its first worldwide scientific cooperation programme on Man and Biosphere (MAB). The aim was to establish protected areas such as nature reserves, in order to foster a well-balanced relationship between human beings and the natural world. Today, there are 459 of these biosphere reserves in 97 countries. France now has 9 national parks and 45 regional nature parks. Since 1993, landscapes have been listed as part of the world heritage, in the same way as historic monuments.



Page gauche/left

© IRD/D. Rechner

Les mangroves sont des milieux fragiles qui font l'objet de mesures de conservation. Îles de la région de Coron, Philippines.

Mangroves are fragile natural areas where protective measures are needed, as in these islands in the Coron region of the Philippines.

Page droite/right

© IRD/M. Hoff

Le marais côtier de Kaw, aire naturelle protégée, exceptionnelle réserve de biodiversité (Guyane, France).

The coastal marsh at Kaw, in French Guiana, is a protected natural area with an outstanding wealth of biodiversity.





Page gauche/left

© IRD/C. Luro

Les environs du parc de Torres del Paine,
inscrit au patrimoine de l'humanité (Chili).

The Torres del Paine National Park
in Patagonia, Chile, is a UNESCO World
Heritage Site.

Page droite/right

© IRD/C. Luro

Parc de Torres del Paine (Chili).

Torres del Paine National Park (Chile).



Page gauche/left

© Ifremer /O. Barbaroux
La réserve naturelle du banc d'Arguin
face à la dune du Pilat, Bassin d'Arcachon
(Gironde, France).

The Banc d'Arguin sandbank seen
from the Pilat Dune, Bay of Arcachon
(Gironde, SW France).

© Medad/O. Brosseau
Au sommet du col de Vrsic
dans le parc national du Triglav, 1 611 m,
août 2006, (Slovénie).

View from the top of the Vrsic Pass,
1,611 m above sea level in Triglav National
Park, Slovenia, August 2006.

Page droite/right

© Medad /O. Brosseau
Phoques dans l'archipel de Molène,
à la pointe de la Bretagne, parc naturel marin
d'Iroise (Finistère), le premier du genre
en France, créé le 28 septembre 2007.

Seals in the Molène archipelago
off the western tip of Brittany
in the Iroise marine national park
established in 28 September 2007
– the first of its kind in France.

La conservation des paysages enrichit notre qualité de vie. La préservation de la nature est un exercice délicat qui doit prendre en compte la diversité des points de vue : agriculture, tourisme, industrie, urbanisme.

Landscape conservation enhances the quality of our lives. Preserving the natural world means striking a delicate balance between the diverging interests of agriculture, tourism, industry and urban planning.



La main de l'homme

The hand of man



Depuis qu'au Néolithique, l'homme s'est sédentarisé pour pratiquer l'agriculture et l'élevage, il a modifié les paysages naturels en édifiant habitations, routes, talus, haies. Il a défriché des forêts, détourné des cours d'eau... et façonné l'environnement selon ses besoins. Aujourd'hui, le paysage change très vite. Il a plus évolué en 50 ans qu'en 2000 ans d'Histoire. En Europe, l'espace agricole se réduit, la forêt réinvestit les terres abandonnées et l'urbanisation progresse, notamment sur la bande littorale et le long des fleuves. La gestion du paysage et la reconquête de la qualité des eaux et des sols sont devenues nécessaires, afin de concilier aménagement du territoire et préservation du cadre de vie.

Human communities began to alter their landscapes in Neolithic times, when the majority turned to sedentary herding and farming. Gradually, houses, roads, banks and hedges were built, forests cleared, until every region, culture and human community had fashioned its environment to suit its needs. Today, landscapes are evolving much faster. There have been greater changes in the last 50 years than in two thousand years of history. In Europe, cultivated areas are shrinking, abandoned fallows are reverting to woodland and artificial land cover is spreading with the growth of towns and cities, especially along coastlines and rivers. Managing landscapes and restoring the quality of soils and water are now vital if we are to achieve the right balance between development planning and a healthy living environment.



Page gauche/left

© IRD/D. Rechner
Une concession en pays Kasséna,
vue depuis les toits, village de Tiébélé
(Burkina Faso).

Rooftop view of a village concession
at Tiébélé, in the Kasséna district
of Burkina Faso.

Page droite/right

© BRGM im@gé/N. Graveline
Les matériaux locaux sont à la base
de l'habitat traditionnel, comme ici
sur les hauts plateaux de Madagascar.

Traditional housing is built
from local materials, as in this village
on Madagascar's high central plateau.

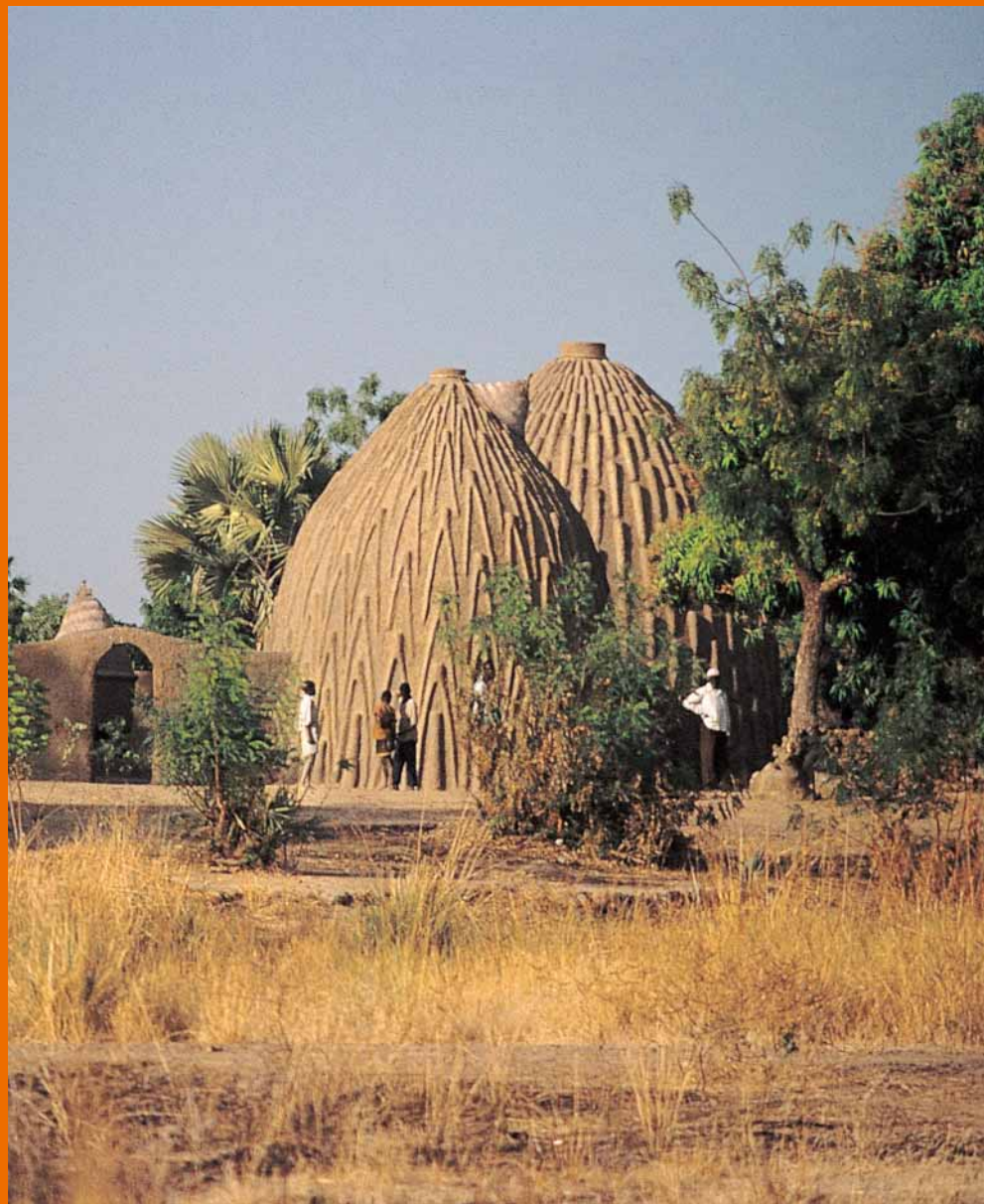


© IRD/P. Blanchon
Maisons traditionnelles
de la cordillère royale,
mont Condoriri (Bolivie).

Traditional Andean houses
on Mount Condoriri along Bolivia's
Cordillera Royal.

© IRD/J.-Y. Meunier
Cases obus dans le village de Pouss
(Cameroun).

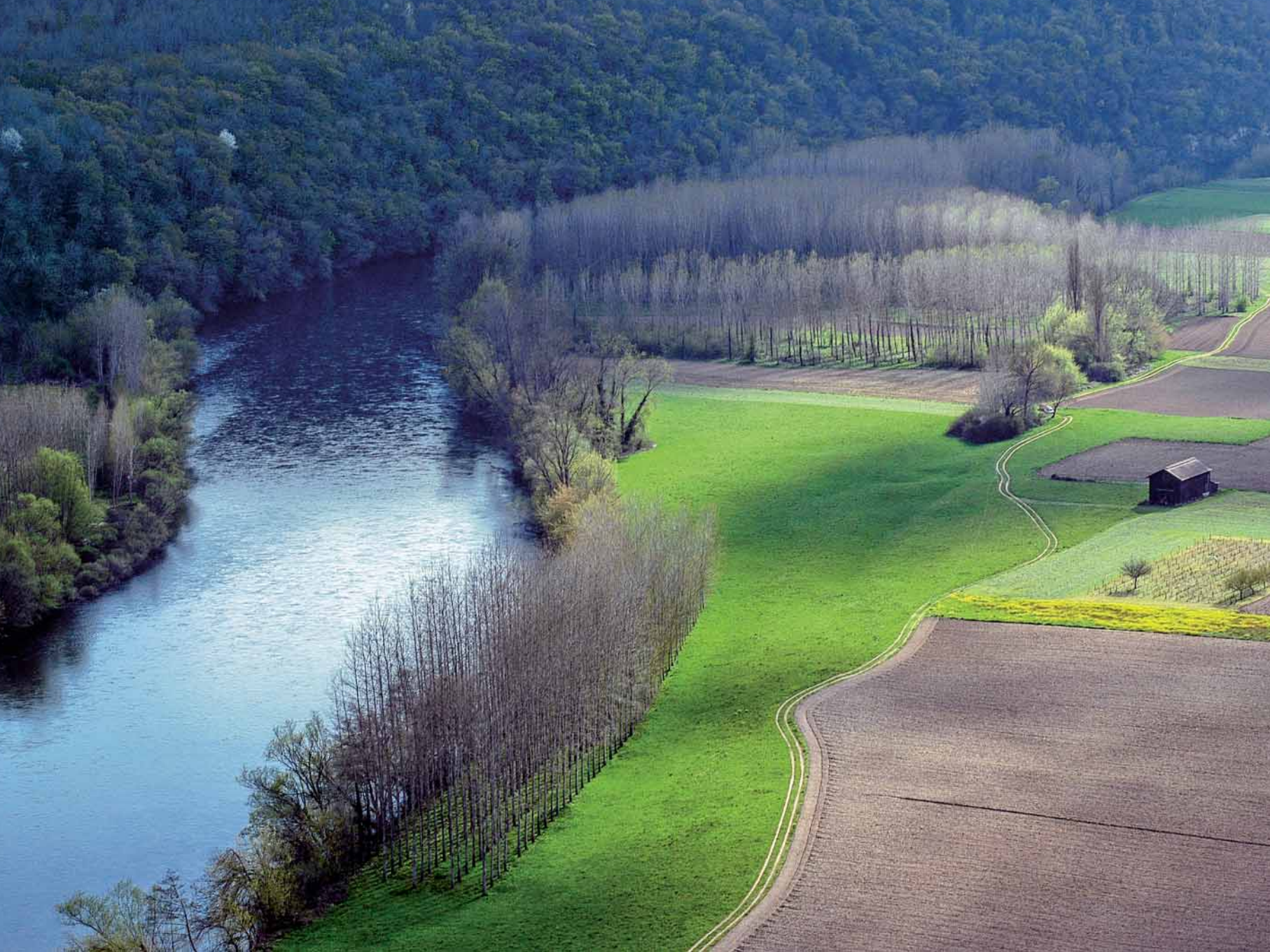
The characteristic pointed domes
of these traditional houses in the village
of Pouss (Cameroon) are fashioned
from the surrounding earth.





© IRD/M. Grouzis
Rizières en terrasses et maraîchage
à Ambalavao (Madagascar).

Terraced paddy fields and vegetable crops
near Ambalavao (Madagascar).



Après des dizaines d'années d'aménagements peu respectueux de l'environnement naturel, un nouveau métier est né dans les années 1970 pour protéger les paysages: le paysagiste du grand paysage. Ce spécialiste intervient sur un territoire plus étendu que les parcs et jardins. Pour ce faire, il doit savoir « lire » le paysage, afin de reconstruire son histoire, son évolution et son fonctionnement. Il s'entoure donc de spécialistes: géologues, géographes, écologues, historiens, hydrologues, agronomes, sociologues, économistes. Ceux qui sont appelés à vivre dans ce paysage sont aussi consultés.

After decades of development planning with little regard for the natural environment, a new profession emerged in the 1970s to protect landscapes: large-scale landscape architects. These specialist landscapers work on a much larger scale than parks and gardens. They therefore have to be capable of "reading" entire landscapes in order to reconstruct their history and understand how they evolved and how they function. To do so, they work with teams of specialists from many disciplines – geology, geography, ecology, history, hydrology, agronomy, sociology and economics – and also with the people who live and work in these landscapes.



Page gauche/left

© Inra /C. Maître
Sur les bords de la Dordogne
(France).

The banks of the Dordogne River
(France).

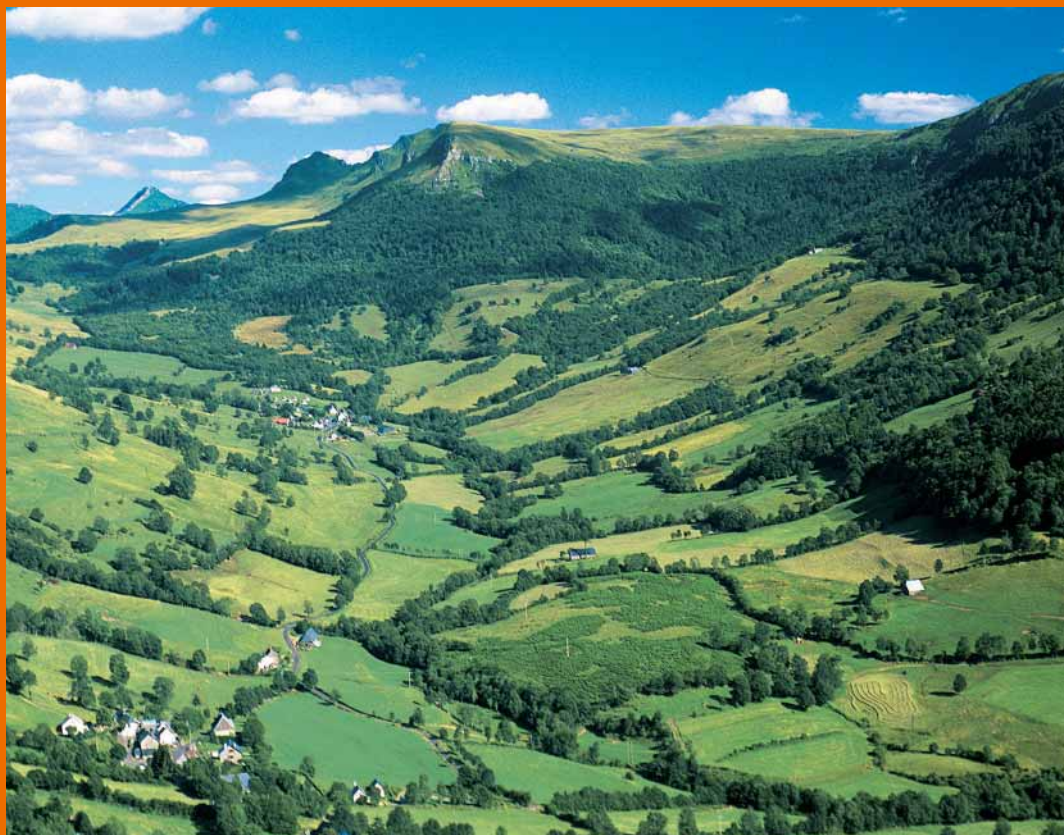
Page droite/right

© Medad /O. Brosseau
Le village de Bovec
en bordure du parc national du Triglav
(Slovénie, août 2006).

The little town of Bovec' on the edge
of Triglav National Park in Slovenia
(August 2006).

© Inra/B. Nicolas
Paysage du Cantal près de Salers
(France).

Landscape in the Cantal near Salers
(Cantal, Central France).





© Cemagref /C. Tailleux
Oliveraie dans les Alpilles,
Les Baux-de-Provence
(Bouches-du-Rhône, France).

An olive grove in the Alpilles,
Les Baux-de-Provence
(Bouches-du-Rhône, S France).

© BRGM im@gé/1.-F. Sureau
Rubans de terre arable un soir de décembre
dans le Loiret (France).

Ribbons of cropland
on a December evening in the Loiret
(Central France).



© Inra/L. Vidal
Burons dans la vallée de Mandailles
en automne (Cantal, France).

Autumn scene of traditional stone
dwellings (burons) in the Mandailles Valley
(Cantal, Central France).

© IRD/P. Laboute
Pseudanthias squamipinnis mâles et femelles
à 25 m de profondeur, Juan de Nova,
canal du Mozambique.

A shoal of male and female
Pseudanthias squamipinnis 25 m down
in the Mozambique Channel, Juan de Nova.



La biodiversité à préserver

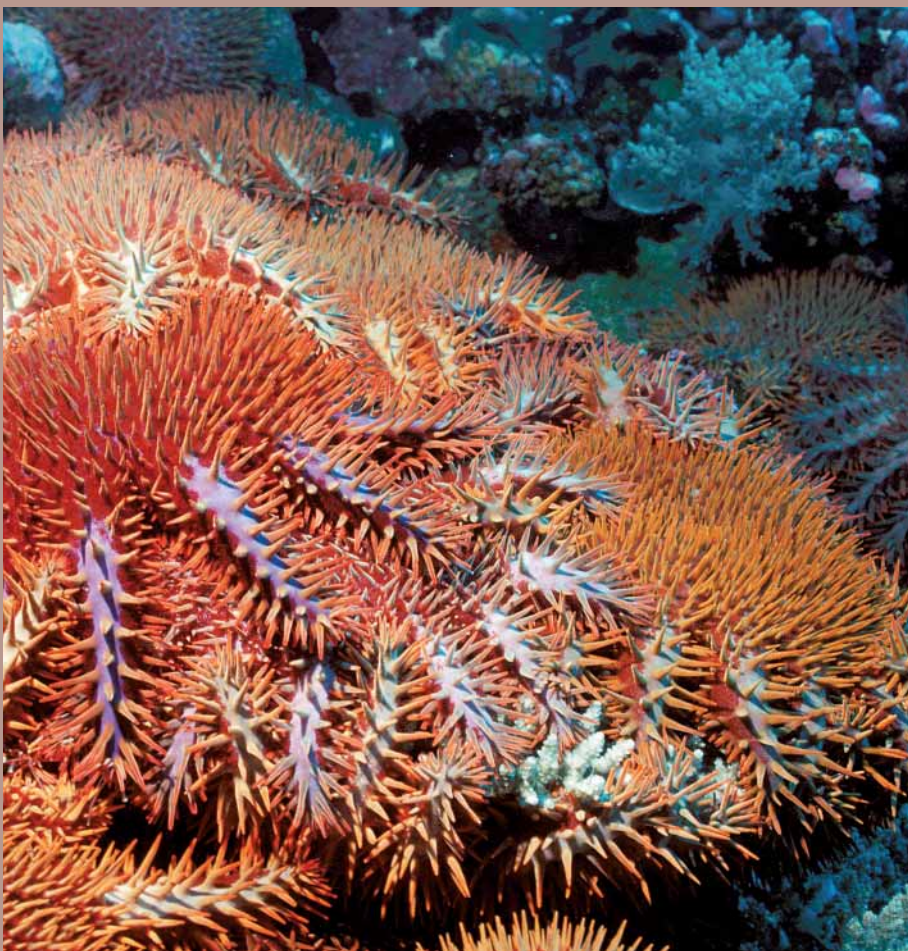
Biodiversity under threat

La biodiversité actuelle est le fruit de près de quatre milliards d'années d'évolution du vivant. Elle comprend la faune et la flore sauvages, les micro-organismes, mais aussi les humains, les variétés domestiques et les interactions entre ces organismes. Reposant sur des liens fragiles entre les différentes espèces et leurs milieux naturels, la biodiversité est aujourd'hui menacée par de multiples agressions. La nécessité de la protéger a été reconnue par la Convention sur la diversité biologique adoptée au sommet de Rio en 1992. La France, qui a ratifié ce traité, a pour ambition de mettre fin à la perte de diversité biologique sur son territoire d'ici 2010.

The biodiversity we know today is the fruit of nearly four billion years of evolution. It includes wild animals and plants, micro-organisms, human beings and domestic animals and plants, as well as the interactions between all these organisms. Relying as it does on fragile links between different species and their natural habitats, the diversity of life on Earth has now come under threat from many different quarters. The need to preserve this diversity was recognised by the Biodiversity Convention adopted at the Rio Summit in 1992. France, which has ratified the treaty, is aiming to halt biodiversity loss within its territory by 2010.

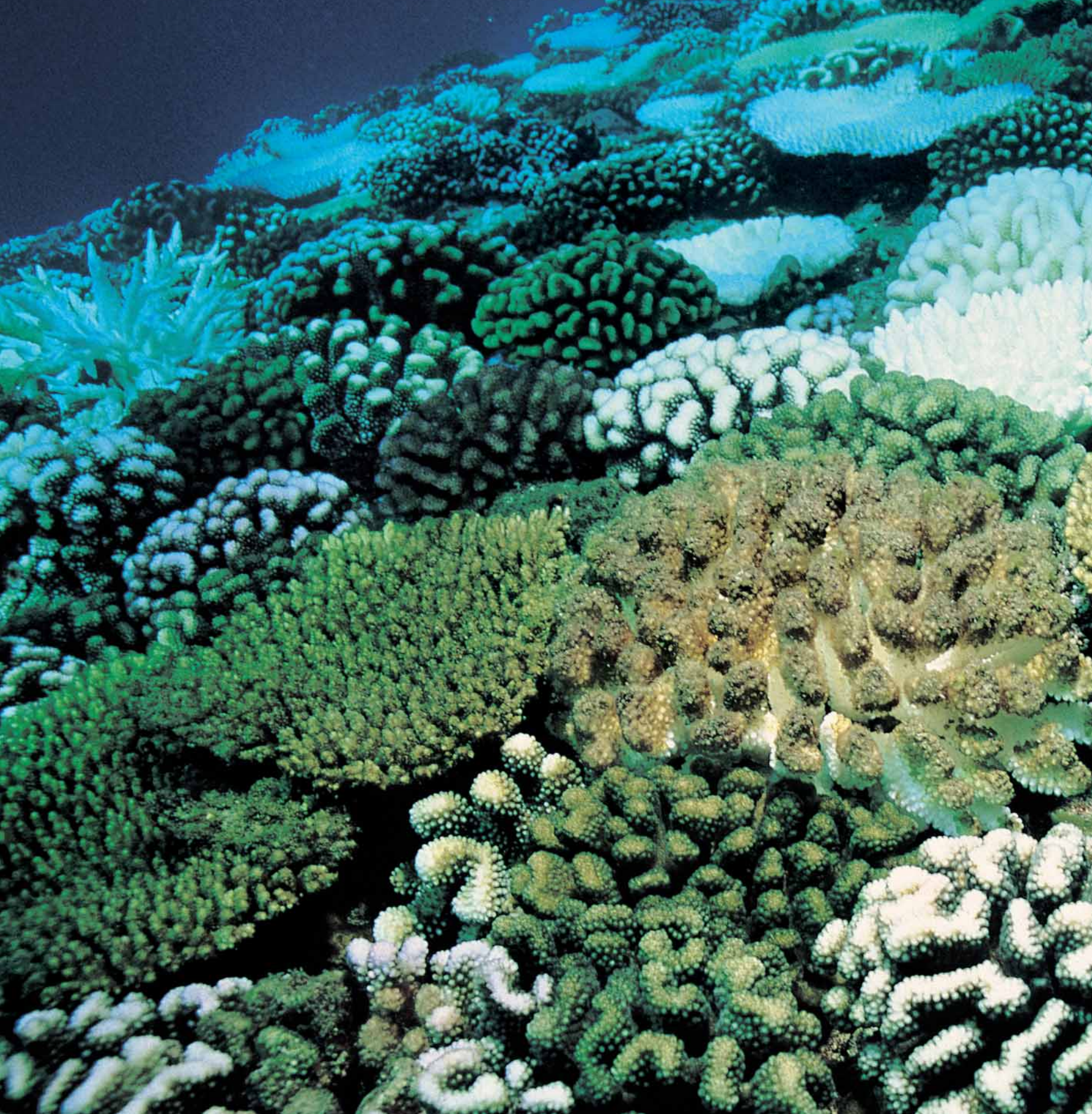
Biodiversité marine

Marine biodiversity



Les océans constituent un réservoir de biodiversité encore largement inexploré. Les scientifiques découvrent chaque année plus de 100 poissons nouveaux, plus de 400 crustacés, mais également des dizaines d'espèces inconnues (spongiaires, plathelminthes, tuniciers...). Par exemple entre 2002 et 2003, 1 635 espèces marines par an ont été décrites. Entre le rythme des découvertes et celui de la disparition des espèces, une course de vitesse s'est engagée. Car la biodiversité marine, comme la biodiversité terrestre, est victime des activités humaines, auxquelles s'ajoutent les effets du réchauffement climatique. Le blanchiment puis la mort du corail sur plus de 80 % des récifs coralliens du monde en est une inquiétante illustration.

The oceans harbour a wealth of biodiversity that is still largely unexplored. Every year, scientists discover more than 100 new fish species and over 400 crustaceans, but they are also finding dozens of hitherto entirely unknown species, such as sponges, flatworms, tunicate worms and others. 1,635 new marine species were described each year from 2002 to 2003 alone. But species are becoming extinct as fast as others are being discovered – because marine life, like biodiversity on land, is now endangered by human activities, with climate change aggravating the problem. Coral bleaching, leading to the death of corals in 80% of the world's reefs, is one disturbing illustration.



Page gauche/left

© IRD/P. Laboute
Prolifération d'*Acanthaster planci*
à 18 m de profondeur, Bassas Da India
(Mozambique).

Crown-of-thorns starfish (*Acanthaster planci*)
proliferating at a depth of 18 m off Bassas
Da India in the Mozambique Channel.

Page droite/right

© IRD/J. Orempuller
Colonie corallienne à *Acropora* et *Pocillopora*
en phase de blanchissement,
stress dû au réchauffement de l'eau,
Tahiti (Polynésie française).

Coral bleaching in an *Acropora* and *Pocillopora*
colony - a result of stress due to warmer
waters (Tahiti, French Polynesia).





Page gauche/left

© IRD/P. Laboute
Coraux des îles Salomon,
Stylasteridae et Distichopora,
10 à 20 m de profondeur.

Stylasteridae and Distichopora corals
in the Solomon Islands,
at a depth of 10 to 20 m.

Page droite/right

© IRD/L. Charpy
Cirrhites rivulatus dans les fonds
de l'atoll français Clipperton,
île de La Passion (Pacifique est).

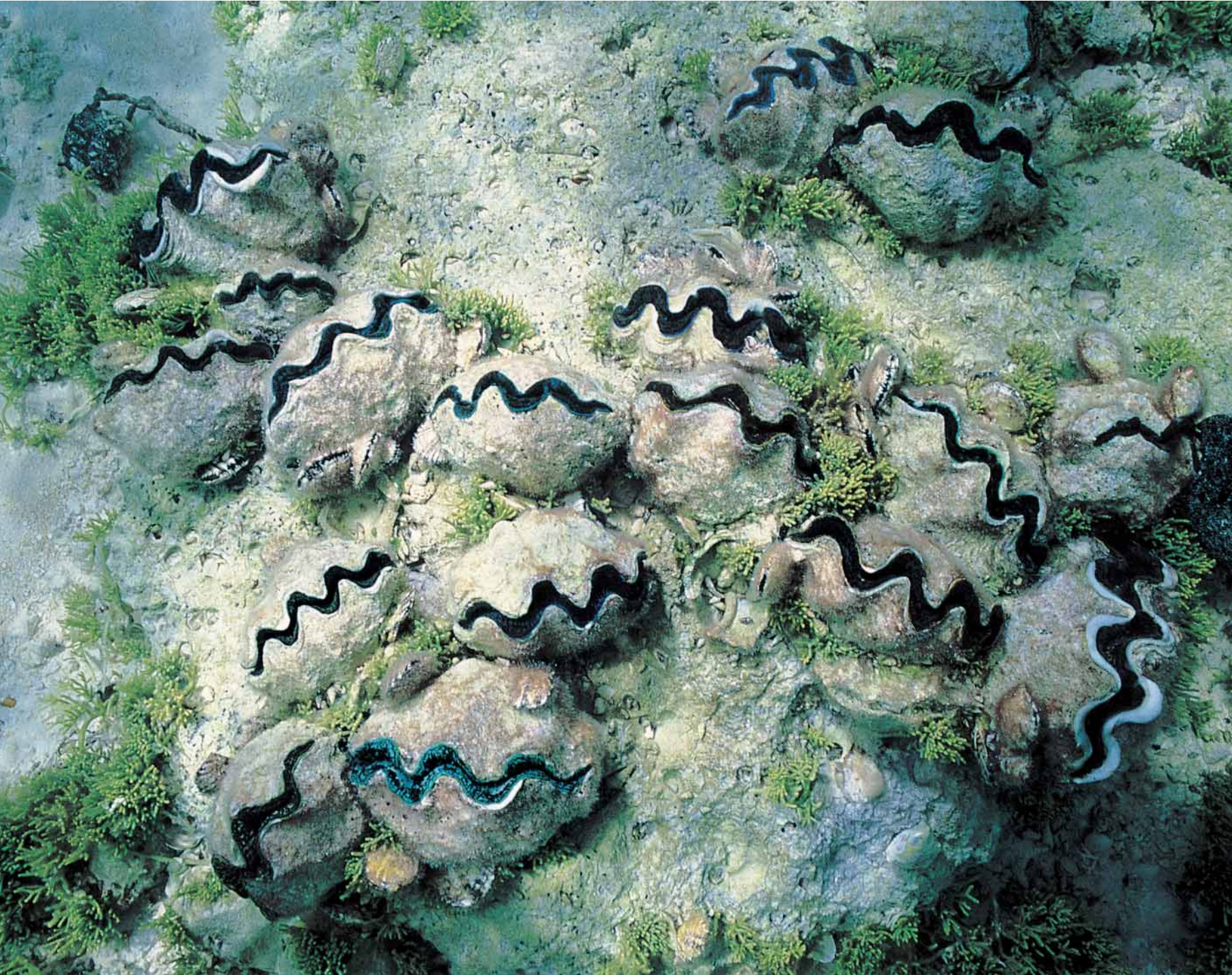
Cirrhites rivulatus on the sea floor of an atoll
near the French island of Clipperton
(Eastern Pacific).

© Ifremer /M. Taquet
Un juvénile de poisson ange empereur
(*Pomacanthodes imperator*)
(Seychelles, océan Indien).

A young emperor angel fish
(*Pomacanthodes imperator*)
in the Seychelles (Indian Ocean).

Les écosystèmes marins jouent un rôle économique majeur en tant que ressources alimentaires, mais leur rôle est également crucial pour la protection des littoraux et la régulation de la qualité des eaux.

Marine ecosystems are of major economic importance as food resources, but they also play a crucial role in protecting coastlines and regulating water quality.





Page gauche/left

© IRD/I. Orepuller
 Colonie de bénitiers de l'espèce
Tridacna maxima, en voie d'extinction.
 Archipel des Tuamotu (Polynésie française).

A colony of *Tridacna maxima* giant clams,
 a species now verging on extinction,
 in French Polynesia's Tuamotou Islands.



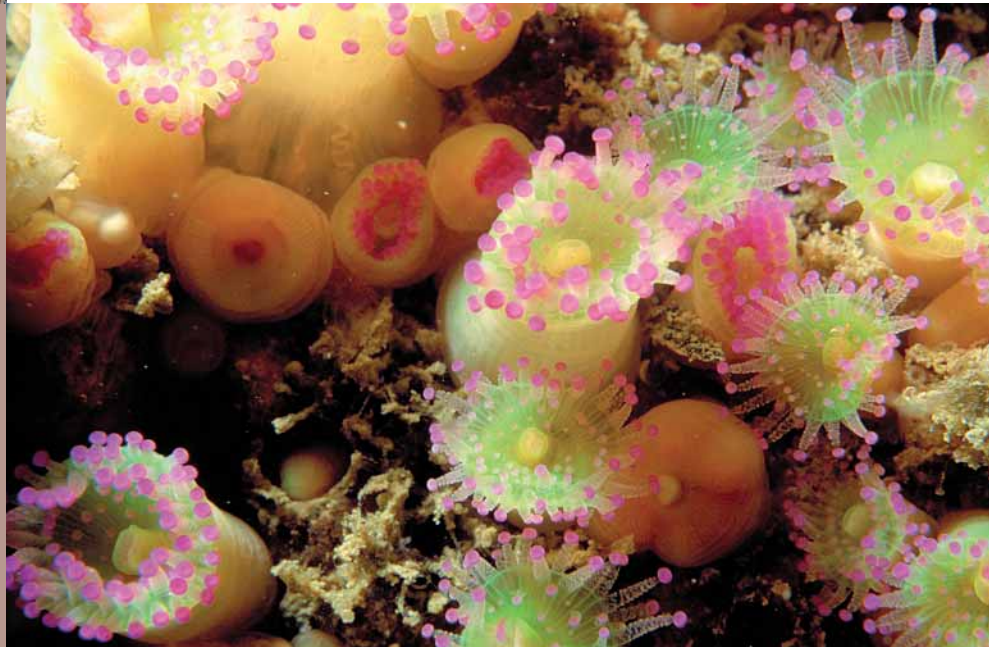
Page droite/right

© Ifremer/O. Barbaroux
 Anémone de mer dans le lagon
 de Nosy Bé (Madagascar).

A sea anemone in the Nosy Bé lagoon
 in Madagascar.

© IRD/P. Laboute
 Blanchissement corallien
 (Scléactiniaire, *Acropora*) par 2 m de fond,
 lagon Chesterfield (Nouvelle-Calédonie).

Coral bleaching (Scleractinaria and
Acropora) 2 m down in Chesterfield lagoon
 (New Caledonia).



© Ifremer/O. Dugornay
Étrille *Necora puber*,
en rade de Brest (Finistère, France).

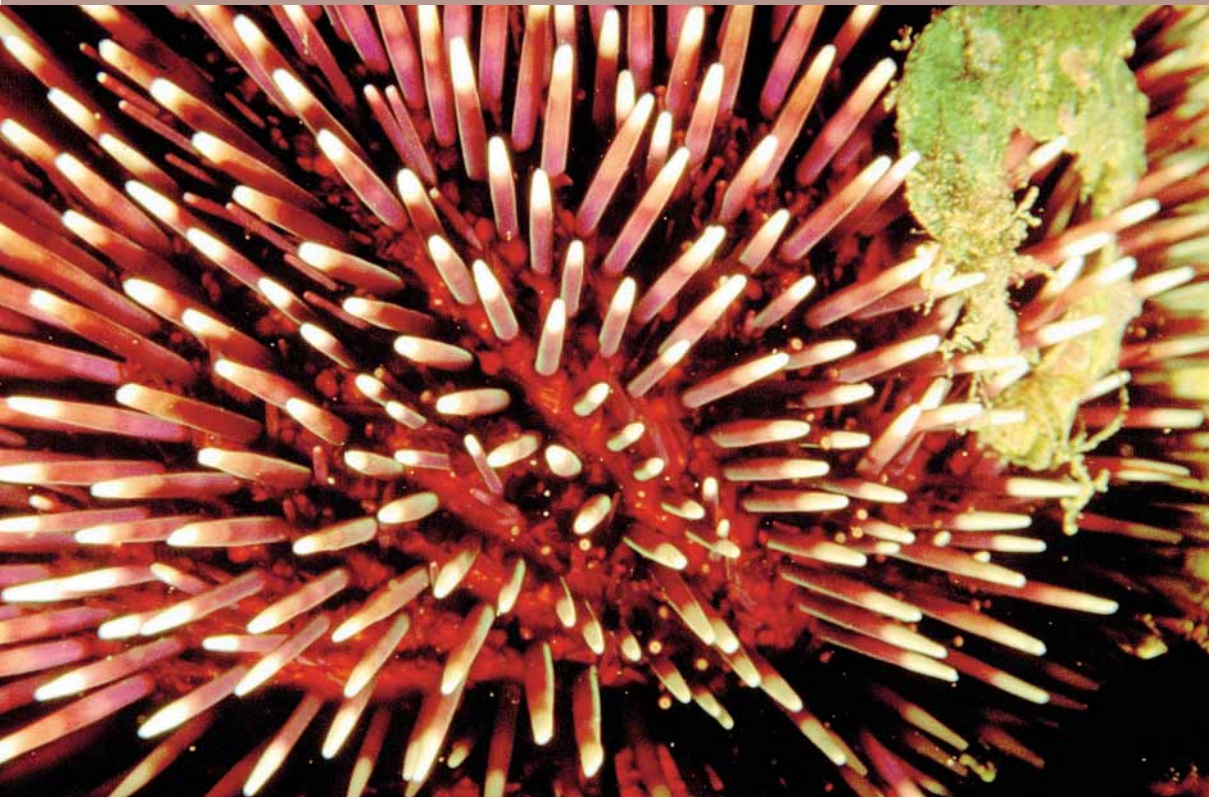
A velvet swimming crab (*Necora puber*)
in the waters of Brest harbour
(Finistère, Brittany, W France).

© Ifremer/O. Barbaroux
Anémones perles (*Corynactis viridis*)
des fonds sous-marins de Belle-Île-en-Mer
(Morbihan, France).

Sea anemones (*Corynactis viridis*) living on
the sea floor around Belle-Île-en-Mer
(Morbihan, Brittany, W France).

© Ifremer/O. Dugornay
Coquille Saint-Jacques et pétoncle
dans la baie de Saint-Brieuc
(Côtes-d'Armor, France).

Scallops in the Bay of Saint-Brieuc
(Côtes-d'Armor, Brittany, W France).

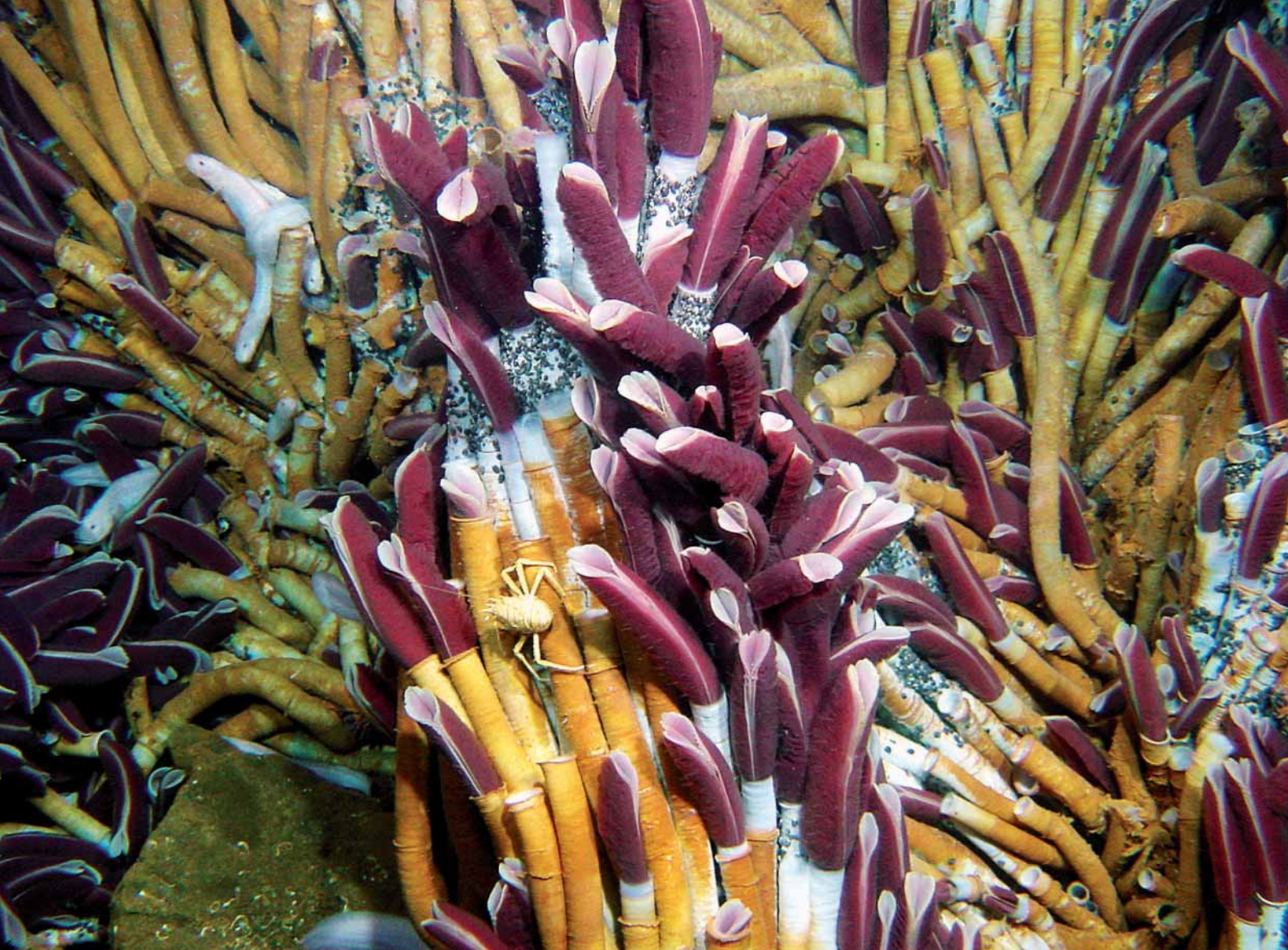


© Ifremer /O. Dugornay
Mollusque nudibranche
(France, Bretagne)

Nudibranch molluscs
(Brittany, NW France)

© Ifremer /V. Baty
Oursin (*Sphaerechinus granularis*)
dans les fonds sous-marins près de Marseille
(Bouches-du-Rhône, France).

A sea urchin (*Sphaerechinus granularis*)
on the sea floor near Marseille
(Bouches-du-Rhône, S France).



Les grands fonds marins constituent la dernière *terra incognita* de notre planète. En l'absence de production végétale, ces régions ont une biomasse faible ; les températures basses, la pression et le faible apport nutritionnel se conjuguent pour ralentir les processus biologiques. Pourtant, la diversité des espèces vivantes y est importante. La vie devient même luxuriante, lorsque de l'énergie géothermique et chimique est disponible. Dans les sources hydrothermales et dans les sources froides, les bactéries chimiosynthétiques, alimentées par des flux de méthane et de sulfures minéraux, sont à l'origine d'une chaîne alimentaire très productive. Le domaine abyssal couvre presque les deux tiers de la surface du globe et pourrait être peuplé d'environ 10 millions d'espèces.

The ocean deeps are the last *terra incognita* on our planet. No plant life exists in these regions: biomass is low and biological processes are very slow. Yet the deep ocean harbours a remarkable variety of life forms, including an astonishing profusion of organisms developing in the midst of geothermal and chemical processes. In hot and cold seepages, for example, chemosynthetic bacteria thrive on methane and mineral sulphides to form the base of a highly productive food chain. "Abyssal" regions cover almost two thirds of Earth's surface, and could well harbour 10 million species or more.

Par plusieurs milliers
de mètres de profondeur,
se développent

des oasis de vie riches
en espèces étranges,
jusqu'alors inconnues.
Mais ces écosystèmes
sont très fragiles.

Page gauche/left

© Ifremer/Victor-Campagne Phare
Bouquets de vers géants *Riftia pachyptila*
par 2 630 m de fond (Pacifique oriental 13° N).

A colony of giant *Riftia pachyptila* sea
worms flourishes at a depth of 2,630 m
in the Eastern Pacific (13° N).

Page droite/right

© Ifremer/A. Fifis
Le galathée yéti *Kiwa hirsuta*, par 2 300 m
de fond, sur une source hydrothermale
de la dorsale Pacifique antarctique.

The recently discovered "furry lobster"
or *Kiwa hirsuta*, living here near
a hydrothermal vent at a depth of 2,300 m
along the Pacific Ridge in the Antarctic.

© Ifremer/O. Dugornay
Ver de Pompei, *Alvinella pompejana*,
photographié lors de la Campagne Phare
sur l'*Atalante*, navire océanographique
de l'Ifremer. Pacifique oriental 13° N.

Pompeii worms (*Alvinella pompejana*)
in the Eastern Pacific (13° N), photographed
during the Phare campaign on the *Atalante*,
Ifremer's oceanographic ship.



Bizarre and hitherto
unknown species
form oases of life
thousands of metres
below the ocean surface,
but these ecosystems
are extremely fragile.



Biodiversité terrestre

Biodiversity on land



La Terre est riche de millions de formes de vie, et l'exploration du monde vivant terrestre est loin d'être achevée. Toutes les espèces vivantes sont liées les unes aux autres par des relations d'interdépendance et l'espèce humaine ne fait pas exception à la règle. L'importance de ce lien et son rôle essentiel pour le bien-être des populations ne font plus de doute aujourd'hui. La faune et la flore fournissent des aliments, des médicaments, des combustibles et des matériaux de construction. Elles contribuent à filtrer l'eau, à décomposer les déchets, à produire les sols et à féconder les plantes cultivées. Au-delà de ce lien utilitaire, la biodiversité, à toutes ses échelles, nous assure de l'avenir de la vie.

Our Earth harbours many millions of different life forms, and much of the living world remains to be explored. All living species are linked to one another through systems of interdependence, and the human species is no exception. There is abundant proof today of the importance of these links and their vital role in the well-being of the world's populations. Humans depend on animals and plants for food, medicines, fuel and building materials. Living organisms purify water, break down waste, build up soils and fertilise crops.



Page gauche/left

© IRD/J.-C. Pintaud
La fameuse fleur de la passion,
Passiflora coerulea, île de Porquerolles
(Var, France).

The well-known passion flower,
Passiflora coerulea, on the island
of Porquerolles (Var, S France).

Page droite/right

© IRD/M. Dukhan
Des formes végétales inattendues
ont élu domicile dans les laves du volcan
de la Soufrière (Guadeloupe, France).

Plant life will flourish in the most
improbable surroundings, as here
on the lava-encrusted slopes of the Soufrière
volcano (Guadeloupe, France).



© Inra/A. Delplanque
Isabelle de France *Graellsia isabellae* mâle,
une espèce crépusculaire protégée.
Elle a failli disparaître,
victime des collectionneurs.

A male Spanish Moon Moth
or *Graellsia isabellae*, a species brought
to the brink of extinction by collectors.
They are now protected.

© MNHN/V. Briand
La rainette de White, *Litoria caerulea*.
Bien que cette espèce soit largement
répandue, pollution et prélèvements
pour les animaleries la menacent
(Australie).

White's tree frog, or *Litoria caerulea*.
Although this species is widespread,
it is now under threat from pollution
and collecting for sale in pet shops
(Australia).

La vitesse de disparition
des espèces est actuellement
100 à 1 000 fois supérieure
à leur rythme naturel
d'extinction.

Species are now disappearing
at a rate 100 to 1,000 times higher
than their natural rate of extinction.



© MNHN/ L. Bessol
La panthère des neiges, *Uncia uncia*.
Les mesures de protection
sauveront-elles cette espèce
en danger (liste rouge de l'UICN),
très convoitée pour sa fourrure
et menacée par la réduction
de son habitat ?

The snow leopard (*Uncia uncia*)
is on the verge of extinction due to
hunting for its fur and habitat loss.
It is now on the IUCN Red List
of endangered species, but will protective
measures bring it back from the brink?

© MNHN-PZP/ F.-G. Grandin
La chouette harfang *Bubo scandiacus*.
Les changements climatiques pourraient
altérer l'habitat de cette espèce
du Grand Nord.

Climate change is threatening the habitat
of the snowy owl (*Bubo scandiacus*),
a native of the Far North.





© IRD/F. Anthony
Fleurs de l'orchidée *Mormodes colossus*
(Costa Rica).

A *Mormodes colossus* orchid (Costa Rica).



Plus que jamais, les naturalistes contribuent à la protection de la faune et de la flore : réintroduction d'espèces, mesures de sauvegarde, banques de semences, collections de génotypes.

In recent years, natural scientists have been involved in a great many activities to conserve flora and fauna, including species reintroduction, protective measures, seed banks and genotype collections.



© IRD/C. Néel

Le gorille et toutes les espèces de grands singes sont aujourd'hui menacées, en particulier par la destruction de leur habitat.

Gorillas, like all the great apes, are under severe threat, mainly as a result of habitat destruction.

© MNHN/C. Lemzaouda

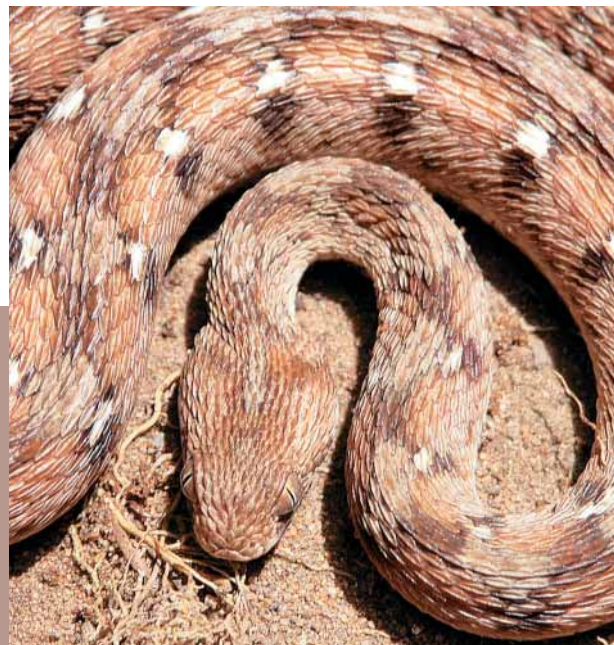
L'oryx d'Arabie, *Oryx leucoryx*.

Cette espèce autrefois répandue dans tout le Proche-Orient a disparu dans la nature en 1972.

Les derniers oryx sauvages ont été mis en sécurité dans des zoos, ce qui a permis leur réintroduction dans la nature. Ils sont à nouveau menacés par le braconnage.

The formerly abundant Arabian oryx, or *Oryx leucoryx*, had been hunted to extinction in the wild by 1972.

The last specimens were taken into captive breeding and subsequently reintroduced into the wild, but the species is again under threat from poaching.



© IRD/Y. Boulvert
Regroupement d'hippopotames
en fin de saison sèche dans les eaux résiduelles,
parc Saint-Floris (Rép. centrafricaine).

Hippos wallow in low water at the end of
the dry season, Saint-Floris National Park
(Central African Republic).

© IRD/J.-F. Trape
Dans la dynamique de la biodiversité,
chaque espèce joue un rôle, même celles
qui sont dangereuses pour l'homme.
Echis ocellatus, de la famille des Viperidae (Mali).

A carpet viper or *Echis ocellatus*. All species
have a role to play in the dynamics of
biodiversity, including those which are
dangerous to humans.

© IRD/J.-Y. Meunier
Zèbres de Grévy (*Hippotigris grevyi*),
famille des Equidae, Buffalo Springs, Kenya.

A Grevy's zebra (*Hippotigris grevyi*)
near Buffalo Springs, Kenya.



Page gauche/left

© IRD/L. Charpy
 Colonie de fous masqués (*Sula dactylatra*),
 la plus importante au monde,
 île de Clipperton (Polynésie française).

The world's largest colony
 of masked boobies (*Sula dactylatra*),
 on the French Pacific island of Clipperton.

© IRD/J.-J. Lemasson
 Colonie de pélicans blancs, *Pelecanus onocrotalis*,
 dans le parc national des oiseaux du Djoudj,
 l'un des premiers parcs ornithologiques
 du monde (Sénégal).

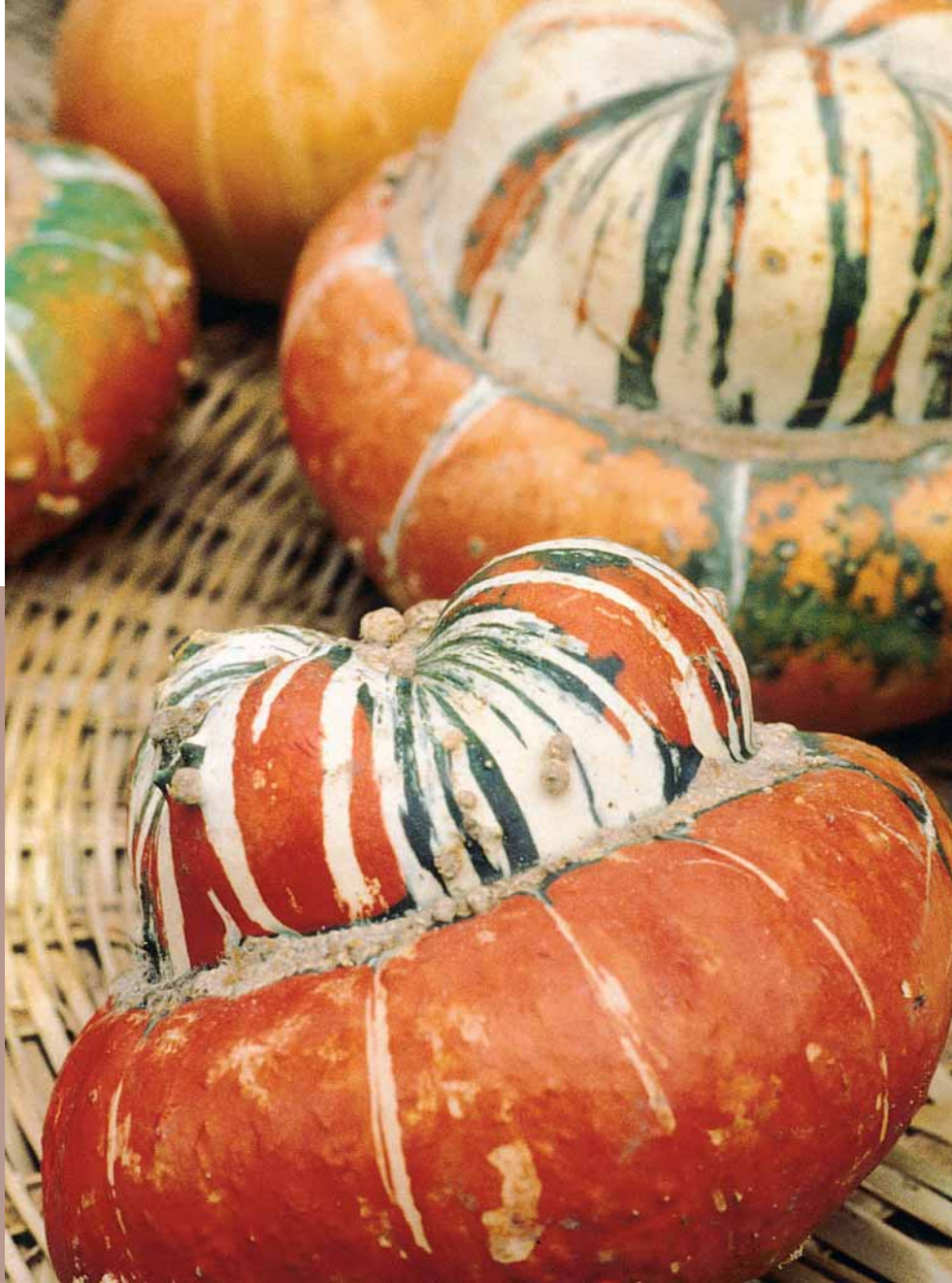
A colony of white pelicans
 (*Pelecanus onocrotalis*) in Senegal's Djoudj
 National Bird Park, one of the world's finest.

Page droite/right

© P. Lorne
 Flamants roses sur l'étang d'Ingril
 près de Montpellier (Hérault, France).

Pink flamingoes on Ingril pond
 near Montpellier (Hérault, S France)





Depuis le Néolithique, pour se nourrir, se soigner, se vêtir, l'homme a appris à discerner et domestiquer certaines espèces animales et végétales parmi les espèces naturelles qui convenaient le mieux à ses besoins.

Depuis, l'histoire de l'évolution des espèces est liée à celle des sociétés humaines.

Humans first learned during Neolithic times that certain wild animals and plants could be domesticated to satisfy their needs for food, clothing and medicines. Since then, the evolution of these species has been closely linked to the history of human societies.



© Inra/J. Weber
Coloquintes et pâtissons.

Gourds come in many different shapes, colours and sizes.

© Inra/F. Laurens
La pomme Ariane,
nouvelle variété de pomme
obtenue par l'Inra.

The Ariane, a new apple variety
developed at Inra.



© Inra/C. Maître
Tranches d'agrumes :
orange, citron et pamplemousse.

A mouth-watering array of citrus fruits:
oranges, lemons and grapefruit.

© Inra/J. Weber
Guirlande de tomates en grappe.

Tomatoes on the vine.

© BRGM im@gé/M. Marenthier
Le lagon de Bora Bora
(Polynésie française).

The lagoon at Bora Bora
(French Polynesia).



Le bleu de la planète

Our blue planet

Les océans recouvrent près des trois quarts de la surface du globe et représentent 97 % de l'eau disponible sur Terre. Les recherches des océanographes portent sur un très grand nombre de sujets, incluant la tectonique des plaques, les grands cycles biogéochimiques, les courants océaniques, les organismes et les écosystèmes marins, ou encore les liens entre océans et modifications climatiques. Une multitude de disciplines sont mobilisées afin de comprendre les relations entre la biologie, la géologie, la météorologie et la physique des océans. Les satellites d'observation ont permis des progrès considérables en océanographie, autorisant une surveillance globale, mais les mesures en mer demeurent indispensables.

The oceans cover almost three quarters of the Earth's surface and contain 97% of the planet's available water. Oceanographic research covers a very wide range of topics including plate tectonics, global biochemical cycles, ocean currents, marine organisms and ecosystems and the links between oceans and climate change. Many different disciplines are involved in understanding the relationships between ocean biology, geology, meteorology and physics. Remote sensing satellites have brought considerable progress in oceanography thanks to their global coverage, but *in situ* ocean measurements are still essential.

Quand la mer rejoint la terre

Where earth and water meet



Les espaces littoraux et estuariens sont autant d'interfaces vitales pour la vie des oiseaux et des poissons, qui réalisent leur cycle biologique en se déplaçant entre les eaux douces et la mer. Les espaces littoraux constituent également des zones économiques et touristiques de grande importance, mais ils sont souvent très vulnérables en raison d'une forte urbanisation, des prélèvements dus aux pêches, des pollutions terrestres ou marines. Afin de promouvoir un développement durable et une gestion intégrée, le littoral français est protégé par la loi depuis 1986. Les scientifiques s'emploient à préserver ou restaurer les habitats des poissons et oiseaux migrateurs, très exposés à la pollution. Ils surveillent aussi l'état des eaux côtières et leur qualité sanitaire.

Lying between land and sea, coastal and estuarine areas are vital to the survival of birds and fish, whose life cycles rely on their migrations between fresh water and the sea. Coastal areas are also of great importance to the economy and tourism, but they are often highly vulnerable to urban development, industrial fishing and land or marine pollution. In order to foster sustainable development and integrated management, the French coastline has been protected by law since 1986. Scientists are working to preserve or restore the habitats of fish and migratory birds which are under threat from pollution, and to monitor the condition and sanitary quality of coastal waters.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/P. Chèvremont
Source de vie abondante, la côte atlantique
au Croisic (Loire-Atlantique, France).

The Atlantic coast at Le Croisic harbours
an abundance of life (Loire-Atlantique,
W France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/M. Urvois
Un tombolo entre deux îles désertes
(îles Mamanucas, Fidji).

A tombolo, or sand bar,
stretching between two desert islands
in the Mamanucas group (Fiji).



© Cemagref/F. Cédra
Le lac Assal et sa banquise de sel,
à 153 m en dessous du niveau
de la mer Rouge (Djibouti).

The saline of Lake Assal, 153 m below
the level of the Red Sea (Djibouti).



© Medad/L.Mignaux
La dune et l'océan à Biscarrosse,
mise en place de ganivelles pour lutter
contre l'érosion du vent (Landes, France).

Dune fencing along the Atlantic coast
at Biscarrosse (Landes, SW France) helps
to protect dunes from wind erosion.

© Medad/L.Mignaux
Érosion des falaises et éboulements
sur le littoral de la Côte d'Opale,
entre Boulogne-sur-Mer et Calais
(Nord Pas-de-Calais, France).

Cliff erosion and rock falls along the coast
between Boulogne-sur-Mer and Calais
(Côte d'Opale, Nord Pas-de-Calais, N France).

Everything ultimately flows into the oceans. Marine fauna and flora depend on a fragile balance with the ocean environment, and these ecosystems cannot absorb our waste forever.

La faune et la flore de l'océan sont des écosystèmes fragiles, la mer ne peut plus absorber nos déchets.



© Ifremer/O. Barbaroux
Les falaises d'Étretat,
résultat d'une érosion littorale active
(Seine-Maritime, France).

Active coastal erosion has created
these chalk cliff formations at Étretat
(Seine-Maritime, Normandy, N France).





Page gauche/left

© Ifremer/O. Barbaroux
Un port de pêche dans l'île de Phu Quoc
(Viêt-nam).

A fishing village on the island of Phu Quoc
(Vietnam).

Page droite/right

© Ifremer/O. Barbaroux
Vue aérienne de l'étang de Thau
et des installations portuaires de Sète
(Hérault, France).

Aerial view of the Thau basin and harbour
installations at Sète (Hérault, S France).

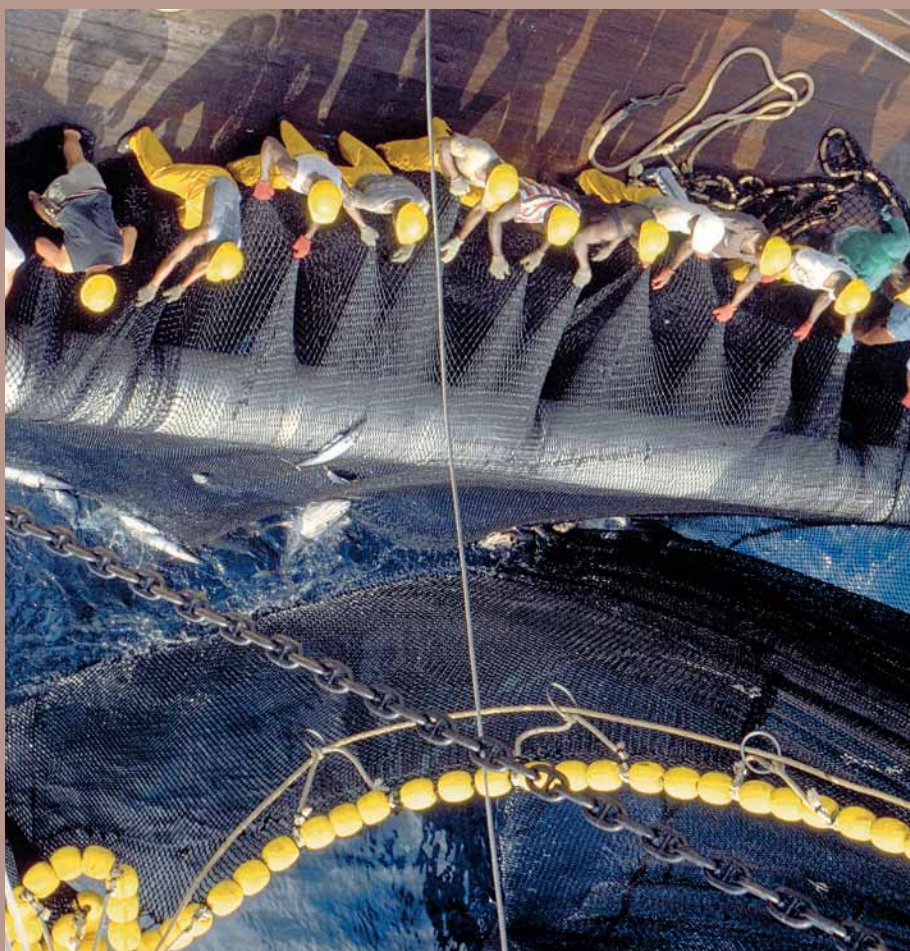
En 2010, 80 % de la population mondiale vivra à moins de 100 km des côtes. Le commerce des produits de la mer ne cesse d'augmenter. Il a atteint en 2007 le record absolu de 75 milliards de dollars, en hausse de 23 % par rapport à 2000, alors que la ressource devient de plus en plus fragile et rare.

In 2010, 80% of the world's population will be living less than 100 km away from the sea. Meanwhile, trade of fisheries products is constantly increasing, with an all-time record turnover of 75 billion dollars in 2007 – a 23% rise over 2000 – while resources are becoming ever more fragile and scarce.



La mer nourricière

Food from the sea



En de multiples points de la planète, les ressources marines s'affaiblissent ou s'épuisent, menacées par la surpêche, la destruction des habitats marins, la pollution et le réchauffement climatique. Plus de cent espèces de poissons marins sont en danger. Face à cette situation, les chercheurs préconisent une gestion de la ressource marine qui prenne en compte les écosystèmes dans leurs dimensions écologiques, sociales et économiques. Il est possible en effet, grâce aux connaissances acquises, d'élaborer des techniques de pêche et des réglementations qui concilient le développement d'une activité économique et la préservation de la ressource.

In many parts of the world, marine resources are dwindling or becoming exhausted as a result of overfishing, the destruction of marine habitats, pollution and global warming. Over a hundred marine fish species are now endangered. To address this situation, researchers are calling for systems of marine resource management that cover all ecological, social and economic aspects of marine ecosystems. Thanks to advances in different scientific fields, fishing techniques and regulations can be developed to preserve a healthy balance between the sector's economic development and conservation of the resources it depends on.



Page gauche/left

© Ifremer/O. Barbaroux
La pêche au thon tropical (Scombridae)
sur senneur (Côte d'Ivoire).

A seine-netter fishing for tuna
(Scombridae) in the tropics
of Côte d'Ivoire.

Page droite/right

© Cemagref/ D. Gauthier
Navires de pêche
(port de Mortagne-sur-Gironde, France).

Fishing boats (Gironde, SW France).



Page gauche/left

© IRD/B. Arnaud
Pêche d'anchois (*Engraulis rigens*) au large du Pérou servant à l'échantillonnage de poissons lors d'une campagne océanographique.

Fishing for anchovy (*Engraulis rigens*) off the Peruvian coast to collect fish samples during an oceanographic campaign.

© Ifremer/O. Dugornay
La remontée du chalut de fond sur le navire océanographique de l'Ifremer *Thalassa* (Nord-Gascogne, France).

Hauling in a bottom trawl on the *Thalassa*, Ifremer's oceanographic ship (Northern Gascony, SW France).

Page droite/right

© Ifremer/O. Barbaroux
Bateau armé pour la pêche à la civelle sur la rivière de la Seudre (Charente, France).

Glass eel fishing on the Seudre River (Charente, W France).



La mer fait vivre les populations riveraines, elle leur fournit des emplois et des revenus. Dans les pays du Sud, le poisson est souvent la principale source de protéines, mais le prélèvement excessif de la ressource par la pêche industrielle met en péril toute la filière.

The livelihoods of coastal populations are highly dependent on the sea, which provides income and employment. In the countries of the South, fish are often the main source of protein, but industrial overfishing is threatening the fishing sector as a whole.





L'aquaculture devra-t-elle remplacer un jour la pêche, de la même manière que l'agriculture et l'élevage ont détrôné la cueillette et la chasse de nos ancêtres ? Aujourd'hui, 43 % du poisson consommé provient de l'aquaculture (9 % en 1980).

Page gauche/left

© IRD/C. Lévêque
Vue générale des nasses et d'un barrage en claies (Logone Gana, Tchad).

Fish traps and a fish fence on the Logone River (Chad).

Page droite/right

© IRD/S. Hem
Aire de capture avec aménagement des retenues d'eau en Guinée.

A fence-type fish trap in a retaining reservoir in Guinea.

© Ifremer/O. Barbaroux
Séchage des filets de pêche dans la baie d'Along (Viêt-nam).

Fishing nets dry out in the Bay of Along (Vietnam).

Will fish farming eventually have to replace fishing, just as farming and animal husbandry took over from the hunter-gatherer livelihoods of our ancestors? Fish farms already supply 43% of all fish consumed, as against 9% in 1980.



L'aquaculture

Fish farming



D'ici 2030, afin de compenser les effets de l'évolution démographique et de la stagnation des apports de la pêche, l'aquaculture mondiale devra doubler sa production pour maintenir le niveau actuel de consommation de produits aquatiques. Les enjeux de la recherche sont désormais de développer des techniques d'élevage de poissons, crustacés et mollusques, respectueuses de l'environnement. Pour relever ce défi, elle devra résoudre de nombreux problèmes en particulier le partage de l'espace maritime avec d'autres activités, l'approvisionnement en eau de bonne qualité et s'engager dans des démarches éco-responsables.

By 2030, if we want to maintain current levels of seafood consumption, fish farm production will need to double in order to compensate for population growth and the stagnation of fisheries. The challenge for researchers is to develop environmentally sound techniques to farm fish, molluscs and crustaceans. To take up this challenge, it will have to solve many problems such as the share of marine space with other activities and the supply of good water quality. It will also have to implement eco-responsible practices.



Page gauche/left

© IRD/P. Legendre
Culture d'huitres perlières
en Polynésie française.

Pearly oyster aquaculture,
French Polynesia.

Page droite/right

© BRGM im@gé/M. Leclercq
L'estuaire du Belon fait l'objet d'une étude
sur la gestion des bassins versants
(Finistère, France).

The Belon estuary in Brittany is part of
a study on catchment basin management
(Finistère, Brittany, NW France).



© Ifremer/O. Dugornay
Œufs de morue aux premiers stades
de la division cellulaire (environ 1 mm
de diamètre).

Cod roe in the first stages of cell division
(about 1 mm in diameter).

© Ifremer/O. Barbaroux
Cage d'élevage de bars à Cannes
(Alpes-Maritimes, France).

Breeding cages for sea bass
(Cannes, Alpes-Maritimes, SE France).

© Inra/D. Marie
La vitesse de croissance lente
de la truite Fario, commune en Europe,
fait qu'elle est rarement élevée.

Fario trout are common in Europe,
but they are slow-growing
and therefore rarely bred in fish farms.

La mise au point de systèmes d'élevage respectueux de l'environnement favorise le maintien de certaines espèces menacées dans leur milieu naturel (esturgeon, anguille, saumon...).

The development of environmentally sound fish-farming systems is helping to save species which are under threat in their natural environments, such as sturgeon, eel and salmon.



© Ifremer/O. Dugornay
Larves de morues
quelques jours après l'éclosion
(environ 2 mm de longueur).

Cod larvae a few days after hatching
(about 2 mm in length).

© Inra/C. Marty
Éclosion d'alevins de saumon
en milieu naturel, à la fin de la période
d'incubation, lorsque le développement
foetal est complet.

Salmon hatchlings
in their natural environment,
at the end of the incubation period
once foetal development is complete.



Page gauche/left

© IRD/J.-P. Montoroi
Village de pêcheurs sur pilotis
et parcs d'élevage piscicole,
baie de Phang Nga (Thaïlande).

A fishing village on stilts
and adjoining fish farm
in Phang Nga Bay (Thailand).

Page droite/right

© Ifremer/O. Barbaroux
Bouchots de moules à marée basse
sur la plage du Pirou (Manche, France).

'Bouchot' mussel poles
at low tide on the beach at Pirou
(Manche, NW France).

Le parage des huîtres est pratiqué depuis l'Antiquité, et l'aquaculture des poissons d'eau douce (tilapias, carpes) a précédé celle des mollusques sédentaires du littoral, il y a plusieurs milliers d'années, en Chine et en Égypte.

Sedentary coastal shellfish like oysters have been farmed since ancient Greek and Roman times, and freshwater fish farming (tilapia and carp, for example) dates back even further, to several thousand years ago in China and Egypt.



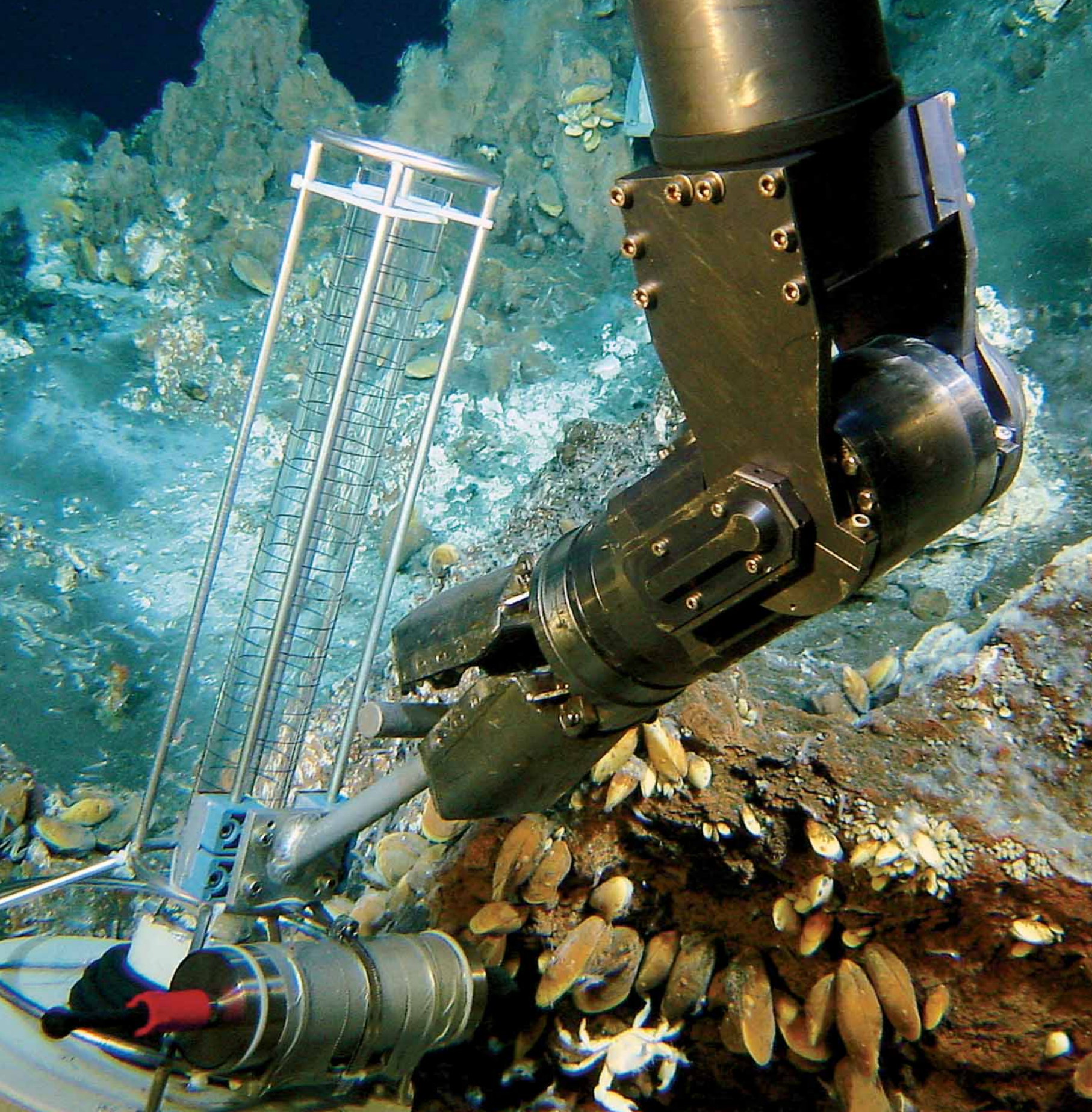
L'univers des grands fonds

The ocean depths



Les grandes profondeurs constituent un domaine immense, difficile d'accès, encore très peu connu. On doit leur exploration aux progrès techniques (cartographie par sonar, submersible, robot), mais aussi aux exploits des premiers explorateurs. Au milieu du xx^e siècle, ce sont les bathyscaphes qui ont permis d'accéder aux grands fonds. Les années 2000 ont vu l'arrivée d'engins plus légers et inhabités, robots dotés de bras manipulateurs et de caméras. Les grands fonds possèdent d'immenses richesses énergétiques, biologiques et minérales. La conquête de ce nouveau monde a fait avancer la connaissance de la dynamique des plaques tectoniques et des risques naturels, et apporté la preuve que la vie peut se développer dans des conditions extrêmes.

The ocean's abyssal regions are vast, difficult to reach and still largely unknown. It has become possible to explore these regions thanks to technical advances, but also thanks to the exploits of early explorers. In the mid-20th century, the first dives to great ocean depths were made in bathyscaphes. By 2000, lighter, unmanned robots were being developed, fitted with remotely controlled arms and cameras. The ocean depths harbour immense biological, mineral and energy resources. Man's conquest of this hitherto unknown world has brought not only a greater understanding of the dynamics of plate tectonics and natural risks, but also proof that life can flourish in extreme conditions.



Page gauche/left

© Ifremer/Nautile-Campagne Nautilau
Fumeurs blancs actifs avec cheminées
par 2 700 m de fond (dorsale Sud-Ouest
Pacifique – Fosse des Tonga).

White smokers with hydrothermal vents
(2,700 m South-West Pacific Ocean ridge).

Page droite/right

© Ifremer/Victor-Campagne Momareto
Bras du Victor 6000, robot télé-opéré de
l'Ifremer explorant un site hydrothermal
par 1 700 m de fond (Açores).

The Victor 6000 arm, a remotely controlled
robot used by Ifremer, exploring
a hydrothermal zone 1,700 m below
the ocean surface in the Azores.



Page gauche/left

© Ifremer/Victor-Campagne Serpentine
Sulfures avec chlorure de cuivre, sur le site hydrothermal Logatchev par 2 970 m de fond, sur la ride médio-atlantique.

Sulfide holding copper chloride located at 2,970 m depth, hydrothermal site of Logatchev, Mid-Atlantic ridge.

© Ifremer/Nautile-Campagne Garrett
Tubes de laves étirés sur la pente d'un point chaud, îles de la Société (Polynésie française).

Lava tubes spreading down the slope of a hot spot in the Society Islands (French Polynesia).

Page droite/right

© Ifremer/Victor-Campagne Serpentine
Sur ce fumeur noir à 370 °C, les anémones se fixent sur les parties froides des cheminées, par 4 100 m de fond (Atlantique).

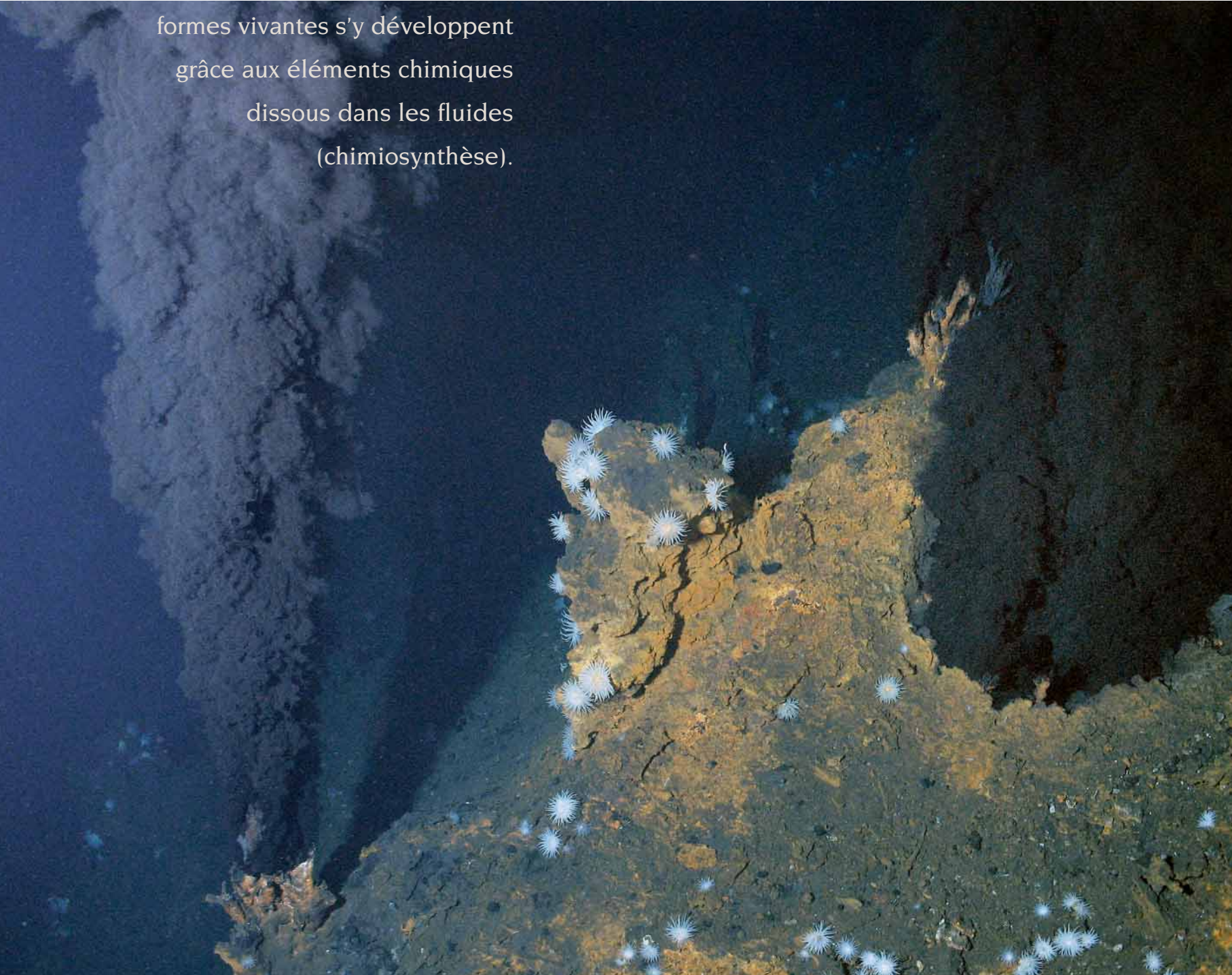
4,100 m below the surface of the Atlantic, sea anemones cling to the cooler slopes of black smokers venting fluids at 370°C.

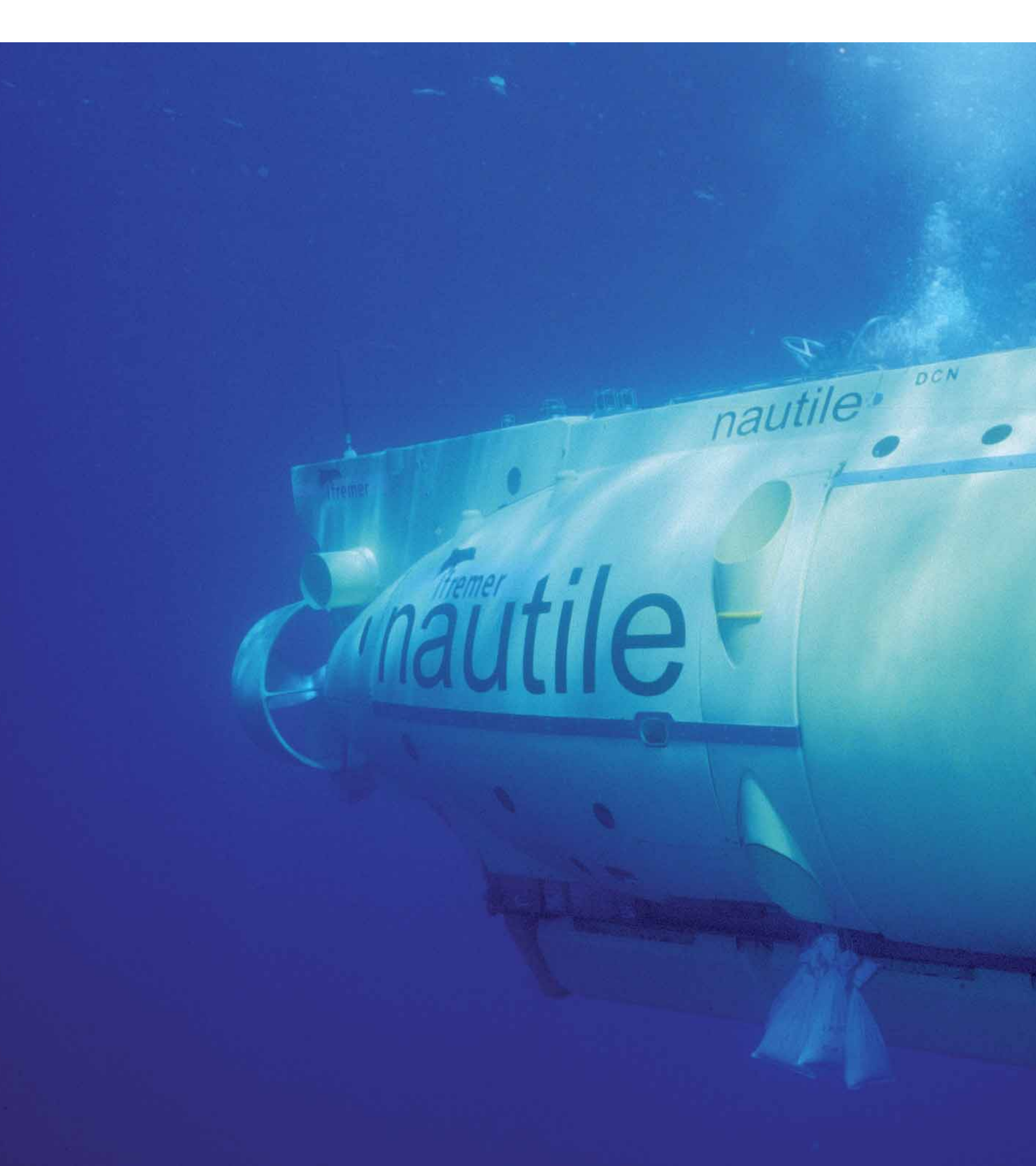


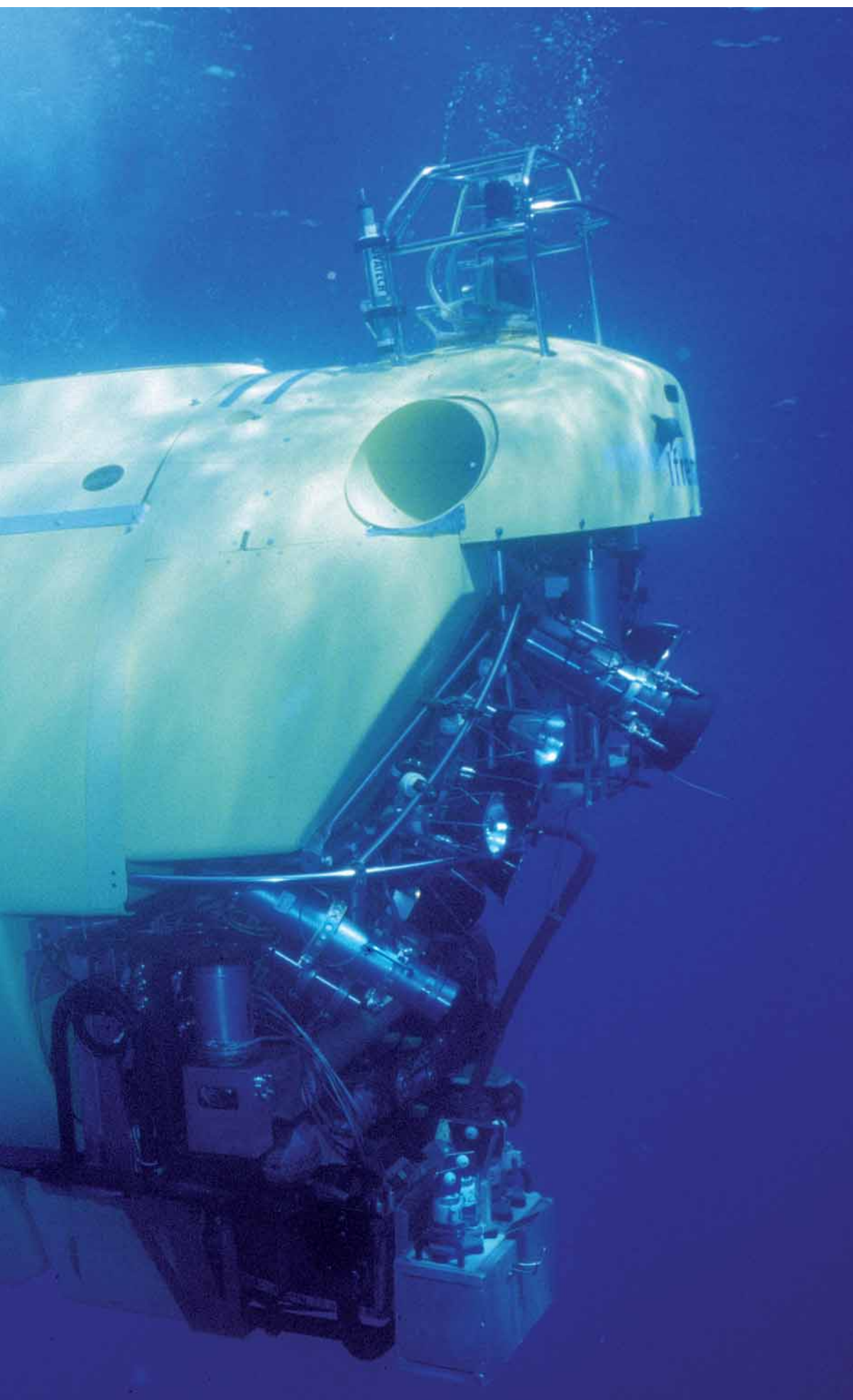
Les sources hydrothermales des grands fonds se forment sur les dorsales océaniques, là où les plaques tectoniques s'écartent en laissant sourdre le magma et en expulsant des fluides riches en métaux.

Dans l'obscurité totale, certaines formes vivantes s'y développent grâce aux éléments chimiques dissous dans les fluides (chimiosynthèse).

Deep-ocean hydrothermal springs well up along ocean ridges, where magma seeps through the gaps formed as tectonic plates move apart. These springs spew out metal-rich fluids from which life emerges in total darkness, sustained by dissolved chemical components (chemosynthesis).







© Ifremer/E. Lacoupelle
Le *Nautilus*, sous-marin autonome habité
de l'Ifremer, conçu pour atteindre 6 000 m
de profondeur.

The *Nautilus*, a manned Ifremer's autonomous
submarine, is designed to explore ocean
depths 6,000 m below the surface.



© Ifremer/O. Dugornay
Mise à l'eau du Victor 6000 depuis l'Atalante, navire océanographique de l'Ifremer.

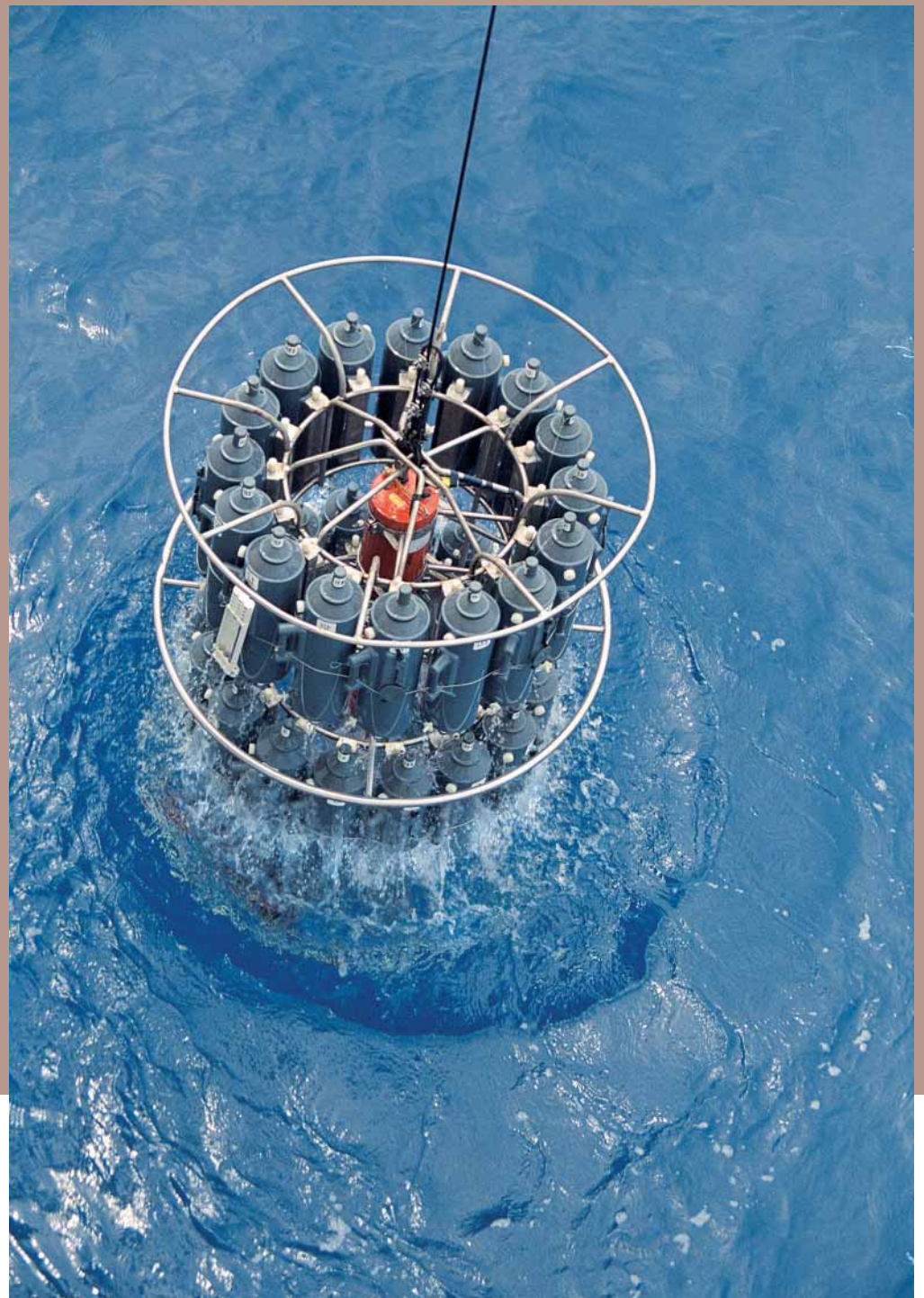
Launching the Victor 6000 from the Atalante, Ifremer's oceanographic ship.

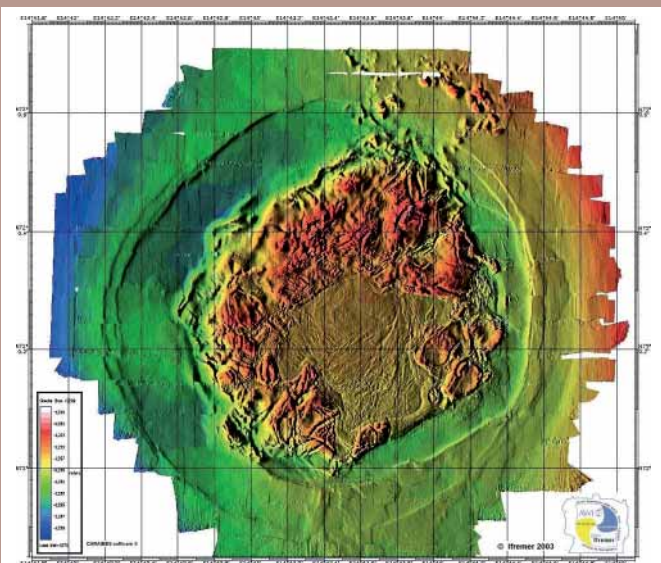
© Ifremer/V. Rigaud
L'Aster[®], véhicule autonome côtier capable de plonger à 3 000 m et de parcourir 100 km.

The Aster[®], an autonomous coastal craft that can dive to 3,000 m in depth and travel for 100 km.

© Ifremer/P. Branellec
Bathysonde et rosette utilisées pour détecter et mesurer composés chimiques, température et pression des émissions de fluides.

A bathymetric sonde and rosette water sampler, used to detect and measure chemical compounds, temperature and pressure in deep-water vent fluids.



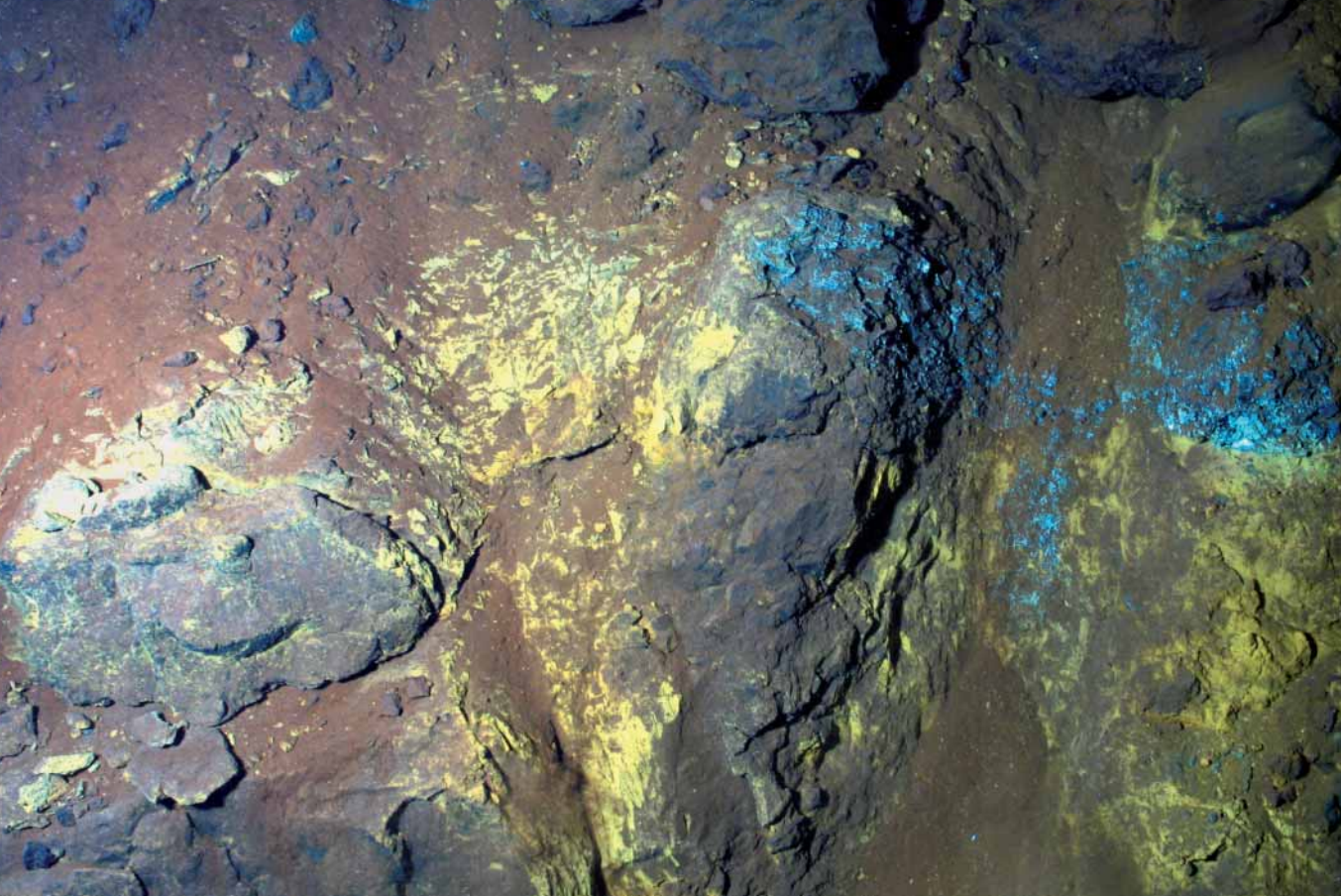


© Ifremer/M. Guillou
Le Victor 6000, sur le pont du *Pourquoi pas ?*,
navire océanographique de l'Ifremer.

The Victor 6000, on board of *Pourquoi pas ?*,
Ifremer's oceanographic ship.

© Ifremer/Campagne Vicking
Carte bathymétrique d'un volcan de boue
sous-marin réalisée à l'aide du robot
Victor 6000 (Norvège).

Bathymetric map of a submarine mud
volcano, produced with data collected
by the Victor 6000 (Norway).



Page gauche/left

© Ifremer/Victor-Campagne Serpentine
Amas de sulfures massifs de cuivre et de fer,
par 3 600 m de fond, site Krasnov (océan
Atlantique).

Massive copper and iron sulphides
in the Krasnov site, 3,600 m below
the surface of the Atlantic Ocean.

© Ifremer/Nautile-Campagne Nixonaut
Un champ de nodules polymétalliques,
à près de 5 000 m de fond (océan Pacifique
central nord).

A field of polymetallic nodules
nearly 5,000 m down on the floor
of the north central Pacific Ocean.



Page droite/right

© Ifremer/Y. Fouquet
Observation au microscope métallographique
des sulfures hydrothermaux oxydés recueillis
sur un site hydrothermal sur la dorsale du
Pacifique est par 2 700 m.

A microscopic view of oxidised hydrothermal
sulfides collected from a hydrothermal site
on the East Pacific Ridge, at a depth of 2,700 m.

© Ifremer/Victor-Campagne Serpentine
Stalactites d'atacamite, chlorure de cuivre
résultant de l'oxydation des sulfures riches en
cuivre (3 700 m de fond, dorsale atlantique).

Stalactites of atacamite, copper chloride
after the oxydation of copper sulfide
(3,700 m Mid Atlantic ridge).



© BRGM im@gé/M. Marenthier
Mine de fer dont l'exploitation a permis
le développement de toute une province
en Mauritanie.

This iron mine in Mauritania
has been driving the development
of an entire province.



Les ressources minérales

Mineral resources

La contribution des ressources minérales a été capitale dans le développement des civilisations, et plus particulièrement au cours des deux derniers siècles dans le monde occidental. Ce phénomène se poursuit aujourd'hui intensément avec l'entrée en scène de pays comme la Chine et l'Inde. Mais ces ressources (matériaux de construction, minéraux industriels, métaux, minéraux énergétiques, substances précieuses) ne sont pas renouvelables et leur extraction comme leur usage occasionnent d'importantes pollutions.

Mineral resources have always been crucial to the development of civilisations, especially during the last two centuries in the Western world. Today, mineral resources are being used even more intensively as countries like China and India emerge on the global scene. But these resources - construction materials, industrial minerals, metals, fuels and precious minerals - are not renewable, and their extraction and use are highly polluting.

L'exploitation du sol et du sous-sol

Open-cast and underground mining



Quelle soit à ciel ouvert ou souterraine, une exploitation minière engendre des déchets et des pollutions diverses, avant, pendant et après son activité. Les mines sont aujourd'hui conçues selon des principes nouveaux, où la gestion de l'ensemble du processus, de l'extraction à la réhabilitation, est prise en compte dès la conception. Autant de missions où les géosciences jouent un rôle essentiel, de même que dans les programmes de coopération internationale où elles apportent par ailleurs une assistance technique aux pays miniers, en favorisant une exploitation durable des ressources.

Whether above or below ground, mining produces various kinds of waste and pollution before, during and after operations. New mines are now being designed according to different principles, whereby management of the entire process, from extraction to site restoration, is planned from the outset. The geosciences have an essential role in this area, as well as in international cooperation programmes in which technical assistance to mining countries aims to foster sustainable resource use.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/F. Lacquement
Cristaux de fluorine à double coloration,
associés à de la calcite, carrière de Picampoix
(Nièvre, France).

Bicoloured fluorite crystals associated
with calcite, from the Picampoix quarry
in the Nièvre (Central France).

Page droite/right

© IRD/Y. Marguerat
Les mines de phosphates à ciel ouvert
de Hahotoé, nationalisées en 1974,
première richesse du Togo.

The open-cast phosphate mines
in Hahotoé, Togo, were nationalised
in 1974 and are the country's main source
of income.





Page gauche/left

© IIRD/P. Cayré

Le site minier d'exploitation du nickel de la société Falcon Bridge sur le mont Koniambo (Nouvelle-Calédonie).

The Falcon Bridge Company's nickel mining site on Mount Koniambo in New Caledonia.

Page droite/right

© BRGM im@gé/ B. Feuga

Dissolution d'un terril de sel afin de réduire la salinité de la nappe phréatique (Wittelsheim, Haut-Rhin, France).

Dissolving salt-mining spoil to reduce water table salinity (Wittelsheim, Haut-Rhin, NE France).

© BRGM im@gé/D. Cazaux

Drainage minier acide contaminant les eaux superficielles (Rio de sangre, vallée du Margajita, République dominicaine).

Acid drainage from mining contaminates surface waters (Rio de Sangre, Margajita Valley, Dominican Republic).





La croissance de la demande mondiale,
face à des ressources limitées,
induit une forte compétition pour
accéder aux matières premières minérales.

Growing world demand
for limited resources
is creating fierce competition
for access to mineral raw
materials.



© Photothèque Talcs de Luzenac, France
Le site de Luzenac,
la plus grande carrière de talc du monde,
en exploitation depuis 1905
(Ariège, France).

The world's largest talcum mine,
at Luzenac in the Ariège (S France)
has been operating since 1905.



Souvent décriées pour leurs effets sociaux et environnementaux, des exploitations minières artisanales se répandent dans le monde, notamment en Afrique. Mais cette exploitation reste peu rationnelle. Les conditions de travail sont souvent extrêmes et l'extraction engendre d'importantes dégradations de l'environnement: aires agricoles stérilisées, forêts et rivières polluées, nappes phréatiques altérées... L'orpaillage, par exemple, pose un problème majeur pour la santé publique, en raison du rejet de mercure dans les eaux.

Small-scale mining is often criticised for its adverse social and environmental impacts, but it is increasingly prevalent around the world, especially in Africa. However, rational methods are generally lacking, working conditions are often extreme and extraction activities cause severe environmental degradation by sterilising agricultural lands, polluting rivers and forests and contaminating water tables. Gold panning, for example, raises major public health problems because of the mercury released into river waters.

Page gauche/left

© IRD/E. Bernus
Sauniers dans les salines
de Tegidda-n-Tesemt,
dans le nord du Niger, en 1986.

Workers in the salt-ponds
of Tegidda-n-Tesemt
in northern Niger, 1986.

Page droite/right

© IRD/F. Colin
Mineur du camp aurifère d'Essakan,
un site exploitant en puits
des veines de quartz aurifères
à plus de 40 m de profondeur
(Burkina Faso).

A gold miner at Essakan camp
in Burkina Faso, where gold-bearing
veins of quartz are pit-mined
at a depth of more than 40 m.



Salt, or sodium chloride, is as vital to the human organism as air and water. Salt is harvested by evaporating sea water in salt pans. Fossil salt, or gem salt, is extracted from salt mines.

Le sel, ou chlorure de sodium, est aussi indispensable au corps humain que le sont l'air et l'eau. Le sel peut être récolté par évaporation de l'eau dans des marais salants ou des lacs salés. Le sel fossile, appelé aussi sel gemme, est extrait dans des mines de sel.



Page gauche/left

© IRD/D. Wirmann
Étendue de sel de 10 000 km², le Salar d'Uyuni, à plus de 3 600 m d'altitude, est le plus grand lac salé du monde.

The Salar d'Uyuni, the world's largest salt lake, stretches across 10 000 km² more than 3,600 m above sea level.

Page droite/right

© IRD/B. Moizo
Mine de sel de Khoc Sa'at (Laos), lac dont on extrait le sel par un procédé de chauffage.

The Khoc Sa'at salt mine in Laos, where heat is used to extract salt from the lake waters.



Connu depuis la Préhistoire pour ses propriétés dans l'assaisonnement et la conservation des aliments, le sel a donné lieu très tôt à une exploitation intensive et à une commercialisation sur de longues distances. Dissous dans l'eau, il constitue la matière première pour la production de chlore, de soude caustique et d'hydrogène, trois piliers importants de l'industrie chimique. Il est également utilisé comme exhausteur de goût, adoucisseur d'eau, ou sous forme d'épandage pour la sécurité routière.

Salt has been known since prehistoric times for its food seasoning and preserving properties, and has been mined and traded over long distances since time immemorial. Salt dissolved in water is the raw material for producing chlorine, caustic soda and hydrogen, three essential substances in the chemical industry. It is also used as a flavour enhancer, a water softener and as grit to improve road safety in icy conditions.

Matériaux et métaux

Materials and metals



Certains matériaux issus du sol ou du sous-sol terrestre servent depuis toujours à la construction de bâtiments et aux travaux publics. D'autres sont à la source de changements importants dans l'histoire des civilisations, comme le charbon et l'acier pour les chemins de fer, les nanomatériaux pour les technologies de pointe. Les géosciences, qui contribuent à cet essor avec la minéralogie, la cristallographie..., sont engagées aux deux bouts de la chaîne : depuis les techniques d'extraction qu'elles cherchent à rendre plus propres et moins coûteuses en énergie, telles les méthodes hydro-bio-métallurgiques, jusqu'aux procédés de recyclage.

Some materials extracted from the soil have been used for centuries in construction and public works. Others have triggered major changes for civilisations, from coal and steel for railways to the nanomaterials used in advanced technologies. The geosciences, which contribute to these developments through the mineral sciences, crystallography and so on, are involved at both ends of the chain, from research on cleaner, low-energy extraction technologies involving hydro-bio-metallurgy, to the development of recycling processes.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/J.-F. Pasquet
Déchargement de granulats marins
dans le port de Rotterdam (Pays-Bas).

Unloading marine aggregate
in the port of Rotterdam (Netherlands).

Page droite/right

© BRGM im@gé/P. Lebreton
Gisement de rhyolite à perlite
(utilisé pour l'allègement des sols
et comme isolant) et de smectites
(bentonite pour boues de forage) (Algérie).

A deposit of rhyolite-perlite
(used to condition heavy soils
and as an insulating material)
and smectite (associated with bentonite
in drilling mud) (Algeria).



© BRGM im@gé/F. Michel
Ancienne mine de charbon à Decazeville
(Aveyron, France).

An abandoned coal mine in Decazeville
(Aveyron, S France).

© BRGM im@gé/F. Michel
Carrière de calcaire à Anstrude
(Charente, France).

A chalk quarry at Anstrude
(Charente, W France).

La récupération et le recyclage des métaux et des matériaux de construction permettent d'économiser les ressources minérales de la planète.

Recovering and recycling metals and construction materials help to economise our planet's mineral resources.

© BRGM im@gé/ S. Schomburgk

Exploitation de grès en plaques pour l'habitat traditionnel, souvent remplacé par du béton, pourtant moins adapté à la chaleur (Maroc).

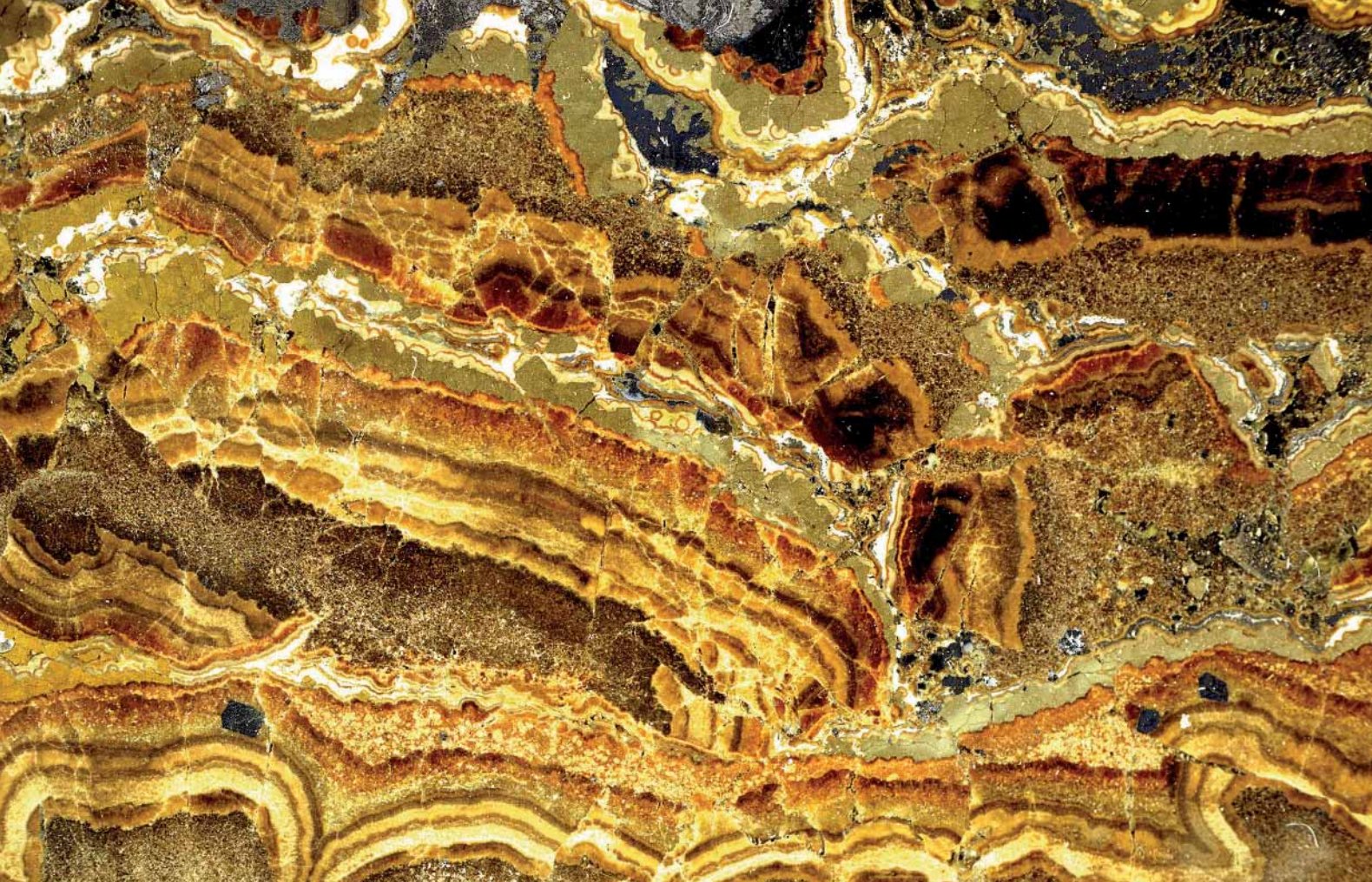
Sandstone slabs used for traditional housing in Morocco are increasingly replaced by concrete, which is less well suited to a hot climate.

© BRGM im@gé

Exploitation artisanale d'or avec des moyens rudimentaires, batée et pépites (Mali).

Gold panning in Mali, using a simple gourd.





Page gauche/left

© BRGM im@gé/1-F. Sureau
Échantillon poli de minerai rubané de zinc
provenant de la mine de Bois-Madame
(Gard, France).

A polished sample of banded zinc
ore from the Bois-Madame mine
in the Gard (S France).

© BRGM im@gé/1. Féraud
Un cube de fluorine provenant de la mine
de Maurevieille (Alpes-Maritimes, France).

A fluorite cube from the Maurevieille mine
in the Alpes-Maritimes (France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/1.-M. Leistel
Cristaux d'imitérite, sulfure d'argent
et de mercure sur de la calcite (Maroc).

Crystals of imiterite, a silver and mercury
sulfide, associated with calcite (Morocco).

© BRGM im@gé/1. Féraud
Concrétions de carbonate de cuivre
dans une galerie de la vieille exploitation
du Dôme de Barrot (Alpes-Maritimes, France).

Copper carbonate concretions in a gallery
in the old Dôme de Barrot mine workings
in the Alpes-Maritimes (SE France).





Un ordinateur compte plus de 30 métaux différents (étain, argent, cadmium, or, plomb, mercure...). Mais seul l'or est recyclé, souvent dans les pays en voie de développement, trop souvent sans réelle mesure de protection sanitaire et environnementale.

A single computer contains more than thirty different metals (tin, silver, cadmium, gold, lead and mercury, to name but a few). But only gold is recycled, often in developing countries where measures to protect human health and the environment are all too often non-existent.



© IRD/O. Barrière
Sorgho rassemblé en gerbes
avant d'être transporté
jusqu'à la concession familiale (Sénégal).

Sheaves of sorghum waiting to be carried
to the family homestead (Senegal).



La terre nourricière

Agriculture, or nourishment from the Earth

En 7000 ans, l'agriculture a profondément évolué grâce à son adaptation aux conditions naturelles, à la mise au point de nouvelles techniques ou de nouveaux produits et à l'introduction de variétés améliorées par sélection et aujourd'hui par génie génétique. Il en résulte dans certaines régions une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines. Pour limiter les effets de cette agriculture moderne sur l'environnement, son caractère durable est aujourd'hui un objectif majeur de la politique agricole européenne. La recherche joue un rôle clé dans la promotion de techniques innovantes, répondant à des normes environnementales, sanitaires et de qualité.

In 7000 years of history, agriculture has changed profoundly by adapting to different natural conditions, developing new techniques and products and introducing varieties improved by selection and, nowadays, by genetic engineering. But the resulting increase in productivity has impoverished soils and polluted underground water reserves. In order to reduce the adverse effects of modern agriculture on the environment, sustainability has become a priority objective of European agricultural policy. Research in universities and agronomy institutes is playing a key role in fostering innovative techniques that meet environmental, health and quality standards.

L'élevage

Livestock farming



L'élevage pastoral, ancestral et nomade, est encore dominant dans les pays du Sud, alors que depuis les années 1950, une véritable révolution s'est produite dans les techniques d'élevage des pays du Nord. Cette activité a augmenté fortement la productivité, par concentration spatiale des entreprises et adoption de techniques d'alimentation, de conduite des animaux et de races à hautes performances. Mais ces gains d'efficacité ont contribué à la pollution des sols et des eaux et affecté certains caractères de la qualité des produits et le bien-être animal. Les agronomes proposent aujourd'hui des solutions pour limiter les impacts, et notamment pour les ruminants, un retour de l'élevage à l'herbe. On redécouvre aujourd'hui les vertus de la pâture et l'importance du bien-être animal pour la qualité des produits.

While ancestral, nomadic modes of livestock herding still predominate in the countries of the South, the countries of the North have seen truly revolutionary changes in livestock farming techniques since the 1950s. These have greatly increased productivity thanks to the spatial concentration of farms, new feeding and rearing techniques and selection for high performance breeds. However, these gains in efficiency have increased soil and water pollution and adversely affected both product quality and animal welfare. Today, agronomists are offering solutions to counter these effects, including a return to pasture-fed livestock for ruminants. The importance of good pasture and animal welfare for product quality is being rediscovered.



Page gauche/left

© Inra/M. Adrian
Basse-cour traditionnelle dans une ferme
du Limousin (France).

Traditional free-range poultry
on a family farm in the Limousin region
(Central France).

Page droite/right

© IRD/V. Simonneaux
Troupeau pâturant sur un lac temporaire
asséché, Izzourar, Haut Atlas central (Maroc).

Sheep seeking pasture on the dry bed
of a temporary lake in the Izzourar region
of the central High Atlas in Morocco.



Page gauche/left

© IRD/O. Barrière

La fête de retour de transhumance après les récoltes (Degal de Wuro Neema, Mali).

The return of transhumant cattle after the crop harvest is an occasion for celebration (Degal de Wuro Neema, Mali).

© Inra/M. Meuret

Le pâturage des caprins en garrigue limite l'embroussaillage tout en nourrissant le troupeau (Bouches-du-Rhône, France).

Goats grazing in the garrigues of southern France help to keep the scrubland vegetation under control (and reduce fire risks) (Bouches-du-Rhône, S France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/J.-P. Chèvremont

Paysage typique du bocage vendéen (Vendée, France).

A typical hedge-and-field landscape in the Vendée (W France).

© Inra/G. Paillard

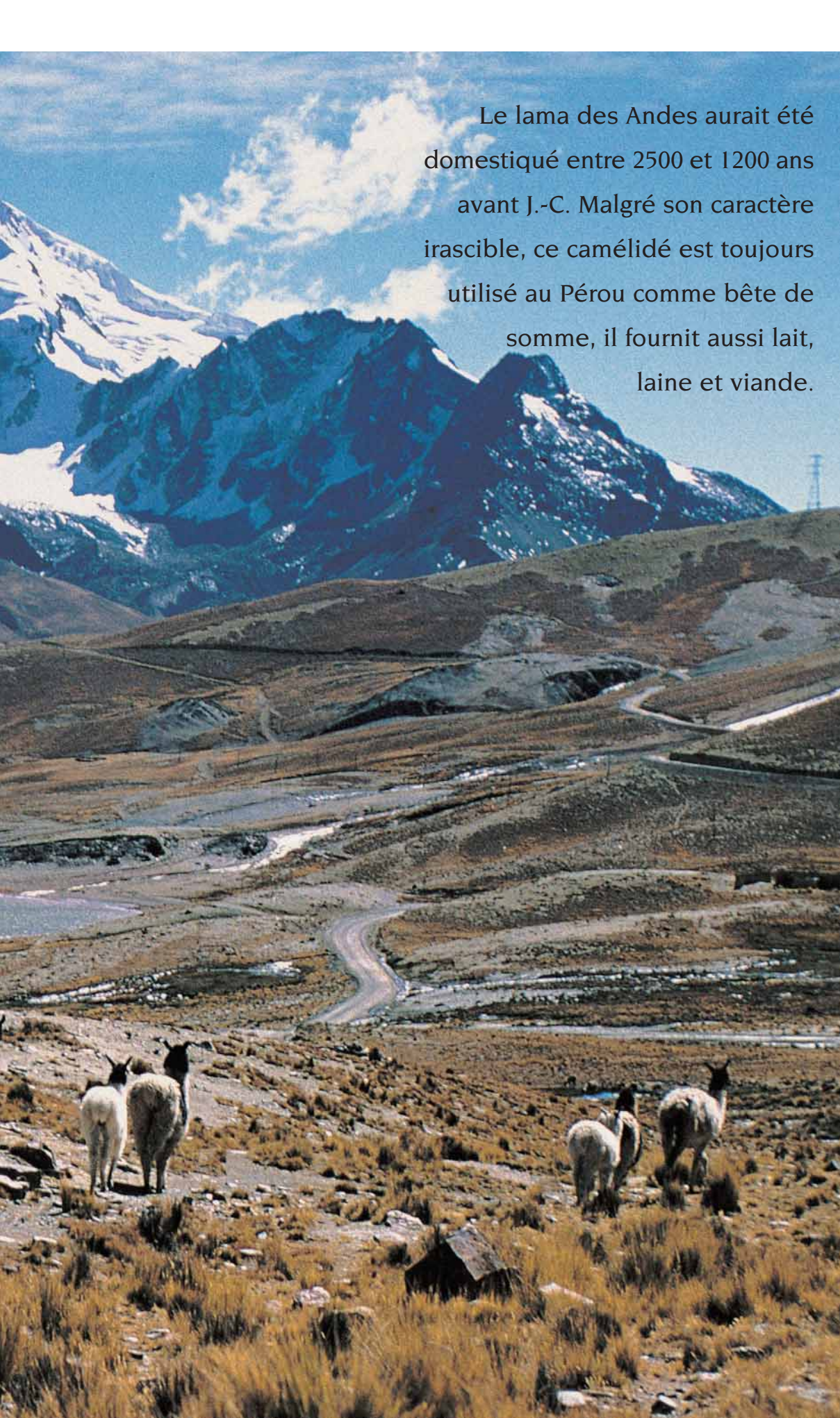
Vaches charolaises alimentées en stabulation près de Bourges (France).

Stable-fed charolais cattle near Bourges (Central France).









Le lama des Andes aurait été domestiqué entre 2500 et 1200 ans avant J.-C. Malgré son caractère irascible, ce camélidé est toujours utilisé au Pérou comme bête de somme, il fournit aussi lait, laine et viande.

The Andean lama is thought to have been domesticated between 2500 and 1200 BC. Despite their irascible nature, llamas are still used in Peru as pack animals and also for their milk, wool and meat.

© IRD/L. Joseph
Troupeau de llamas près d'un lac d'altitude.
Au fond, le Wayna Potosi en Bolivie (6 088 m).

A herd of llamas near a mountain lake in Bolivia, with Wayna Potosi in the background, towering to 6,088 m above sea level.



Page gauche/left

© Inra/G. Cattiau
Oies de Toulouse en troupeau.

A flock of Toulouse geese (SW France).

© Inra/C. Maître

Élevage de porcs en plein air intégral.
Une cabane abrite la truie et sa portée.

With shelters provided for sows
and their young, these free-range pigs
can roam outdoors all year round.

Page droite/right

© Inra/C. Maître
L'Institut technique du porc,
station d'expérimentation nationale porcine
de Romillé (Île-et-Vilaine, France).

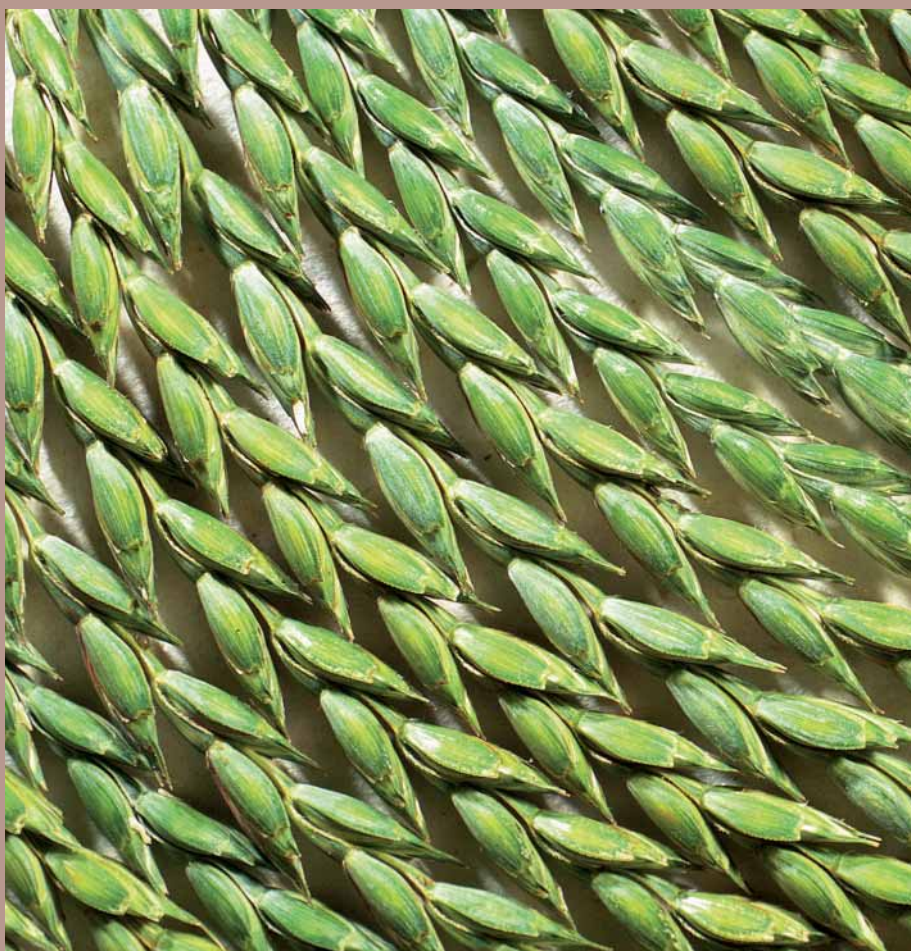
The national experimental pig-breeding
station at Romillé in Brittany (NW France).





Une mosaïque agricole

A mosaic of farmlands



En privilégiant les terres les plus productives, l'intensification des pratiques agricoles et la réduction du nombre d'agriculteurs créent sur certains territoires des zones de déprise agricole où la nature reprend ses droits. Des friches, des landes et des boisements spontanés se substituent peu à peu aux cultures et aux pâturages. Le développement de ces sites est mal connu et diversement perçu. Pour les uns, il s'agit de terres sans valeur, enserrant les villages, multipliant les prédateurs et les sources d'incendie ; pour les autres, ils favorisent la biodiversité et le stockage du carbone. De nouvelles connaissances sont nécessaires pour valoriser ces espaces et les intégrer dans une meilleure relation entre ville et campagne.

By focusing on the most productive areas, the intensification of agricultural practices and the reduction of farmers, create in some areas of abandoned farmlands territories that are reverting to wilderness. Wild areas, moorland and spontaneous woodlands are gradually overgrowing former croplands and pastures. There is little documentation on this development and perceptions vary widely. Some fear an encroachment of worthless lands that close up landscapes, besiege villages, harbour predators and increase fire risks. Others see these wildlands as restoring the wealth of biodiversity and increasing carbon storage capacity. New knowledge is needed to enhance the value of these areas as an integral aspect of the interrelationship between cities and the countryside.



Page gauche/left

© Inra/J. Weber

Épis du grand épeautre (*Triticum spelta*),
céréale proche du blé, réservoir de gènes utiles.

Ears of spelt (*Triticum spelta*),
a cereal grain similar to wheat,
and a reservoir of useful genes.

Page droite/right

© Inra/ M. Meuret

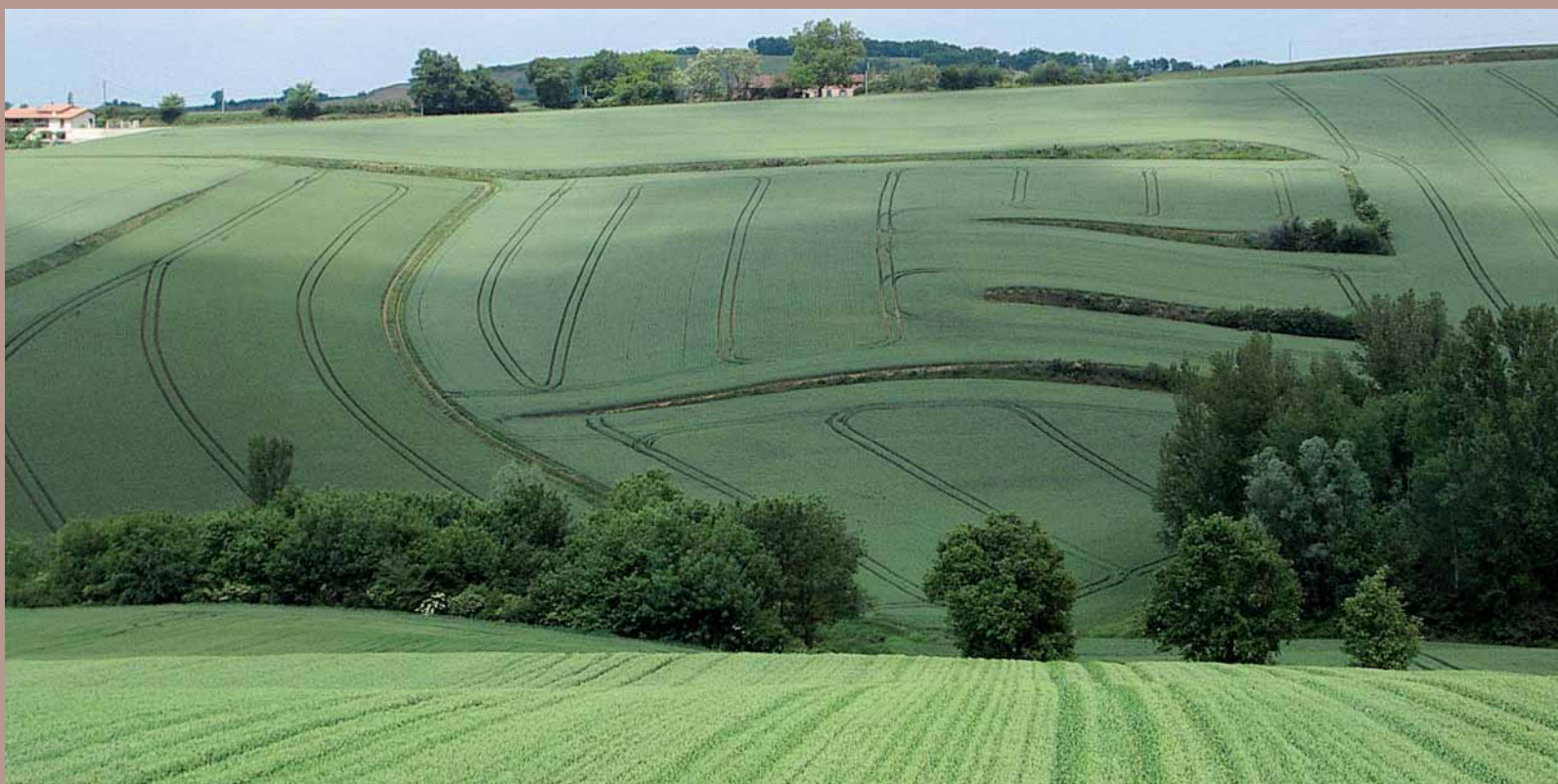
Paysage soumis à la déprise agricole
dans le Vercors (Drôme, France).

A landscape of abandoned farmland
in the Vercors (Drôme, SE France).

En créant au fil des siècles
les parcelles, les chemins,
les haies... l'agriculture
a organisé l'espace rural.
Cette mosaïque agricole donne
une identité à une région,
surtout lorsque celle-ci a su
conserver sa richesse écologique.

Over the centuries,
farming has organised rural
landscapes into a patchwork
of plots, tracks and hedges.
These farmland mosaics
are strongly associated with
the identity of each region,
especially those whose ecological
wealth has been preserved.





Page gauche/left

© Inra/M. Meuret
Le pastoralisme contribue à l'entretien
du paysage. Brebis mérinos dans les Hautes-
Alpes (France).

Pastoralism contributes to the landscape
upkeep. Merino sheep in the Hautes-Alpes
(SE France).

Page droite/right

© Inra/M. Adrian
Mosaïque de parcelles agricoles
(Lorraine, France).

A farmland mosaic in the Lorraine
(NE France).

© BRGM im@gé/A. Lambert
Champ de blé sur des sols du Quaternaire
ancien (Haute-Garonne, France).

Wheat fields on ancient Quaternary soils
in the Haute-Garonne (SW France).





© Inra/G. Paillard
Les moissonneuses-batteuses
à l'heure de la moisson
dans les grandes plaines de la Beauce
(France).

Combine harvesters at work
in the great plains of the Beauce
(N France).



© Inra/C. Maître
Paysage sur les bords de la Dordogne.

A landscape along the Dordogne River
(SW France).

© Inra/I.-C. Bouvier
Diffuseur de phéromones
installé dans un verger en production
fruitière intégrée et biologique.

A pheromone distributor in an orchard run
by integrated organic methods.

Selon des recherches citées
dans un rapport de
l'Organisation des Nations
unies pour l'alimentation (FAO),
l'agriculture biologique
pourrait nourrir la planète.
Un domaine où la France
a de gros progrès à faire...

According to a report
from the FAO, organic agriculture
could feed the entire planet.
This is an area where France
still has a long way to go.



© Medad/L. Mignaux
Production de légumes biologiques
sous serre sur le site de Moyecques
à Landrethun-le-Nord (Pas-de-Calais, France).

Growing organic vegetables in greenhouses
at Moyecques in Landrethun-le-Nord
(Pas-de-Calais, N France).

© Medad/L. Mignaux
Atelier d'insertion consacré à la production
de légumes biologiques sur le site
de Moyecques à Landrethun-le-Nord
(Pas-de-Calais, France).

A work experience programme
on organic vegetable production
at Moyecques in Landrethun-le-Nord
(Pas-de-Calais, N France).



Page gauche/left

© IRD/P. Milleville

Culture irriguée d'oignons en bas-fonds, village de Sangha, en pays dogon (Mali).

Irrigating an onion crop in a valley bottom near the village of Sangha, in Mali's Dogon country.

© IRD/C. Dejoux

Exploitation céréalière dans la Sierra Madre au sud de Mexico (Cuernavaca, Mexique).

A cereal farm in the Sierra Madre near Cuernavaca (S Mexico).

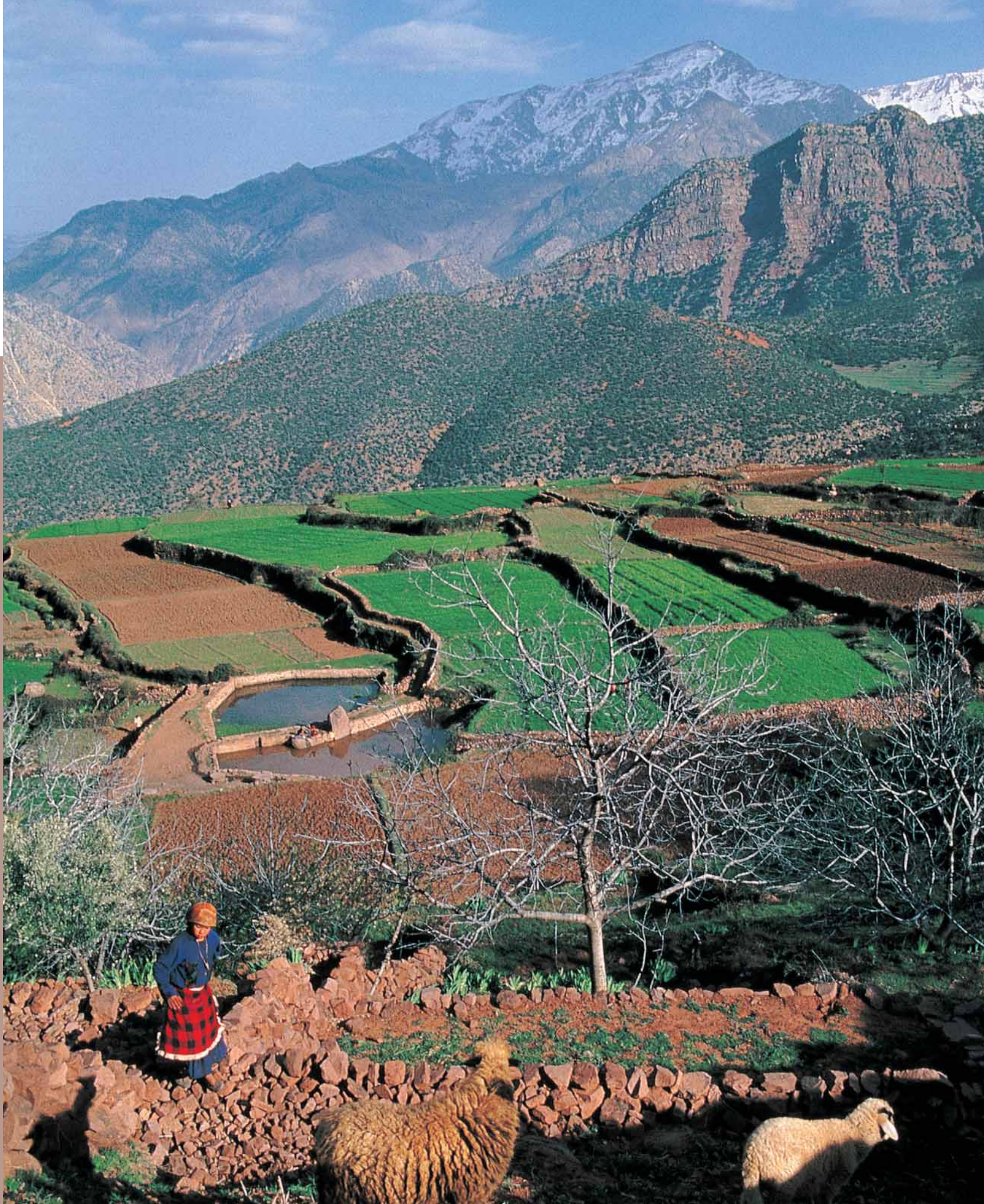
Page droite/right

© IRD/V. Simonneaux

Paysage agricole près de Zawyat Sidi Boujam'a, Haut Atlas occidental (Maroc).

An agricultural landscape near Zawyat Sidi Boujama, in Morocco's Western High Atlas range.







Page gauche/left

© Inra/ J. Bourliaud
 Pommes de terre en tas après récolte
 d'une parcelle travaillée collectivement
 (Pérou, 1985).

Potatoes harvested from a collectively run
 farm plot (Peru, 1985).

© IRD/J.-P. Guengant
 Adolescents portant la récolte de mil
 sur la route de Bobo Dioulasso (Burkina Faso).

Adolescents carrying harvested millet
 along the Bobo Dioulasso road
 (Burkina Faso).

Page droite/right

© IRD/J. Champion
 La récolte des piments
 dans la plaine de Kairouan (Tunisie).

The pimento harvest in the Kairouan plain
 (Tunisia).

© IRD/J.-P. Raffailac
 Dispositif expérimental comparant dix variétés
 de Quinoa, créé en 2003 par l'IRD en partenariat
 avec deux facultés boliviennes.

A field trial comparing ten different varieties
 of Quinoa, established in 2003 in partnership
 with two Bolivian university departments.





De l'arbre au bois

Trees and timber



Depuis les années 1990, plus de 15 millions d'hectares de forêt disparaissent chaque année de la surface du globe. Cette perte touche presque en totalité les pays du Sud, alors qu'au Nord la forêt se stabilise ou progresse. Les principales causes de dégradation sont l'agriculture et l'élevage, auxquelles s'ajoutent la surexploitation du bois, les mauvaises pratiques de coupe et les incendies. Pour lutter contre ce fléau, les scientifiques étudient les interactions complexes de l'homme et du milieu forestier, afin d'élaborer des politiques de mise en valeur et des stratégies viables de gestion de la ressource sur le long terme. La conversion des forêts naturelles en « agroforêts » est une des solutions pour préserver l'écosystème sans nuire au développement des populations locales.

Since the 1990s, over 15 million hectares of forests are being destroyed every year across the globe. Virtually every country of the South is experiencing these losses, although forest areas are stable or increasing in the Northern hemisphere. The main causes of forest degradation are farming and livestock raising, along with excessive logging, bad felling practice and forest fires. In efforts to stem these catastrophic losses, scientists are studying the complex interactions between human societies and forest environments, in order to support policies to enhance forest value and introduce resource management strategies that are viable over the long term. Converting natural forests into "agro-forests" is one solution for preserving ecosystems without jeopardising the development of local populations.



Page gauche/left

© Inra/M. Pitsch

Un hêtre, symbole de sagesse,
dressé vers le ciel.

A beech tree, an ancient symbol
of wisdom, reaches for the sky.

Page droite/right

© Inra/M. Pitsch

Une hêtraie, dans les brumes
de la forêt de Haye
(Meurthe-et-Moselle, France).

Mist-shrouded beech trees in the forest
of Haye (Meurthe-et-Moselle, NE France).



Page gauche/left

© Inra/C. Dupraz
Moisson dans une parcelle agro-forestière expérimentale adulte (blé/peupliers) près de Vézénobres (Gard, France).

Harvest time in a mature experimental agro-forestry plot of wheat and poplars, near Vézénobres (Gard, S France)



© Inra/G. Cattiau
Coupe d'arbres en forêt.

Timber felling.

Page droite/right

© Inra/C. Dupraz
Parcelle agro-forestière (noyers/blé) pour l'étude des compétitions entre arbres et cultures.

An agro-forestry plot of walnut trees and wheat, where competition between trees and crops is under study.

Protégeons les forêts.
Les arbres absorbent le gaz
carbonique et produisent
une part significative
de l'oxygène de l'air.
Les forêts constituent un milieu
privilegié d'expression de
la biodiversité et une source
de revenus pour l'homme.

We need to protect our forests.
Trees absorb carbon
from the atmosphere and
release a significant proportion
of the oxygen we breathe.
Forests are among the Earth's
richest sources of biodiversity
and a significant source of income
for human societies.





© IRD/H. de Foresta
Parc national Bukit Barisan Selatan.
Mélange de forêt naturelle et d'agroforêt
à damar (*Shorea javanica*) exploité pour
la production de résines (Sumatra, Indonésie).

A mixture of natural and damar agro-forest
(*Shorea javanica*) in Bukit Barisan Selatan
National Park (Sumatra, Indonesia).



Une gestion durable des forêts permet à la fois d'assurer le renouvellement de la ressource et de satisfaire aux besoins des hommes. Mais la mise en œuvre de ce principe est loin d'être généralisée et la déforestation se poursuit à grande échelle.

Sustainable forest management ensures that resources are continually renewed while satisfying human needs at the same time. The concept, now introduced in the countries of the North, is making little headway in the South, where deforestation is continuing on a massive scale.





Page gauche/left

© IRD/V. Simmoneaux
 Baobabs dans un champ de sisal à Berenty
 (Madagascar).

Baobabs in a sisal plantation near Berenty,
 Madagascar.

Page droite/right

© IRD/G. Michon
 Transport de grumes d'*Agathis philippinensis*
 (*almaciga*), une espèce en voie de disparition
 malgré un abattage réglementé (Indonésie).

Carting away felled *Agathis philippinensis*,
 a species which is rapidly disappearing
 despite felling regulations (Indonesia).

© IRD/C. Lévêque

Un tas de « bois de feu » destiné
 à la commercialisation dans un village
 le long de la route Bouaké-Ferkessédougou
 (Côte d'Ivoire).

Stacks of fuelwood awaiting sale in a
 village along the Bouaké-Ferkessédougou
 road (Côte d'Ivoire).



© Ifremer/G. Véron
Champ d'éoliennes en mer,
site de Nysted (Danemark).

The Nysted offshore wind farm (Denmark).



Les énergies renouvelables

Renewable energy

Bois pour le feu, moulins à eau ou à vent, sources chaudes: les énergies renouvelables ont longtemps contribué au développement de l'humanité. Détrônées à partir du XIX^e siècle par les énergies fossiles, elles font un retour en force au XXI^e, poussées par la raréfaction des ressources et les effets négatifs de leur combustion sur le climat. Les énergies renouvelables font l'objet de nombreuses recherches pour les rendre encore plus performantes, moins chères et plus accessibles. Leur part dans le bilan énergétique mondial reste encore faible (de l'ordre de 13 %), mais la mobilisation est forte aujourd'hui pour les développer à l'échelle planétaire.

Wood for heating, windmills, water mills and hot springs are all forms of renewable energy that have supported human development down the ages. Ousted by fossil fuels in the 19th century, they are now making a comeback as fossil energy sources become exhausted and the damaging consequences of their use on the climate become clear. Numerous research programmes are working to increase renewable energy sources efficiency, lower their cost and make supplies more widely available. Although their share in the world's energy budget is still small, at around 13%, the drive to develop renewable energy use at global scale is gathering pace.

La biomasse

Biomass



La production d'énergie à partir de matière organique peut se faire en utilisant les cultures (annuelles ou pérennes), le bois et les déchets. Si le bois représente de loin la principale source de biomasse, la fin du xx^e siècle a vu le développement de filières nouvelles. Elles permettent des transformations qui répondent à un éventail plus large d'utilisations: carburants liquides pour le transport, chauffage urbain ou individuel, co-génération de chaleur et d'électricité, production de biogaz. Pour améliorer les bénéfices écologiques et humains, la recherche s'oriente vers le développement du biogaz ou l'utilisation de lignocellulose. L'utilisation de micro-algues à des fins énergétiques fait aussi l'objet de nombreux programmes exploratoires d'ampleur internationale.

Energy from organic matter can be produced from annual or perennial crops, wood and waste. Although wood is still the main source of biomass energy by far, new forms of supply began to emerge in the late 20th century. These convert energy in ways that cater for a much wider range of uses, producing liquid fuels for transport and urban or individual heating, combined heat and power, or biogas. In order to gain further ecological and human benefits, other research programmes are focusing on biogas production from lignocellulose. Possibilities for using micro-algae to produce energy are also being researched by numerous international programmes.



Page gauche/left

© Inra/F. Carreras
Stère de bois destiné au chauffage
des habitations.

Stacked firewood for domestic heating.

Page droite/right

© Inra/J. Weber
Parcelle de colza en Eure-et-Loir
pour produire de l'énergie.

A rapeseed crop for biofuel
in northern France (Eure-et-Loir).

L'éolien

Wind power



L'utilisation de l'énergie éolienne connaît, depuis le milieu des années 1990, une croissance mondiale très forte. Des milliers d'éoliennes tournent dans le paysage de diverses régions du monde. La France, qui possède un bon potentiel éolien, espère atteindre une production de plusieurs milliers de mégawatts en 2010. La recherche est très active sur l'évaluation de la ressource et la prédiction de la production éolienne. Le concept de ZDE (zone de développement de l'éolien), créé pour préserver les paysages, conditionne maintenant l'implantation de parcs d'éoliennes. La recherche étudie également les conditions de leur acceptabilité sociale. Elle s'efforce de rendre les aérogénérateurs plus silencieux, plus puissants, plus performants, et de mieux les intégrer dans le paysage.

Since the mid-1990s, wind power has been developing rapidly all over the world. Thousands of spinning wind turbines are dotted across the landscape in many different regions. France, with its relatively high wind power potential, is hoping to achieve several thousand megawatts in wind power generation by 2010. Research on wind power potential and production forecasting is very active. In France, a new planning concept for "wind power development zones" (ZDE or zone de développement de l'éolien) has been designed for landscape protection purposes. Researchers, meanwhile, are working on social acceptability aspects, seeking to develop quieter, more powerful and more efficient turbines that blend better into the landscape.



Page gauche/left

© IRD/M. Bournof
Une éolienne rudimentaire près de Bangkok
(Thaïlande) alimente les pompes
qui servent à l'irrigation des cultures.

A simple wind turbine powers water pumps
for crop irrigation near Bangkok (Thailand).

Page droite/right

© BRGM im@gé/M. Marenthier
Champ d'éoliennes
dans le Finistère (France).

A wind farm in Brittany
(Finistère, NW France).

La géothermie

Geothermal energy



Les géosciences sont à l'origine de la découverte des sites géothermaux et de leur exploitation. Elles veillent aussi à une bonne gestion de la ressource. Environ 55 pays exploitent aujourd'hui la géothermie pour la production de chaleur et une vingtaine, situés dans des régions volcaniques actives, l'emploient pour produire de l'électricité. Le potentiel de développement de cette énergie reste considérable dans de nombreux pays. Après une première phase d'exploitation dans les années 1970, la France s'est lancée depuis 2002 dans un inventaire plus complet des ressources géothermales, importantes et sous-exploitées. La géothermie de très basse énergie (avec pompe à chaleur) est déjà en plein développement pour le chauffage et la climatisation.

The geosciences are responsible for the discovery of geothermal energy sites, and are also involved in efficient resource management. Geothermal energy is now used to produce heat in about 55 countries, and about 20 countries in actively volcanic regions use it to produce electricity. Development potential is considerable in many of the world's countries. After an initial exploitation phase in the 1970s, France launched a more exhaustive inventory of its geothermal resources in 2002, which are both large and under-exploited. Very low-energy geothermal applications (using heat pumps) are already booming in the heating and air-conditioning sectors.



Page gauche/left

© IRD/P. Chevallier
Geysers du Tatio, à 4 300 m,
près de San Pedro de Atacama (Chili).

The El Tatio geyser field, 4,300 m above sea level near San Pedro de Atacama in Chile.

Page droite/right

© BRGM im@gé/I. Arnaud
Au milieu des sources chaudes
des geysers d'El Tatio, zone volcanique
centrale des Andes chiliennes.

Walking among the hot springs
around the El Tatio geysers in the central
volcanic zone of the Chilean Andes.

L'hydraulique

Hydropower



L'nergie hydraulique reprsente 19 % de la production mondiale d'lectricit. C'est la source d'nergie renouvelable la plus utilisee et il en subsiste encore d'abondantes ressources en Amrique latine, en Afrique centrale, en Inde et en Chine. En France, les grands barrages hydrauliques datant des annes 1950 permettent à eux seuls d'afficher aujourd'hui un taux de 12 % de production d'lectricit à partir d'nergie renouvelable. Cette nergie est ggalement utilisee pour alimenter des sites isols, on parle alors de petite centrale hydraulique ou de micro-centrale. Pour rduire les nuisances des grands barrages telles les dplacements des populations locales et la dgradation des cosystmes, les sciences de l'environnement contribuent à un aménagement hydraulique respectueux de l'environnement.

Hydropower accounts for 19% of world electricity production. It is the most widely used form of renewable energy and resources are abundant in Latin America, Central Africa, India and China. In France, several large dams built in the 1950s still produce 12% of all electricity from renewables. Hydropower also supplies electricity in remote sites, from small or micro-hydropower stations. In order to lessen the adverse consequences of large dams, such as the forced displacement of local populations and ecosystem damage, environmental scientists are helping to develop environmentally sensitive hydropower installations.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/F. Michel
Le barrage de Tignes (Savoie, France).

The Tignes dam (Savoie, SE France).

Page droite/right

© IRD/A. Intès
Le Hoover Dam, barrage sur le Colorado
en aval du Grand Canyon (Nevada, États-Unis).

The Hoover Dam on the Colorado River
downstream from the Grand Canyon
(Nevada, USA).

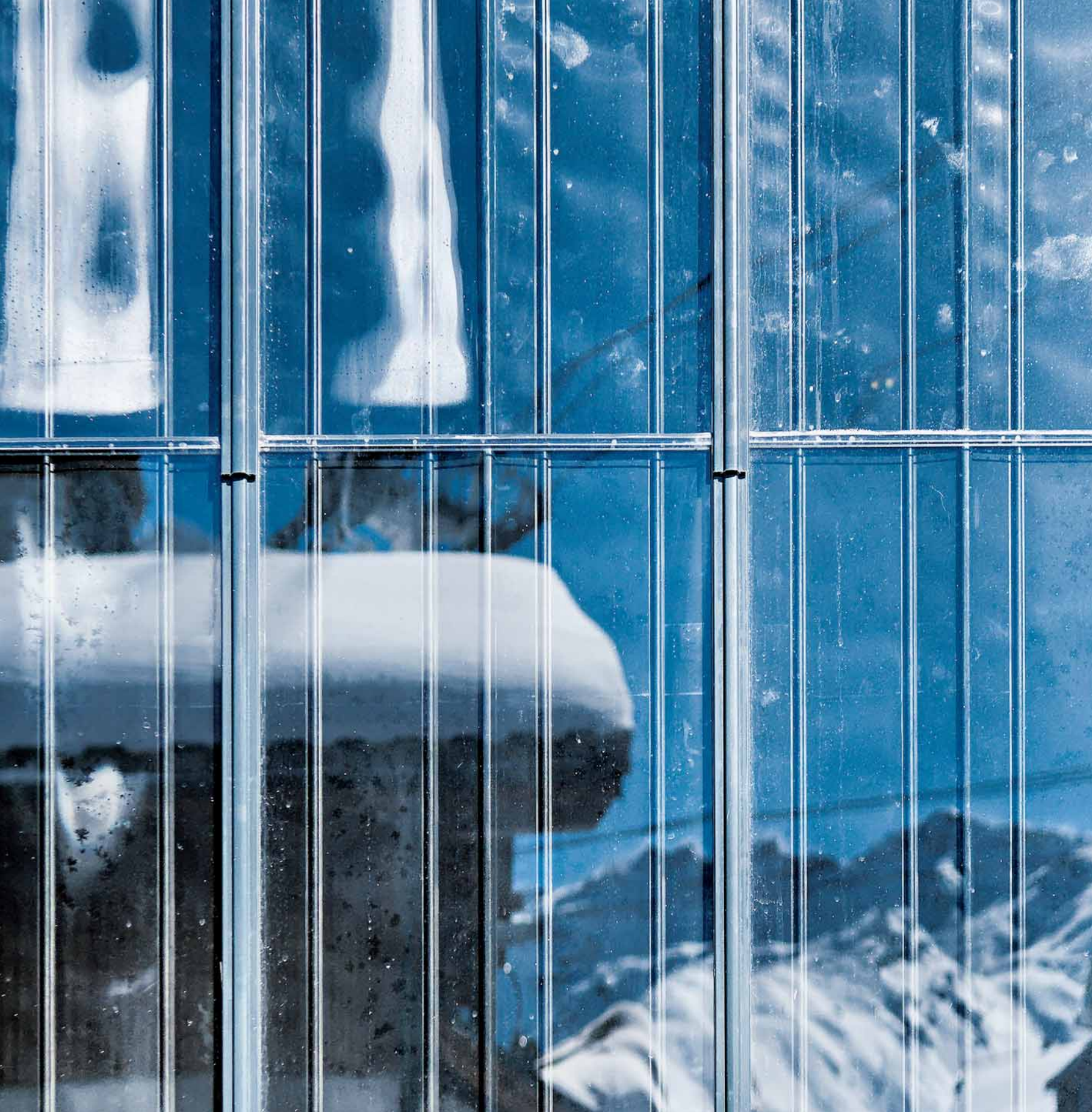
Le solaire

Solar energy



L'nergie solaire fait appel à une ressource inépuisable: le rayonnement solaire. Mais tout le problème est de le capter. Aujourd'hui, cette énergie peut être utilisée via des capteurs produisant de la chaleur, ou par le biais de panneaux photovoltaïques fournissant de l'électricité. Dans les pays du Sud, où l'ensoleillement est très important, le solaire offre une ressource locale intéressante dans les régions rurales. Dans les pays du Nord, à côté des usages qui se développent dans les maisons individuelles, des centrales collectives commencent à voir le jour. Mais le coût des panneaux photovoltaïques reste encore élevé pour un rendement faible. L'objectif de la recherche dans ce domaine est, d'une part, d'améliorer la technologie pour la rendre plus compétitive et plus performante et, d'autre part, de faciliter son insertion dans l'habitat.

The solar radiation we use to produce solar energy is inexhaustible, but the problem is how to capture it. Today, solar energy can be harnessed with solar collectors that produce heat, or with panels of photovoltaic cells that produce electricity. In the countries of the South, where sunlight is abundant, solar energy can be a valuable resource for local communities. In the North, district solar power plants are beginning to appear alongside domestic systems. The cost of photovoltaic panels is still high compared to their output, but researchers are working to improve the efficiency and competitiveness of the technology, and also to make it more adaptable to individual housing.



Page gauche/left

© IRD/M.-N. Favier
Four solaire réalisé à partir de matériaux de récupération, pour cuire les aliments ou rendre l'eau potable (Burkina Faso).

A solar oven made from recycled materials is used to cook food and boil water for drinking (Burkina Faso).

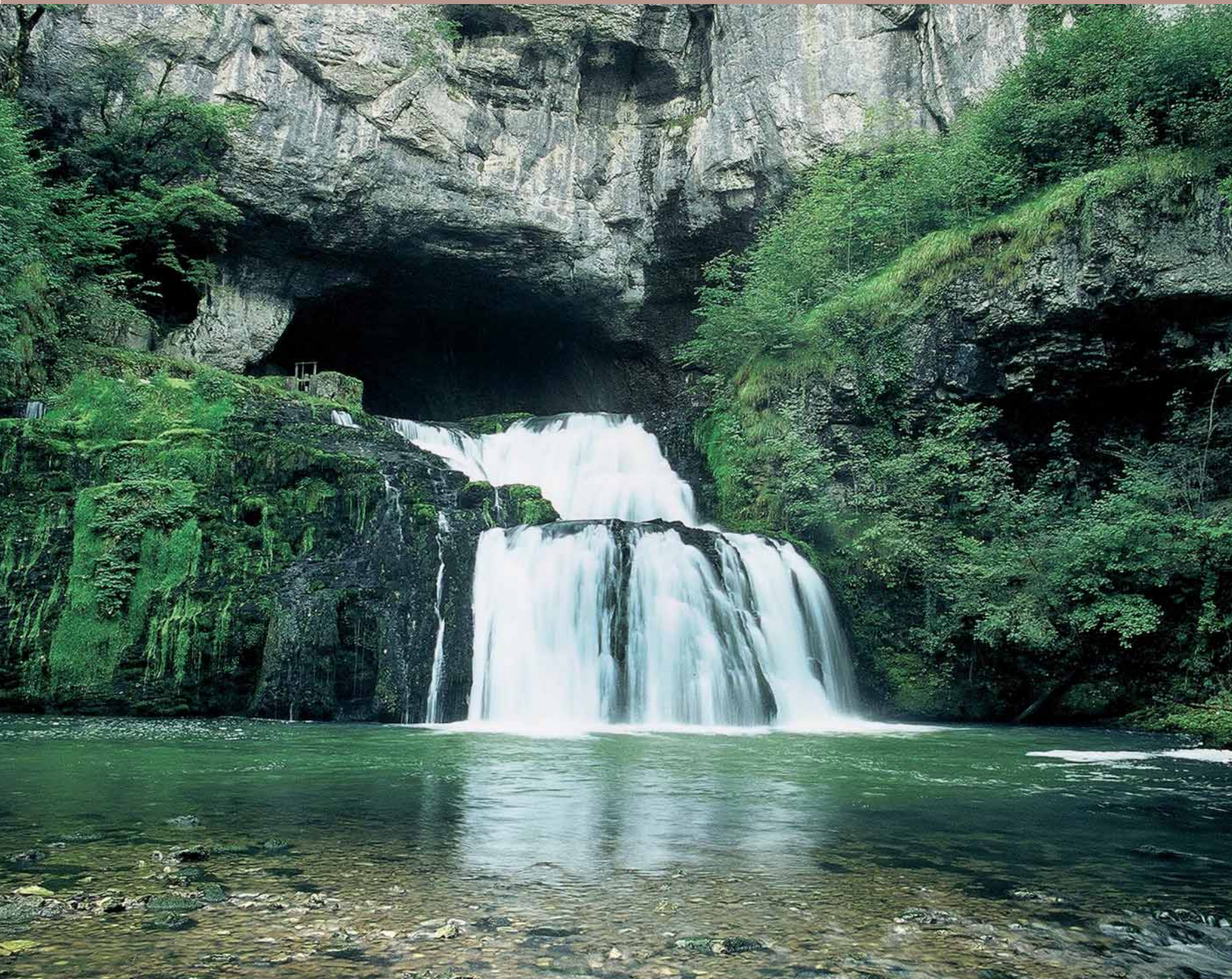
Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Reflets de la montagne sur des panneaux solaires photovoltaïques à Val-Thorens (Savoie, France).

Photovoltaic solar panels in Val-Thorens (Savoie, SE France) reflect the surrounding mountain landscape.

© BRGM im@gé/F. Michel
Au fond d'un gouffre, une source d'un bleu
azuré tombant en cascade, la source du Lison
(Doubs, France).

Springing from the depths of a gorge,
the blue waters of the Lison River
(Doubs, E France) cascade into the open.



L'eau, élixir de vie

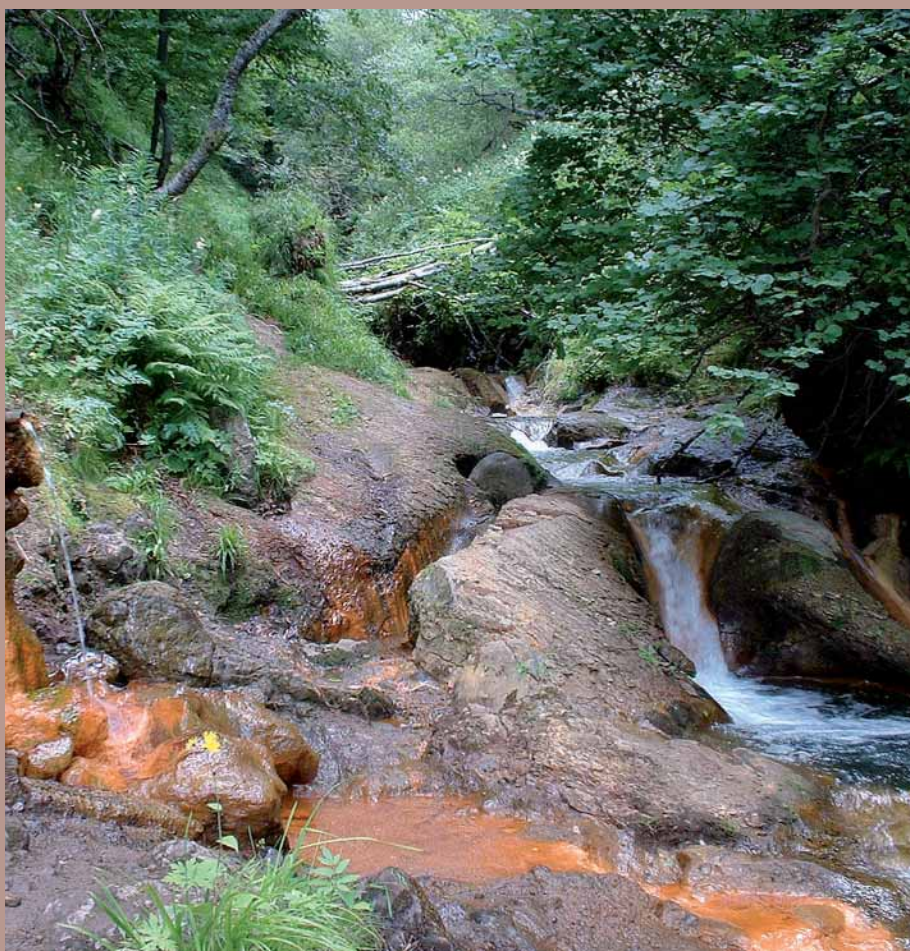
Water, or the elixir of life

La Terre est la seule planète du système solaire à posséder de l'eau liquide à sa surface. Présente sur Terre depuis sa formation, pourvue de propriétés originales, en mouvement permanent entre ses différents réservoirs (océans, atmosphère, rivières, nappes...), l'eau est indispensable au maintien de la vie. Mais son exploitation intensive, la pollution croissante de ses réserves, les besoins grandissants d'une population mondiale en plein essor, le manque chronique enduré par certains pays, et la gestion irréfléchie de certains États, nécessitent des politiques volontaristes.

Our "Blue Planet" is the only one in the solar system with liquid water on its surface. Water, with its unique properties, has existed on Earth from its very beginnings, perpetually moving between oceans and the atmosphere, rivers and underground lakes. Without water, life can neither emerge nor survive. But our intensive use of water, increasing pollution of water reservoirs, the ever-growing needs, the chronic scarcities endured by certain countries and irresponsible management by certain authorities have made it essential to introduce voluntarist policies to improve our management of a resource that is vital to our very survival.

La ressource en eau

Water resources



L'eau souterraine provient de l'infiltration des eaux de pluies dans le sol. En France comme dans beaucoup d'autres pays, c'est la première source d'approvisionnement en eau potable et une ressource majeure pour l'irrigation et l'industrie. Lorsqu'elle est thermale, elle est facteur de développement économique. La science des eaux souterraines, longtemps vouée à l'art d'implanter des forages, a beaucoup progressé. L'hydrogéologie moderne s'emploie aujourd'hui à surveiller la qualité des eaux souterraines et à guider leur exploitation pour une gestion durable de la ressource.

Groundwaters are fed by rainwater infiltrating through the soil. In France, as in many other countries, groundwaters are the main source of drinking water supplies and a major resource for irrigation and industry. Thermal waters contribute to the economy. For a long time, groundwater science was purely dedicated to the art of drilling wells, but modern hydrogeology has progressed enormously, and its tasks today range from groundwater quality monitoring to operational guidance for sustainable resource management.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/I.-F. Pasquet
Deux sources voisines, l'une ferrugineuse, l'autre pas, preuves de parcours souterrains différents, à Chaudefour (Puy-de-Dôme, France).

The waters of two neighbouring springs (near Chaudefour in the Puy-de-Dôme, Central France), one of which is iron-bearing, tell the story of their different journeys underground.

Page droite/right

© Medad/O. Brosseau
Les gorges de la Soca et ses eaux couleur émeraude, non loin de la ville de Kobarid (Slovénie, 2006).

The Soca River gorge and its turquoise waters, near the town of Kobarid (Slovenia, 2006).



Page gauche/left

© Inra/C. Maître
La fontaine de la place Saint-Sulpice
à Paris.

The fountain in the Place Saint-Sulpice
in Paris.

Page droite/right

© IRD/M.-N. Favier
La ville d'Hababa, escale de caravanes.
À la porte orientale de la ville, une grande
citerne sert de réservoir d'eau (Yémen).

The caravanserai town of Hababa
in the Yemen, with its great water tank
by the eastern gate.



« L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressources utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général » (Loi sur l'eau de 1992).

"Water is part of the nation's common heritage. Protecting water resources and developing usable water resources in accordance with ecologically sound principles are a matter of common concern." (French Water Act, 1992).

L'eau douce est un bien précieux inégalement réparti sur la Terre : 12 pays seulement se partagent 75 % des réserves mondiales. Sa consommation aussi est inégale : les pays industrialisés prélèvent dix fois plus d'eau douce que les pays en voie de développement, alors que plus d'un milliard de personnes n'ont pas encore accès à l'eau potable. Face aux pénuries, la recherche scientifique joue aujourd'hui un rôle essentiel.

Freshwater is a valuable resource but it is not evenly distributed across the globe: just 12 countries share 75% of the world's freshwater reserves. Consumption is also far from equal: the industrial countries extract ten times more freshwater than the developing countries, and more than a billion people do not yet have access to clean drinking water. Scientific research is now playing a vital role in addressing water scarcities.



Un tiers de la production agricole mondiale repose sur l'irrigation des terres arables, mais cette technique ancienne et efficace peut affecter l'équilibre des écosystèmes s'il y a surexploitation ou pollution des nappes aquifères ou des rivières par les intrants (nitrates et pesticides). Pour permettre une meilleure gestion de l'irrigation, les sciences de l'environnement travaillent à des systèmes de cultures irriguées moins sensibles aux aléas économiques et climatiques.

One third of the world's agricultural production relies on irrigating arable lands. However, this ancient and effective technique can alter the balance of ecosystems when too much water is abstracted and when polluting agricultural inputs (nitrates and pesticides) leach into aquifers and rivers. To improve irrigation management, environmental scientists are working to develop irrigated crop systems that are less sensitive to economic and climatic risks.



Page gauche/left

© Cemagref/F. Cédra

Le *falaj*, un réseau d'irrigation astucieux, distribue l'eau à bon escient vers les parcelles cultivées des oasis (Oman).

A skilfully engineered *falaj* system carries water where it is needed to irrigate plots in an oasis (Oman).

Page droite/right

© IRD/T. Ruf

Ouvrage d'irrigation ancien mais toujours fonctionnel, le canal de El Lindero (Équateur).

The El Lindero channel, an ancient but still entirely functional irrigation system in Ecuador.

© Inra/I.-M. Bossennec

Pivot d'irrigation de 360 m sur une parcelle de maïs près de Brinay (Cher, France).

A 360-m long centre-pivot system irrigating a maize crop near Brinay (Cher, France).

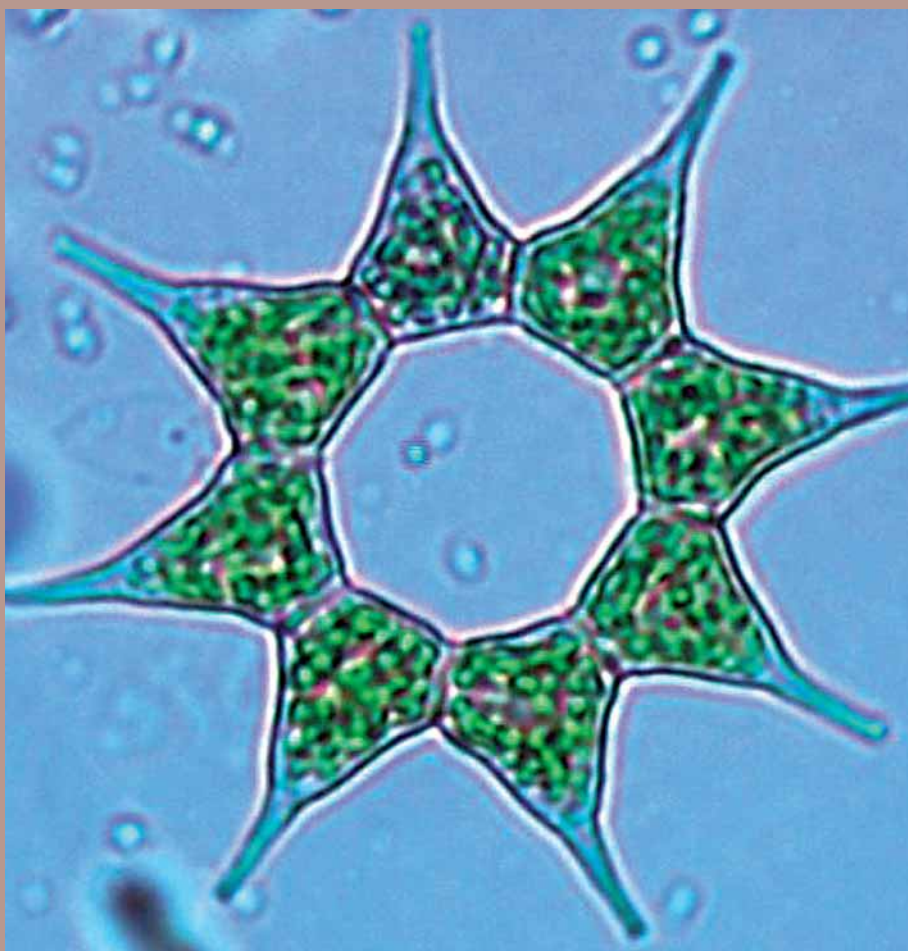
© IRD/A. Fontana

Le contraste entre rizière de mangrove irriguée par drainage et rizière non aménagée (Guinée).

A paddy crop with managed irrigation and drainage in a mangrove zone contrasts with the neighbouring unmanaged system (Guinea).

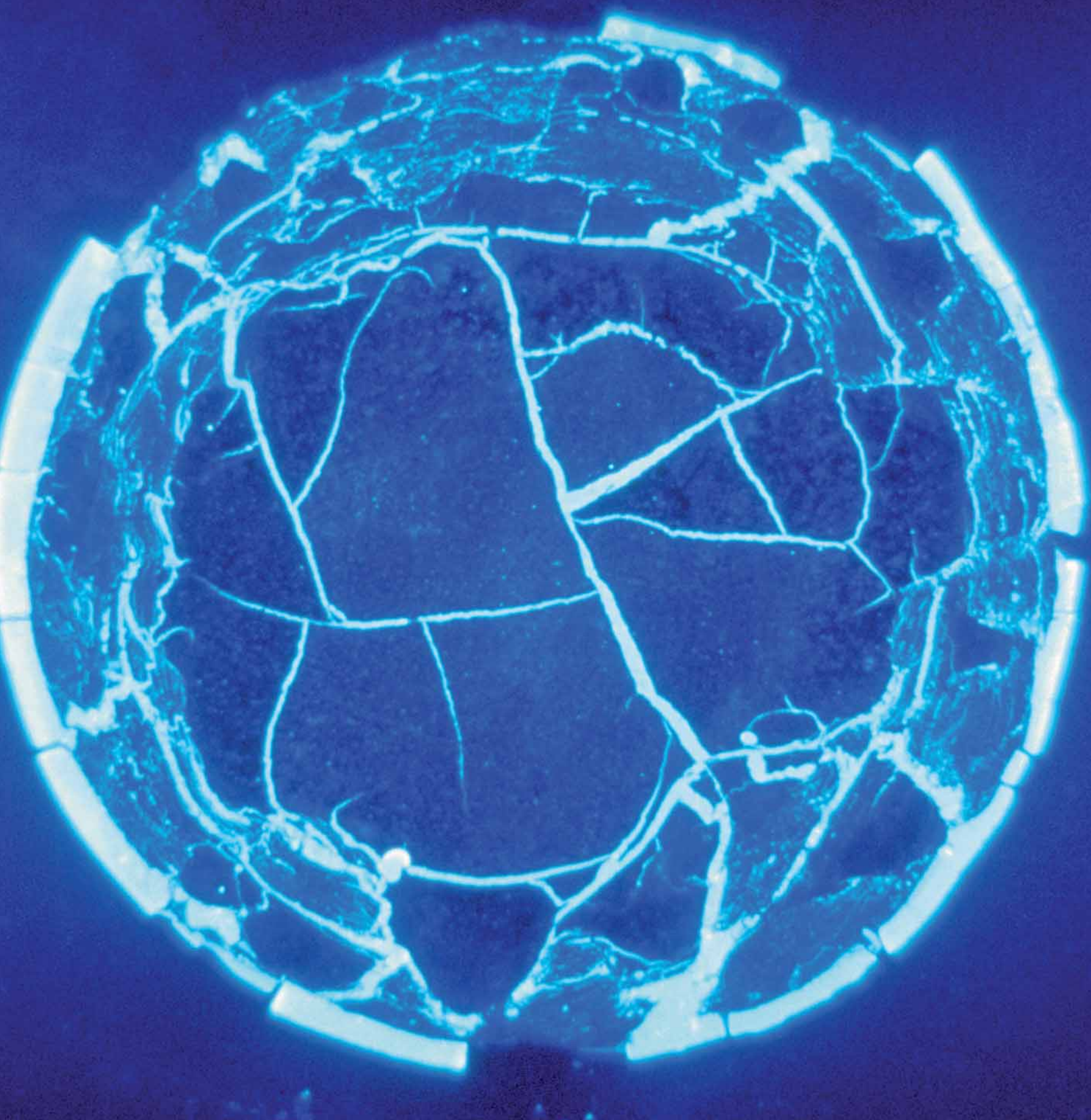
Une eau de qualité

The importance of water quality



De nombreux problèmes de santé sont provoqués ou aggravés par la mauvaise qualité de l'eau consommée. Plus de la moitié des malades hospitalisés dans le monde souffrent d'une maladie directement liée à l'eau. Celle-ci peut être chimiquement polluée ou abriter des parasites, bactéries ou insectes. Les problèmes sanitaires liés à la pollution des eaux posent donc aux scientifiques des questions vitales. Ils étudient ainsi les facteurs de l'environnement à l'origine de l'émergence et de la propagation des maladies. Ils mettent également en place des systèmes de veille sanitaire pour analyser régulièrement la qualité de l'eau naturelle et de l'eau potable. Ils proposent enfin des moyens efficaces pour éviter sa contamination sans nuire à l'environnement.

Many health problems are caused or aggravated by the quality of the water we drink. Over half of hospital patients in the world are affected by diseases that are directly linked to poor water quality. Water can be polluted by chemicals or contain parasites, bacteria and insects such as mosquitoes. Health problems related to water pollution are therefore vital topics for scientific research. Scientists study the environmental factors that trigger the emergence and propagation of diseases, devise monitoring systems to produce regular analyses of the quality and quantity of natural and drinking water, and develop methods for effectively avoiding contamination and harm to the environment.



Page gauche/left

© Inra/J.-C. Druart
Pediastrum simple, une micro-algue d'eau douce, prolifère lorsque la température de l'eau augmente.

Pediastrum simple, a species of freshwater micro-algae that proliferates when water temperatures rise.

Page droite/right

© Inra/P. Stengel
Observation au microscope de fissures provoquées par la circulation de l'eau dans un sol argileux.

A microscopic view of fissures caused by water circulating through clay soil.



Page gauche/left

© Medad/L. Mignaux
Les installations de traitement
des eaux usées de la station d'épuration
de Honfleur (Calvados, France).

A sewage treatment tank
at the wastewater facility in Honfleur
(Normandy, N France).

© Inra/C. Maître
L'eau récupérée sous un lac
et ré-oxygénée permet d'alimenter
des bassins d'élevage piscicole
(Finistère, France).

Groundwater pumped from below
a lake-bed is re-oxygenated
to feed into fish-rearing ponds
(Finistère, Brittany, NW France).



Page droite/right

© Inra/J. Weber
Fontaine d'eau claire.

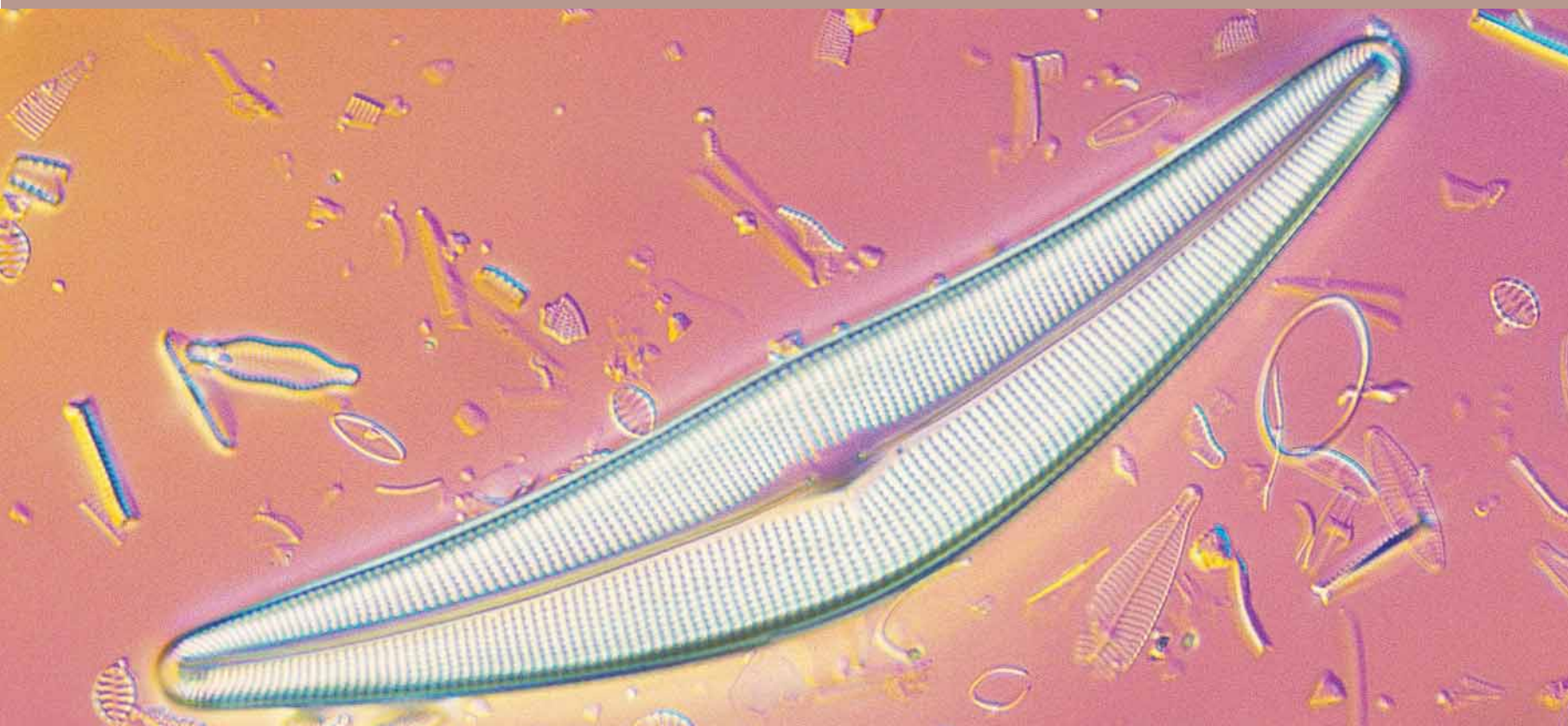
Clear water spouts from a fountain.

© Cemagref/M. Coste
Diatomée *Cymbella lanceolata*.
Les diatomées sont des organismes
unicellulaires, bons indicateurs
de la qualité des eaux.

Diatom *Cymbella lanceolata*.
Diatoms are single-celled organisms
that give a good indication
of water quality.

Les eaux usées domestiques,
industrielles ou urbaines
doivent être traitées
par une station d'épuration
avant d'être rejetées
dans les cours d'eau ou la mer.

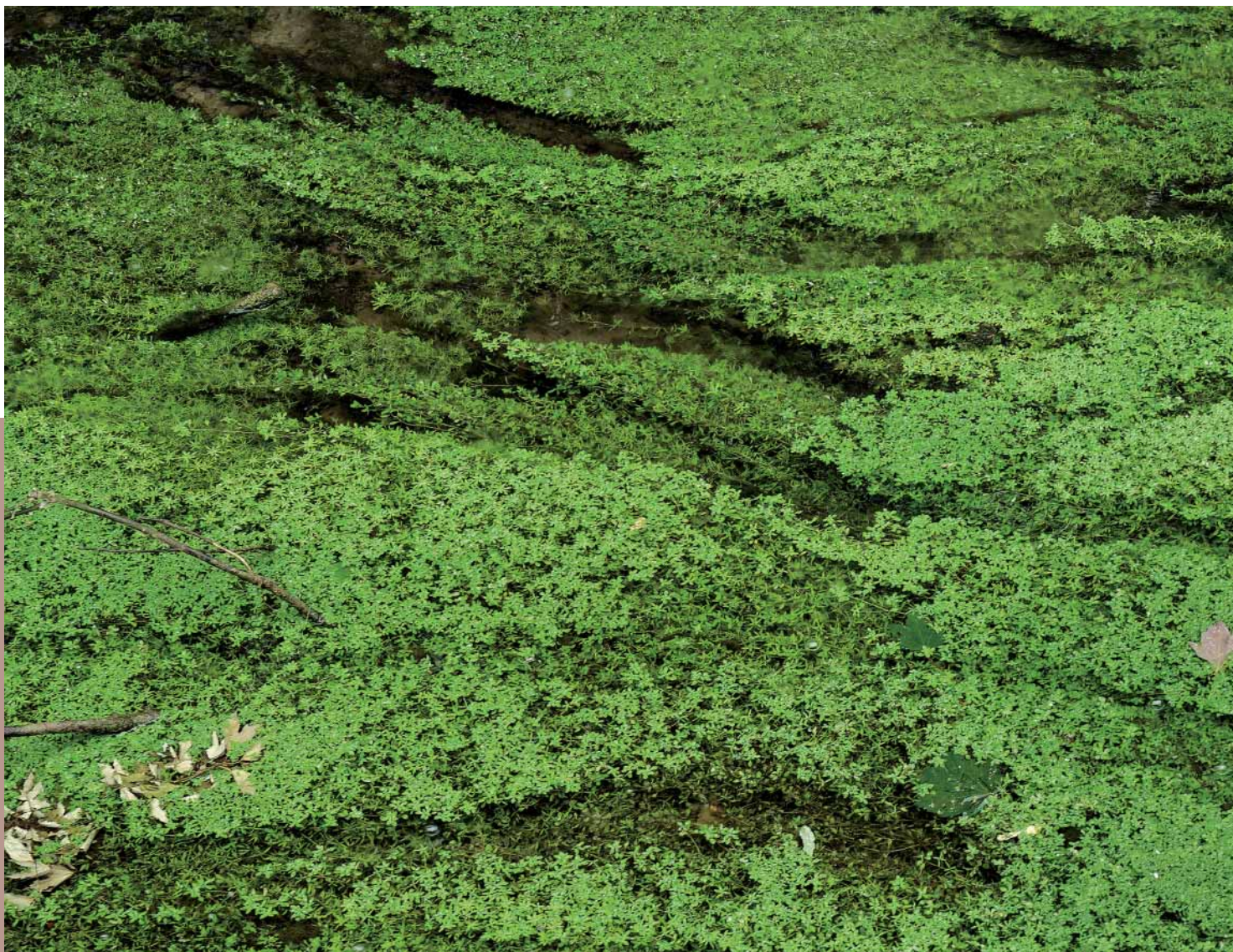
Domestic, industrial
and urban wastewaters
have to be purified in water
treatment plants
before they are released
into rivers or the sea.



Les milieux aquatiques sont soumis à des espèces invasives et à l'eutrophisation causée par les pollutions diffuses dues aux rejets et aux eaux de ruissellement.

Aquatic environments are being harmed by invasive species and eutrophication caused by diffuse pollution from effluent and run-off.





Page gauche/left

© Cemagref/A. Dutartre

Le chenal du marais d'Orx (Landes, France)
envahi par les jussies.

Invasive Ludwigia plants are choking this waterway
through the Orx marsh (Landes, SW France).

Page droite/right

© Medad/L.Mignaux

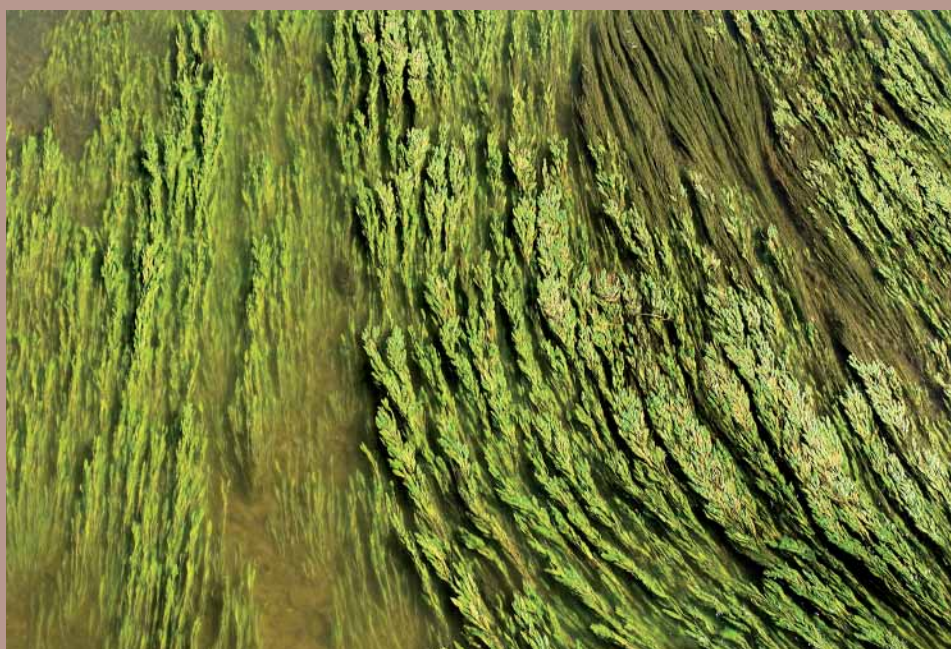
Eutrophisation dans un chenal drainant les rejets
d'eaux industrielles d'une usine de production
pharmaceutique dans l'Oise.

Eutrophication in a channel draining away industrial
effluent from a pharmaceutical plant in northern
France (Oise).

© Medad/L.Mignaux

L'eutrophisation : une rivière envahie par des algues vertes
aux environs de Nancy (Meurthe-et-Moselle, France).

Eutrophication: green algae are choking this river near
the city of Nancy (Meurthe-et-Moselle, E France).





L'absence d'eau
ou sa mauvaise qualité tue
davantage que les conflits.
Préservons et partageons
ce bien commun.

Polluted water,
or the lack of water,
is more lethal than any conflict.
Water is a common good
that we must protect
and share.



Page gauche/left

© IRD/M. Bournof
Enfants chargés d'approvisionner
la citerne en eau, région de Ouagadougou
(Burkina Faso).

Children sent to fetch water
from the river, in the Ouagadougou
district of Burkina Faso.

© IRD/M. Bournof
Enfants collectant l'eau avec leur calebasse
dans un puits creusé dans le lit d'une rivière
asséchée (Burkina Faso).

Girls with their gourds collecting water
from a well dug into a dry river bed
(Burkina Faso).

Page droite/right

© IRD/F. Sodter
Une femme remplit une outre de cuir
avec de l'eau puisée dans une mare
au Burkina Faso.

A woman fills a goatskin with water
from a pool in Burkina Faso.

© IRD/B. Francou

Le sommet du Huyana Potosí (6 092 m)
mis à nu par le retrait glaciaire.

Le glacier de Zongo, à gauche, est étudié
par l'IRD depuis 1991 (Bolivie).

Retreating glaciers are denuding the rocky
summit of Huyana Potosí (6,092 m)
in Bolivia. The IRD has been studying
the Zongo glacier, on the left, since 1991.



Le climat change

Our climate is changing

Causes naturelles ou humaines ? L'origine du réchauffement climatique fait débat, mais pour la majorité des scientifiques, le constat est sans appel : l'homme, avec l'élevage et la déforestation, avec l'utilisation des énergies fossiles, augmente l'effet de serre et par conséquent la température de l'atmosphère. Celle-ci n'a augmenté que de 0,74 °C en deux siècles mais nous en subissons déjà les conséquences : inondations, sécheresses, montée des eaux, modification de la flore, de la faune... Coutumières des échelles de temps géologiques, les sciences de l'environnement nous donnent les principales clés d'analyse de ce changement climatique. Elles proposent également des pistes pour en réduire les effets.

Is climate change of natural or human origin? Its causes are in debate, but for most scientists, there is no longer any doubt that human beings, by burning fossil fuels, are increasing the greenhouse effect and therefore the temperature of the atmosphere. This has increased by just 0.74 of a degree in two centuries, but we are already suffering from the consequences: floods, drought, rising waters, and changes in the world's flora and fauna. Thanks to their familiarity with geological time scales, the environmental sciences are able to provide the main keys for analysing climate change, and also to put forward ideas to lessen its effects.

Les déserts avancent

Deserts are advancing



La désertification conduit à la dégradation des sols dans les régions arides et semi-arides, qui peut aboutir à un état d'appauvrissement irréversible des terres en l'espace d'une génération (25 ans). 40 % des terres émergées sont concernées par la progression des déserts. L'ampleur des dégâts est plus visible dans les pays du Sud, mais l'on constate localement des phénomènes de désertification au nord de la Méditerranée, en Asie centrale et en Australie. Les causes sont multiples : sécheresse, diminution de la végétation naturelle, déforestation excessive, surpâturage. Les chercheurs tentent de cerner le phénomène afin de prévoir son évolution, tout en cherchant les moyens d'y remédier.

When deserts advance, soils in arid and semi-arid regions can become irreversibly impoverished in the space of a single generation (25 years). Deserts are advancing in 40 % of all the Earth's land masses. The scale of the damage is most obvious in the countries of the South, but evidence of desertification is now appearing along the northern rim of the Mediterranean, in Central Asia and in Australia. Different factors are at work in the process, including drought, the destruction of natural vegetation, excessive deforestation and overgrazing. Researchers are working to understand the phenomenon in order to predict its progress, while also seeking ways of halting it.



Page gauche/left

© IRD/ M.-N. Favier
Un arbre aux racines dénudées,
fleuve Bani, affluent du Niger (Mali).

Tree roots stripped bare by floodwaters
from the Bani River in Mali, a tributary
of the Niger River.

Page droite/right

© Cemagref/F. Cédra
Vieil arbre témoin d'une ancienne vie végétale.
Deadvlei (Namibie).

A dead tree, evidence of an old plant life
in the Deadvlei (Namibia).



Page gauche/left

© IRD/V. Simonneaux

Habitation abandonnée en bordure de désert et envahie par le sable, région de Douz (Tunisie).

In the Douz region in Tunisia, abandoned homes on the edge of the desert are gradually buried under sand.

Page droite/right

© IRD/E. Bernus

Des jeunes filles abreuvent un troupeau de chèvres dans une mare temporaire (Niger).

Youngsters bringing their goats to drink from a temporary water hole (Niger).

Les phénomènes climatiques extrêmes augmentent. Toute la planète est confrontée au phénomène, mais les pays pauvres sont les plus touchés par les conséquences du réchauffement planétaire.

Extreme climate phenomena are on the increase across the entire planet, but the poorest countries are the most severely affected by the consequences of global warming.





La sécheresse s'installe sur la Terre lorsqu'un épisode anormalement sec est suffisamment long pour entraîner une pénurie d'eau. La flore dépérit, le sol perd sa couche d'humus nourricière et la terre peut devenir définitivement aride. Ce déficit hydrique a une origine climatique, mais d'autres mécanismes peuvent en accentuer la gravité : pompage excessif, baisse de la nappe aquifère, barrage ou détournement des rivières, salinisation des sols. Depuis le début des années 1980, l'ampleur et la fréquence des sécheresses en divers lieux de la planète ont conduit à des mesures de surveillance de l'approvisionnement en eau, et à la promotion de pratiques agricoles plus sobres.

Droughts become established when abnormally dry conditions persist for so long that water becomes scarce. Plants begin to perish and soils lose their fertile layer of humus, sometimes becoming permanently arid. Water deficits like these are climatic in origin, but they can be worsened by other factors like excessive water pumping, damming and diverting rivers, sinking water tables and soil salinisation. Since the early 1980s, the scale and frequency of droughts in different parts of the world have prompted measures to monitor and manage water supplies and to foster more rational water use in agriculture.



Page gauche/left

© IRD/B. Osès

Sol craquelé par la sécheresse (Brésil).

Drought-hit soil in Brazil.

Page droite/right

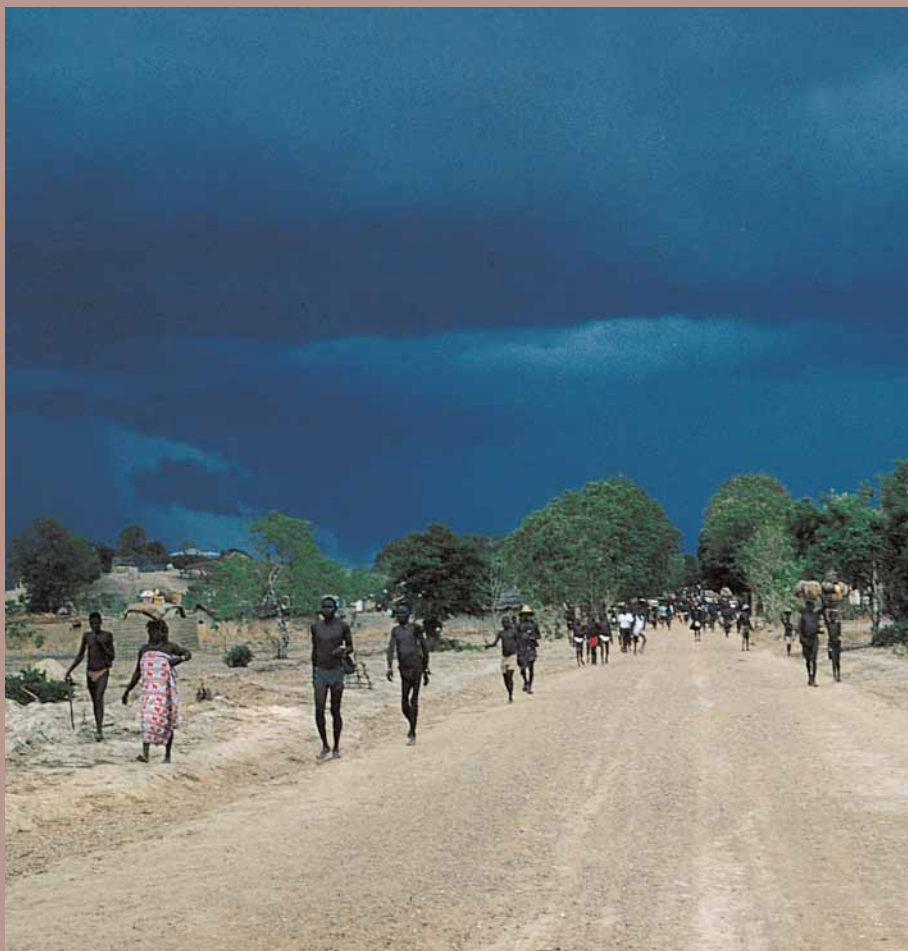
© BRGM im@gé/1.-1. Poulin

Climat aride
dans le Tassili du Hoggar (Algérie).

Arid climat in the Tassili du Hoggar (Algeria).

La mousson s'amplifie

Monsoons are strengthening



Des millions d'habitants sur la planète vivent au rythme de la mousson, système de vents saisonniers qui entraîne des étés humides et des hivers secs. Si la mousson indienne est la plus connue, le phénomène concerne également l'Afrique de l'Ouest, le Sud-Est asiatique, l'Indonésie et le nord de l'Australie. En 2007, des pluies diluviennes se sont abattues sur l'Inde et l'Afrique. À l'origine des catastrophes, des troubles climatiques cycliques (El Niño) mais aussi le réchauffement des océans qui augmente l'intensité des vents et des précipitations. L'étude de ce phénomène très complexe implique l'association de disciplines aussi variées que la climatologie, l'océanographie, l'hydrologie, la chimie atmosphérique...

For millions of people across the globe, life follows the pattern of the monsoons, a system of seasonal winds that bring wet summers and dry winters. Although we are most familiar with Indian monsoons, they also occur in West Africa, South-East Asia, Indonesia and northern Australia. In 2007, torrential rains devastated vast swathes of India and Africa. These disasters were caused by cyclical climate disturbances (El Niño), but also by the fact that warmer oceans are increasing the intensity of winds and precipitation. Studies of this highly complex phenomenon involve a spectrum of disciplines that ranges from climatology, oceanography and hydrology to atmospheric physics.



Page gauche/left

© IRD/R. Fauck

Sur la route, arrivée de la mousson au mois de juin (Burkina Faso).

June in Burkina Faso –on the road as the season's first monsoon prepares to break.

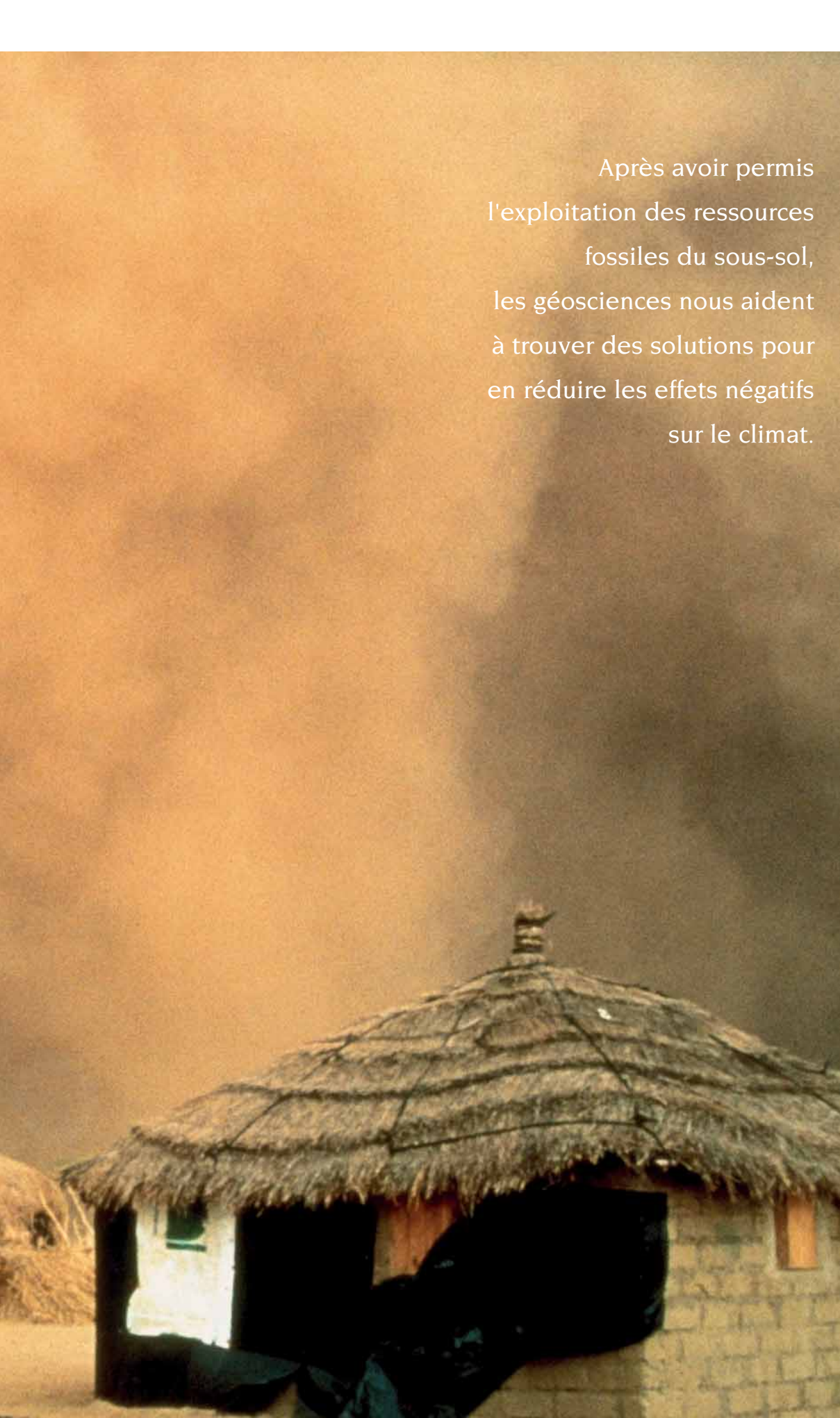
Page droite/right

© IRD/T. Lebel

La ligne de grain approche (Niger).

An approaching monsoon front (Niger).





Après avoir permis
l'exploitation des ressources
fossiles du sous-sol,
les géosciences nous aident
à trouver des solutions pour
en réduire les effets négatifs
sur le climat.

Initially, the geosciences
were instrumental in developing
the means to use underground
fossil resources.
Today, the geosciences
are helping to find solutions
to reduce the adverse
consequences of fossil fuel
burning on the Earth's climate.

© IRD/B. Mougnot
Habitants du village de Matam à la recherche
d'un abri avant la pluie de la mousson
(Sénégal).

Villagers in Matam, Senegal,
run for shelter before a breaking monsoon.

Les glaciers fondent

Glaciers are melting



Depuis 100 ans, les glaces diminuent dans la plupart des massifs montagneux, de l'Himalaya au Kilimandjaro en passant par les glaciers alpins ou andins, le Groenland ou l'Antarctique. Ainsi, en une vingtaine d'années seulement, 10 à 20 % des glaciers du massif alpin ont disparu du paysage. Ce phénomène fait planer des risques considérables sur des millions d'êtres humains : risques d'inondations dus à la montée des eaux, risques de sécheresse aussi, les fleuves n'étant plus alimentés ; et enfin, risques de pénurie d'eau potable, car les glaciers sont le principal réservoir d'eau douce de la planète. À l'aide de modèles hydrologiques et climatiques, les chercheurs essayent d'anticiper le déroulement de ces événements dont les conséquences peuvent être très lourdes pour les populations.

In the last hundred years, glaciers have been shrinking in most of world's mountain ranges, from the Himalayas to Mount Kilimanjaro and from the glaciers of the Alps and the Andes to Greenland and Antarctica. In just twenty years, Europe's Alpine landscapes have lost 10 to 20% of their glaciers. This phenomenon is putting millions of people at risk – from flooding as ice-melt sends rivers into spate, from drought as rivers no longer fill, and even from drinking water scarcities, since glaciers are the planet's largest reservoirs of freshwater. Using climate and hydrology models, researchers are seeking to predict the pattern of these events, whose consequences for populations can be dire.



Page gauche/left

© Cemagref/V. Leclerc

La fonte du glacier de Rochemelon (Savoie)
a donné naissance à un lac supra-glaciaire.

A supra-glacial lake forms
as the Rochemelon glacier
(Savoie, France) continues to melt.

Page droite/right

© IRD/L. Reynaud

Vêlage du glacier Périto Moreno
(Argentine).

The Perito Moreno glacier in Argentina.



L'histoire des climats anciens se cache dans les glaces de l'Antarctique, du Groenland et dans les glaciers de montagne. L'analyse des gaz, des poussières, des pollens et des insectes déposés dans la glace aux cours des temps donne des informations sur les climats du passé. Les chercheurs peuvent ainsi restituer des séries climatiques sur plusieurs milliers d'années. Mais la connaissance des paléoclimats ne fournit pas seulement des renseignements importants sur l'évolution des climats passés, elle nous renseigne aussi sur le futur. Les forages polaires ont mis en évidence le lien étroit qui existe entre l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et les modifications de la température. Ils nous apprennent aussi que les changements climatiques peuvent survenir rapidement.

The ancient history of our climate is hidden deep in the ice of Antarctica, Greenland and high mountain glaciers. Analyses of the gases, dust, pollen and insects entombed in the ice over the ages can tell us a great deal about climate in the past. Researchers use these analyses to reconstruct series of climate data spanning thousands of years. Studies on palaeoclimates do not only provide valuable information on the evolution of past climates - they also help us to predict the future. Borehole samples from polar ice have shown that temperature changes are closely linked to higher greenhouse gas concentrations in the atmosphere – and they also show that the climate can change very fast.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/F. Michel

Le recul des glaciers dans le massif du Mont-Blanc (Haute-Savoie, France).

Glaciers are retreating throughout the Mont-Blanc range (Haute-Savoie, France).

Page droite/right

© IRD/B. Francou

Le glacier du Khumbu en décembre 2006, avec ses grands pénitents de glace (Himalaya, région de l'Everest, Népal).

The Khumbu glacier in December 2006, with its great penitents of ice (Everest region in the Himalayas, Nepal).

© IRD/P. Wagnon

Mission de carottage au sommet du Chimborazo, à plus de 6 200 m d'altitude (Équateur).

Taking core samples at the summit of Chimborazo, more than 6,200 m above sea level (Ecuador).



© IRD/A. Vallée
Colonne éruptive,
éruption du Tungurahua (5 023 m d'altitude),
14 juillet 2006 (Équateur).

Tungurahua's eruptive column (5,023 m
above sea level) on 14 July 2006 (Ecuador).



Les risques naturels

Natural risks

La Terre est une planète vivante, dynamique, active et réactive. La formidable quantité d'énergie qu'elle dissipe des profondeurs vers sa surface fait que sa croûte se déplace et se transforme : tremblements de terre, éruptions volcaniques, mouvements des plaques tectoniques, tsunamis en sont les témoins. Son atmosphère est parfois capricieuse, provoquant inondations ou tempêtes. Enfin, son sol glisse et s'érode, modelant de nouveaux paysages. Cette activité de notre planète peut être à l'origine de désastres meurtriers pour les populations. Les chercheurs passent au crible ces mécanismes et aident à trouver des solutions pour prévenir les risques associés.

Our Earth is a living planet: it is dynamic, active and reactive. The phenomenal quantities of energy it releases from its depths to the surface cause the Earth's crust to heave and buckle, producing earthquakes, volcanic eruptions and tsunamis. Soils can slip and erode, fashioning landscapes anew. The atmosphere itself is unstable, causing floods and storms. By delving into the mechanisms at work, the geosciences are helping to find solutions to avert such risks.

Avalanches et glissements de terrain

Avalanches and landslips



Les dangers que font courir les avalanches ont augmenté avec l'urbanisation de la montagne et sa fréquentation touristique. La prévention passe par l'étude du risque, de son lien avec les variations météorologiques, des interactions de la neige avec son environnement et des dynamiques de formation des coulées. Les glissements de terrain, quant à eux, ont pour cause principale l'action déstabilisante de l'eau. Pour comprendre leur déclenchement, les chercheurs travaillent sur la modélisation hydromécanique et hydrogéologique des massifs rocheux. La surveillance des massifs grâce à des systèmes d'alerte et l'aménagement du territoire (en évitant de construire dans les zones à risque) diminuent le risque pour les populations.

Avalanche risks have worsened with the development of built-up mountain resorts and the increase in tourism. Prevention relies on studies of risks, their links with meteorological variations (temperatures, wind strength and so on), interactions between snow cover and the environment and the dynamics of avalanche formation. Landslips are mainly caused by the destabilising effects of water. To understand their triggering mechanisms, researchers are working to develop hydromechanical and hydrogeological models of rock masses. Risks to populations can be reduced with systems for monitoring rock masses linked to alerting systems, and by appropriate planning to avoid construction in risk-prone zones.



Page gauche/left

© IRD/P. Podwojewski
Glissement de terrain en période de La Niña
(un an après El Niño), province de Loja
(Équateur).

This landslide occurred during La Niña
period (one year after El Niño)
in Ecuador's Loja province.

Page droite/right

© Cemagref/B. Constantin
Avalanche naturelle après la chute d'un sérac,
glacier sommital du Qullai Ismoili Somoni
(7 500 m), Pamir (Tadjikistan).

A natural avalanche following a serac fall
on the summit glacier of Qullai Ismoili
Somoni (7,500 m), in the Pamir Range
(Tajikistan).



Page gauche/left

© Cemagref/C. Vion
Avalanche artificielle provenant de la pointe du Dard et atteignant la forêt de Pralognan, (Savoie, France).

An artificial avalanche triggered on the Pointe du Dard reaches the forest of Pralognan (Savoie, France).

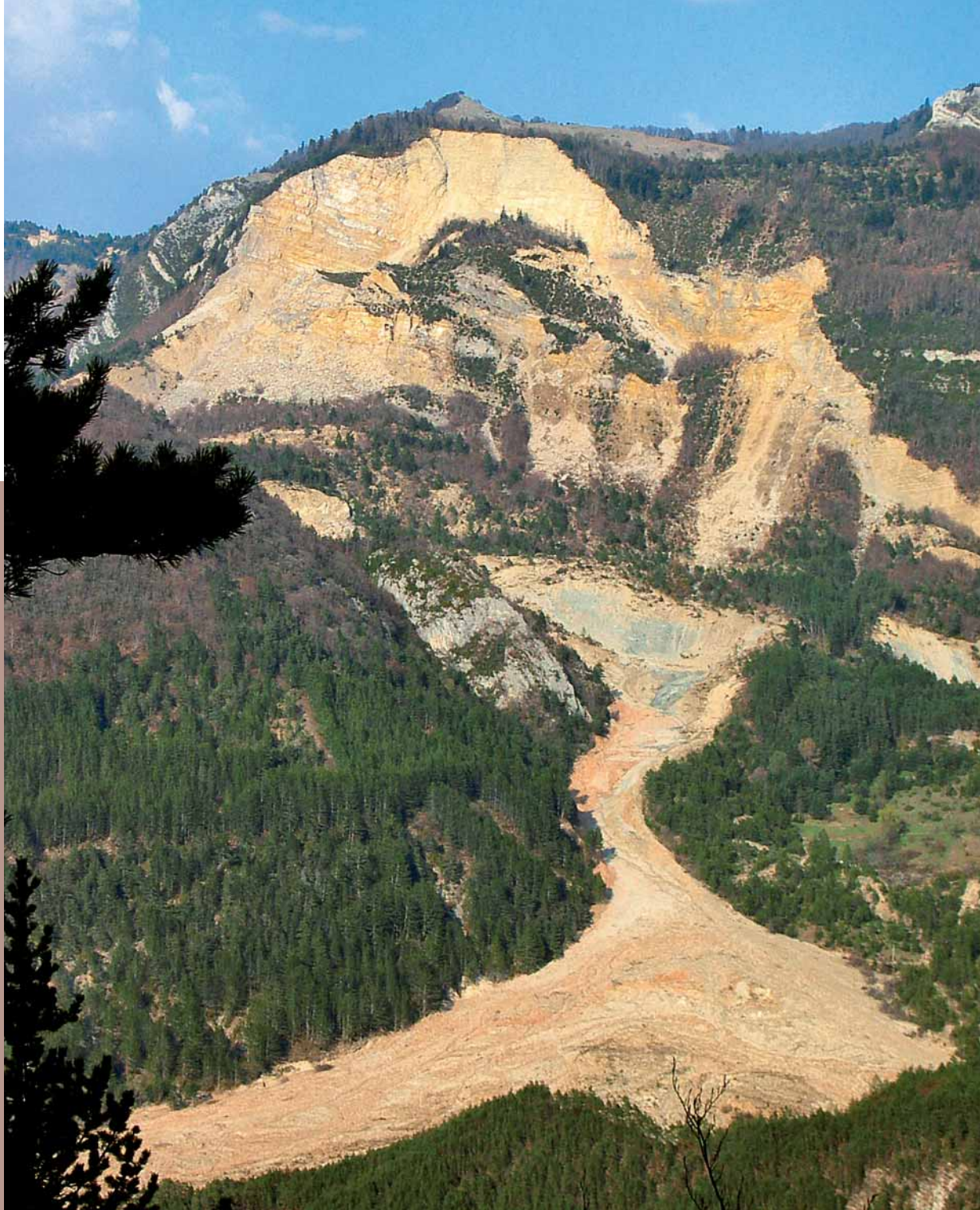
Page droite/right

© BRGM im@gé/M. Saint-Martin
Coulée de boue à Boulc-en-Diois (Drôme, France), un glissement de terrain actif depuis quinze ans.

A mudslide at Boulc-en-Diois (Drôme, SE France), where earth movements have been occurring for the last fifteen years.

© BRGM im@gé/M. Terrier
Un glissement de terrain près du village du Villard, commune de Dignes-les-Bains (Alpes de Haute-Provence, France).

A landslip at Villard, a village near Dignes-les-Bains (Alpes de Haute-Provence, SE France).



Les inondations

Flooding



Les inondations constituent, en France, le principal risque naturel. Une inondation résulte d'événements pluviométriques exceptionnels qui provoquent la crue d'un fleuve ou d'une rivière. Mais la montée des eaux peut être amplifiée par les activités et les constructions humaines: imperméabilisation et occupation des sols par des infrastructures (voirie, constructions diverses...), effets des pratiques agricoles, aménagements en bordure de cours d'eau ou sur les bassins versants. Des connaissances scientifiques nouvelles permettent de développer notre capacité à prévoir les effets des aménagements ou à anticiper les menaces d'inondation. Elles sont à l'origine d'outils d'information et d'aide à la décision visant à résoudre les conflits socio-économiques liés à l'occupation des espaces vulnérables.

Flooding is the main natural risk in France. Floods occur when exceptionally high rainfall causes rivers to overflow. But river spates can be worsened by human activities: infrastructure such as roads and buildings that make soils impermeable to runoff, adverse impacts of agricultural practices, development along river banks and river basins, and so on. Scientific advances are increasing our ability to predict the impacts of infrastructure development and anticipate flood risks. Scientists also produce information and decision-support tools that can resolve socio-economic conflicts arising from the use of vulnerable areas.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/P. Nehlig
Le niveau de la Loire en crue
pendant l'hiver 2003 à Orléans (Loiret, France).

The Loire River reached record levels
in Orleans in the winter of 2003
(Loiret, Central France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/P. Nehlig
La crue de la Loire pendant l'hiver 2003
à Beaugency (Loiret, France).

The Loire River in spate at Beaugency
during the winter of 2003
(Loiret, Central France).





© IRD/J. Bonvalot
Les crues de l'Ikopa ravageant la banlieue
de Tananarive, Madagascar.

The suburbs of Antananarivo, Madagascar,
ravaged by flood waters from the Ikopa
River.

Volcanisme

Volcanic activity



Environ 1 500 volcans terrestres sont actuellement en activité. Les éruptions volcaniques participent à l'histoire du climat comme à celle des hommes, mais vivre près d'un volcan actif n'est pas sans danger. À partir d'observatoires et de réseaux de mesure, les chercheurs étudient en permanence les mouvements de la croûte terrestre, en surface et en profondeur. S'il leur est difficile de prévoir précisément la date et l'ampleur d'une éruption, la mise en place d'observatoires et de systèmes d'alerte permet de réduire les risques. Il est aussi possible de diminuer l'exposition en évitant de construire dans les zones sensibles.

About 1,500 volcanoes are currently active on land. Volcanic eruptions have always been part of the history of the Earth's climate as well as of human history, but living near an active volcano is not without its dangers. Using observatories and measurement networks, researchers are continually investigating the movements of the Earth's crust, on and below the surface. Although the exact moment and force of a volcanic eruption cannot easily be predicted, observatories and alerting systems can help to reduce risks. We can also reduce exposure to volcanic risks if we avoid building in sensitive zones.



Page gauche/left

© Ifremer/Nautilie-Campagne Garrett
Une coulée de lave lobée
dans l'océan Pacifique.

A lobed lava flow in the Pacific ocean.

Page droite/right

© IRD/P. Podwojewski
Éruption du volcan Tungurahua, Équateur
(novembre 1999).

Tungurahua eruption, Ecuador
(november 1999).

Malgré le risque,
des millions de personnes
dans le monde vivent
près de volcans actifs,
attirées par la fertilité
des sols volcaniques.



Despite the risks to their lives
and livelihoods, millions
of people across the world live
close to an active volcano,
where the fertile volcanic soils
are a powerful incentive.



Page gauche/left

© IRD/Y. Repetto
Toute la misère du monde dans un paysage
dévasté. Conséquences de l'éruption
du volcan Tungurahua (Équateur, 1999).

Stricken with grief in a devastated
landscape, after the eruption of
Tungurahua in Ecuador, 1999.

© IRD/Y. Repetto
Le toit de l'église de Bilbao
s'est effondré sous le poids des cendres,
éruption du Tungurahua (Équateur).

The roof of the Church of Bilbao
collapsed under the weight of ash
from the eruption of Tungurahua (Ecuador).

Page droite/right

© IRD/J.-C. Thouret
Le sommet du volcan Misti,
un cône de scories et de cendres à 5 820 m
d'altitude, avec ses cratères emboîtés (Pérou).

Nested craters at the summit of Misti,
5,820 m, a volcanic cone of pyroclastic ash
and debris (Peru).

© IRD/A. Vallée
Cultures et habitations affectées
par la retombée de cendres et de scories,
éruption du Tungurahua (Équateur).

Crops and houses covered in ash
and debris from the eruption
of Tungurahua in Ecuador.



Séismes et tsunamis

Earthquakes and tsunamis



La Terre tremble ici et là tous les jours, signes extérieurs de son intense activité interne. Elle se réveille parfois plus violemment, semant mort et destruction. Quand le séisme a lieu sous la mer, il peut provoquer une vague géante, un tsunami dévastateur. Les techniques d'observation aérienne et satellitaire et la multiplication des capteurs permettent la mise en place d'un système d'alerte aux tsunamis, mais les séismes restent toujours imprévisibles. La prévention passe par des normes de construction parasismique, des systèmes d'information rapides et sûrs, et une meilleure connaissance du substrat.

Earth tremors occur somewhere in the world every day, reflecting our planet's intense internal activity. These tremors are sometimes violent, sowing death and destruction. Earthquakes below the sea cause huge waves to form, tsunamis that can wreak untold havoc. Geoscience research has succeeded in identifying their underlying mechanisms. Although a tsunami alerting system has now been implemented, based on aerial surveys, remote sensing and networks of sensors, earthquakes will always be unpredictable. Prevention depends on the implementation of earthquake-resistant building standards and rapid alerting systems, as well as on more detailed knowledge of substrates.



Page gauche/left

© BRGM im@gé
Dégâts occasionnés par le tsunami
de décembre 2004 sur les côtes du Sri Lanka.

The December 2004 tsunami brought
havoc to the coasts of Sri Lanka.

Page droite/right

© IRD/Institut français de Pondichéry
Un port anéanti par le tsunami dévastateur
de décembre 2004 (Inde).

An Indian harbour devastated
by the December 2004 tsunami.



Page gauche/left

© IRD/Y. Hello
Boumer après un tremblement de terre
(Algérie).

The town of Boumer, in Algeria,
after an earthquake.

Page droite/right

© BRGM im@gé/P. Mouroux
Le séisme de Gölcük (Turquie),
le 17 août 1999, a détruit par torsion
ce bâtiment en béton armé.

Torsion destroyed this reinforced concrete
building during the 17 August 1999
earthquake in Gölcük Turkey.

© BRGM im@gé/P. Mouroux
Bâtiment incliné à la suite d'un phénomène
de liquéfaction des sols de fondation,
séisme de Gölcük, Turquie, 17 août 1999.

A building in Gölcük, Turkey,
leans dangerously after the native soil
below was liquified by the 17 August 1999
earthquake.



Plus la prévision des risques naturels est difficile, plus la mise en œuvre de mesures de prévention est nécessaire.

The harder it is to predict natural risks, the greater the need for preventive measures.



Tempêtes

Storms



Une tempête est une violente perturbation atmosphérique, avec des vents très rapides (de 120 à plus de 180 km/h), souvent accompagnés de fortes rafales, de précipitations abondantes et d'orages. Sa puissance dépend des températures des masses d'air en contact. Ouragans, cyclones, typhons, tempêtes de sable ou de neige ont des effets dévastateurs sur les populations et l'environnement. L'observation par satellite, l'informatisation des données, l'augmentation des mesures ont permis de faire avancer la connaissance et la prévision du phénomène. Mais il reste encore impossible de déterminer l'impact du réchauffement climatique sur le régime des vents, d'autres facteurs tels les courants marins jouant également un rôle important.

A storm is a violent atmospheric disturbance characterised by high winds (120 to 180 km/h), often with strong gusts, heavy rain and thunder and lightning. The power of storms depends on the temperature of the air masses coming into contact. Hurricanes, cyclones, typhoons, sandstorms and blizzards can be devastating for communities and the environment. Remote sensing techniques, digitised data and measurement campaigns have all helped to further knowledge and improve forecasts. However, it is not yet possible to determine the impact of climate change on the wind regime, and other factors such as ocean currents also play an important role.



Page gauche/left

© Inra/G. Paillard

Dévastation de la forêt landaise après la tempête de décembre 1999 (France).

The storm of December 1999 turned the Landes forest to matchwood (Gascony, SW France).

Page droite/right

© Ifremer/O. Barbaroux

La tempête sur la côte sauvage de Belle-Île (Morbihan, France).

Storm hits the coast of Belle-Île of Brittany (Morbihan, W France).



Page gauche/left

© Ifremer/O. Barbaroux
Chalutier industriel dans le gros temps.

Trawler by stormy weather.

Page droite/right

© Inra/G. Paillard
Dévastation de la forêt vosgienne
près de Mirecourt, après la tempête
de décembre 1999.

Devastation in the forests of the Vosges
region near Mirecourt (E France)
after the December 1999 storm.

© BRGM im@gé/P. Calcagno
Cryptomérias (cèdres du Japon)
après le passage du cyclone *Dina* en 2002
(La Réunion, France).

Japanese cedars (cryptomerias)
after cyclone Dina swept the French island
of La Réunion in 2002.



© BRGM im@gé/M. Marenthier
Le Nil et la ville du Caire dans le halo
de pollution qui les enveloppe (Égypte).

The Nile and the city of Cairo
shrouded in smog (Egypt).



Un équilibre fragile

Earth's fragile equilibrium

L'explosion démographique du dernier siècle, associée aux activités humaines développées par les sociétés modernes, a entraîné une pollution diffuse des terres, de l'atmosphère et des océans. Pour lutter contre la dégradation de la planète, les États ont pris des mesures de protection de la nature en s'appuyant sur les connaissances apportées par les sciences de la Terre et de l'environnement. Les engrais, pesticides et rejets d'émissions industrielles diverses sont à l'origine de ces nuisances, mais la recherche, qui a mis au point ces techniques apporte aujourd'hui des solutions pour dépolluer les sites contaminés, limiter les rejets de CO₂ d'origine humaine et résoudre le problème des déchets.

The population explosion in the 20th century, in conjunction with the activities developed by modern societies, has caused diffuse pollution in soils, oceans and the atmosphere across the entire planet. In attempting to halt the degradation of our planet, governments have taken measures to protect the natural environment, based on knowledge gained by environmental and geosciences. Pesticides, fertilisers and industrial emissions have caused these pollution problems, but research, having initially helped to develop these industries, is now finding solutions to clean up contaminated sites, reduce CO₂ emissions from human activities and tackle the problem of waste.

Du gaz carbonique en surplus

Excess carbon dioxide



Les quantités de gaz carbonique (CO_2) émises par les hommes (30 milliards de tonnes par an) constituent une faible part de l'ensemble du cycle du carbone, mais les puits de carbone que sont la biosphère et les océans n'en résorbent que la moitié. Le surplus vient s'accumuler année après année dans l'atmosphère, en perturbant indirectement le climat. Si les émissions de CO_2 continuent à croître au rythme actuel, le pire scénario climatique nous menace. Parmi la panoplie des mesures de réduction nécessaires, le captage et le stockage géologique du CO_2 offrent une solution d'urgence et de transition. Une partie de ce CO_2 émis par les sources fixes concentrées (centrales thermiques, cimenteries, raffineries...) peut en effet être captée et réinjectée dans le sous-sol.

Although the quantities of carbon dioxide released by human activities (some 30 billion tonnes per year) only make up a small part of the carbon cycle as a whole, the biosphere and the oceans, acting as "carbon sinks", can only absorb about half of the surplus. Year after year, the rest builds up in the atmosphere, indirectly disrupting the climate. If CO_2 emissions continue to increase at today's rate, we will be heading straight for the most catastrophic climate scenarios. Among the various necessary emission reduction measures, capturing carbon dioxide and storing it underground could be an emergency transitional solution. Some of the CO_2 released from concentrated point sources, such as power plants, cement plants and refineries, can be captured and re-injected underground.



Page gauche/left

© BRGM im@gé

Pollution à la sortie de cheminées d'usine (France).

Pollution from factory smokestacks (France).

Page droite/right

© IRD/B. Osès

Pollution entre le nord et le sud du Viêt-nam.

The boundary between North and South Vietnam made visible by pollution.



Page gauche/left

© Inra/C. Maître

La tour du Bray, dans les Landes, permet de mesurer en continu les échanges de CO₂ entre le couvert forestier et l'atmosphère (France).

The Bray tower in the Landes forest (SW France) makes continuous measurements of CO₂ exchanges between forest cover and the atmosphere.

© Inra/S. Toillon

Prairies, effet de serre et changement climatique. Dispositif expérimental d'enrichissement en CO₂.

Meadows, the greenhouse effect and climate change; a field experiment on CO₂ enrichment.

© Inra/C. Maître

Blocs de prairie prélevés et disposés dans 16 enceintes pour déterminer en continu les flux aériens et souterrains de CO₂.

Blocks of meadowland are placed in 16 chambers for continuous measurements of CO₂ flows in the air and underground.

Page droite/right

© Elsam

La centrale au charbon avec captage de CO₂ d'Elsam (Esbjerg, Danemark).

A coal-fired power plant with CO₂ capture (Esbjerg, Denmark).



Pour éviter que le climat se dérègle davantage, il est nécessaire de diviser par quatre les émissions de CO₂ dans tous les pays développés d'ici 2050. Le problème du changement climatique est l'affaire de tous.

Les humains relèveront-ils ce défi-clé du XXI^e siècle ?

To prevent further disruption of the climate, we need to achieve a fourfold reduction in CO₂ emissions throughout the developed world by 2050. The climate change problem concerns us all – will humanity rise to this key challenge for the 21st century?



Des déchets en grand nombre

Mountains of waste



Économie, sociologie, chimie, biologie, physique... des disciplines très variées sont mobilisées pour faire face au problème des déchets de notre société de consommation. Des réglementations conduisent à la réduction des déchets à la source et au développement de filières de tri et de recyclage, avec pour objectif de réduire le stockage aux seuls déchets « ultimes ». Les travaux de recherche ont permis de mieux caractériser les déchets et de modéliser les filières de gestion, tant du point de vue technique qu'économique. Le recyclage nécessite un tri, si possible à la source, des différents déchets afin d'en extraire des matières premières et de valoriser la fraction fermentescible par des procédés biologiques: production d'énergie (biogaz) ou compostage.

Economics, sociology, chemistry and biology are some of the many disciplines working on the problem of waste being produced by our consumer society. Regulations on waste, aiming to restrict landfill to "final" waste alone, have given rise to a new sorting and recycling sector. Researchers are improving the characterisation of different waste products and modelling waste management systems from both technical and economic perspectives. Recycling first means sorting waste, at source if possible, so that the different raw materials – metals, plastic, cardboard and so on – can be extracted, and fermentable materials processed biologically to produce compost and biogas.



Page gauche/left

© Medad/L. Mignaux
Collecte et recyclage de pièces automobiles
(Aisne, France).

Collecting automobile parts for recycling
(Aisne, N France).

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Collecte et compactage de cartons
pour recyclage sur le marché de Rungis
(Val-de-Marne, France).

Compacted cardboard collected
at the Rungis food market for recycling
(Val-de-Marne, N France).



Page gauche/left

© Medad/L. Mignaux
Une automobile en route vers le broyeur
sur le site de Halluin-Menin à la frontière
franco-belge (Nord, France).

A car on the way to the crusher at the
Halluin-Menin site near the Franco-
Belgian border (N France).

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Métaux compactés issus du broyage,
en attente de valorisation ou de recyclage
(Nord, France).

Crushed, compacted metal awaiting re-use
or recycling (N France).

© Ifremer/O. Barbaroux
Décharge municipale envahie par les goélands
à Belle-Île-en-Mer (Morbihan, France).

Herring gulls invade a municipal
landfill site at Belle-Ile-en-Mer
(Morbihan, Brittany, W France).





Page gauche/left

© Medad

Vue générale d'un site de broyage des métaux avant recyclage, dans le nord de la France.

A site in northern France where metals are crushed before recycling.

© Cemagref /P. Mallard

Les couloirs de compostage d'une usine de méthanisation à Varennes-Jarcy (Essonne, France).

Composting channels at a methane production plant at Varennes-Jarcy (Paris region, France).



Page droite/right

© Inra/-P. Tissier

Vue aérienne d'une lagune aérée utilisée pour épurer les effluents de conserverie.

Aerial view of an aerated lagoon complex used to purify effluent from a cannery.

Pour lutter contre
l'augmentation des déchets,
le recyclage est une nécessité.

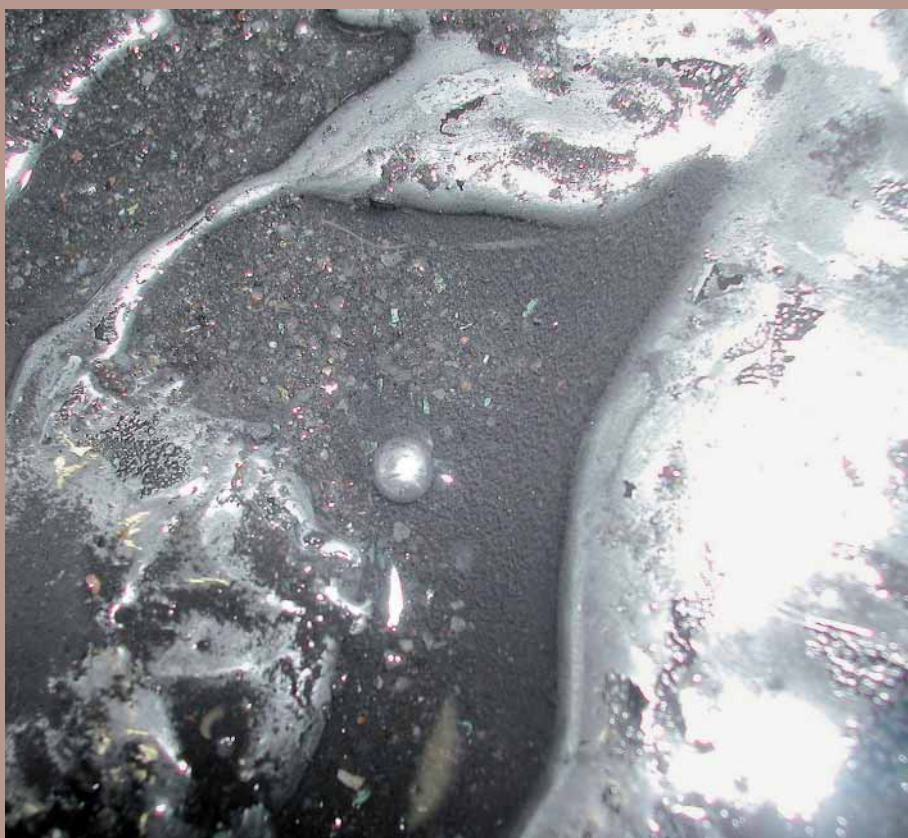
La matière organique,
qui représente plus des deux
tiers des déchets ménagers,
pourrait être compostée
et servir d'engrais naturel
pour l'agriculture.

To bring down our mountains
of waste, we have to recycle.
Organic matter, which accounts
for over two thirds of all household
waste, can be composted into
natural fertiliser for agriculture.



Des mers et des sols pollués

Pollution on land and at sea



Décharges sauvages, sites industriels contaminés, terres agricoles chargées de polluants participent à la dégradation de la qualité des eaux souterraines, des sources, des fleuves et des mers. La pollution par les activités agricoles est la plus difficile à gérer. Elle revêt des aspects multiples : émission de polluants par l'utilisation de produits phytosanitaires, d'engrais organiques ou minéraux, mais aussi par l'élevage intensif ou l'épandage de boues d'épuration sur les terres agricoles. Les chercheurs se mobilisent pour mieux connaître le rôle de ces polluants dans les écosystèmes, afin de développer des alternatives et de promouvoir des techniques agricoles respectueuses de l'environnement, compatibles avec un développement durable.

Uncontrolled waste dumps, contaminated industrial sites and polluted farmlands are all degrading the quality of groundwaters, springs, rivers and seas. Pollution from agricultural activities is the most difficult to manage. Polluting substances range from pesticides and organic and mineral fertilisers to effluent from intensive livestock rearing and sewage sludge used to manure crops. Researchers are working to deepen their understanding of the way these pollutants function within the environment, in order to develop alternatives and promote environmentally sound and sustainable farming techniques.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/S. Touzé
Mercure provenant du traitement de boue de caniveau d'une usine de chlore-alkali, déchets ayant peu de filières de traitement.

Some waste products lack adequate processing systems: here, mercury oozes from mud in a drain at a chloralkali plant.

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Survol d'un navire par l'avion Polmar 2 des douanes françaises, équipé pour la télédétection des pollutions marines.

The Polmar 2, used by the French customs for remote sensing of marine pollution, flies over a cargo ship.



Page gauche/left

© BRGM im@gé/D. Cazaux
L'exhaure minier acide
des exploitations souterraines
des mines de Chessy (Rhône, France)

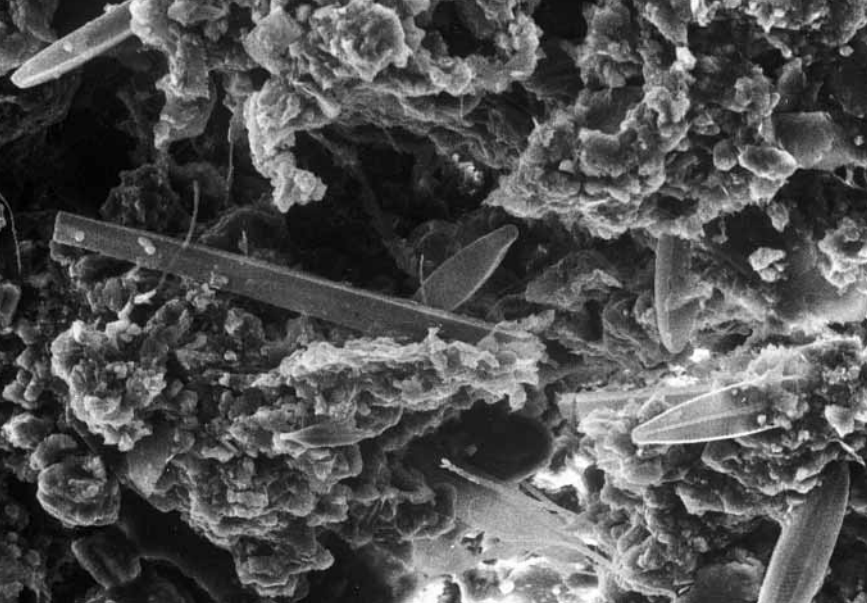
Acid rock drainage from an underground
mine at Chessy in the Rhône Valley
(France).

Page droite/right

© BRGM im@gé/D. Cazaux
Mangrove de Samana,
cible ultime de l'impact de la mine
de Pueblo Viejo en République dominicaine.

Mangroves in Samana,
where all the effluent from the Pueblo Viejo
mine in the Dominican Republic
eventually flows.





Page gauche/left

© Inra/I.-M. Dorioz
Échantillon observé en microscopie des sédiments du bassin versant du Redon, avec des micas, des micro-agrégats, des diatomées, et quelques débris organiques (France).

Microscopic view of a sediment sample from the Redon catchment basin (France), showing mica, micro-aggregates, diatoms and organic debris.

© Inra/I. Weber

Expérimentées depuis 1928 dans le Bassin parisien, 42 parcelles composées du même sol limoneux reçoivent chaque année différents engrais et amendements (France).

In an experiment under way since 1928 in the Paris Basin, 42 plots of the same loamy soil are treated each year with different fertilisers and soil ameliorants (France).

Page droite/right

© Ifremer/M. Guillou
Macro-déchets remontés par un chalut à bord du navire océanographique de l'Ifremer L'Europe (Méditerranée, France).

The Ifremer's oceanographic ship L'Europe brings up a catch of macro-waste in the Mediterranean (France).



Le milieu marin est soumis à des agressions provenant à la fois de la terre (fleuves, villes, industries, agriculture) et du large (rejets des navires, des plates-formes de forage ou accidents de navigation). Les marées noires sont spectaculaires mais le milieu marin est aussi de plus en plus menacé par les marées vertes, proliférations massives de certaines algues provoquées par un excès en nitrate. Les contaminations chimiques ou bactériologiques font l'objet de nombreuses études biogéochimiques et écotoxicologiques, la finalité étant d'accéder à une gestion durable et intégrée des ressources marines. D'autant plus que les effets du changement climatique vont modifier durablement ces différents cycles.

The marine environment is being contaminated by pollution from land sources (rivers, cities, industry and agriculture) as well as from the open sea itself (shipping accidents and discharges from ships and drilling platforms). Oil slicks are the most obvious form of pollution, but the marine environment is also threatened – and increasingly so – by algal blooms, which are spectacular proliferations of certain algae feeding on excess nitrates in water. Biochemists and ecotoxicologists are investigating the different forms of chemical and bacteriological contamination. The objective is to achieve a sustainable and integrated management of marine resources. All the more as climate change effects will durably impact these different cycles.

© IRD/Y. Paris
Villageoise portant son bébé enroulé
dans un pagne, Niakhar (Sénégal).

A mother and child from the village
of Niakhar (Senegal).



Le peuple des hommes

Peopling the planet

Nous étions six cents millions en 1700, nous sommes aujourd'hui 6,6 milliards d'êtres humains sur Terre. Bien que la population mondiale continue d'augmenter, cet accroissement se ralentit en raison d'une baisse de la fécondité. Le défi est donc moins dans la démographie que dans la recherche d'un développement durable à l'échelle de la planète, s'appuyant sur trois piliers: le développement d'une économie équitable, le bien-être social et la protection de l'environnement. Ce nouveau modèle de société semble être la seule alternative pour répondre aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs.

Six hundred million humans peopled the Earth in 1700. Today, there are 6.6 billion. The world population is still increasing, but more slowly now as fertility rates are declining. The challenge, therefore, lies not so much in population growth as in establishing sustainable development patterns across the globe, based on three fundamental principles: a fair and equitable economic system, social welfare and environmental protection. This new model of society seems to be the only solution to address the urgent needs of the present without jeopardising the ability of future generations to satisfy their own needs.

Des villes géantes

Giant cities



Le développement des villes géantes – les mégapoles – a été le trait dominant de l’urbanisation du siècle dernier. Aujourd’hui, la moitié de la population mondiale vit dans les villes. Cette urbanisation devrait se poursuivre à un rythme soutenu dans les pays en développement. Ainsi, en 2030, l’Asie et l’Afrique compteront chacune plus de citadins que les autres régions du monde. L’expansion rapide des villes du Sud les rend difficiles à gérer. Elles doivent affronter de multiples problèmes : pollution, transports, approvisionnement, chômage, précarité, violence... Mais elles sont aussi des pôles d’innovation et de puissants moteurs de développement, en offrant un accès plus facile au marché de l’emploi et aux services publics.

The dominant trend in urban growth in the 20th century was the development of giant cities, or megalopolises. Half of the world’s population already lives in cities, and the trend is expected to strengthen in the developing countries. By 2030, both Asia and Africa will have more city-dwellers than any other region in the world. The rapid and generally uncontrolled expansion of cities in the South raises acute management problems, including pollution, transport, supplies, unemployment, precarious living conditions and violence. However, by offering easier access to employment and public services, these burgeoning cities can also become centres of innovation and driving forces of development.



Page gauche/left

© IRD/J.-P. Montoroi
Le quartier nord-est de Bangkok
vu depuis la tour DTEC,
avec ses infrastructures autoroutières
(Thaïlande).

North-eastern Bangkok
from the DTEC tower, with expressway
infrastructure in the foreground (Thailand).

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Vu depuis la place des Fêtes,
le quartier de la Défense à Paris (France).

Paris La Défense from the Place des Fêtes.



Page gauche/left

© IRD/M. Dukhan

Le jour de Pâques, foule à l'occasion de la procession du Chemin de Croix, Quito (Équateur).

Crowds through the streets of Quito, Ecuador, for the Easter procession.

Page droite/right

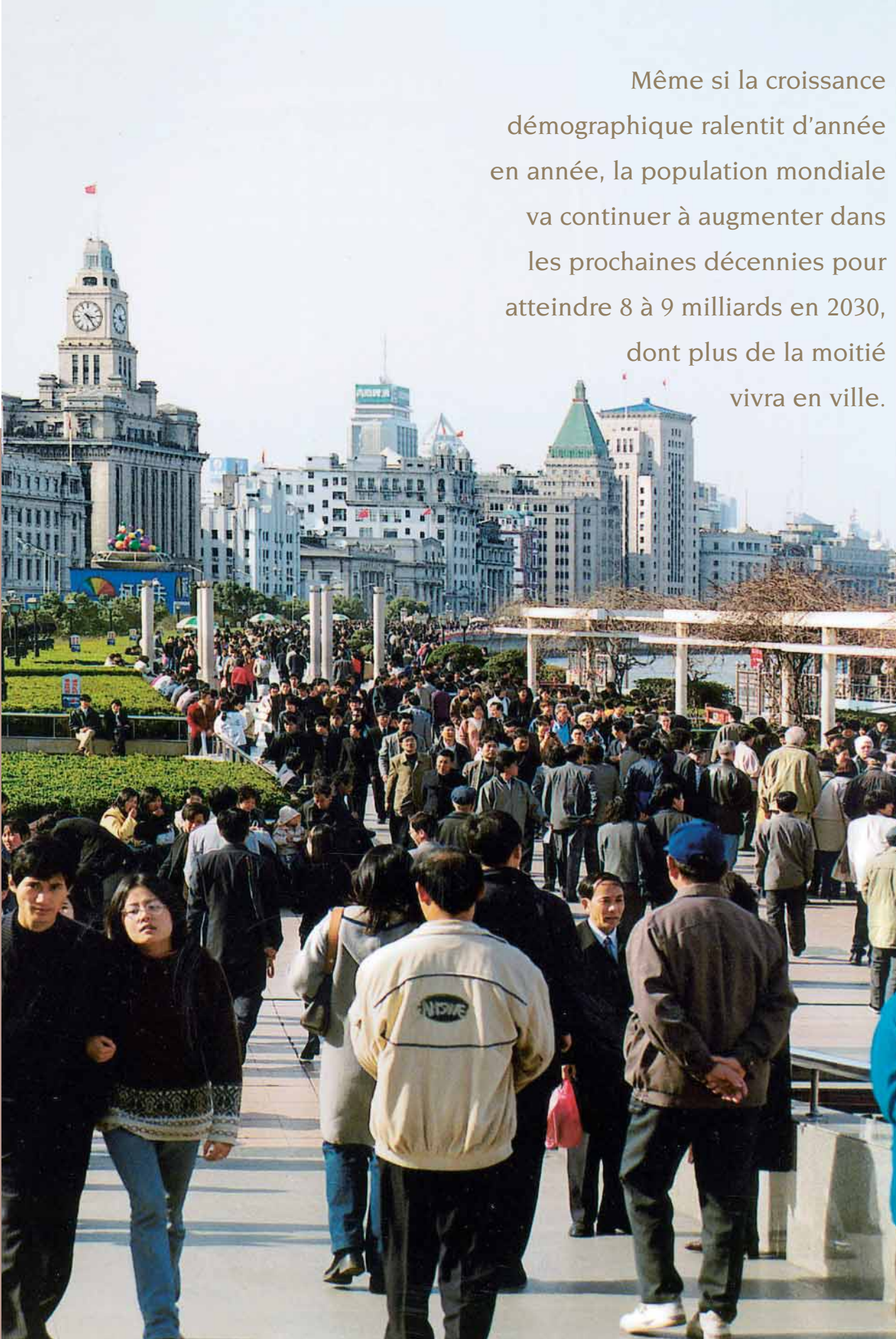
© IRD/F. Biot

Dans les rues de Shanghai (Chine).

A street scene in Shanghai (China).

Même si la croissance démographique ralentit d'année en année, la population mondiale va continuer à augmenter dans les prochaines décennies pour atteindre 8 à 9 milliards en 2030, dont plus de la moitié vivra en ville.

Even though population growth is slowing each year, the world's population will continue to increase in the coming decades to 8 or 9 billion people by 2030. More than half will be living in cities.



Nourrir, éduquer, soigner, Food, education and health



À l'échelle mondiale, les indicateurs de santé n'ont jamais atteint des valeurs aussi élevées. En quelques décennies, l'état de santé de l'humanité a connu de remarquables améliorations, grâce à un effort économique mis au service du développement humain : éducation à l'hygiène, progrès de la médecine mais aussi accès à une eau saine et à une meilleure alimentation. Mais cette amélioration globale cache de grandes disparités géographiques. L'écart se creuse avec les pays d'Afrique subsaharienne ou certains pays en crise, comme le Soudan ou l'Afghanistan.

At worldwide scale, many indicators of human health now stand at higher values than ever before. In just a few decades, human health has improved remarkably, thanks to economic efforts to promote health education, medical progress, access to clean water and better diet. But this overall improvement does not reflect the very wide disparities between geographical areas. The health gap is widening in sub-Saharan Africa, for example, and in crisis-ridden countries like Sudan and Afghanistan.



Page gauche/left

© IRD/M. Dukhan

Femme préparant le poisson pour le Tiebou diene, plat national sénégalais.

A woman prepares fish for a Tiebou diene, Senegal's national dish.

Page droite/right

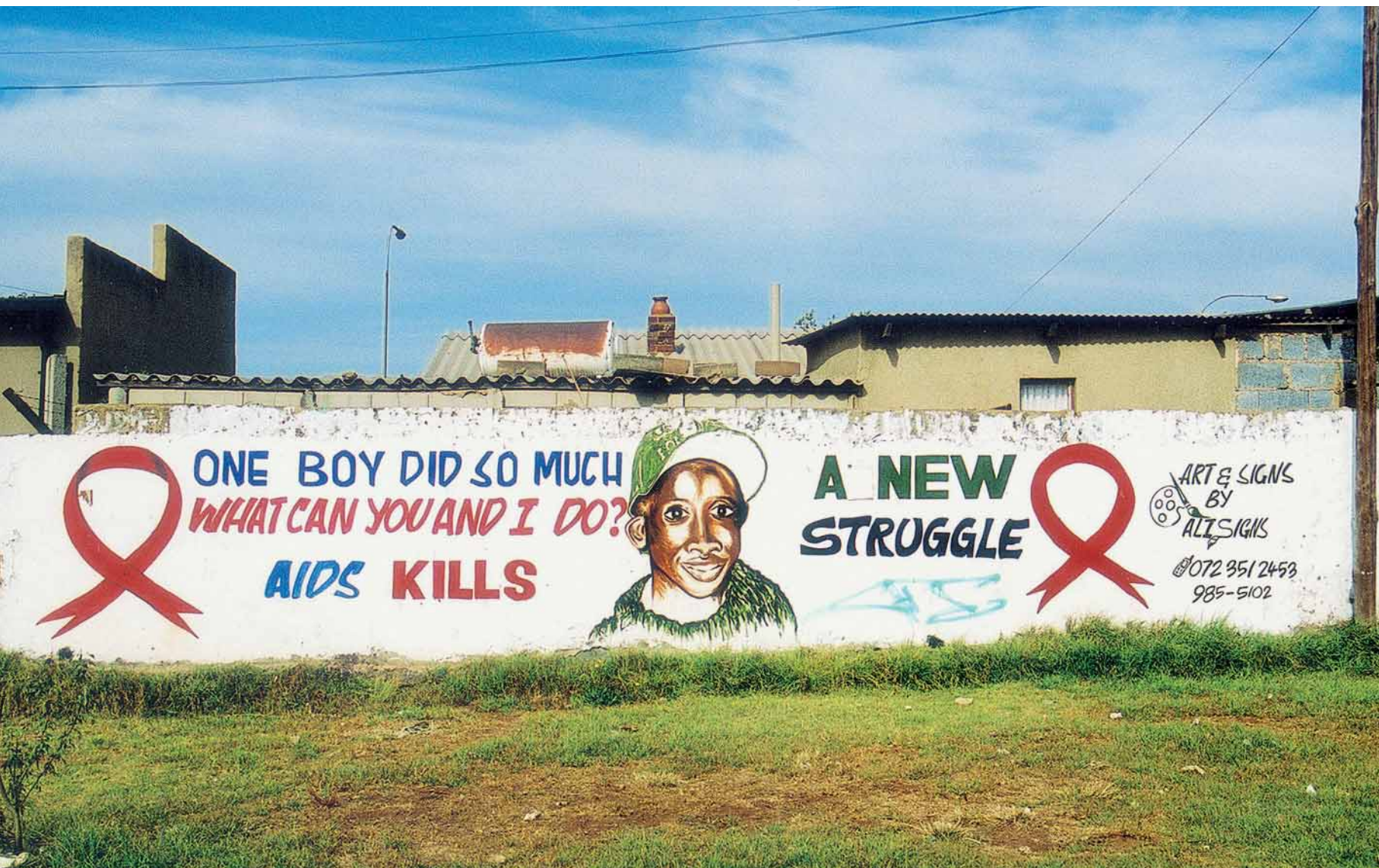
© IRD/M.-F. Lange

Une classe de CE1 avec plus de 80 élèves, province de l'Ouadalan (Burkina Faso).

More than 80 pupils crowd into a single third-year primary school class in Ouadalan Province (Burkina Faso).

More than 25 million people have been infected by AIDS in sub-Saharan Africa. AIDS is not only a health issue, it is also an obstacle to development, slowing and even reversing decades of progress.

Plus de 25 millions de personnes sont atteintes du sida en Afrique subsaharienne. La maladie n'est pas seulement une question de santé, elle est aussi un obstacle au développement, freinant des décennies de progrès.



Page gauche/left

© IRD/É. Déliny-Antheaume

Le mur de Soweto avec le témoignage de Nkoso Johnson, le plus jeune militant de la lutte contre le sida, en 2000 à Durban (Afrique du Sud).

The Soweto Wall in 2000, with an inscription in honour of Nkoso Johnson, Durban's youngest anti-AIDS activist (South Africa).

Page droite/right

© IRD/D. Rechner.

D'origine douteuse et vendus à bas prix sur les marchés, les médicaments contrefaits constituent un danger pour les populations, Ouagadougou (Burkina Faso).

Cheap counterfeit drugs of doubtful provenance sold on local markets are a danger to the population (Ouagadougou, Burkina Faso).



L'éducation à la santé va de pair avec l'accès à la culture qui devrait permettre à chacun de s'épanouir socialement. Mais en ce début du troisième millénaire, la permanence de la pauvreté et de la précarité, l'exclusion économique et sociale peuvent conduire à un sentiment d'injustice.

Health education goes hand in hand with access to the cultural activities that enable us to play an active and rewarding role in society. But poverty and insecurity have not receded with the start of the third millennium, and the economic and social exclusion that result can engender a sense of injustice.

Vivre demain durablement

Sustainable living for tomorrow



Chimie verte, éco-produits, bâtiments construits en respectant les règles de haute qualité environnementale, maisons passives économes en énergie, éco-quartiers, co-voiturage, fer-routage, retour en force du tramway et de la bicyclette, commerce équitable et solidaire, voitures moins polluantes, développement des énergies renouvelables, réduction des déchets à la source, agriculture durable... Portées par des volontés politiques et aidées par la recherche scientifique, les initiatives s'accu-mulent un peu partout sur la planète pour promouvoir un autre mode de vie.

"Green" chemicals, eco-production, building to high environmental quality standards, passive and low-energy housing, eco-neighbourhoods, car pooling, rail-road transport, the return of trams and bikes, fair trade and solidarity, low-emission vehicles, renewable energy development, reducing waste at source, sustainable agriculture – backed by research and political will, initiatives are blossoming all over the planet to promote a different way of life.



Page gauche/left

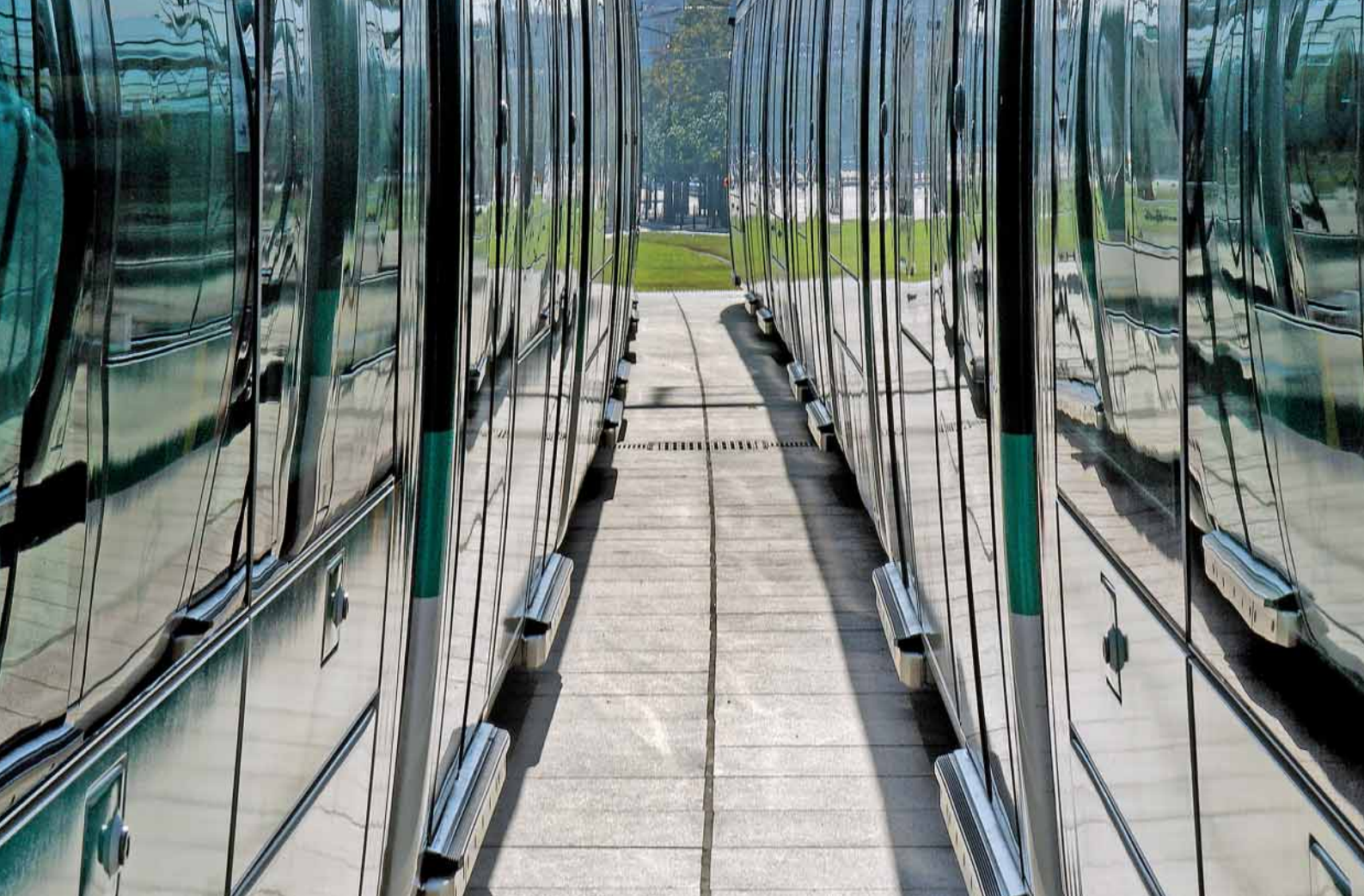
© Medad/L. Mignaux
Vélos en location dans le cadre du dispositif
Vélib' mis en place par la municipalité à Paris.

Bicycles for hire under the Paris
municipality's Vélib' scheme.

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux
Vitrine d'un magasin de commerce
équitable en région parisienne (France).

A Fair Trade shop window
in the Paris region (France).



Page gauche/left

© Medad/L. Mignaux

La ligne de tramway (T3) sur les boulevards des Maréchaux à Paris (Seine, France).

The T3 tramline on the Boulevards des Maréchaux in Paris (Seine, France).

© Medad/L. Mignaux

Les nouveaux bâtiments aux normes « haute qualité environnementale » (HQE) du parc animalier de Branféré (Morbihan, France).

New building conforming to Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Branféré (Morbihan, France).

Page droite/right

© Medad/L. Mignaux

Deux modes de transport se croisent sur la Seine : deux cents conteneurs sur chaland automoteur et un conteneur unique par transport routier classique.

Fluvial transport and classic road transport cross over the Seine River (France).



Vivre ensemble
en respectant la planète
rime avec économie d'énergie
dans les transports et l'habitat,
réduction et tri des déchets,
utilisation raisonnée
des ressources en eau.

Living together in harmony
with our environment means
saving energy in transport
and housing, reducing
and sorting waste,
and using water resources
sparingly.





Nous remercions
chaleureusement
les chercheurs qui nous ont
confié leurs photographies pour
la réalisation de cet ouvrage.
Sans leur regard sur notre planète,
cet ouvrage n'existerait pas.

Our warmest thanks
to the researchers who provided
us with the photographs for
this book, which would never
have been produced
without their keen focus
on our planet



Les organismes

Participating organisations



Le **BRGM**, Bureau de recherches géologiques et minières, est l'établissement public de référence dans le domaine des sciences de la Terre, pour gérer les ressources et les risques du sol et du sous-sol.

<http://www.brgm.fr>



Le **Cemagref**, Institut français pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement, est un organisme public de recherche. Ses travaux et actions portent sur la gestion durable des ressources en eau de surface et des systèmes écologiques aquatiques et terrestres, le développement des territoires, les technologies pour l'eau, les déchets, les agro-systèmes et la sûreté des aliments.

<http://www.cemagref.fr>



L'**Ifremer**, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, a vocation à faire progresser la connaissance sur les océans et leurs ressources, à exercer des missions de surveillance et d'expertise du milieu marin et à apporter son appui au développement de l'économie maritime de notre pays.

<http://www.ifremer.fr>



L'**Inra**, Institut national de la recherche agronomique, est le premier organisme européen de recherche agronomique. L'Inra mène des recherches finalisées pour une alimentation adaptée aux besoins des populations, une agriculture compétitive et durable, un environnement préservé. Il produit des connaissances fondamentales et des innovations pour la société.

<http://www.inra.fr>

L'IRD, Institut de recherche pour le développement, est un établissement public à caractère scientifique et technologique. L'IRD mène des recherches sur les relations entre l'homme et son environnement dans les pays du Sud, avec pour objectif de contribuer à leur développement. Il remplit des missions dans les domaines de la recherche, de l'expertise, de la valorisation, de la formation et de l'information scientifique.

<http://www.ird.fr>



Institut de recherche
pour le développement

Le **Meeddat**, ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire définit et met en œuvre, dans le cadre des objectifs fixés par le Grenelle Environnement, toutes les politiques publiques concourant au développement durable : énergie, climat, ressources naturelles, aménagement du territoire, habitats, prévention des risques, infrastructures, transports et mer.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr>



Le **MNHN**, Muséum national d'histoire naturelle est un établissement public culturel, scientifique et professionnel. Dans le domaine des sciences de la nature et de l'homme, il assume cinq missions complémentaires : recherche, conservation des collections, diffusion des connaissances, enseignement et expertise. Il inscrit son action dans une perspective citoyenne de développement durable.

<http://www.mnhn.fr>



Les banques d'images

Image banks

Im@gé, la banque d'images du BRGM, compte plus de 1 500 photos, sur les géosciences : ressources minérales, risques naturels, environnement, eau, curiosités géologiques, paysages remarquables... Les photos réalisées pour la plupart, par les scientifiques et techniciens du BRGM lors de leurs missions, viennent alimenter chaque année le fonds iconographique. Im@gé est accessible à partir du site du BRGM (un formulaire en ligne est disponible pour vos demandes de devis).

<http://www.brgm.fr>

La photothèque du Cemagref rassemble 8 000 images, souvent réalisées par les chercheurs de l'institut, dans les domaines des territoires ruraux, de l'eau, des déchets, des risques naturels et des technologies pour l'environnement, l'agriculture et la sécurité des aliments. Une partie de ces images est disponible en ligne. Pour tous renseignements, consulter le site de la photothèque.

<http://photo.cemagref.fr>

L'Ifremer possède plusieurs photothèques qui conservent le patrimoine image de l'Institut et intègrent plus de 30 000 images réalisées dans les laboratoires, sur les navires et par des engins sous-marins. Ces photothèques couvrent tous les aspects de la recherche marine : biodiversité marine, environnement littoral, géosciences, ressources vivantes, technologies...

<http://www.ifremer.fr/phototheque>

La photothèque de l'Inra possède une base informatisée d'environ 46 000 documents photographiques dont 10 000 sont numérisés et consultables sur le site de l'institut. Les grands secteurs de recherche couverts sont l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.

<http://www.inra.fr/phototheque>

La base Indigo de l'IRD centralise 40 000 photos sélectionnées parmi le fonds ancien de l'Orstom et de l'IRD, sur les thématiques de l'environnement et du développement dans les pays du Sud. Les domaines géographiques couverts sont l'Afrique, l'Asie, l'Amérique latine, l'Océanie et l'Outre Mer tropical français. Elle s'enrichit chaque année de 3 000 clichés.

<http://www.ird.fr/indigo>

Les photos présentées sous le copyright « Medad » sont issues de la photothèque du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire. Ce fonds iconographique réunit plus de 7 000 photos en haute définition, accessibles en ligne et téléchargeables pour tous les services et partenaires du ministère. Outre les thèmes environnementaux, ce fonds intègre maintenant les domaines de l'énergie, de l'habitat, des transports, de la mer et de l'aménagement du territoire.

<http://www.developpement-durable.gouv.fr>

La photothèque en ligne du Muséum a pour mission de conserver le patrimoine photographique du Muséum, de collecter, de gérer et de diffuser les images traitant de ses missions. Le fonds comprend actuellement 80 000 images, dont 50 000 sont accessibles en ligne.

<http://db.westvalley.fr/mnhn/pre.html>

Photogravure

Atelier 6 (Montpellier)

Achévé d'imprimer sur les presses de l'imprimerie IME (France) – imprimerie ISO 14001.

Imprimé sur du papier PEFC issu de forêts gérées durablement avec des encres végétales.

Dépôt légal : mai 2008



La première
imprimerie
en France
titulaire de :



Trophée d'Or
de l'Environnement
2008



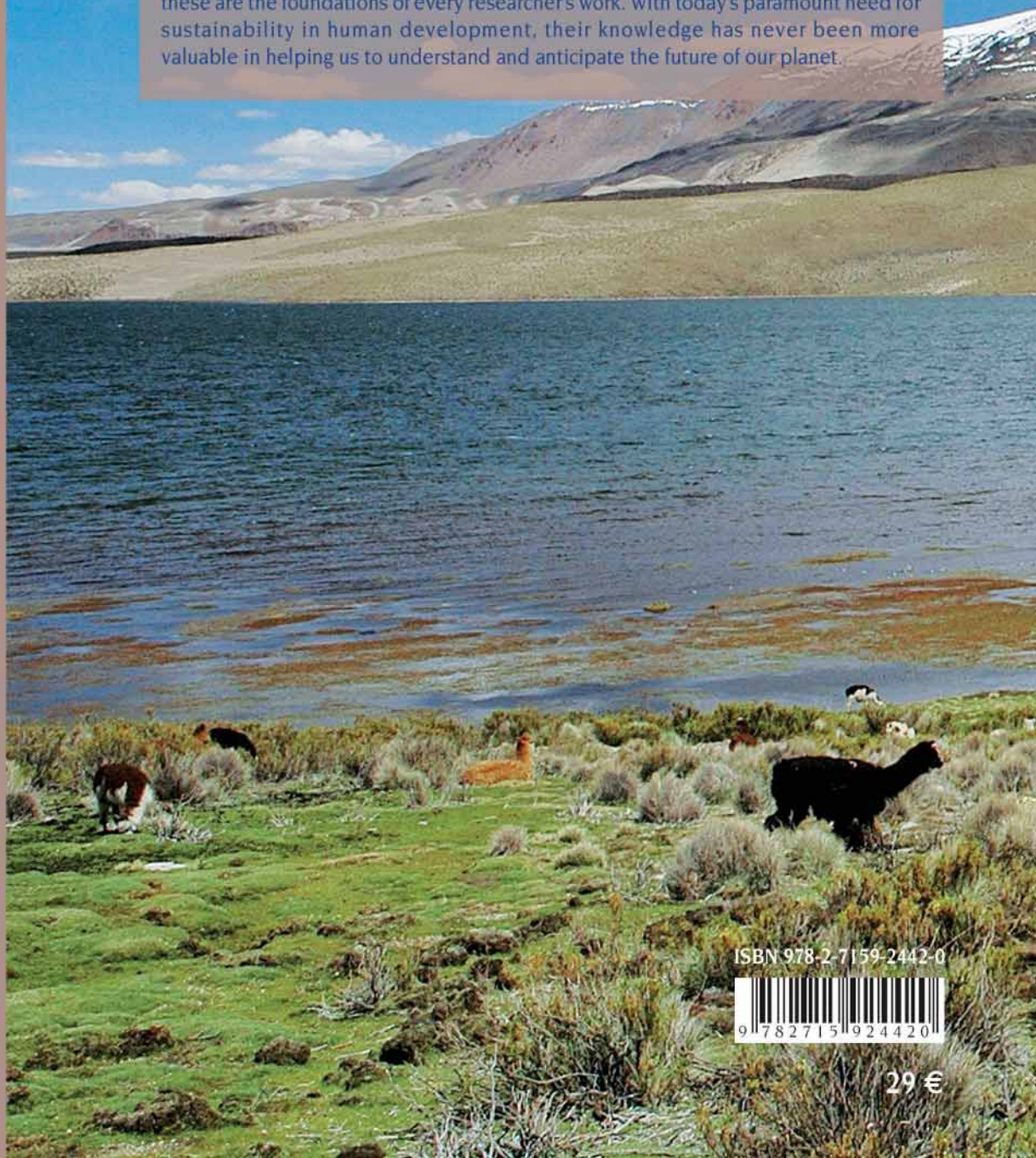
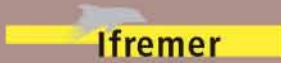


Réalisé dans le cadre de l'Année internationale de la planète Terre, cet ouvrage est le fruit d'un travail collectif entre plusieurs organismes de recherche français. Grâce à des textes concis et à plus de 250 photographies prises par les chercheurs eux-mêmes, il dresse, à l'aube du XXI^e siècle, un panorama à la fois somptueux et inquiétant de notre planète vue à travers toute sa diversité : paysages, règne animal, règne végétal, océans, climat, phénomènes naturels, activités humaines...

Observer, décrire, interpréter, mais également transmettre et partager le savoir, telles sont les activités qui rythment le travail de tous les chercheurs. À l'heure du développement durable, leurs connaissances n'ont jamais été aussi précieuses pour mieux comprendre et anticiper le devenir de notre planète.

This book has been jointly produced by several French research organisations for the International Year of Planet Earth. Vivid, concise writing and more than 250 photographs taken by the researchers themselves offer a magnificent – and disturbing – panorama of our planet at the beginning of the 21st century, in all the splendour, diversity and vulnerability of its landscapes and rock formations, its oceans, climate and natural phenomena, its plant and animal kingdoms and the activities of its human societies.

Observing, describing and interpreting, but also sharing and communicating knowledge, these are the foundations of every researcher's work. With today's paramount need for sustainability in human development, their knowledge has never been more valuable in helping us to understand and anticipate the future of our planet.



ISBN 978-2-7159-2442-0



29 €