



**LISE BARNÉOUD** est journaliste scientifique.

Elle collabore régulièrement à plusieurs magazines (*La Recherche*, *Science et Vie*, *Science et Vie Junior*, *Ça m'intéresse*) ainsi qu'avec la Cité des Sciences et de l'Industrie.

Auteur de *La procréation assistée* (Belin, 2013) et, avec Vincent Tardieu, de *Santo, les explorateurs de l'île planète* (Belin, 2007),

elle a reçu en 2008 le prix scientifique de la presse quotidienne nationale de la fondation Varenne pour un article sur l'Antarctique publié dans *Libération*. Elle affectionne les enquêtes de terrain et ses sujets de prédilection sont l'environnement, la biologie ou encore la médecine.

**Les experts et personnalités interviewés**

- **Philippe Bouchet** (systématicien)
- **Bernard Chevassus-au-Louis** (inspecteur général de l'agriculture)
- **Marie-Christine Cormier-Salem** (géographe)
- **Michel Delseny** (généticien)
- **Philippe Descola** (anthropologue)
- **Jean-Dominique Lebreton** (écologue)
- **Guillaume Lecointre** (systématicien)
- **Henri Léridon** (démographe)
- **Ghislain de Marsily** (hydrologue)



577  
BAR  
Ex<sup>n</sup> 38783



info  
graphie

577  
BAR  
Ex<sup>n</sup> 38783



# LA ? BIODIVERSITÉ

LISE BARNÉOUD

# LA BIODIVERSITÉ ?

Lise Barnéoud

Cet ouvrage s'inspire du thème de l'exposition *Biodiversité : la fin du sauvage ?* qui a été produite par Universcience et présentée dans l'espace *Science Actualités* de la Cité des sciences et de l'industrie, un lieu Universcience. L'exposition a été réalisée sous la direction d'Alain Labouze et d'Isabelle Bousquet Maniguet.

Les interviews pp. 22, 23 et 77 ont pour point de départ les *Libres points de vue d'Académiciens sur la biodiversité* (Académie des sciences, [www.academie-science.fr/activite/lpdv.htm](http://www.academie-science.fr/activite/lpdv.htm))

## CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Couverture : photo Anup Shah/Naturepl.fr/EB Photo — © cjruslan/Fotolia.com — Hemera/Thinkstock ; p. 4 et 58 haut : avec l'autorisation de B. Chevassus-Au-Louis ; p. 6 : Hemera/Thinkstock ; p. 9 : iStockphoto/Thinkstock ; p. 10 : photo Anna V. Kukekova ; p. 11, 13, 15 milieu : iStockphoto/Thinkstock ; p. 15 haut : photo A. Guerrier/Colibri ; p. 15 bas : photo Global Crop Diversity Trust — Art project: Dyveke Sanne ; p. 16 : photo Éric Tourneret/[www.lepeupleadesabeilles.com](http://www.lepeupleadesabeilles.com) ; p. 17 : photo Gérard Guillot ; p. 21 : © vturovsky/Fotolia.com ; p. 23 : avec l'autorisation de M. Delseny/DR ; p. 24 : Rina Okukawa/Fotolia.com — iStockphoto, Hemera/Thinkstock ; p. 27 : photo Mission Santo 2006/Gamma ; p. 28 : photo Sébastien Steyer ; p. 28 bas : © mmmg/Fotolia.com ; p. 32 bas : Hemera, iStockphoto/Thinkstock ; p. 33 : iStockphoto/Thinkstock ; p. 35 : photo J.-L. Paumard/Colibri ; p. 37 : photo Dante Fenolio/Science Source/Biosphoto ; p. 39 : photo Benoît Poyelle/Deepsea Under The Pole by Rolex ; p. 40 : avec l'autorisation de P. Bouchet ; p. 41 : avec l'autorisation de G. Lecointre ; p. 42 : iStockphoto, Hemera/Thinkstock ; p. 49 : Hemera/Thinkstock ; p. 51 : photo Lise Barnéoud ; p. 52 : photo A.N.T. Photo Library/Photoshot/Biosphoto ; p. 53 : photo Jean-Luc Manaud/Rapho ; p. 54 gauche : © D. Lentink, Department of Mechanical Engineering, Stanford University (<http://lentinklab.stanford.edu>) ; p. 54 droite : © 2009 E. Ulrich, University of Maryland ; p. 55 : iStockphoto/Thinkstock ; p. 58 bas : avec l'autorisation de M.-C. Cormier-Salem ; p. 60 : zelena/Shutterstock — Hemera/Thinkstock ; p. 65 : photo Lise Barnéoud ; p. 75 : photo S. Hellio/Colibri ; p. 76 : avec l'autorisation de P. Descola ; p. 77 : avec l'autorisation de J.-D. Lebreton.

## CONCEPTION GRAPHIQUE ET RÉALISATION

Rampazzo et Associés  
[www.rampazzo.com](http://www.rampazzo.com)

Direction artistique et illustrations d'ouverture : Virginie Fauré

Infographies : Thomas Haessig  
[www.tessig.ultra-book.com](http://www.tessig.ultra-book.com)

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que «les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» [article L. 122-5] ; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche «toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© Éditions Belin/EPPDCSI, 2013

ISBN 978-2-7011-5692-7

## PRÉFACE

4-5

**Bernard Chevassus-au-Louis**, inspecteur général de l'agriculture, ancien président du Muséum national d'Histoire naturelle

## PARTIE I

### LA NATURE DOMESTIQUÉE ET ARTIFICIALISÉE

6-21

#### POINTS DE VUE D'EXPERTS

HENRI LERIDON ET GHISLAIN DE MARSILY

22

MICHEL DELSENY

23

## PARTIE II

### LA NATURE SAUVAGE EN VOIE DE DISPARITION ?

24-39

#### POINTS DE VUE D'EXPERTS

PHILIPPE BOUCHET

40

GUILLAUME LECOINTRE

41

## PARTIE III

### LES CONSÉQUENCES DE L'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ

42-57

#### POINTS DE VUE D'EXPERTS

BERNARD CHEVASSUS-AU-LOUIS

58

MARIE-CHRISTINE CORMIER-SALEM

59

## PARTIE IV

### COMMENT MÉNAGER AU MIEUX LA NATURE ?

60-75

#### POINTS DE VUE D'EXPERTS

PHILIPPE DESCOLA

76

JEAN-DOMINIQUE LEBRETON

77

BERNARD CHEVASSUS-AU-LOUIS

Inspecteur général de l'agriculture, ancien président du Muséum national d'Histoire naturelle

## Biodiversité : la fin du sauvage ?



En ouvrant un livre sur la biodiversité, le lecteur pourrait s'attendre à un « dépaysement », à la découverte de lieux étonnants ou d'espèces surprenantes, très éloignées de ceux que nous côtoyons par leur structure ou leur mode de vie. C'est, au contraire, notre

propre espèce qu'il retrouve dès les premières pages, car c'est le parti-pris de ce livre de placer d'emblée l'Homme – ou plutôt l'humanité – au centre du questionnement sur la diversité du vivant et de montrer que, depuis les débuts de l'humanité, se sont mises en place des interactions, des interdépendances étroites entre les humains et de multiples espèces vivantes.

D'ampleur relativement limitée lorsque notre planète ne comptait que quelques centaines de millions d'habitants, cette

« L'humanité mise désormais sur les ressources de la nature pour assurer son avenir. »

influence humaine concerne aujourd'hui l'ensemble de la biosphère. L'humanité a modelé, pour ses propres besoins, de multiples milieux et l'on découvre chaque jour davantage à quel point des milieux que l'on croyait « protégés » sont, de fait, influencés, parfois à grande distance, par des activités humaines. En effet, alors que l'on avait longtemps pointé du doigt la surexploitation des ressources comme une source majeure de leur raréfaction, on découvre aujourd'hui que de nombreuses espèces non exploitées connaissent également des évolutions préoccupantes. Ceci parce que d'autres facteurs, plus indirects mais tout autant liés à l'Homme, sont à

l'œuvre. Certains sont massifs et désormais bien identifiés, comme la déforestation. D'autres sont plus discrets, plus pernicioeux, comme la fragmentation des habitats. D'autres enfin font encore l'objet d'interrogations et de débats sur les impacts actuels et, surtout, à venir : c'est le cas des multiples substances chimiques désormais présentes, à

faible dose, dans l'environnement, que l'on peut aujourd'hui détecter mais sans disposer d'une évaluation des risques liés à leur présence.

Cette prise de conscience, encore limitée, du rôle déterminant de l'Homme s'accompagne de trois « révisions » de notre regard sur la biodiversité. La première concerne la connaissance de son ampleur. Si la recherche continue d'avancer dans l'inventaire de la diversité du vivant, elle a en effet progressé encore plus vite dans l'estimation du travail restant à accomplir et elle nous délivre un message clair pour les décennies à venir : nous devons gérer une diversité dont la majeure partie nous restera inconnue. La deuxième révision concerne l'importance des services issus de la biodiversité. Là aussi, si nous étions convaincus de la valeur, en particulier économique, des ressources que nous tirions des écosystèmes naturels ou cultivés – aliments, fibres, bois, médicaments – nous étions beaucoup moins conscients des multiples autres « aménités » issues des écosystèmes. Il a fallu qu'apparaissent certains dysfonctionnements ou événe-

« Nous devons gérer une diversité dont la majeure partie nous restera inconnue. »

ments catastrophiques – tsunامي, glissements de terrain, changements climatiques, émergence de nouvelles maladies – pour que nous en réalisions l'importance.

Enfin, nous avons pu caresser au xx<sup>e</sup> siècle l'idée que, si cette dépendance aux services issus de la nature avait été déterminante dans l'évolution de l'humanité, elle allait à l'avenir s'estomper : aliments ou fibres synthétiques, atmosphères conditionnées, énergie nucléaire ou traitement physique des eaux usées allaient nous ouvrir la porte de la grande bulle où l'Homme allait poursuivre son évolution sans rien devoir désormais au reste du vivant. Il n'est pas nécessaire de détailler ici les raisons qui ont conduit progressivement à découvrir le caractère utopique de cette vision : les espoirs que suscite la « croissance verte » montrent à quel point l'humanité mise désormais – peut-être de manière tout aussi naïve – sur les ressources de la nature pour assurer son avenir. Peu à peu se forge donc, chez différents

« Ce qui est menacé aujourd'hui, ce n'est pas tant la biodiversité que l'Homme lui-même, dès lors qu'il aura contribué à faire évoluer le vivant vers un état qui lui sera beaucoup plus défavorable. »

acteurs, une volonté d'agir et de préserver, voire de développer, ce capital naturel. Et c'est là que se dessine un dernier message, issu de diverses expériences : nous sommes encore très loin de savoir comment agir de manière efficace sur la nature vivante et des initiatives

incontestablement empreintes de bonne volonté ont conduit à des résultats imprévus, parfois moins satisfaisants qu'en l'absence d'interventions. La biodiversité nous incite donc à la modestie : l'Homme a mis plusieurs milliers d'années à élaborer un génie civil lui

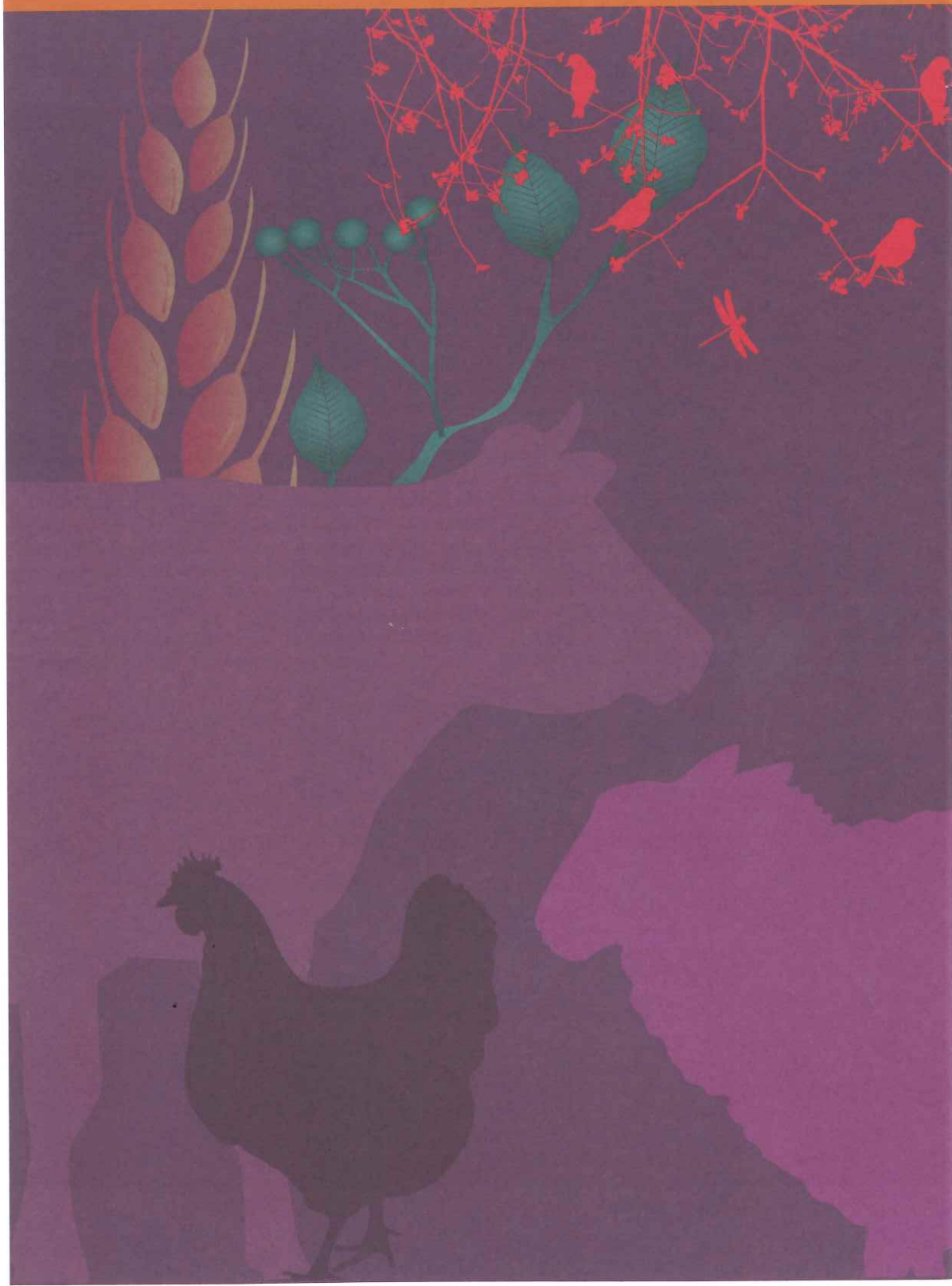
permettant de construire des édifices durables ; il ne suffira pas de quelques années pour élaborer un génie écologique permettant de raisonner ce que nous appelons le « ménagement » de la nature.

Nous terminerons sur un point d'optimisme, au moins du point de vue de la biodiversité : en tant qu'expression de la dynamique du vivant, la biodiversité n'est pas menacée aujourd'hui. Il est très vraisemblable que la vie va perdurer sur notre planète, sous des formes diverses, aussi longtemps que celle-ci recevra du Soleil l'énergie nécessaire à son entretien, et ceci que notre propre espèce demeure ou non présente, et quelles que soient ses actions. Ce qui est menacé, c'est

« Les océans peuvent continuer à fonctionner sans poissons. Mais que fera l'Homme devant des océans peuplés seulement de méduses ? »

l'Homme lui-même, dès lors qu'il aura contribué à faire évoluer le vivant vers un état qui lui sera beaucoup plus défavorable. Les océans peuvent continuer à fonctionner sans poissons, les continents peuvent se passer de forêts, d'oiseaux ou de grands mammifères, de nombreuses espèces peuvent s'adapter à des concentrations élevées de polluants dans leurs tissus. Mais que fera l'Homme devant des océans peuplés de méduses, ou devant des déserts où subsisteront quelques rares plantes et animaux devenus non comestibles ?

« Ménager » la biodiversité, c'est donc aussi ménager l'humanité à venir et c'est ce défi que cet ouvrage nous invite à relever. ●



# I. LA NATURE DOMESTIQUÉE ET ARTIFICIALISÉE

**O**n pense souvent la nature comme une entité dont le caractère primitif et sauvage n'est menacé que depuis la révolution industrielle. Mais depuis des millénaires, l'Homme façonne la nature et les espèces. Il les utilise, il les transforme pour son confort et, ce faisant, il force et contrarie leur évolution. Il n'est donc pas possible d'envisager la nature indépendamment de l'Homme. L'un et l'autre sont inextricablement liés. De cette relation millénaire dépend

l'avenir de l'un comme de l'autre. Or l'emprise de l'homme sur le reste de la nature est plus forte que jamais. En cause : l'explosion démographique, mais aussi l'évolution des modes de vie et l'accroissement des échanges internationaux. La domination d'*Homo sapiens* sur le reste du vivant entraîne des dégradations irréversibles et épuise les ressources naturelles. Le succès de l'espèce humaine se fait donc au détriment des autres espèces. Une situation intenable sur le long terme...

<b>1</b> LA LONGUE HISTOIRE DE LA DOMESTICATION DE LA NATURE	8
<b>2</b> DES ESPÈCES AU SERVICE DE L'HOMME	10
<b>3</b> L'HOMME, CRÉATEUR DE BIODIVERSITÉ ?	12
<b>4</b> L'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ DOMESTIQUE	14
<b>5</b> UNE NATURE URBAINE	16
<b>6</b> L'HOMME PARTOUT	18
<b>7</b> L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DES PAYS DU MONDE	20

### POINTS DE VUE D'EXPERTS

Le défi de l'accroissement démographique

**Henri Leridon** (démographe)

**Ghislain de Marsily** (hydrologue)

22

L'Homme crée-t-il de la biodiversité ?

**Michel Delseny** (généticien)

23

# LA LONGUE HISTOIRE DE LA DOMESTICATION DE LA NATURE

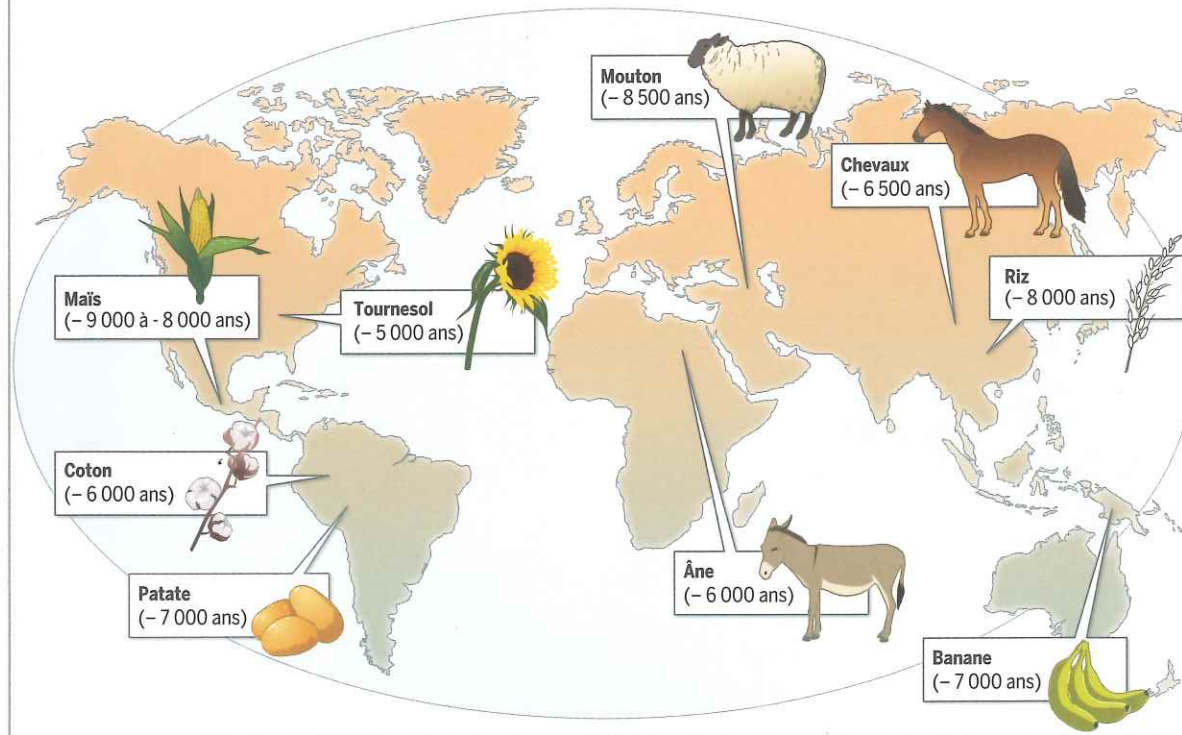
## L'Homme et le sauvage : un vieux couple !

L'action de l'Homme sur le sauvage n'est pas un fait nouveau. Elle a débuté il y a environ 15 000 ans, lorsque les chasseurs du Paléolithique et le loup se sont apprivoisés. Chacun y trouvait son compte : le loup profitait des restes alimentaires des Hommes, qui à leur tour bénéficiaient de l'aide de l'animal pour la chasse ou la garde du campement. Isolés de la population sauvage, sélectionnés en fonction de caractères spécifiques (docilité, petite taille), ces loups se sont alors lentement transformés jusqu'à devenir un animal qui nous est aujourd'hui familier : le chien. La première espèce domestique était née. Les domestications suivantes n'apparaîtront que 5 000 ans plus tard, lors du Néolithique. ●

## Les premières espèces domestiquées

Au Néolithique, les domestications sont presque toutes liées à l'agriculture et ont lieu essentiellement au Proche-Orient. Plusieurs foyers de domestication peuvent exister pour la même espèce. Parmi ces nouvelles « conquêtes sauvages » de l'Homme : l'orge, le blé, la chèvre, le cochon ou encore le bœuf. Autant de domestications qui ont bouleversé le mode de vie des Hommes et qui, dans de nombreuses sociétés, ont permis de remplacer la cueillette par la culture et la chasse par l'élevage. Aujourd'hui, un grand nombre de ces espèces ont tellement été transformées par l'Homme au cours du processus de domestication qu'elles ne pourraient survivre sans son assistance. ●

### QUELQUES FOYERS DE DOMESTICATION DE PLANTES ET D'ANIMAUX



### EN BREF ESPÈCES ANIMALES DOMESTIQUÉES PAR L'HOMME



actuellement **50** depuis le Néolithique **200**

### ESPÈCES VÉGÉTALES DOMESTIQUÉES PAR L'HOMME



actuellement **150** depuis le Néolithique **7 000**



## Aujourd'hui : la domestication à l'œuvre partout

Le processus de domestication des espèces sauvages est toujours en cours. Le xx<sup>e</sup> siècle a vu par exemple l'essor de la domestication des poissons, pour l'aquaculture. Plus récemment, une nouvelle forme de domestication est née avec la fabrication d'organismes génétiquement modifiés (OGM, voir p. 13). Par ailleurs, l'Homme ne se contente pas de domestiquer certaines espèces.

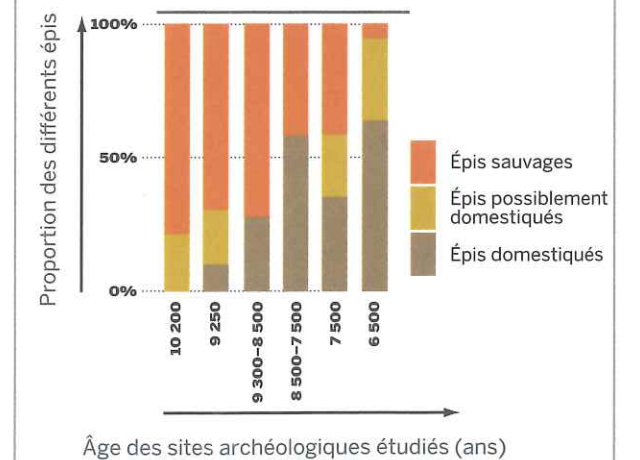
Pour se nourrir, pour se protéger des prédateurs, des aléas naturels ou encore pour le commerce, l'Homme domestique les écosystèmes en façonnant de vastes paysages. Résultat : une artificialisation croissante de la nature. ●

### UNE HISTOIRE

## La domestication du blé ou la recherche de la facilité

Entre le blé et l'Homme, l'histoire commence il y a environ 20 000 ans, au Proche-Orient, par la cueillette. Petit à petit, l'Homme va semer cette céréale autour de chez lui. De façon involontaire d'abord, puis probablement en toute conscience, voyant qu'il pouvait ainsi se procurer une source sûre de nourriture. C'est alors que peut commencer la domestication. Si la plupart des épis sauvages voient leurs graines tomber spontanément à maturité, quelques mutants les conservent dans leur enveloppe. Une distinction n'ayant pas échappé à nos aïeux, qui auront sans doute préféré semer les graines de ces épis mutants : il est bien plus facile de récolter des épis sur pied que des graines à terre ! À moins que ce ne soit tout simplement les techniques de récolte qui aient favorisé la collecte des épis entiers, avec leurs graines bien accrochées.

### LA DOMESTICATION DU BLÉ AU PROCHE-ORIENT



## DES ESPÈCES AU SERVICE DE L'HOMME

### Qu'est-ce qu'une espèce domestiquée ?

Le concept de domestication est flou : il s'agit d'apprivoiser un animal ou de s'approprier une plante, puis de l'élever ou de le cultiver en ne laissant se reproduire que les individus ou les plants présentant un caractère choisi. En contrôlant au moins en partie la reproduction de l'espèce, l'Homme effectue une sélection. Souvent, ce processus s'arrête en cours de route : toutes les espèces ne sont pas domestiquables. Mais il peut également aboutir, après plusieurs décennies, voire plusieurs siècles, à des espèces dont les caractères morphologiques, physiologiques ou comportementaux sont très différents de ceux de leurs aïeux sauvages. Ces nouvelles caractéristiques sont génétiquement transmissibles. Les raisons de ces domestications sont variées : source de nourriture, aide au travail, recherche d'une compagnie ou d'esthétisme... ●

#### PORTRAITS CROISÉS

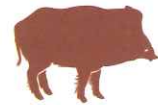
##### Espèce sauvage



Poule rousse de jungle  
**60 œufs** par an



Téosinte  
**~10 grains**



Sanglier  
**4 carcasses** par portée

##### Espèce domestiquée



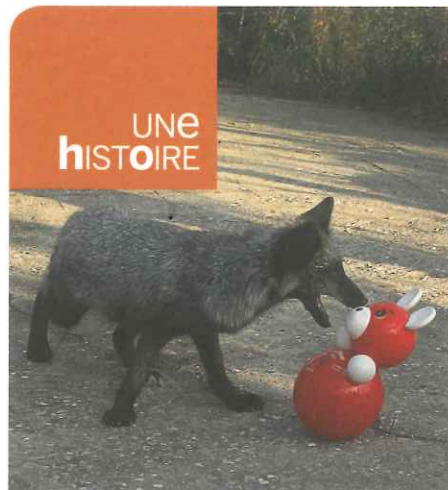
Poule domestique domestiquée depuis 7 500 à 5 000 ans  
**+ 300 œufs** par an



Maïs domestiqué depuis 9 000 à 8 000 ans  
**~ 500 grains**



Porc domestiqué depuis 9 000 ans  
**12 porcelets** par portée



UNE HISTOIRE

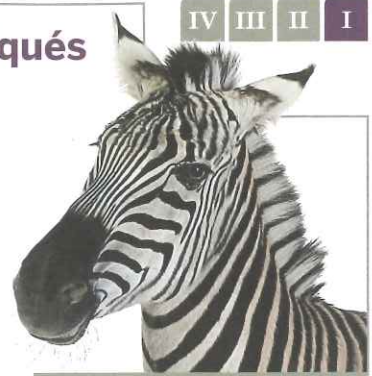
### La docilité : un marqueur de la « domesticabilité » ?

À l'origine, une population de renards argentés, farouches et agressifs. À la fin, un groupe d'adorables animaux de compagnie, tout à fait dociles (photo ci-contre). Entre les deux ? Cinquante ans d'élevage, en prenant soin de ne sélectionner que les renards les plus amicaux envers l'homme. Voilà le résultat d'une expérience inédite menée durant la seconde moitié du xx<sup>e</sup> siècle en Sibérie. Et répétée ensuite avec d'autres espèces – le rat, la loutre ou encore le vison – avec le même succès. L'objectif de ces expérimentations ? Comprendre les bases génétiques de la docilité, qui semble être un des éléments clés des domestications. D'après les dernières études en cours, cinq gènes semblent jouer un rôle déterminant dans ce comportement. Reste à comprendre comment ils agissent et à vérifier ensuite chez d'autres animaux s'ils représentent effectivement de bons marqueurs de la « domesticabilité » des individus.

## Des traits communs aux animaux domestiqués

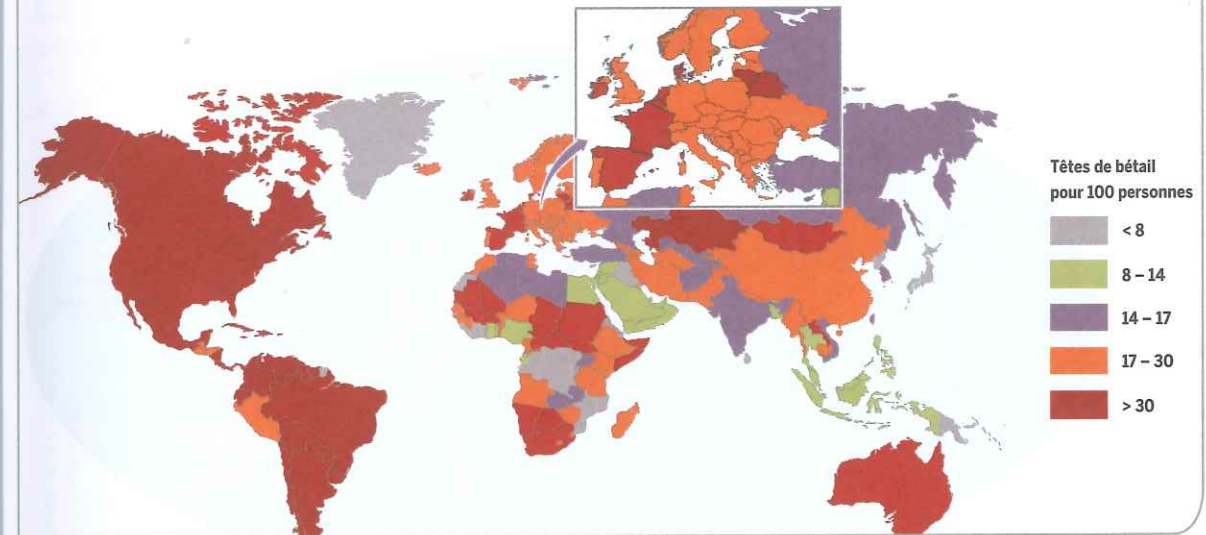
Chose surprenante : la plupart des espèces animales domestiquées présentent des caractéristiques communes que n'ont pas leurs cousins sauvages, comme le raccourcissement de la face, la diminution des différences entre mâle et femelle, une moindre agressivité des mâles ou encore les oreilles tombantes. L'explication, qui reste largement mystérieuse, tient sans doute à des modifications hormonales.

Le processus de domestication engendre un stress pour l'animal, qui se retrouve proche d'un prédateur (l'Homme), avec une mobilité réduite et une promiscuité inédite avec ses congénères. Ce stress provoque une production accrue d'hormones corticosurrénales, qui pourrait influencer le développement embryonnaire et le comportement de l'animal. ●



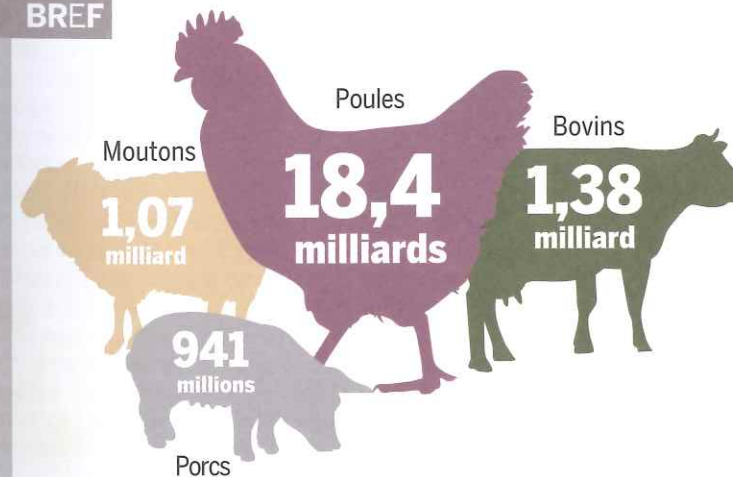
**Un animal non domestiqué : le zèbre**  
Si l'homme a réussi à domestiquer quelques milliers d'espèces, il est encore bien loin de maîtriser toutes.

#### DENSITÉ DES ANIMAUX D'ÉLEVAGE PAR RAPPORT À LA POPULATION HUMAINE



#### EN BREF

#### LES ANIMAUX D'ÉLEVAGE DANS LE MONDE



#### RÉCOLTE ANNUELLE

(en millions de tonnes, données FAO 2011)



# L'HOMME, CRÉATEUR DE BIODIVERSITÉ ?

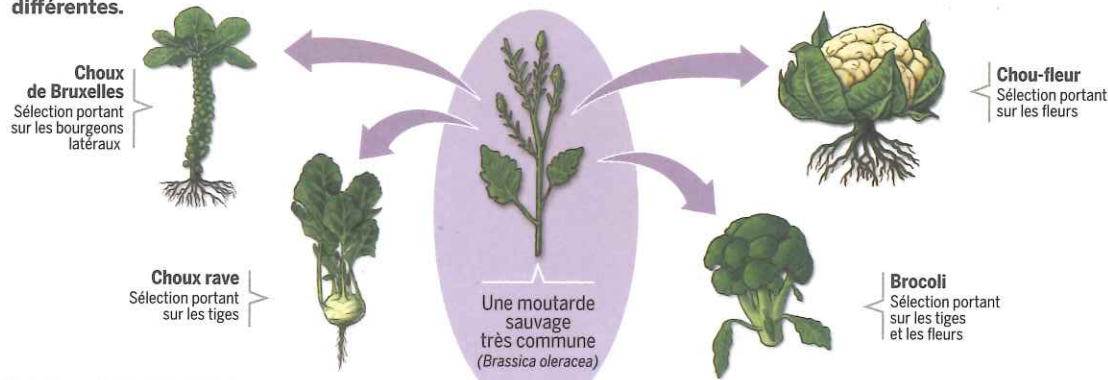
## L'Homme à l'origine de la biodiversité domestique

L'Homme est certes le principal responsable de l'érosion du sauvage, mais il est aussi à l'origine d'une certaine diversification du vivant. En effet, au cours des domestications, qu'il s'agisse d'animaux ou de plantes, l'Homme obtient souvent, à partir d'une même espèce, plusieurs sous-espèces qui sont chacune le résultat d'une sélection pour

une adaptation à un cahier des charges précis (on parle de races pour les animaux et de variétés ou de cultivars pour les plantes). Selon l'objectif recherché, l'Homme va ainsi privilégier, au sein d'une même espèce, les individus ou les plantes les plus productifs, les plus résistants, les plus beaux... •

### CE QUE L'HOMME PEUT FAIRE AVEC UNE SEULE ESPÈCE...

À partir de la moutarde sauvage, l'Homme est parvenu à sélectionner des centaines de variétés de choux différentes.



## L'Homme créateur d'hybrides

La diversification des espèces domestiques peut opérer par hybridation, en mariant deux espèces ou deux sous-espèces proches. L'exemple classique est celui du mulet, croisement forcé entre une jument et un âne. Chez les mammifères, les hybrides sont souvent stériles. En revanche, dans le règne végétal, nombre d'hybrides sont fertiles et leur culture supplante parfois celle de leur parent. Ainsi, un croisement entre le chou et la navette a donné naissance au colza. De même, un croisement entre le blé tendre et le seigle est à l'origine du triticale. Nombre d'espèces ornementales sont également des hybrides. •

## Le cas des OGM

Depuis une vingtaine d'années, de nouvelles variétés végétales sont obtenues en introduisant dans le génome d'une espèce un ou des gènes issus d'une autre espèce (transgènes), parfois très éloignée de l'espèce receveuse. Ce sont les organismes génétiquement modifiés, ou OGM. Pour certains, les OGM sont dans la continuité des hybrides créés jusqu'alors. Pour d'autres, les OGM représentent une rupture dans les pratiques agronomiques, puisqu'on insère des gènes étrangers dans le génome de la plante. En outre, ces nouveaux végétaux présentent un double risque, à ce jour mal évalué : celui d'une diffusion des transgènes dans la nature et celui d'un risque pour la santé. Autre point négatif : les cultivateurs doivent nécessairement passer par des grandes sociétés agrochimiques pour se procurer les semences (ce qui est aussi le cas pour les semences hybrides). •



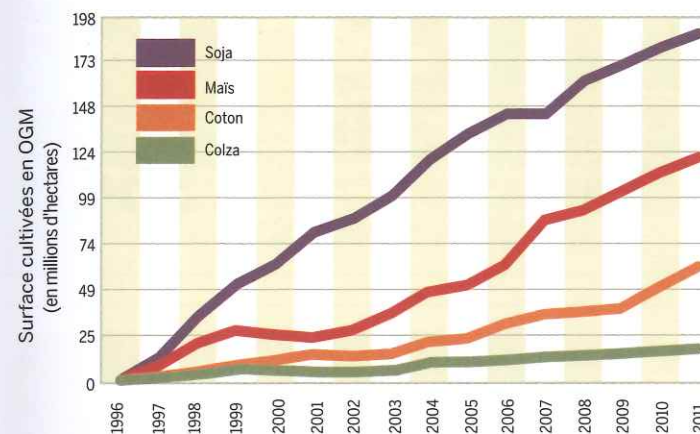
UNE HISTOIRE

## Les fraises modernes ? Un mariage accidentel...

En 1714, lors d'une mission en Amérique du Sud, un ingénieur au nom prédestiné, Amédée-François Frézier, découvre un fraisier sauvage donnant des fruits aussi gros qu'une noix. L'ingénieur en rapporte au Jardin royal, mais les rares pieds ayant survécu au voyage s'avèrent stériles. Quelques années plus tard, certains plants sont transférés dans le jardin botanique de Brest, juste à côté d'une autre espèce de fraisier rapportée d'Amérique du Nord. Les deux plantes vont alors se croiser naturellement et leur mariage va donner une nouvelle variété fertile particulièrement agréable puisque ses fruits possèdent le délicat parfum des fraises

d'Amérique du Nord, avec un léger parfum d'ananas, tout en ayant conservé la taille des fraises chiliennes ! C'est de cet hybride que sont issues la plupart des variétés de fraises cultivées aujourd'hui.

### ÉVOLUTION DES SURFACES CULTIVÉES DE QUATRE OGM ENTRE 1996 ET 2011



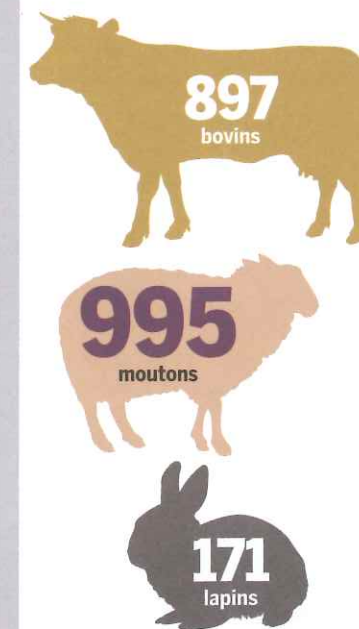
### TOP 6 DES PAYS PRODUCTEURS D'OGM EN 2011 (surfaces cultivées en millions d'hectares)



### EN BREF NOMBRE DE VARIÉTÉS VÉGÉTALES RECENSÉES



### NOMBRE DE RACES ANIMALES RÉPERTORIÉES DANS LE MONDE

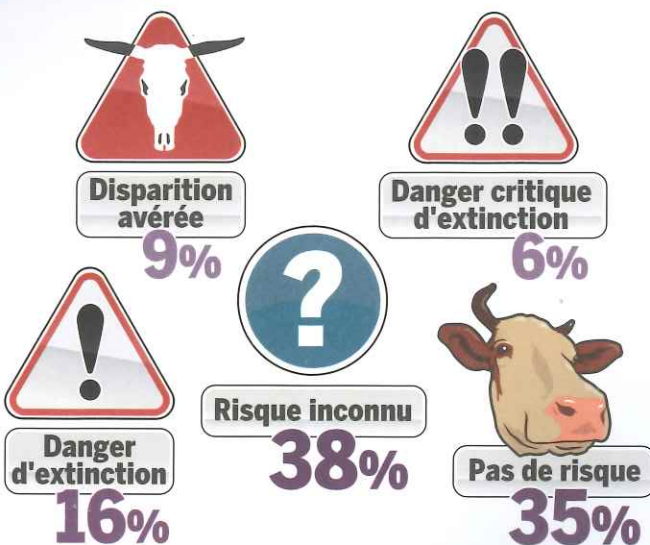


## L'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ DOMESTIQUE

### Des extinctions en série

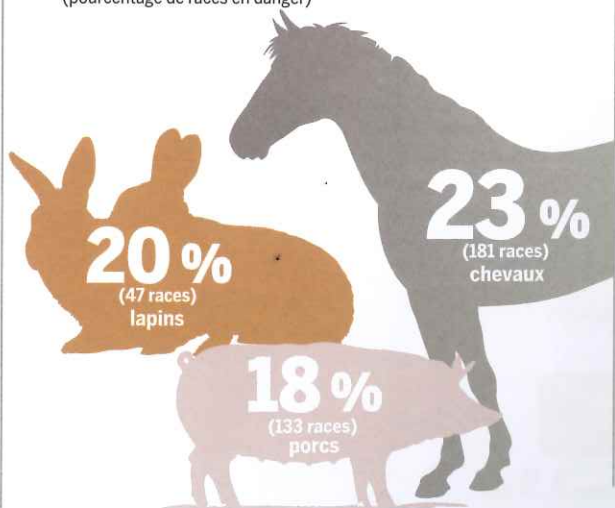
La biodiversité domestique n'est pas à l'abri des extinctions, bien au contraire. De moins en moins d'espèces, mais aussi de moins en moins de variétés et de races par espèce sont utilisées. Aujourd'hui, 150 espèces végétales nourrissent la plupart des êtres humains, mais 12 cultures assurent à elles seules 80 % des apports énergétiques, le blé, le riz, le maïs et la pomme de terre en représentant 60 %. Le constat est encore plus frappant pour les animaux : 90 % de la production mondiale animale provient de seulement 14 espèces. Et sur près de 8000 races d'animaux d'élevage recensées dans le monde par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), plus de 20 % sont considérées comme menacées d'extinction.

#### LE NIVEAU DU RISQUE D'EXTINCTION DES RACES ANIMALES DANS LE MONDE



Pourcentages rapportés au nombre de races recensées dans le monde

#### LE TOP 3 DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES DOMESTIQUES MENACÉES (pourcentage de races en danger)



#### LE TOP 3 DES RACES DE MAMMIFÈRES DÉJÀ DISPARUES (nombre de races disparues)



### Les raisons des disparitions

L'extension rapide des systèmes de production intensive représente la principale cause de disparition de races ou de variétés domestiques. Ces systèmes utilisent en effet un nombre restreint de races et de variétés à haute productivité et marginalisent les systèmes de production traditionnelle. Les ravageurs, les maladies ou encore le réchauffement climatique entraînent également des disparitions d'espèces domestiquées. L'érosion de la diversité domestique pourrait poser à terme un réel problème de sécurité alimentaire. En effet, plus la diversité des espèces domestiques est restreinte, plus leurs possibilités d'adaptation à des environnements changeants ou à des nouvelles maladies sont faibles. Le risque de perdre d'un coup de grandes surfaces de culture ou d'importants élevages est donc élevé.



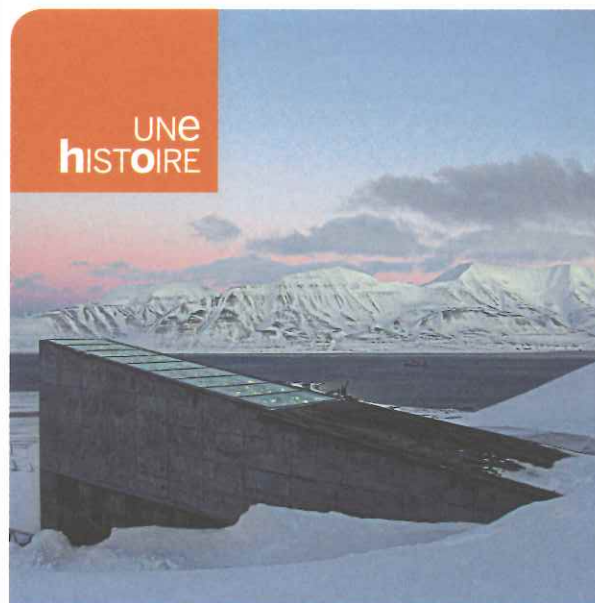
Deux races de vaches, deux destins différents. La race Holstein-Friesian (ci-dessus), particulièrement productive en lait, remplace de plus en plus les races de vaches locales et devient dominante dans les troupeaux bovins du monde entier. Inversement, la Béarnaise, originaire des Pyrénées – où elle est utilisée depuis plusieurs siècles pour son lait, sa viande et sa puissance au travail – est en voie de disparition. En France, sur 42 races bovines élevées, 2 dominent : la Prim'Holstein pour le lait (plus de 15 % du cheptel national) et la Charolaise pour la viande (environ 10 % du cheptel national).

#### EN BREF

Au début du xx<sup>e</sup> siècle, on comptait **7098** variétés de pommes cultivées aux États-Unis. Au début du xxi<sup>e</sup> siècle, il n'en restait plus que 994.

Depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle, quelque **75%** de la diversité génétique des plantes cultivées ont été perdus dans le monde.

Entre 2000 et 2006, **62** races animales ont disparu dans le monde, soit presque une race en moins tous les mois !



### La chambre forte de Svalbard

Les scientifiques ont commencé à stocker des échantillons de la diversité des variétés cultivées dans le monde... avant que celle-ci ne soit anéantie. Aujourd'hui, on compte 1400 « banques » de diversité végétale, regroupant environ 6,5 millions d'échantillons et représentant 1,5 million de variétés différentes. Problème : ces centres ne sont pas à l'abri de catastrophes. La banque de semences irakienne a été totalement détruite lors de l'intervention américaine en 2003 et des milliers de variétés de blés anciens, de pois chiches et de fruits ont ainsi disparu à jamais. C'est pourquoi une « banque de secours » a ouvert ses portes en février 2008, au nord de la Norvège, au Svalbard (ci-contre). Tenue bien au froid grâce au climat local, elle prévoit d'accueillir quelque 4,5 millions d'échantillons de différentes variétés de plantes, issus de tous les pays. Une sorte d'arche de Noé végétale en plein cœur de l'Arctique.

## UNE NATURE URBAINE

### La nature s'épanouit en ville

De plus en plus, la nature investit les villes. Si les espaces verts sont suffisamment nombreux et variés, on peut même trouver plus d'espèces en ville que dans les milieux environnants. C'est le cas de la ville d'Oxford, dans l'Ohio, où l'on a comptabilisé 2,7 fois plus d'espèces d'oiseaux dans l'ensemble de la cité que dans les forêts proches ! En effet, la ville offre des températures plus clémentes que la campagne et les Hommes laissent derrière eux quantité de restes alimentaires. Revers de la médaille : il faut supporter le bruit, la lumière et la pollution. Certaines espèces ne peuvent tolérer ce niveau de stress et fuient les cités, alors que d'autres s'y épanouissent (moineau, étourneau, pigeon, lapin, hérisson, pissenlit, ortie...).



#### LES OISEAUX AIMENT LE CENTRE-VILLE : L'EXEMPLE DE RENNES

Si le nombre d'oiseaux est plus important en centre-ville (essentiellement des pigeons et des martinets), le nombre d'espèces y est en revanche plus faible.

	% de couverture végétale	Densité d'oiseaux par 10 ha en hiver	Nombre d'espèces
 Centre-ville	1,1	249	14
 Banlieue résidentielle	39	163	25
 Banlieue agricole	76,6	110	24

Des ruches installées sur le toit de l'Opéra Garnier, à Paris. Elles produisent 4 à 5 fois plus de miel que la moyenne. Les raisons de ce paradoxe ? Des températures légèrement plus élevées, des floraisons permanentes et plus diversifiées et des traitements phytosanitaires parfois moins lourds en ville qu'en champ...

EN BREF

Près de **50%**

des espèces mobiles (oiseaux, chauve-souris, insectes volants et certaines plantes) sont présentes aujourd'hui dans les villes.

**3,6 milliards**

C'est le nombre d'habitants dans les villes en 2011 (50% de la population mondiale)

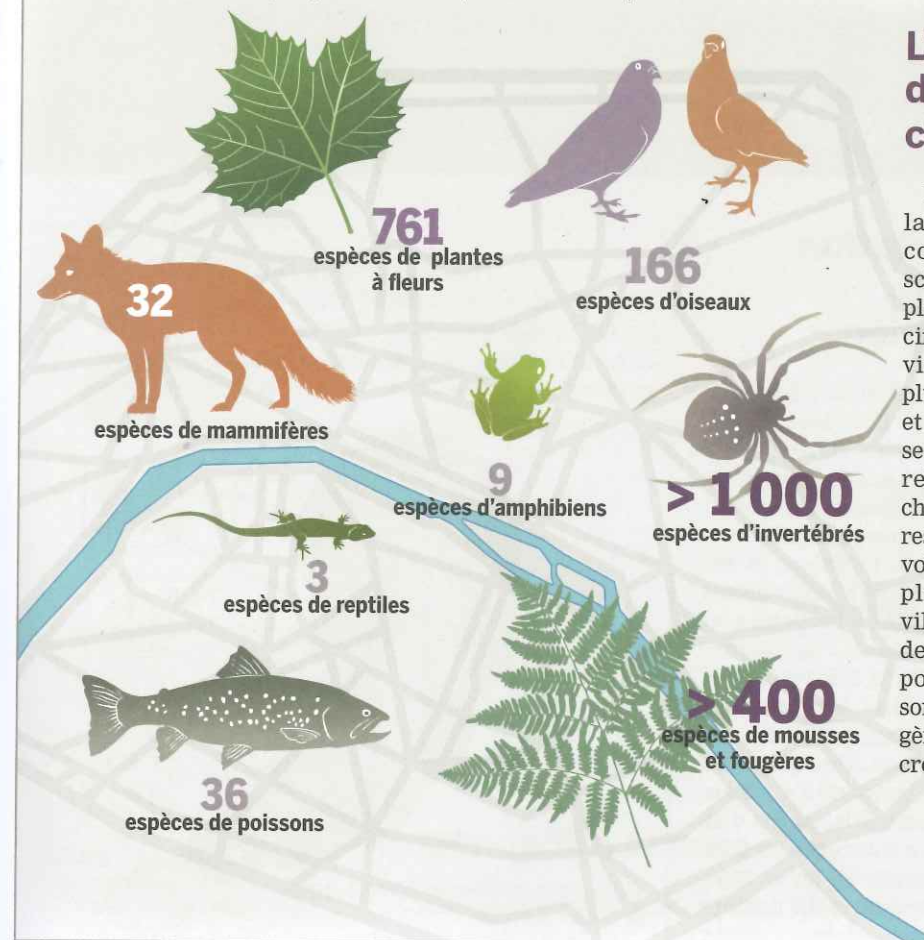
Les espèces exotiques sont nombreuses en ville. On trouve par exemple plus de

**1100**

perruches à collier en Île-de-France !

### LA BIODIVERSITÉ À PARIS

Nombre d'espèces de quelques animaux et plantes dans la capitale.



### L'adaptation des espèces citadines

En comparant des populations urbaines à leurs congénères ruraux, les scientifiques ont démontré plusieurs adaptations spécifiques à la ville. Les individus urbains sont souvent plus gros qu'à la campagne et leur régime alimentaire se modifie. Le faucon crécerelle qui, normalement, chasse des petits mammifères repérés durant de longs vols stationnaires, mange plutôt des moineaux en ville et passe à la technique de l'affût, perché sur des poteaux. Les goélands se sont mis aux ordures ménagères. Et les hérissons, aux croquettes pour chien...

### UNE HISTOIRE



### Crépis des villes, crépis des champs...

S'il est une plante sauvage que l'on trouve partout en ville, c'est bien le crépis de Nîmes, une parente du pissenlit (ci-contre à gauche). Il lui suffit d'un peu de terre autour des arbres, d'une anfractuosité dans le béton ou même d'une jointure d'un bâtiment pour pousser. Cette espèce a la particularité de produire deux types de graines : des graines plumeuses, pouvant se disperser par le vent, et des graines plus lourdes. En comparant les « crépis des villes » avec les « crépis des champs », des chercheurs ont découvert qu'en milieu urbain, la production de graines lourdes est 4% plus élevée qu'en milieu rural. Ces graines, trop lourdes pour être transportées par le vent, ne risquent donc pas d'atterrir sur des zones entièrement bétonnées : elles germeront au pied de leur plante mère, dans un des rares coins de verdure. Cette adaptation génétique serait apparue après seulement une douzaine d'années d'évolution.

#### LES DEUX GRAINES DU CRÉPIS DE NÎMES



Graine lourde

→ tombe au pied de la plante



Graine légère

→ disséminée par le vent

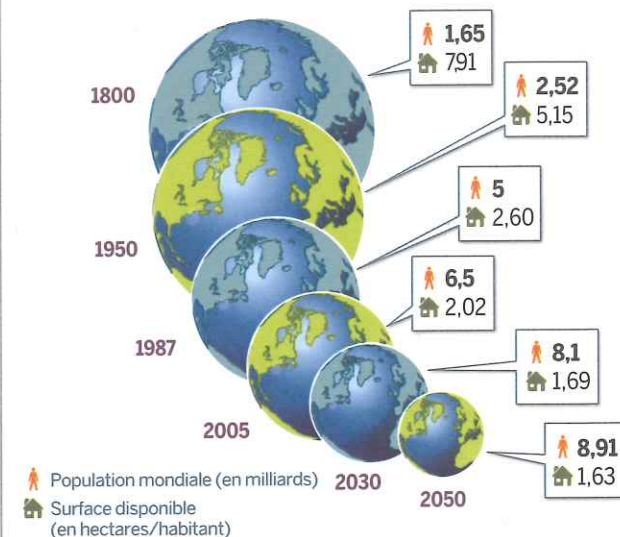
## L'HOMME PARTOUT

### Une augmentation exponentielle de la population

Il y a aujourd'hui presque 7 fois plus d'humains sur Terre qu'il y a deux siècles. D'un milliard d'habitants en 1800, nous sommes en effet passés à 6,89 milliards en 2010. Et le seuil des 7 milliards a été atteint fin 2011. Un accroissement inédit dans l'histoire des Hommes. La raison en est simple : auparavant, seuls 2 des 6 enfants qu'une femme mettait en moyenne au monde survivaient jusqu'à l'âge de procréation. Mais au xx<sup>e</sup> siècle, avec les progrès économiques et sanitaires, la mortalité a subitement chuté, notamment celle des enfants de moins d'un an. Toutefois, si la population mondiale continue d'augmenter, elle s'accroît deux fois moins vite aujourd'hui qu'il y a quarante ans. De nombreux experts estiment qu'en 2050, elle cessera même de croître. Le nombre d'humains pourrait alors se stabiliser autour de 9 milliards.

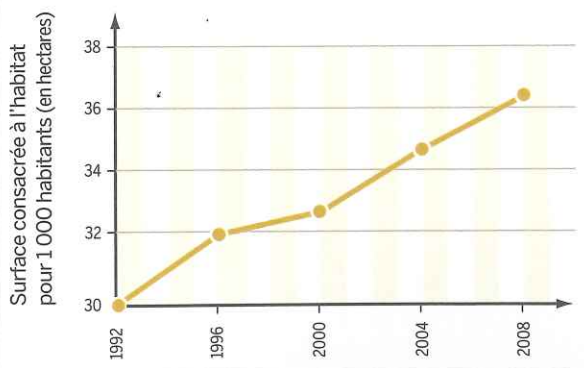
#### ÉVOLUTION DE LA SURFACE DE TERRE DISPONIBLE PAR HABITANT ENTRE 1950 ET 2050

Au fur et à mesure que la population mondiale augmente, cette surface diminue : c'est comme si la Terre rétrécissait.



#### LA CONSOMMATION D'ESPACE POUR L'HABITAT

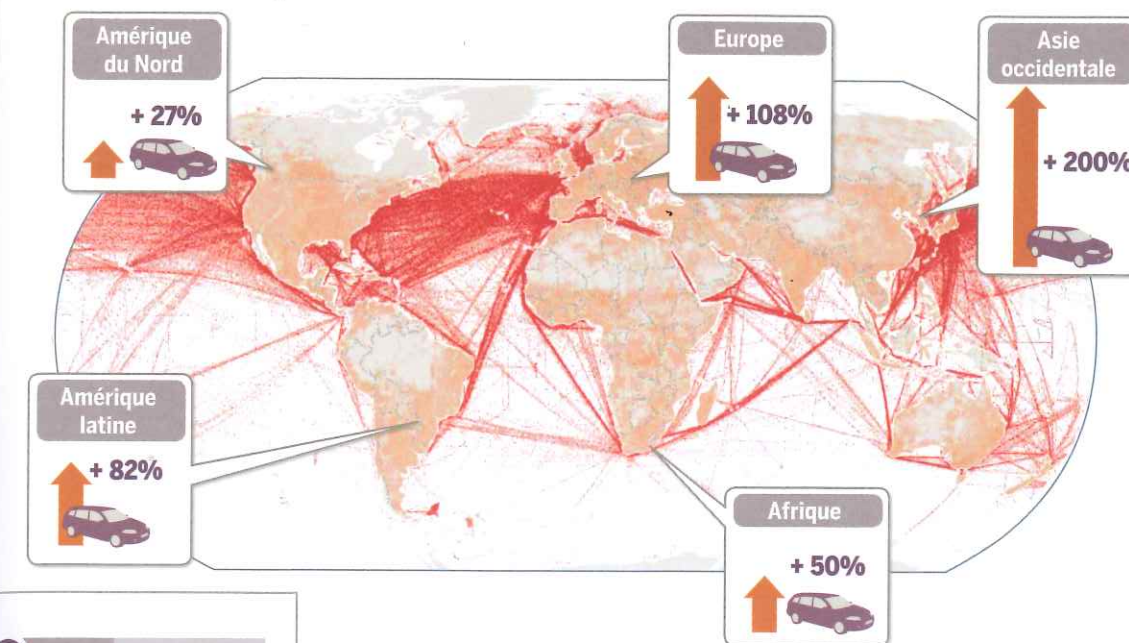
La surface occupée par l'habitat en France a augmenté plus vite que la population entre 1992 et 2008. En cause : l'agrandissement des logements et des espaces attenants, l'augmentation du nombre de ménages et l'essor de l'habitat individuel.



### Des besoins croissants en terres artificialisées

Neuf milliards, ce chiffre donne tout de même le vertige : la Terre peut-elle accueillir un si grand nombre d'humains ? Aujourd'hui, le béton s'étale déjà sur environ 1,7 million de kilomètres carrés dans le monde, soit 3 fois la superficie de la France métropolitaine. Ces terres artificialisées ne cessent de grignoter le sauvage. En France, entre 2000 et 2006, 820 km<sup>2</sup> (8 fois la surface de la ville de Paris), ont été artificialisées, principalement aux dépens des terres agricoles. Désormais, les zones artificialisées (habitats, zones commerciales, parkings, routes...) atteignent près de 10 % du territoire. L'augmentation de la population n'est pas, loin s'en faut, la seule responsable de cet étalement de béton : chaque individu occupe aussi de plus en plus de place.

#### DES RÉSEAUX ROUTIERS ET MARITIMES DE PLUS EN PLUS CHARGÉS



Voies maritimes  
 Réseau routier  
 Augmentation du nombre de voitures (1980 - 2000)

**EN BREF**

**252**  
C'est le nombre d'hectares de sols perdus chaque jour dans l'Union européenne, la moitié étant bétonnée ou asphaltée.

### Une mobilité accrue

L'Homme devient de plus en plus mobile. Chaque année, 13 km<sup>2</sup> de nature plus ou moins sauvage disparaissent au profit des réseaux routiers et ferroviaires français, soit un peu plus que la superficie du bois de Vincennes. L'occupation des sols via les infrastructures de transport a ainsi augmenté de 19 % entre 2000 et 2006 dans l'Hexagone. Une artificialisation qui détruit directement les habitats naturels ou bien les fragmente et contribue également à les polluer durablement.

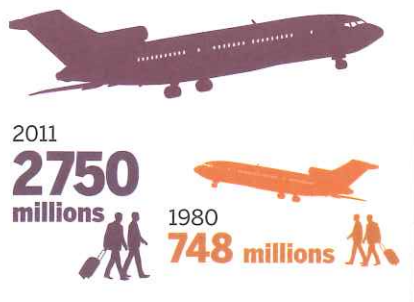
En France, les besoins en terre artificialisées par personne sont passés de

**591 m<sup>2</sup>**  
à **764 m<sup>2</sup>**  
en l'espace de 10 ans

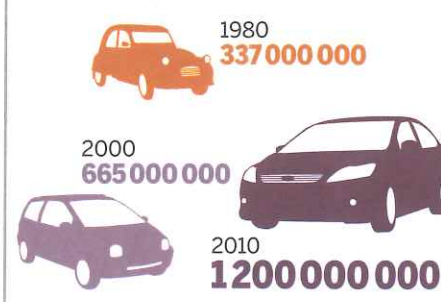
En France, pour 1000 habitants, il faut

**507**  
logements en 2007 contre **323** en 1968

#### ÉVOLUTION DU NOMBRE DE PASSAGERS AÉRIENS DANS LE MONDE



#### ÉVOLUTION DU NOMBRE DE VOITURES DANS LE MONDE

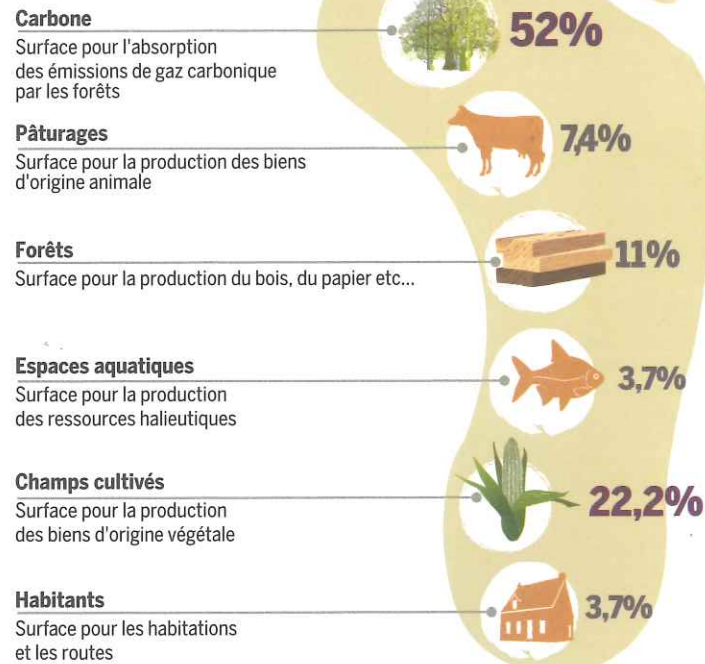


# L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DES PAYS DU MONDE

## L'empreinte écologique augmente

De quelle superficie l'humanité a-t-elle besoin pour la consommation de ses ressources et le recyclage de ses déchets? Afin de le savoir, l'ONG américaine Global Footprint Network calcule chaque année l'empreinte écologique de l'humanité. Il s'agit de la superficie de toutes les terres (terres cultivées, pâturages, forêts, zones de pêche) nécessaires pour produire les ressources que la population consomme (pour s'alimenter, se chauffer, se loger...) et absorber les déchets qu'elle produit (notamment le CO<sub>2</sub> émis). Cette surface est exprimée en hectares globaux, c'est-à-dire des hectares ayant une productivité égale à la productivité biologique mondiale moyenne. Résultat : l'empreinte écologique de l'humanité a plus que doublé au cours des 45 dernières années. Et depuis les années 1980, la demande de l'humanité dépasse les capacités de la Terre. Conséquence : les écosystèmes s'épuisent et les déchets s'accumulent. ●

### LA COMPOSITION DE L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE DU MONDE EN 2007



## UNE HISTOIRE

### Le jour du dépassement

Le « jour du dépassement » représente le jour de l'année où l'Homme a épuisé la totalité des ressources renouvelables que la planète peut offrir en un an. Le reste de l'année se fait donc à crédit, en épuisant les stocks naturels (déforestation, surpâturage, réduction des stocks de poissons...) et en accumulant des déchets que la Terre n'est plus capable d'assimiler. Depuis bientôt trente ans, les besoins de l'humanité dépassent les capacités de la Terre. Et le jour à partir duquel nous commençons à vivre au-dessus de nos moyens écologiques apparaît chaque année un peu plus tôt : 7 décembre en 1990, 22 août en 2012.

## EN BREF

En 2010, la Terre a eu besoin d'**un an et six mois** pour régénérer ce que l'homme utilise en une année

### EN BREF PRODUCTION ANNUELLE D'ORDURES PAR HABITANT (en kg)



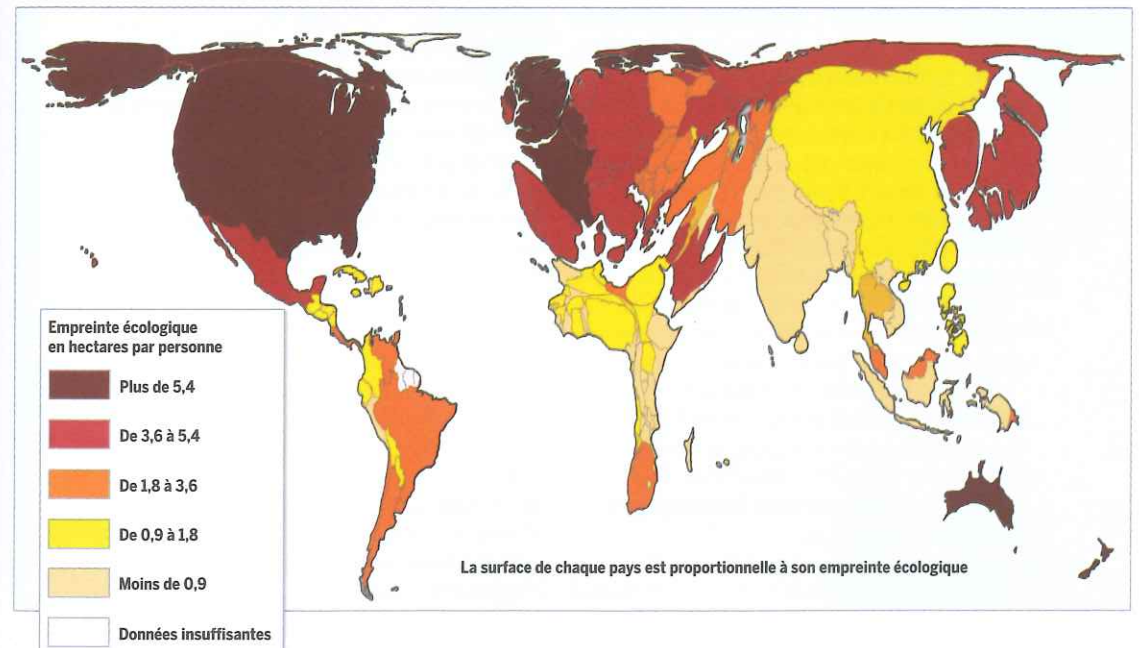
### CONSOMMATION ANNUELLE DE VIANDE PAR HABITANT (en kg)



## L'empreinte écologique varie selon les pays

Tous les pays n'exercent évidemment pas la même pression sur la planète. En 2007, la moitié de l'empreinte écologique de l'humanité était attribuable à seulement 10 nations, les États-Unis et la Chine utilisant respectivement 21 et 24 % de la capacité globale de la planète. Si les États-Unis possèdent l'une des empreintes écologiques moyennes par personne les plus élevées au monde, la Chine se situe

en dessous de la moyenne mondiale. Mais une fois multipliée par 1,3 milliard d'habitants, son empreinte dépasse de loin celle des autres nations. Depuis 1970, l'empreinte moyenne par personne dans le monde est restée relativement constante : l'augmentation des besoins de la planète en termes de surfaces productives s'explique donc principalement par l'augmentation de la population. ●



**HENRI LERIDON**

Démographe, directeur de recherche à l'Ined, correspondant de l'Académie des Sciences

**GHISLAIN DE MARSILY**

Hydrologue, professeur à l'université Pierre-et-Marie-Curie et à l'École des mines de Paris, membre de l'Académie des sciences

**Le défi de l'accroissement démographique**

L'effet de la démographie sur la biodiversité est en principe direct : si l'humanité est plus nombreuse, elle a besoin de plus d'espace pour vivre et se loger, de plus de productions alimentaires pour se nourrir, de plus de produits industriels et de plus d'énergie, même à consommation individuelle constante. S'ajoute à cela le développement économique et l'accroissement de consommation qu'il engendre. La croissance démographique et économique se fait donc nécessairement aux dépens des espaces naturels qu'il faut aménager ou cultiver, des écosystèmes que ces espaces contiennent, des ressources en eau, en sols, en matériaux, en minéraux, en énergie que nous utilisons chaque jour davantage pour couvrir nos besoins... La croissance opère *in fine* nécessairement au détriment de la biodiversité. C'est indiscutable. Or il s'agit là de tendances lourdes. L'accroissement de la population mondiale est inéluctable pendant encore plusieurs décennies. Le développement économique de toute la partie du monde la moins avancée se poursuivra aussi. Les seules marges de manœuvre pour réduire la dégradation de la biodiversité résideront donc dans des modifications des façons de consommer et de produire. Deux voies principales s'ouvrent à nous.

La première se résume à la frugalité. Les sociétés développées actuelles se caractérisent par une consommation et un gaspillage sans limite. Par exemple, on estime que 30 % de la nourriture produite et commercialisée dans les pays développés est jetée sans avoir été consommée, alors que près d'un milliard d'êtres humains ne mangent pas à leur faim.

La seconde voie, complémentaire, est la recherche de l'efficacité, par l'amélioration technologique. Toute innovation qui pro-

vide le même service en utilisant moins d'énergie, de matière, de ressources naturelles, contribue à la préservation de la biodiversité. Il faut donc analyser le « cycle de vie » de chaque produit industriel et s'efforcer de minimiser son empreinte écologique à service donné. Les matériaux nouveaux, les objets plus légers et plus petits, les outils plurifonctionnels (par exemple de télécommunication), mais aussi une meilleure organisation sociale (téléconférences...) permettent de réduire l'empreinte écologique des habitants de la planète. Il faut s'engager sans tarder dans cette voie en l'associant au changement des habitudes mentales, allant vers la frugalité, car il ne servirait pas à grand-chose de développer de nouveaux outils, si cela conduisait à en consommer davantage, en remplaçant le vieux par du neuf, avant qu'il ne soit arrivé en fin de vie.

En somme, l'humanité n'a pas le choix. Nous serons environ 9 milliards d'habitants sur Terre en 2050, sauf catastrophe planétaire. Si nous ne nous battons pas pour la frugalité et l'efficacité, alors il est fort probable que la Terre que nous léguerons à nos enfants aura perdu une part significative de sa biodiversité. Sans connaître aujourd'hui les seuils en dessous desquels une trop faible biodiversité pourrait compromettre la vie de l'Homme, il faut déjà poser la question : si nous n'engageons pas ce combat, la Terre sera-t-elle encore viable pour nous ? ●

« Les seules marges de manœuvre pour réduire la dégradation de la biodiversité résideront dans des modifications des façons de consommer et de produire. »

**MICHEL DELSENY**

Généticien, directeur de recherche au CNRS, correspondant de l'Académie des sciences

**L'Homme crée-t-il de la biodiversité ?**

L'agriculture et l'amélioration des plantes ont tendance à réduire la biodiversité des écosystèmes cultivés. Toutefois, si la mise en culture de grandes surfaces avec un nombre limité d'espèces appauvrit nécessairement la biodiversité végétale locale, elle

n'entame pas la biodiversité des zones non cultivées. Dans une approche agricole classique, pour que les cultures soient rentables, il faut qu'elles soient homogènes. Cet objectif n'est atteint qu'au prix d'une sélection génétique rigoureuse à la base de la création de nouvelles variétés végétales, qui identifie et combine les meilleurs allèles de quelques gènes importants (les allèles sont les différentes formes d'un même gène, qui peuvent se trouver dans une population ; on pourra par exemple avoir différents allèles d'un gène qui confère une plus ou moins grande résistance à un insecte ravageur des cultures). Dans cette opération, un certain nombre d'allèles sont perdus dans la variété finalement commercialisée et mise en culture. Sauf si l'on prend au préalable la précaution de préserver une collection de plantes représentatives de la diversité génétique initiale. Autrement dit, la sélection bien menée doit aller de pair avec la

« L'activité humaine, et en particulier l'agriculture, n'a pas un effet totalement négatif sur la biodiversité. »

conservation et la préservation des ressources génétiques.

Lorsque le sélectionneur crée une nouvelle variété de blé, de maïs ou de fraise, il crée de la biodiversité à partir

d'un ensemble de gènes et d'allèles présents dans les populations naturelles, car la nouvelle variété n'existait pas précédemment. Il n'a pas créé de nouveaux allèles, mais il a réalisé une combinaison nouvelle d'al-

lèles existants qui permet de réaliser une autre variété d'une plante donnée. À ce stade, l'impact de l'homme sur la création de biodiversité se limite à redistribuer les cartes génétiques, en mélangeant les différents gènes et leurs allèles par des croisements suivis de la sélection des variétés recherchées.

Cependant, l'Homme peut aller plus loin dans cette démarche, par exemple en « forçant » certains croisements. Et lorsque le sélectionneur considère que la diversité génétique est insuffisante, il peut avoir recours à des techniques chimiques ou physiques qui lui permettent de créer de nouveaux allèles. Enfin, le cas le plus élaboré de création biologique de diversité est la transgénèse, dans laquelle un ou plusieurs gènes originaux d'un autre organisme ou d'une autre espèce sont insérés dans le patrimoine génétique d'une variété qui devient alors OGM.

L'activité humaine, et en particulier l'agriculture, n'a pas un effet totalement négatif sur la biodiversité. Elle contribue à mettre à notre disposition, sur un nombre limité d'espèces, des variétés nouvelles, qui n'ont jamais existé à l'état naturel, et qui présentent un intérêt particulier soit pour notre alimentation, soit pour nos besoins industriels ou environnementaux. ●

« La sélection de nouvelles variétés de plantes cultivées doit aller de pair avec la conservation et la préservation des ressources génétiques. »



## II. LA NATURE SAUVAGE EN VOIE DE DISPARITION ?

**Q**uel est l'état du tissu vivant qui nous entoure ? La question paraît simple. Elle est en réalité éminemment complexe. D'une part, nous ne savons toujours pas combien d'espèces vivent sur Terre : 5 millions ? 10 millions ? 100 millions ? D'autre part, il nous est très difficile d'évaluer de façon précise le rythme des extinctions d'espèces. Depuis les origines de la vie, des espèces disparaissent et d'autres apparaissent. C'est le propre de la biodiversité que

d'être renouvelée sans cesse. Mais sommes-nous face à une accélération du phénomène d'extinctions ? L'immense majorité des études le montrent. Serions-nous alors entrés dans une nouvelle grande crise d'extinction, comme celle qui a entraîné la disparition de la plupart des dinosaures, il y a 65 millions d'années ? Il est encore trop tôt pour se prononcer. Une chose est sûre : l'Homme est clairement désigné comme le responsable n°1 des ces extinctions en série.

<b>1</b> L'INSAISSABLE INVENTAIRE DES ESPÈCES SAUVAGES	26
<b>2</b> LA BIODIVERSITÉ ? UN ÉTERNEL RECOMMENCEMENT	28
<b>3</b> VERS UNE SIXIÈME CRISE D'EXTINCTION ?	30
<b>4</b> UNE RÉPARTITION INÉGALE DES MENACES	32
<b>5</b> L'HOMME : RESPONSABLE N° 1 DES EXTINCTIONS	34
<b>6</b> LE CERCLE VICIEUX DU RÉCHAUFFEMENT	36
<b>7</b> RESTE T-IL ENCORE DU SAUVAGE ?	38

### POINTS DE VUE D'EXPERTS

Explorer la biodiversité, c'est un peu comme faire de l'archéologie préventive <b>Philippe Bouchet</b> (systématicien)	<b>40</b>
Crise de la biodiversité ou crise de responsabilité ? <b>Guillaume Lecoindre</b> (systématicien)	<b>41</b>

## L'INSAISSABLE INVENTAIRE DES ESPÈCES SAUVAGES

### Le grand catalogue du vivant

On doit la première classification scientifique des animaux à Aristote (384-322 av. J.-C.). Pendant longtemps, c'est la classification du naturaliste suédois Carl Von Linné (1707-1778) qui a prévalu. Aujourd'hui, pour classer les espèces vivantes, on se fonde sur le système de classification mis au point dans les années 1950 par l'entomologiste allemand Willi Hennig. Ce grand catalogue du vivant compte environ 1,9 million d'espèces. Parmi elles, les insectes forment le plus gros bataillon (plus de 55 % des espèces décrites). Les mammifères sont les moins nombreux : ils représentent à peine 0,3 % de toutes les espèces connues à ce jour.

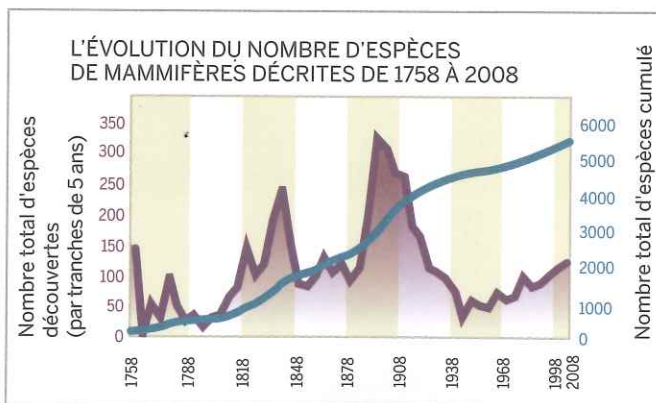


### UN ÉCHANTILLON DE L'INCROYABLE DIVERSITÉ DU VIVANT

La taille des organismes est proportionnelle au nombre d'espèces recensées dans le groupe auquel elles appartiennent.



Un échantillon de la biodiversité de l'île de Santo (Vanuatu, Pacifique). Durant 6 mois, en 2006, une expédition naturaliste a permis la récolte d'environ 10 000 espèces sur cette île, dont 1000 à 2000 seraient nouvelles.



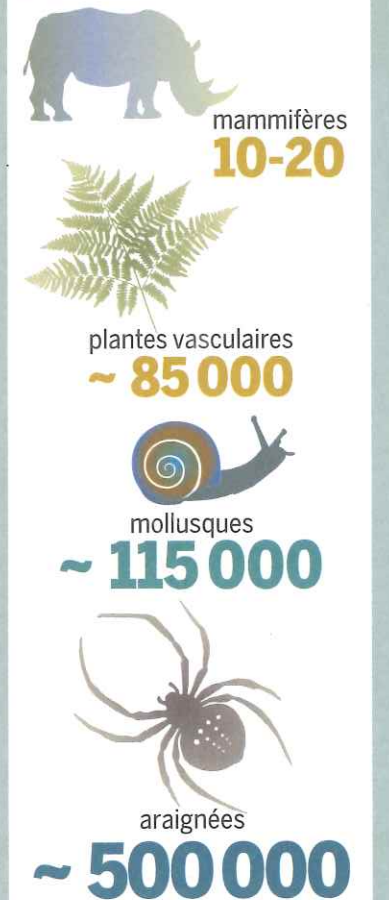
### Un éternel inventaire

Nous ne connaissons qu'une infime partie du vivant qui nous entoure. Par exemple, les algues, les champignons et, surtout, les êtres microscopiques sont encore largement méconnus. Ainsi, chaque année, environ 18 000 nouvelles descriptions d'espèces viennent enrichir le catalogue du vivant grâce aux différentes expéditions naturalistes, ou encore à des analyses génétiques. Les insectes représentent 75 % de ces nouveaux venus.

## Combien d'espèces sur Terre ?

Les estimations du nombre total d'espèces partageant notre planète oscillent entre... 5 et 100 millions, avec sans doute une fourchette plus raisonnable entre 10 et 30 millions d'organismes. Soit 5 à 15 fois plus que ce qui est actuellement connu ! Il reste donc beaucoup de travail pour les naturalistes, d'autant qu'ils ne se contentent plus de décrire morphologiquement chaque espèce. Ils cherchent aussi à comprendre leur rôle au sein des écosystèmes et à percer les secrets de leur génome.

en BREF ESTIMATION DU NOMBRE D'ESPÈCES INCONNUES



### Comment estimer le nombre d'espèces d'insectes sous les tropiques ?

UNE HISTOIRE

Le premier biologiste qui a tenté une évaluation méthodique du nombre total d'espèces sur Terre est Terri Erwin. Durant trois ans, au début des années 1980, il répand un insecticide sur la cime de 19 arbres, tous de la même espèce, dans une forêt tropicale du Panama. Résultat : 1200 espèces de coléoptères, empoisonnées, tombent au pied des arbres. Parmi elles, 162 seraient strictement spécifiques à cette espèce végétale. Comme il y a 50 000 espèces d'arbres dans les forêts tropicales,

cela suggère qu'il y existe 8 millions d'espèces inféodées aux arbres (162 x 50 000). Et comme les coléoptères représentent 40 % des insectes présents dans les arbres, Erwin estime à 20 millions le nombre d'insectes arboricoles. Enfin, puisque les arbres abritent en moyenne deux fois plus d'espèces que le sol et la litière, le naturaliste aboutit à ce chiffre faramineux de 30 millions d'espèces d'insectes dans les régions tropicales. Aujourd'hui, ce chiffre a été revu à la baisse, entre 5 et 6 millions.

# LA BIODIVERSITÉ ? UN ÉTERNEL RECOMMENCEMENT

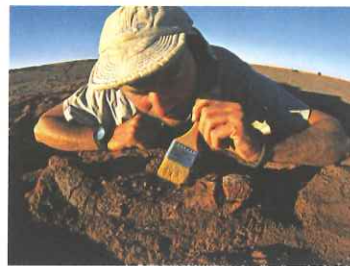
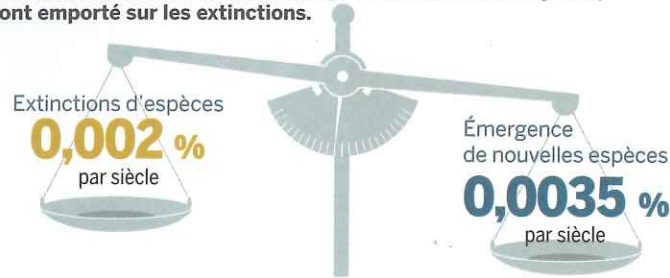
## Entre spéciation et extinction

Le nombre d'espèces peuplant la planète résulte de deux mécanismes antagonistes : la spéciation, c'est-à-dire l'émergence de nouvelles espèces, et l'extinction. De fait, indépendamment de l'action de l'Homme, toute espèce a une durée de vie limitée, estimée entre 0,5 et 10 millions d'années en

moyenne selon les groupes, avec des variations considérables. De nombreux processus naturels peuvent en effet précipiter une extinction : changements climatiques, cataclysmes naturels, destruction des habitats, maladies, prédation, compétition entre espèces...

### L'ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ : UNE QUESTION DE BALANCE

Les études paléo-écologiques révèlent qu'à l'échelle des temps géologiques, les spéciations (émergence de nouvelles espèces) l'ont emporté sur les extinctions.



**Un paléontologue en action.** Dans le désert du Niger, J.-S. Steyer met au jour une mandibule fossile d'un reptile disparu il y a 250 millions d'années.

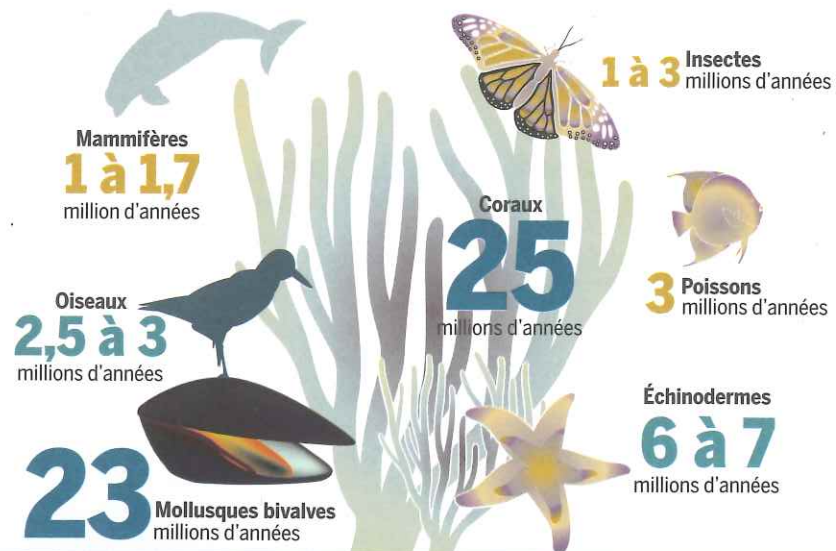
### EN BREF

On estime qu'au moins **99%** des espèces ayant existé sur Terre ont aujourd'hui disparu

Moins de **1%** des organismes planctoniques se retrouveraient fossilisés dans les sédiments du fond des océans...

**85 à 95%** des espèces marines ont disparu lors de la crise « Permien-Trias », il y a 251 millions d'années

### DURÉE D'EXISTENCE MOYENNE D'UNE ESPÈCE

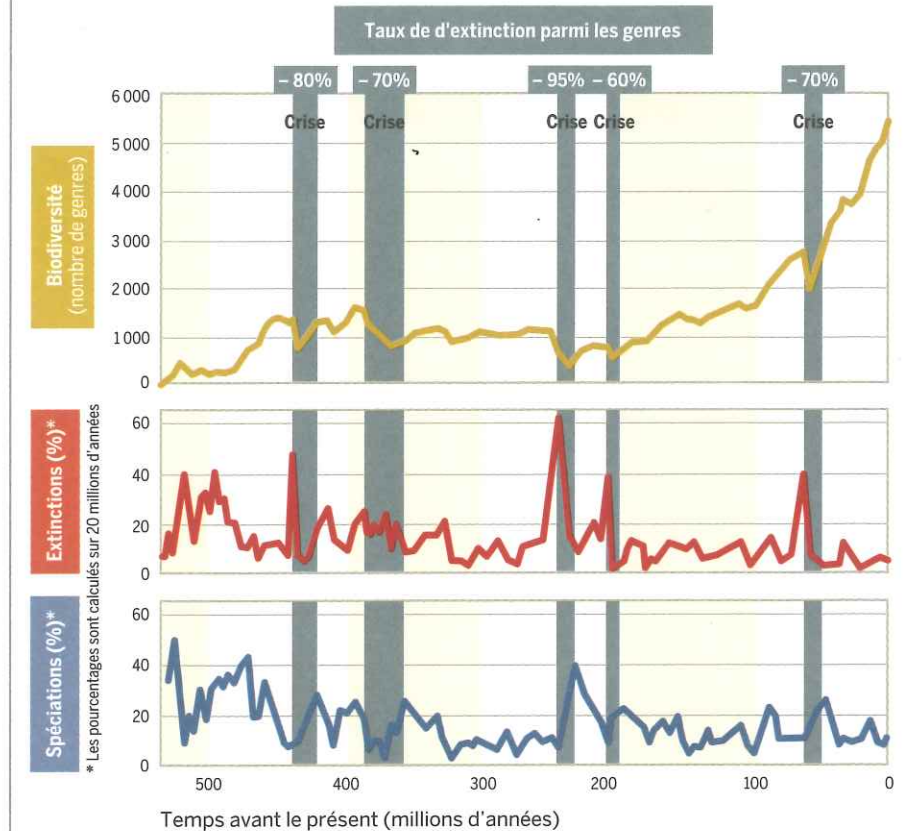


## Des hauts et des bas

En moyenne à l'échelle des temps géologiques, le taux de spéciation est plus fort que le taux d'extinction. Toutefois, à cinq reprises au cours des 540 derniers millions d'années de l'histoire de la Terre, le taux d'extinction dépassé le taux de spéciation, conduisant à une régression importante de la biodiversité. Lors de chacune de ces grandes crises de la vie, on observe, dans un laps de temps relativement bref (1 à 2 millions d'années), la disparition de nombreuses espèces partout sur la planète. À l'issue de chaque crise, on constate ensuite un « sursaut » du taux de spéciation, traduisant une phase de forte diversification du vivant.

### L'ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ MARINE DEPUIS 540 MILLIONS D'ANNÉES

On observe la marque des cinq grandes crises de la vie qui ont marqué l'histoire de la Terre.

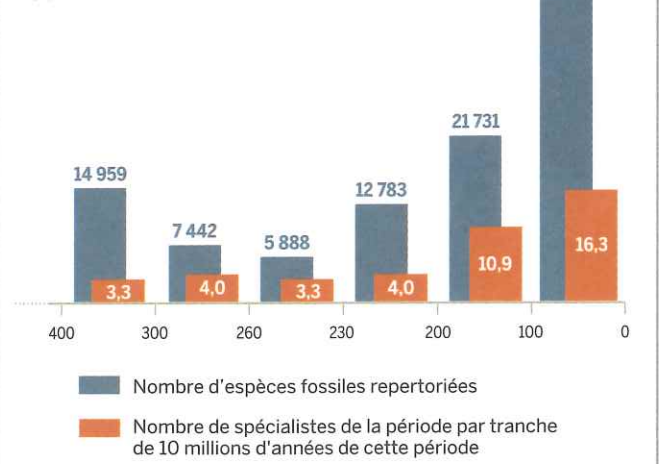


### UNE HISTOIRE

### Le passé nous tend des pièges...

Dans les années 1980, une équipe de géologues découvre que le nombre d'espèces fossiles de radiolaires (des organismes unicellulaires marins) s'effondre à la fin du Jurassique, il y a quelque 140 millions d'années. Une crise d'extinction, estiment les auteurs. Mais en 2004, d'autres paléontologues découvrent plus de 500 nouvelles espèces de radiolaires, piégés dans des calcaires en Allemagne, datant précisément... de la fin du Jurassique ! En une seule découverte, la chute de biodiversité observée jusqu'alors pour cette période se transforme en un pic. Conclusion : nous ne connaissons du passé que ce qu'il a bien voulu conserver et ce que les chercheurs sont parvenus à trouver !

### LES ÉPOQUES LES PLUS RICHES SONT AUSSI LES PLUS ÉTUDIÉES...



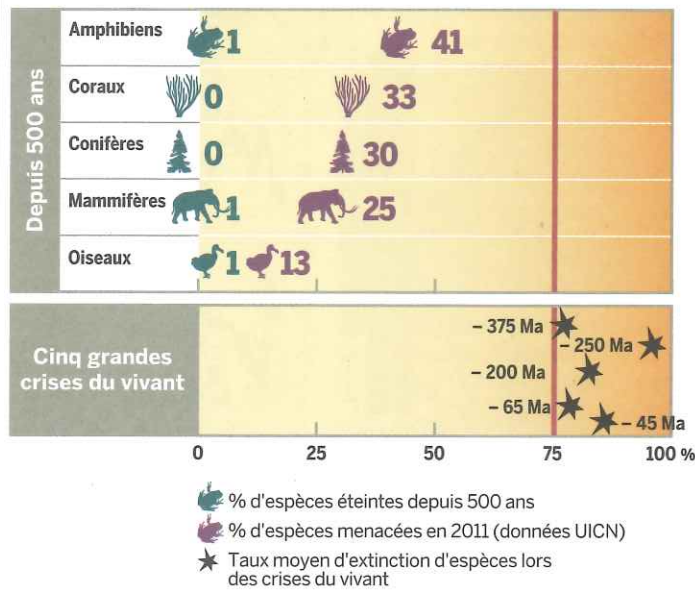
## VERS UNE SIXIÈME CRISE D'EXTINCTION ?

### Des extinctions en série

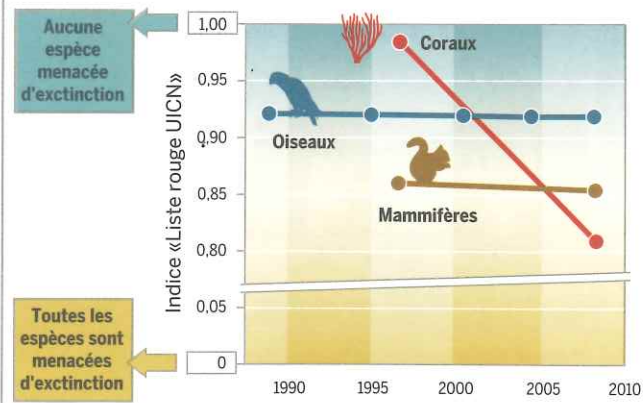
Le niveau actuel d'extinction des espèces semble largement supérieur à la moyenne des périodes géologiques passées. Les observations directes durant le xx<sup>e</sup> siècle, notamment des plantes et des vertébrés (relativement bien inventoriés), révèlent un taux d'extinction par siècle compris entre 0,1 et 1 %, soit 50 à 500 fois plus que le taux moyen passé. Et cette accélération est probablement sous-estimée car de nombreuses espèces disparaissent sans que l'on ne s'en aperçoive. Il est toutefois encore trop tôt pour parler d'une sixième crise du vivant. En effet, alors que les cinq crises précédentes (voir p. 29) ont duré 1 à 2 millions d'années et ont entraîné la disparition d'au minimum 75 % des espèces appartenant à un grand nombre de groupes différents, les observations actuelles ne reposent que sur quelques siècles et « seulement » 1 à 2 % des espèces ont disparu. ●

#### CRISES D'HIER ET CRISE D'AUJOURD'HUI

Le rythme d'extinction des espèces est encore loin de celui observé durant les grandes crises de la vie. Mais vu le nombre d'espèces menacées, les extinctions pourraient dramatiquement s'accroître dans les prochaines décennies.



#### ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION DE QUELQUES GROUPES BIEN INVENTORIÉS



### L'évaluation du risque d'extinction par espèce

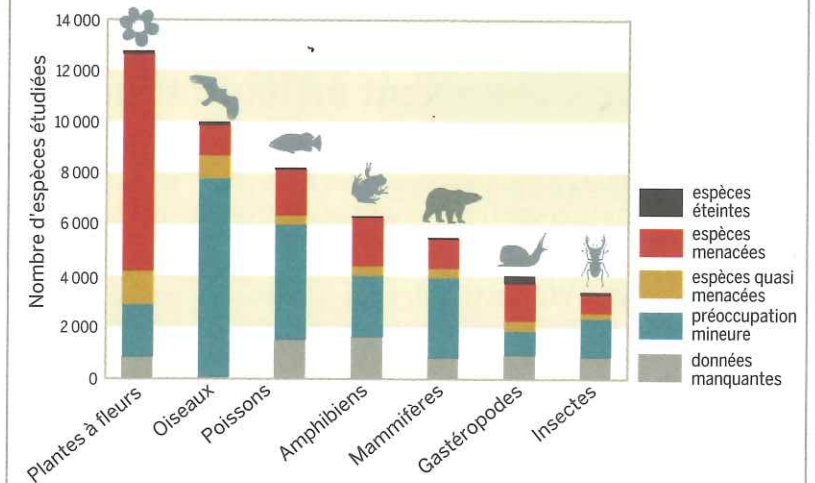
Pour cerner au plus près l'érosion actuelle de la biodiversité, un inventaire mondial de l'état de conservation des espèces menacées est réalisé périodiquement par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) : c'est la fameuse « Liste rouge ». Les espèces y sont classées en huit catégories selon des critères permettant d'évaluer l'intensité des menaces qui pèsent sur elles : taille de la population, nombre d'individus en mesure de se reproduire, durée d'une génération, tendance démographique, fragmentation de l'habitat, etc. ●

### Des espèces de plus en plus menacées

Selon la dernière mise à jour de la « Liste rouge » de l'UICN, 32 % des espèces répertoriées sont menacées d'extinction. Toutefois, cette estimation se fonde sur l'étude de 65 500 espèces, soit à peine 3,5 % de toutes les espèces décrites. Seules les données sur les oiseaux, les mammifères et les amphibiens, suffisamment bien inventoriés, peuvent être considérées comme fiables. Pour ces groupes-là, la part d'espèces menacées de disparition est respectivement de 13 %, 25 % et 41 %. Plus inquiétant : entre 1980 et 2012, plus de 50 espèces de mammifères, d'oiseaux, et d'amphibiens ont dégringolé de plusieurs catégories pour s'approcher un peu plus de l'extinction. ●

#### ÉTAT DE L'INVENTAIRE DES ESPÈCES MENACÉES

De nombreux groupes (insectes, vers...) font l'objet de bien moins d'attention que les oiseaux, amphibiens ou mammifères. On y observe pourtant un nombre d'extinction d'espèces alarmant. Autant de disparitions qui passent inaperçues...



#### EN BREF

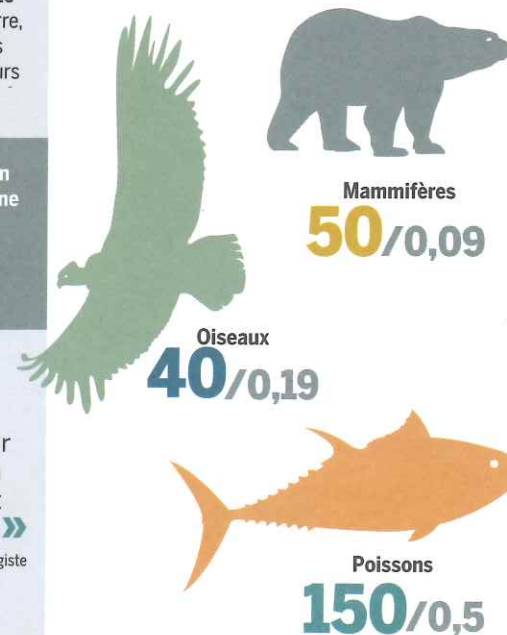
Durant les cinq grandes crises de la biodiversité qu'a déjà connues la Terre, les taux d'extinction des espèces furent supérieurs à 75 %

Le biologiste américain Edward O. Wilson estime qu'actuellement la planète perd chaque année 0,25 % de ses espèces

« Inutile de compter tous les morts pour savoir qu'il y a effectivement destruction... »  
 Robert Barbault, biologiste

#### L'ACCÉLÉRATION DES EXTINCTIONS

Le nombre d'espèces disparues durant le xx<sup>e</sup> siècle (premier chiffre) est largement supérieur au nombre de disparitions attendues sans action de l'Homme (second chiffre).



#### UNE HISTOIRE

### À la recherche des grenouilles perdues

Les amphibiens sont les vertébrés les plus menacés de la planète. En 2010, plus de 120 naturalistes ont fouillé marais, forêts, jardins et prairies dans 21 pays à la recherche de 100 espèces d'amphibiens perdues de vue depuis au moins dix ans. Malgré l'énorme effort de recherche, seules 4 ont été retrouvées. Cette opération inédite rend les naturalistes pessimistes quant à la survie de ces espèces de grenouilles, de crapauds, de salamandres et de tritons.

# UNE RÉPARTITION INÉGALE DES MENACES

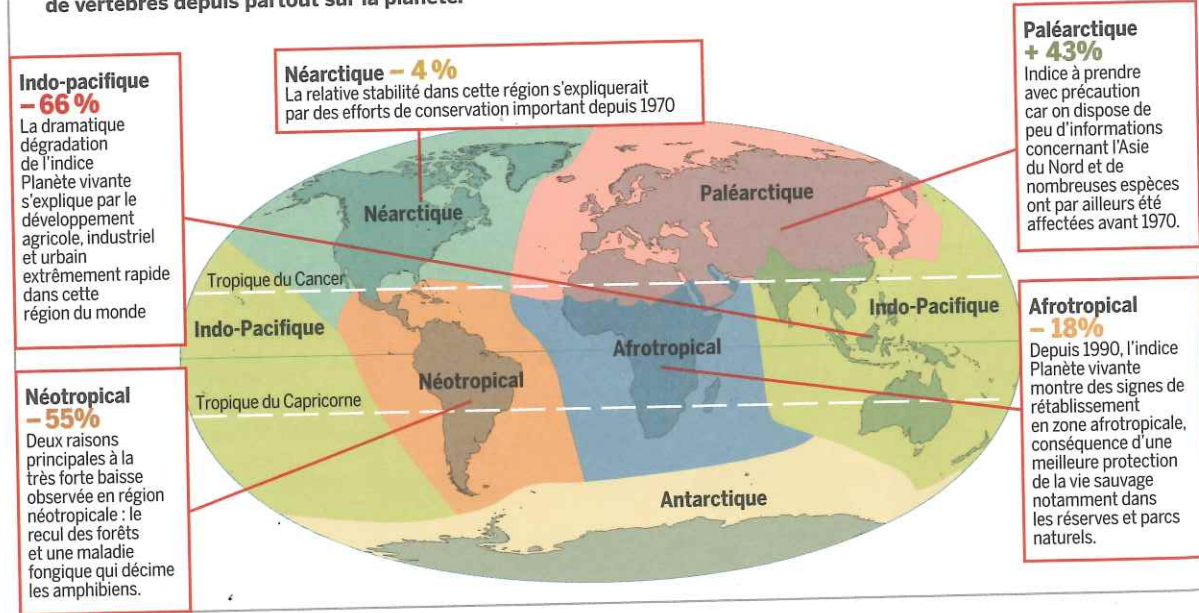
## Les tropiques paient un lourd tribut

C'est sous les tropiques, où vivent le plus d'espèces, que la dégradation des écosystèmes est la plus sensible, tout particulièrement dans les forêts tropicales. Une situation qui s'explique en grande partie par la déforestation et la chasse. En revanche, d'après l'indice Planète vivante (voir ci-dessous), les espèces des milieux tempérés verraient leur situation s'améliorer. S'agit-il là uniquement d'une

conséquence du renforcement des politiques de protection de l'environnement dans certains pays ? Pas si sûr. En effet, la mesure de cet indice Planète vivante a été mise en œuvre à partir de 1970. Or de nombreuses espèces tempérées ont été affectées par l'Homme avant cette date et partaient donc avec un indice faible comparé aux espèces tropicales, moins touchées à l'époque. ●

### L'ÉVOLUTION DE L'INDICE PLANÈTE VIVANTE DANS LES DIFFÉRENTES RÉGIONS DU MONDE DEPUIS 1970

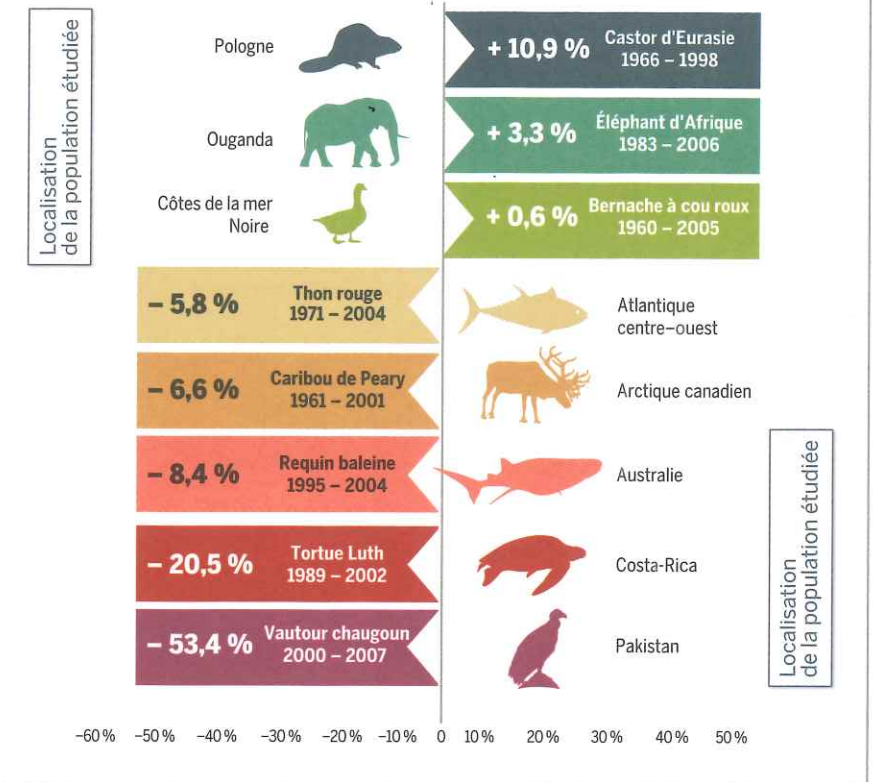
L'indice planète vivante est calculé grâce au suivi d'environ 8 000 populations de plus de 5 500 espèces de vertébrés depuis partout sur la planète.



## Les espèces les plus affectées

Les menaces sur les espèces ne sont pas uniformément réparties parmi le vivant. Les espèces d'eau douce semblent les plus sensibles à la dégradation de leurs écosystèmes, suivies des espèces terrestres puis marines. À l'intérieur de ces groupes, certaines espèces sont également plus affectées que d'autres. C'est le cas par exemple des espèces migratrices, qui nécessitent un réseau contigu de sites naturels pour leurs voyages. C'est également celui des espèces qui peuplent plusieurs types d'habitats au cours de leur vie, comme les amphibiens qui vivent à la fois en milieu terrestre et en milieu aquatique (où ils se reproduisent). ●

### QUELQUES EXEMPLES D'ÉVOLUTION RÉCENTE DES POPULATIONS DE CERTAINES ESPÈCES



**EN BREF**

**90 %** des extinctions d'oiseaux et de reptiles et **50 %** des extinctions de mammifères et de plantes ont eu lieu sur des îles.

**71 %** des espèces de primates asiatiques sont menacées d'extinction



### L'esturgeon : l'un des animaux les plus menacés du vivant

Le groupe des esturgeons possède l'une des plus fortes proportions d'espèces en danger : 23 % des 27 espèces d'esturgeon sont en effet menacées d'extinction. La raison principale ? L'appétence des hommes pour ses œufs bien sûr. Le caviar d'esturgeons peut se vendre jusqu'à 7 000 euros le kilo ! Si la pêche de ces poissons est régulée depuis 1998, les captures illégales sont nombreuses, notamment dans la mer Caspienne. D'où une diminution des stocks particulièrement alarmante. Par ailleurs, la dégradation de la qualité des cours d'eau et la multiplication des barrages contribuent également à fragiliser ces poissons migrateurs.

# L'HOMME : RESPONSABLE N° 1 DES EXTINCTIONS

## Depuis que l'Homme colonise la planète...

L'actuel épisode de disparitions d'espèces en série aurait débuté il y a 50 000 à 100 000 ans, lorsque l'Homme commença à coloniser la planète. L'impact de quelques millions d'humains ne devait pas être trop intense, mais déjà, certaines espèces furent surexploitées jusqu'à disparition. C'est toutefois avec la révolution industrielle et l'augmentation exponentielle de la population humaine que cette vague d'extinction a pris de l'ampleur, il y a environ deux siècles. Outre les prélèvements directs via la pêche, la chasse ou la cueillette, l'Homme menace désormais toutes les espèces par des effets indirects et non intentionnels, telles la pollution de l'eau et de l'air ou la transformation des paysages.

### EN BREF

L'expansion de l'agriculture depuis le Néolithique a réduit de

**25%**

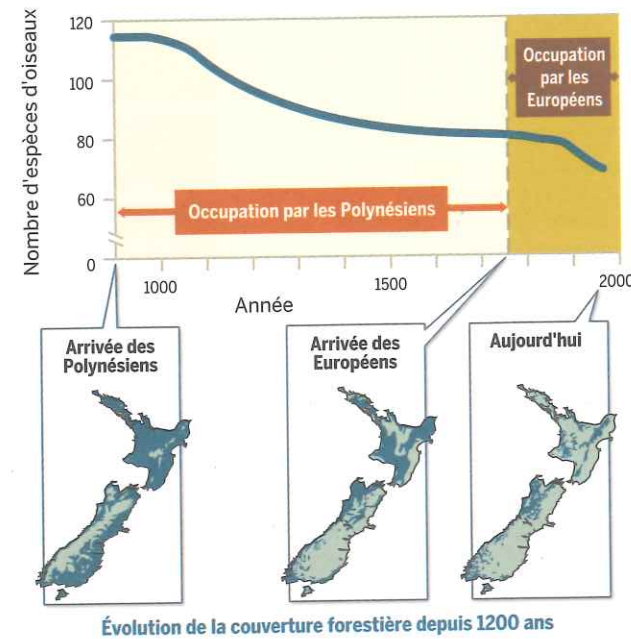
l'abondance mondiale des oiseaux terrestres.

**5** les plus grandes menaces sur le sauvage sont :

la perte d'habitat, la surexploitation, les espèces invasives, la pollution et les changements climatiques.

## EN NOUVELLE-ZÉLANDE, LES OISEAUX DISPARAISSENT DEPUIS PLUS DE 1000 ANS

La cause des extinctions : une intense déforestation, la chasse et l'introduction de redoutables prédateurs (rat, chats, chiens...).



## ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DU SAUVAGE DE L'ÎLE DE SINGAPOUR ENTRE L'INSTALLATION DES BRITANNIQUES, EN 1819, ET 2002

Probablement **+ de 73%** de toutes les espèces initiales éteintes

**881** extinctions d'espèces effectivement observées

881 extinctions d'espèces effectivement observées



**77%** des espèces survivantes sont menacées d'extinction

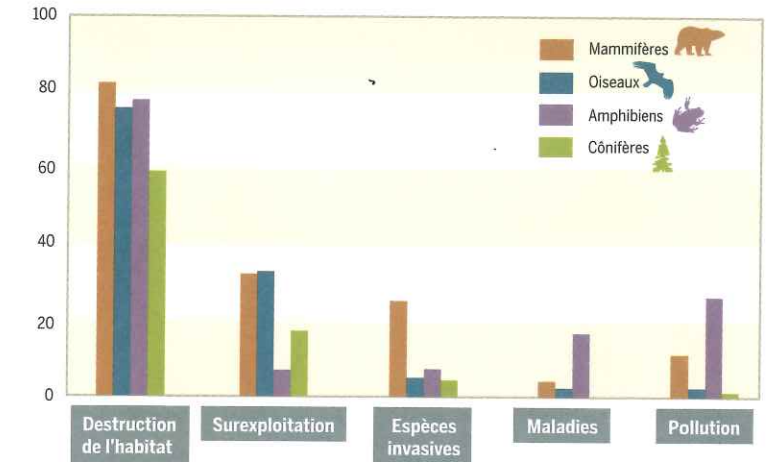
**95%** de la végétation détruite (agriculture, urbanisation)

## Quelles activités humaines en cause ?

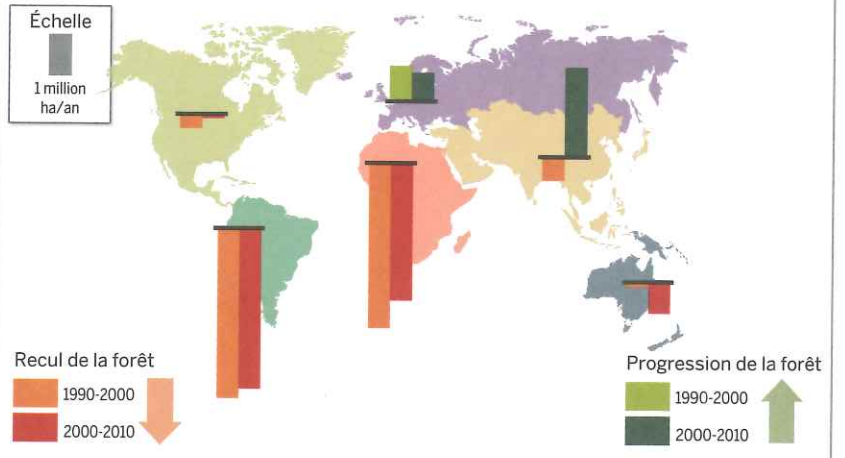
La perte et la fragmentation des habitats, principalement liées à l'expansion et l'intensification agricole ainsi qu'à la déforestation, représentent les premières causes d'extinction pour toutes les espèces terrestres. Pour les mammifères, la deuxième cause est la surexploitation des espèces, notamment pour la nourriture et la médecine. Bien d'autres activités humaines sont à l'origine d'extinctions, comme l'introduction d'espèces invasives (notamment pour les oiseaux ; voir p. 44), la pollution (deuxième cause d'extinction pour les amphibiens) ou encore les accidents mortels (notamment pour les espèces marines, à cause des collisions avec les navires et les engins de pêche).

## LES PRINCIPALES MENACES AFFECTANT LES MAMMIFÈRES, LES AMPHIBIENS, LES OISEAUX ET LES CONIFÈRES

Pourcentage d'espèces concernées parmi les espèces menacées



## ÉVOLUTION DE LA DÉFORESTATION (1990-2010)



## Le rat : un serial killer de la biodiversité

### UNE HISTOIRE

Le rat représenterait la deuxième cause d'extinction de la biodiversité toutes espèces confondues, après la destruction des habitats par l'Homme ! C'est en passager clandestin des grandes expéditions des siècles précédents que ce rongeur a conquis pratiquement toute la planète. On le retrouve aujourd'hui dans plus de 80 % des archipels du monde, où il serait à l'origine d'environ la moitié des extinctions d'oiseaux ou de reptiles recensés. Ainsi, sur l'île de Trielen, en Bretagne, le rat débarque par accident au début du XX<sup>e</sup> siècle et se met à dévorer les œufs et poussins d'oiseaux sauvages. En 1996, une campagne d'éradication du rat est menée avec succès. Cinq ans plus tard, les chercheurs comptent 5 fois plus de couples de pipits maritimes, un oiseau qui fait son nid au sol.

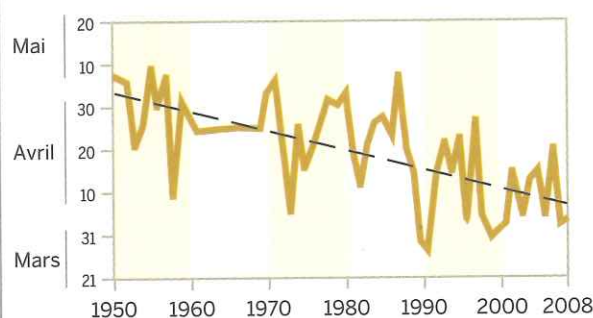


## LE CERCLE VICIEUX DU RÉCHAUFFEMENT

### Un impact indirect des activités humaines

Les activités humaines ont entraîné une augmentation sans précédent de la teneur des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Conséquence : la température moyenne du globe a grimpé de 0,6 °C depuis 1950. Pour l'heure, les rares extinctions d'espèces directement liées au réchauffement s'observent dans les montagnes ou dans les zones polaires, où la migration vers plus de fraîcheur est impossible. Dans les autres régions, il est en effet possible, dans une certaine limite, de migrer en altitude ou vers de plus hautes latitudes... ce que l'on observe déjà pour de nombreuses espèces, comme les papillons, les grenouilles, les poissons de l'Atlantique ou encore certains oiseaux.

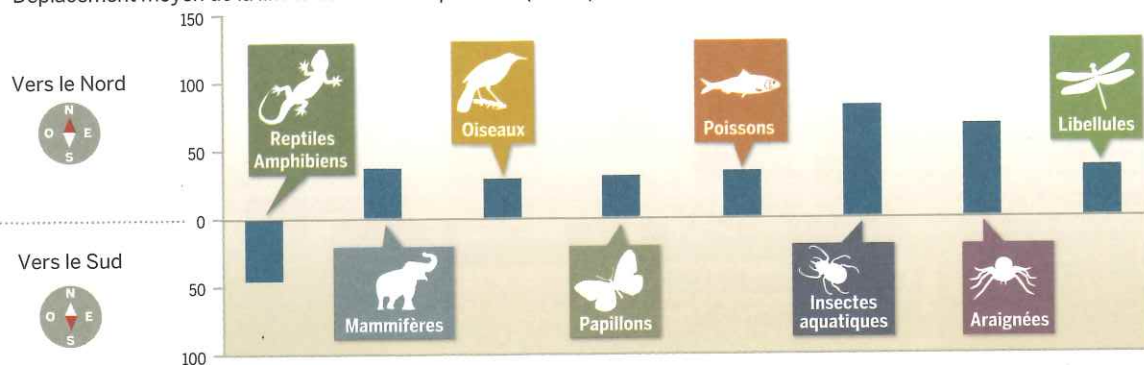
ÉVOLUTION DE LA DATE D'APPARITION DES PREMIÈRES FEUILLES DES CHÊNES en Grande-Bretagne entre 1950 et 2008



### LE DÉPLACEMENT DE L'AIRE DE RÉPARTITION DE QUELQUES ANIMAUX

en Grande-Bretagne depuis 1980

Déplacement moyen de la limite de l'aire de répartition (en km)



en BREF

Augmentation de la température moyenne du globe au xx<sup>e</sup> siècle

**0,74 °C**

Augmentation de la température moyenne du globe prévue pour la fin du xxi<sup>e</sup> siècle

**1,8-4 °C**

En Grande-Bretagne, la floraison de 385 plantes s'est avancée de **4,5 jours** en moyenne entre 1998 et 2008

En Suède, les pins sylvestres sont montés en moyenne de **150 à 200 mètres** en altitude durant le siècle dernier

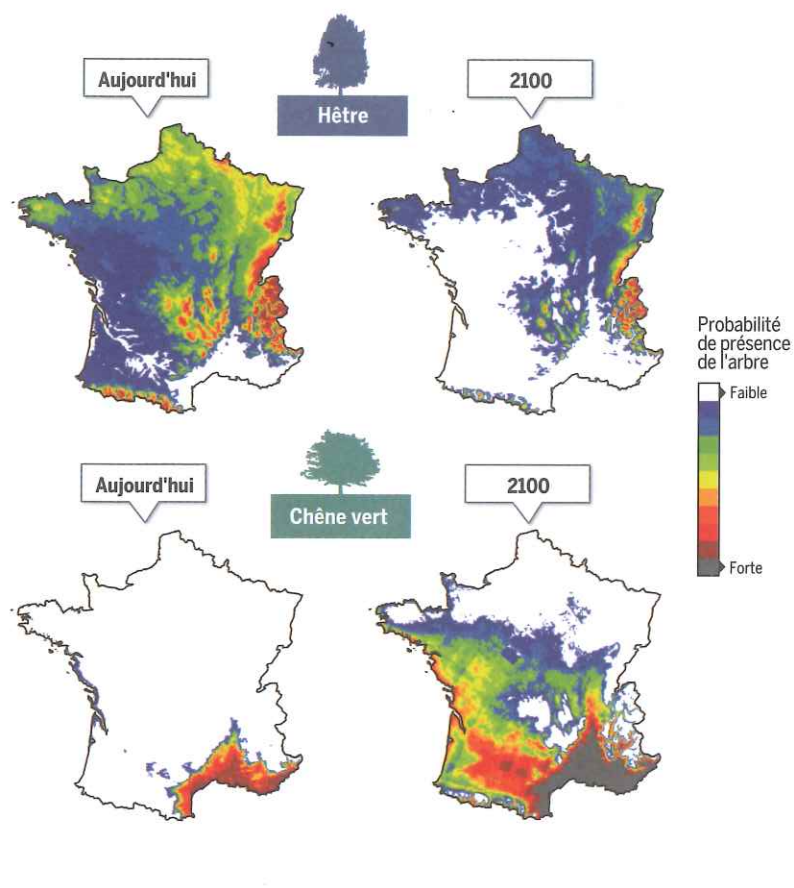
## Quel climat pour demain ?

D'après les experts du climat (rassemblés au sein du Giec), 20 à 30 % des espèces végétales et animales étudiées jusqu'ici connaîtront vraisemblablement un risque d'extinction si l'augmentation de la température moyenne mondiale dépasse 1,5-2,5 °C, ce que la plupart des modèles prévoient. Toutefois, modéliser l'impact du réchauffement climatique est particulièrement complexe et de nombreuses incertitudes subsistent. Par exemple, pour certains scientifiques, une élévation de la concentration en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) pourrait doper la croissance des plantes qui s'en nourrissent et contrecarrer les effets délétères de l'augmentation des températures sur les forêts. Pour d'autres, un réchauffement de plus de 2,5 °C pourrait détruire les forêts via des invasions de ravageurs, des sécheresses prolongées ou encore des incendies. Or si le réchauffement dégrade les forêts, ces dernières consommeront moins de CO<sub>2</sub>, aggravant ainsi l'effet de serre.

### UNE MODÉLISATION DE L'ÉVOLUTION DE L'AIRE DE RÉPARTITION DU HÊTRE ET DU CHÊNE VERT

en France d'ici à 2100.

Le hêtre pourrait se faire de plus en plus rare alors que le chêne vert gagnerait du terrain.



UNE HISTOIRE

### Les premières victimes avérées du réchauffement

Dans les montagnes embrumées du Costa Rica, le réchauffement climatique a fait ses premières victimes. Là, 67 % des 110 espèces de grenouilles recensées n'ont plus donné signe de vie depuis la fin des années 1980. Dans son beau costume de carnaval, la grenouille arlequin n'existe plus qu'en photo (ci-contre), que l'on exhibe désormais de conférence en conférence comme le premier exemple d'extinction dû au réchauffement climatique. Des chercheurs costaricains ont en effet démontré que ces extinctions en série étaient liées à une épidémie parasitaire, elle-même directement favorisée par l'accroissement des températures.

## RESTE-T-IL ENCORE DU SAUVAGE ?

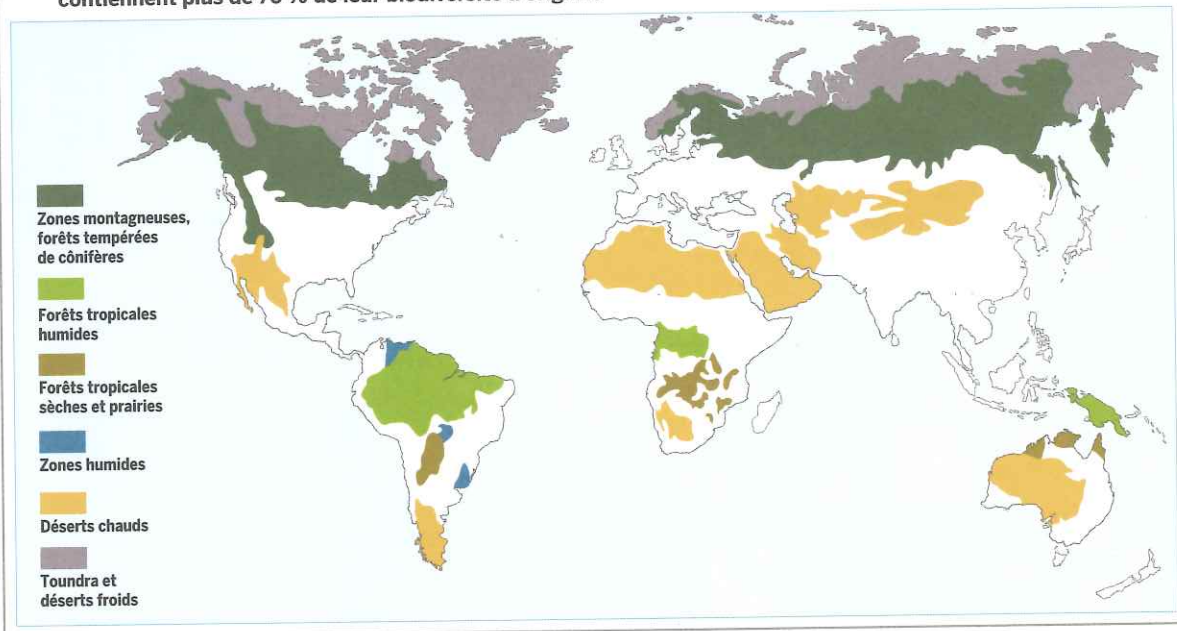
### Une planète sous influence

Près de 80 % des terres émergées ont été directement transformées par les activités humaines, principalement pour l'agriculture et l'élevage. Quant aux 20 % de terres restantes, rares sont celles n'ayant jamais eu à subir l'influence de l'Homme. Même le cœur de la forêt amazonienne garde encore des tra-

ces de l'activité d'agriculteurs qui remontent à plus de 2500 ans. Les océans ne sont pas épargnés. Ils sont sans cesse traversés par des bateaux, qui participent à l'introduction d'espèces envahissantes, ils s'acidifient à cause des émissions de dioxyde de carbone et la surpêche bouleverse leurs écosystèmes. ●

#### LES DERNIÈRES ZONES SAUVAGES DU MONDE

Les zones sauvages comptent moins de 5 habitants au km<sup>2</sup>, leur superficie est supérieure à 10 000 km<sup>2</sup> et elles contiennent plus de 70 % de leur biodiversité d'origine.



#### EN BREF

L'Homme occupe environ **20%** des terres émergées, consomme environ **23%** de la productivité totale des écosystèmes et altère **100%** des écosystèmes de la planète, via notamment la production de CO<sub>2</sub> atmosphérique et de polluants chimiques.

**40 à 50%** des sols du monde sont **dégradés** du fait des activités humaines

Les **massifs montagneux**, réputés sauvages, ne contiennent pas plus de **28%** de zones intactes.

Près de **40%** de la surface émergée de la planète est utilisée pour l'agriculture et l'élevage

## Le mythe de la « nature primitive »

Au-delà d'une action directe sur les paysages, l'Homme influence indirectement l'ensemble de la nature via la pollution de l'eau, des sols et de l'air. La preuve : les pluies acides affectent la totalité de la planète, dévastant des milliers d'hectares de forêts. En cause : les émissions d'oxydes de soufre et d'azote issues des activités humaines. Ces polluants peuvent se retrouver dans les nuages et parcourir des milliers de kilomètres avant de retomber au sol. Autant dire que la nature primitive et intacte n'existe (presque) plus. L'Homme est devenu un facteur majeur de transformation du sauvage à l'échelle planétaire. ●



Oui, il existe encore des zones sauvages sur la planète... mais encore faut-il pouvoir aller les explorer ! L'expédition française *Deepsea Under The Pole*, menée durant le printemps 2010, a permis pour la première fois de découvrir l'envers du décor : la banquise vue du dessous ! Des paysages magnifiques, mais en sursis du fait du réchauffement climatique.

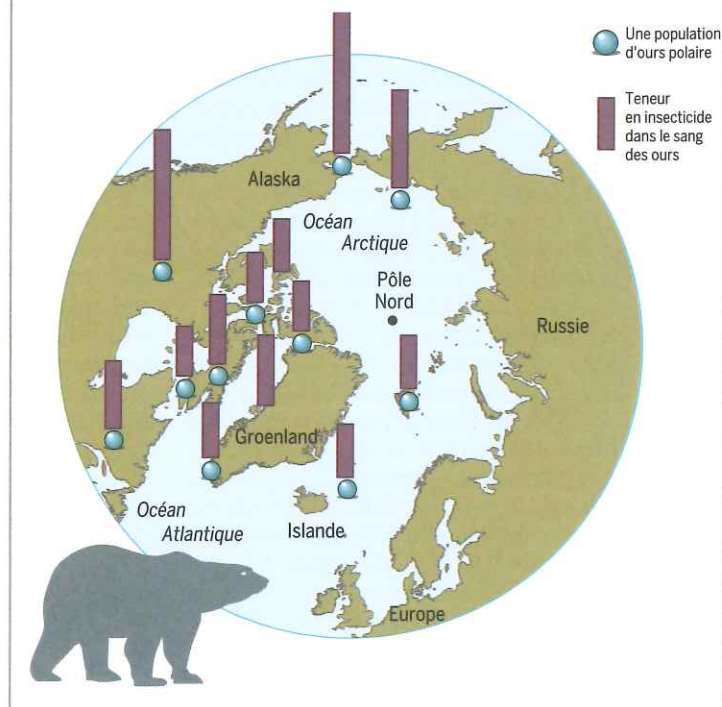
### Les ours blancs sauvages contaminés par l'Homme

#### UNE HISTOIRE

Ils vivent à des milliers de kilomètres des sources de pollutions,

mais présentent des taux de contamination par des polluants organiques persistants (POP) les plus élevés jamais mesurés ! Dans l'Arctique, les ours blancs sauvages font en effet les frais de la dispersion des polluants d'origine industrielle, agricole ou domestique via les courants océaniques et les vents. C'est en se nourrissant de poissons et de phoques eux-mêmes contaminés que ces mammifères accumulent des concentrations plusieurs millions de fois plus élevées que celles mesurées dans l'eau de mer. Certaines études semblent montrer que cette contamination affaiblit le système immunitaire et pourrait également altérer le système reproducteur de ces animaux classés « vulnérables » par l'IUCN.

#### LA CONTAMINATION DE PLUSIEURS POPULATIONS D'OURS BLANCS PAR UN INSECTICIDE





## III. LES CONSÉQUENCES DE L'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ

ronie du sort : c'est avec la dégradation de la nature que l'Homme moderne découvre à quel point son existence dépend du tissu vivant planétaire. L'environnement nous offre en effet de nombreux services, depuis l'air que nous respirons jusqu'aux médicaments qui nous soignent. Or ces services dépendent de l'état de la biodiversité. C'est ainsi que plus de la moitié de ces bienfaits environnementaux se sont dégradés durant les cinquante dernières années. Cette perte de services est aujourd'hui éva-

luée à quelque 50 milliards d'euros par an et elle risque de s'accroître dangereusement. L'exemple de la santé est éloquent : à cause de l'action de l'Homme sur la nature, certaines maladies deviennent plus fréquentes alors que les chances de découvrir de nouveaux médicaments s'amenuisent et que les plantes médicinales se font plus rares. Par ailleurs, la dégradation des écosystèmes naturels risque de perturber davantage les pays pauvres, plus dépendants que les autres de ces précieux services environnementaux.

1 L'HOMOGENÉISATION DE LA BIODIVERSITÉ	44
2 LA PERTE DE SERVICES ÉCOLOGIQUES	46
3 DES DÉGRADATIONS COÛTEUSES	48
4 LA BIODIVERSITÉ : UN REMPART CONTRE LES MALADIES	50
5 DES PERTES DE MÉDICAMENTS ?	52
6 LA BIODIVERSITÉ, SOURCE D'INNOVATIONS INDUSTRIELLES	54
7 DES IMPACTS INÉGAUX SELON LES PAYS	56

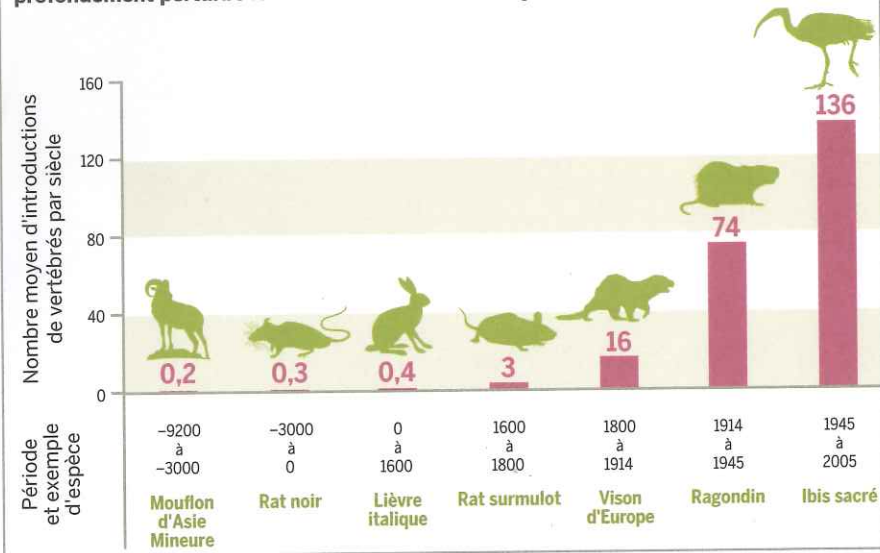
### POINTS DE VUE D'EXPERTS

Il faut cultiver la biodiversité ordinaire ! Bernard Chevassus-au-Louis (inspecteur général de l'agriculture)	58
Redonner une valeur aux patrimoines naturels et culturels Marie-Christine Cormier-Salem (géographe)	59

# L'HOMOGENÉISATION DE LA BIODIVERSITÉ

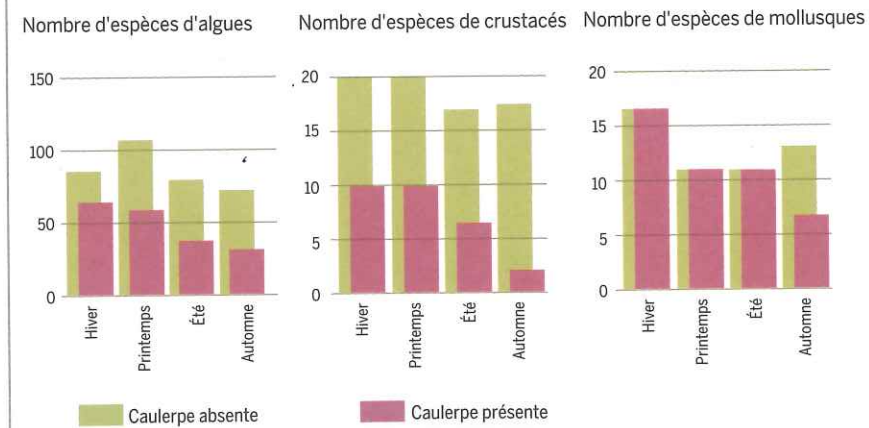
## L'ACCÉLÉRATION DES « INVASIONS BIOLOGIQUES » EN FRANCE

Le nombre d'espèces de vertébrés introduites dans notre pays augmente de façon exponentielle. Certaines d'entre elles, qualifiées d'espèces invasives, ont profondément perturbé le fonctionnement des écosystèmes.



## UNE ÉVALUATION DE L'IMPACT DE L'ALGUE INVASIVE CAULERPA TAXIFOLIA SUR LA BIODIVERSITÉ MARINE

Probablement échappée d'aquariums localisés à Monaco au début des années 1980, l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* a colonisé jusqu'à 13000 hectares sur les fonds de la Méditerranée, entraînant une diminution et une uniformisation de la biodiversité. Elle est aujourd'hui en régression.



## Des espèces exotiques cosmopolites

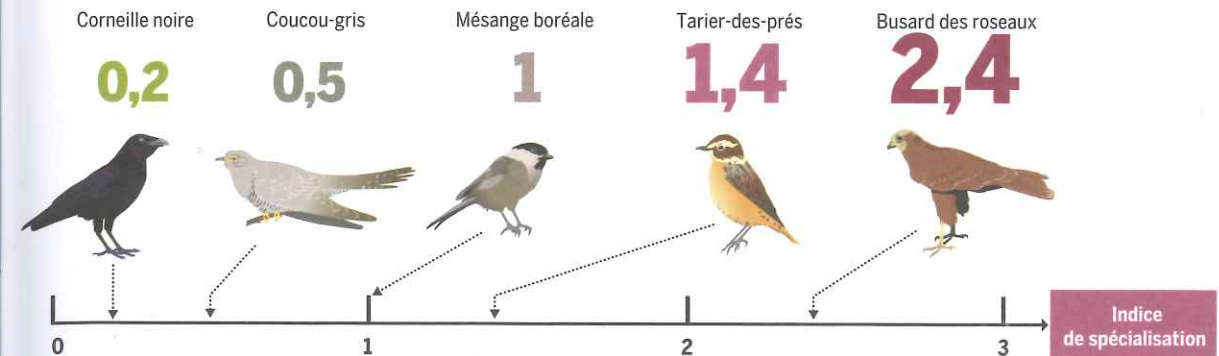
Les langues, les cultures, les technologies ou encore l'économie s'homogénéisent à l'échelle de la planète. La biodiversité aussi. L'accélération des échanges internationaux induit en effet une uniformisation de la nature. Ce phénomène n'est pas nouveau : depuis que l'Homme se déplace et conquiert de nouveaux territoires, il transporte avec lui son bestiaire domestique (poules, vaches, cochons, etc.) ainsi qu'une multitude de passagers clandestins comme, lorsqu'il voyage en bateau, des rats ou des moules. Conséquence : on retrouve ces espèces partout sur la planète. L'introduction, volontaire ou non, d'espèces allochtones dans les écosystèmes représente le facteur n° 1 de l'homogénéisation de la nature. Sans compter que certaines de ces espèces exotiques sont invasives, c'est-à-dire qu'elles causent des dommages, parfois sévères, à la biodiversité locale.

## La corneille noire bientôt maître des cieux ?

UNE HISTOIRE

Plus les habitats sont perturbés, plus les espèces généralistes voient leurs effectifs augmenter aux dépens des espèces spécialisées. Quelles sont ces espèces généralistes que l'on risque de retrouver sur toute la surface du globe ? En 2006, des chercheurs du Muséum national d'histoire naturelle de Paris ont mis au point un indice de spécialisation des espèces qui permet

de mesurer l'exigence de chaque espèce en termes d'habitat. Calculé pour une centaine d'espèces d'oiseaux, cet indice (nommé SSI pour « Species Specialisation Index ») varie d'environ 0,2 pour le pigeon ramier ou la corneille noire, qui sont des oiseaux très généralistes, jusqu'à 2,4 pour le busard des roseaux, qui niche dans les roselières des marais.



## EN BREF

Plus de **11 000** espèces exotiques animales et végétales se sont établies en Europe depuis l'an 1500, dont 15 % ont un impact écologique.

En France, plus d'une plante sur dix qui pousse dans la nature a été introduite par l'Homme

« L'unique a été remplacé par le commun. »

Jeffrey MnNeely, écologue



Les trois symboles de la France – le pain, le vin et le fromage – sont issus d'espèces (blé, vigne, vaches, chèvres ou brebis) qui n'étaient pas présentes sur le territoire au Néolithique.

Estimation des dépenses annuelles mondiales liées aux espèces invasives (contrôle + réparation des dégâts) **1050 milliards** d'euros



## L'irrésistible essor des espèces généralistes

La transformation massive de l'environnement par l'urbanisation et l'agriculture intensive conduit à favoriser les espèces dites généralistes, capables de s'adapter à différents milieux (comme le pigeon ramier), aux dépens d'espèces plus spécialisées, inféodées à certains milieux aux caractéristiques précises (comme l'alouette des champs). L'expansion de ces espèces généralistes se traduit par une perte de biodiversité et une ressemblance croissante de la faune et de la flore des différentes régions du monde. Certains scientifiques évoquent à ce propos une « macdonaldisation » de la biodiversité. Ces bouleversements ont également pour effet d'entraîner la perte de nombreux savoir-faire locaux liés à la nature.

## DES DÉGRADATIONS COÛTEUSES

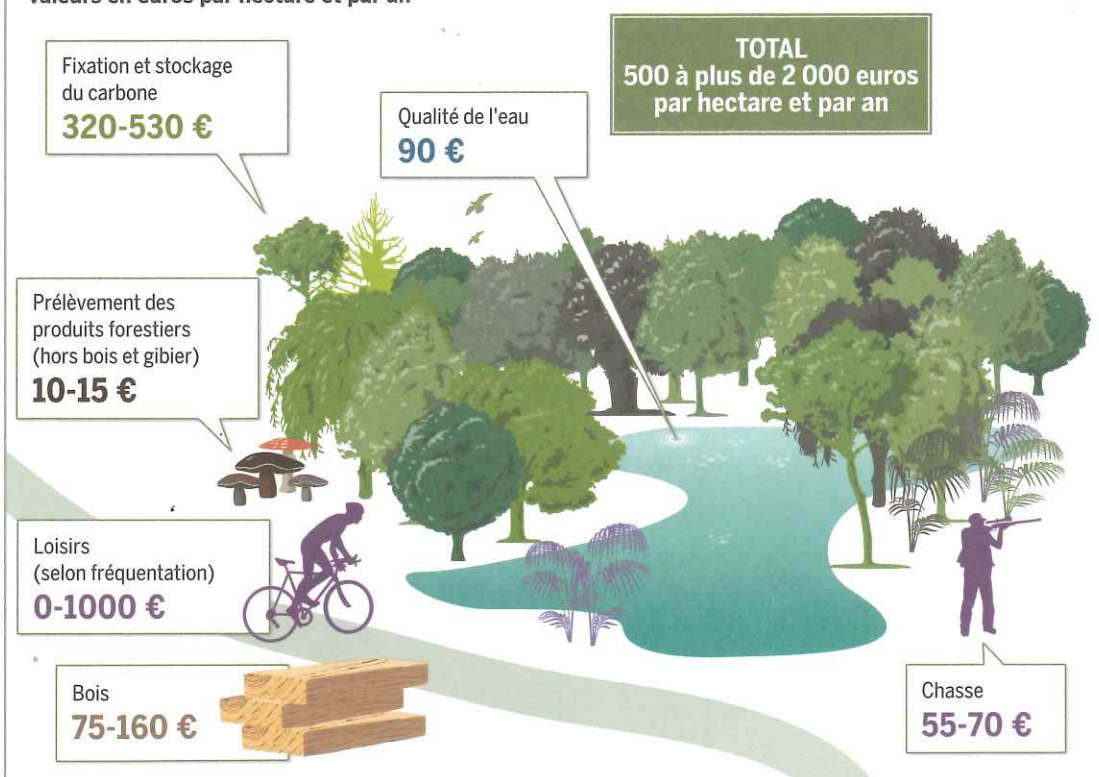
### Le prix des services rendus par la nature

Depuis la fin des années 1990, les économistes tentent d'estimer, par différentes méthodes, la valeur des services rendus par la nature. En se fondant sur les prix des marchés mondiaux, il est en effet possible d'évaluer la valeur des services d'approvisionnement. Mais comment chiffrer les services non marchands pour lesquels on ne trouve aucun prix ? Des méthodes existent, mais elles sont encore très controversées. Elles sont fondées, par exemple, sur les coûts de restauration ou de remplacement d'un écosystème abîmé par les activités humaines, sur les dépenses de protection ou encore sur les dépenses évitées grâce

à la présence d'un biotope en bonne santé. Ces évaluations, forcément complexes, ne sont guère précises et des variations de plus ou moins 20 % pour un même service sont fréquentes. Pour l'heure, une seule étude a osé additionner l'ensemble des services qu'offre la nature. Résultat : les bienfaits de la planète étaient estimés, en 1997, à quelque 23 000 milliards d'euros par an, soit près du double du PIB mondial cette année-là ! Une addition, fortement discutée par les scientifiques, mais qui a permis de sensibiliser l'opinion publique sur l'importance des services rendus par la nature. ●

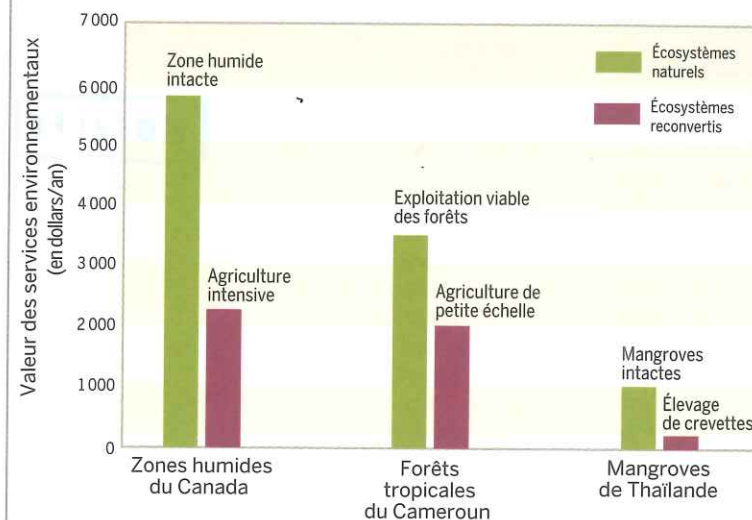
#### ESTIMATION DES SERVICES ÉCOLOGIQUES RENDUS PAR LA FORÊT FRANÇAISE

Valeurs en euros par hectare et par an



#### LES AVANTAGES ÉCONOMIQUES DES ÉCOSYSTÈMES NON TRANSFORMÉS

Dans les trois cas étudiés, la valeur des services liés à l'écosystème naturel est 2 à 10 fois supérieure à celle l'écosystème transformé par l'Homme...



### Le coût de l'inaction

Une étude publiée en 2008 par un consortium international de scientifiques pour le compte de la Commission européenne a tenté d'évaluer le coût de la dégradation des services rendus par la nature. Résultat : la destruction des écosystèmes conduirait aujourd'hui à une perte de services estimée à environ 50 milliards d'euros par an, soit un peu moins de 1 % du PIB mondial. Un coût qui, si rien n'est fait pour stopper l'érosion de la biodiversité, pourrait atteindre 14 000 milliards d'euros en 2050, soit 7 % du PIB mondial estimé pour cette date. ●

#### en BREF

Le montant des services rendus aux agriculteurs par les insectes pollinisateurs est estimé à 150 milliards d'euros, soit environ 9,5% de la valeur totale des productions végétales du monde

Une rivière avec 8 espèces d'algues capte 4,5 fois plus vite les nitrates de l'eau qu'une rivière avec une seule espèce.

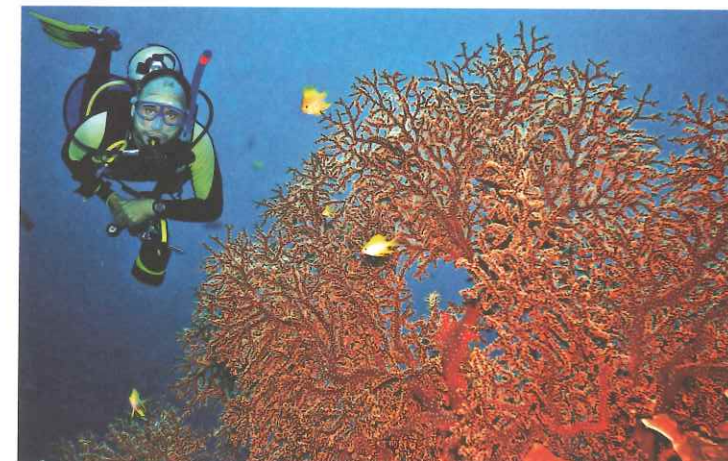
« Si l'onensemence deux parcelles de terre identiques, l'une avec une seule espèce d'herbe, l'autre avec une variété de genres, on récolte dans la seconde une plus grande et plus riche quantité de foin. »

Charles Darwin, 1859

### Les précieux massifs coralliens des Caraïbes

#### UNE HISTOIRE

Les récifs coralliens sont les écosystèmes les plus riches en biodiversité. Alors qu'ils couvrent seulement 1,2 % de la planète, ils abritent entre 1 et 3 millions d'espèces, dont un quart de toutes les espèces de poissons marins. Mais ils comptent aussi parmi les écosystèmes les plus menacés par les activités humaines. Ainsi, les récifs des Caraïbes ont perdu 80 % de leur superficie en trente ans. Outre les pertes de biodiversité et les conséquences sur la pêche, l'Institut des ressources mondiales prévoit également une diminution de 5 % des revenus liés à la plongée sous-marine dans cette région du monde, soit environ 221 millions d'euros de manque à gagner chaque année d'ici à 2015.



## LA BIODIVERSITÉ : UN REMPART CONTRE LES MALADIES

### Riche et en bonne santé...

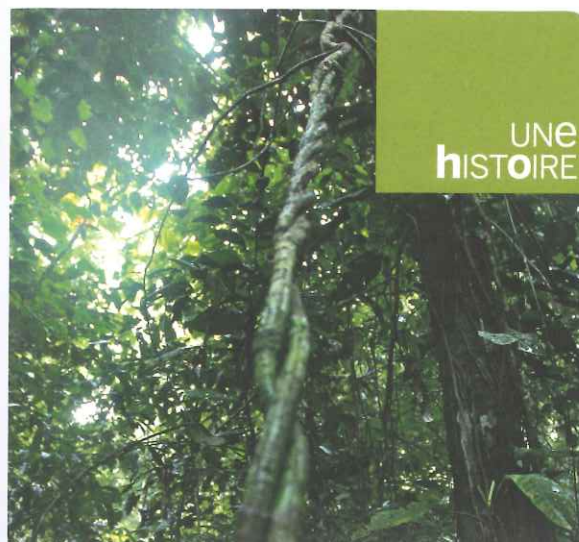
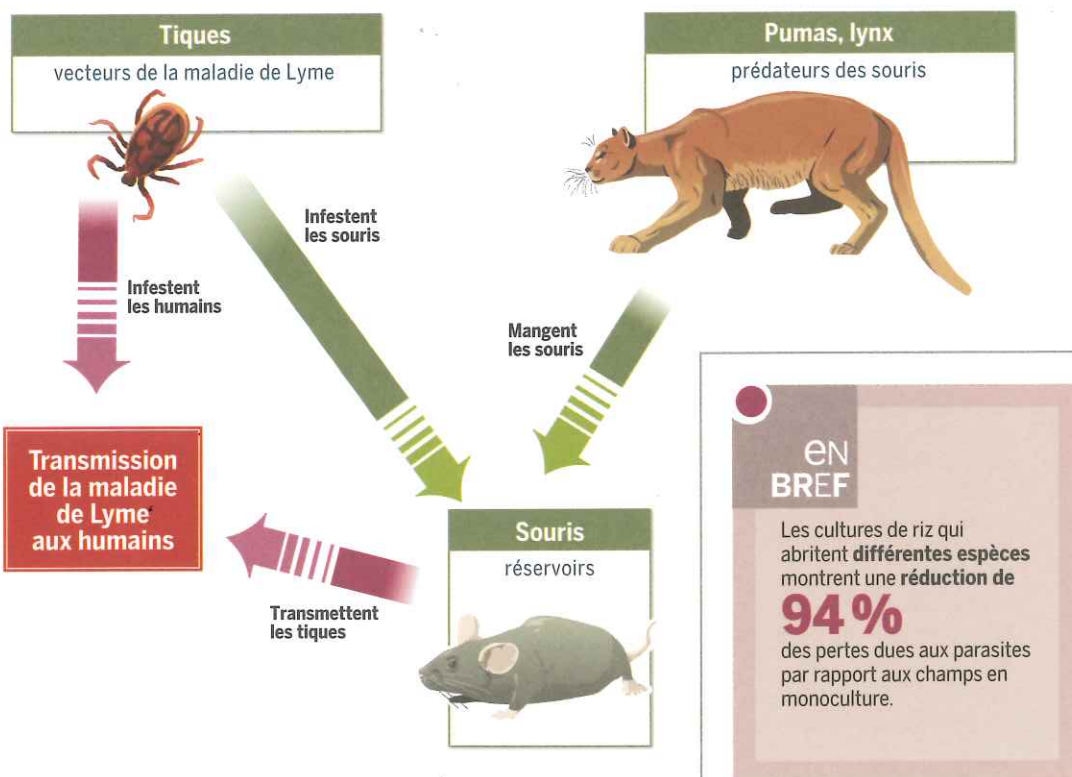


Plus un écosystème est riche en espèces, plus faible est le risque qu'une maladie s'y développe. Cette règle vaut pour de multiples types d'infections et de nombreux milieux. Illustration : un champ riche de différentes espèces sera moins vulnérable aux champignons pathogènes qu'un champ en monoculture. Un avantage qui pourrait s'expliquer par la présence, parmi cette diversité, d'espèces natu-

rellement résistantes à ces champignons, réduisant ainsi le risque de contagion. Autre exemple : en éliminant de manière sélective des proies affaiblies par des parasites ou des maladies contagieuses, les prédateurs atténuent l'incidence de certaines maladies chez les animaux, et l'Homme en bénéficie. L'inverse est vrai : la disparition de prédateurs favorise l'émergence de certaines maladies...

### ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ ET ÉMERGENCE DE MALADIES : LE CAS DE LA MALADIE DE LYME

Au nord-est des États-Unis, on assiste actuellement à une recrudescence de cette maladie transmise à l'Homme par les tiques. Ce phénomène a été mis en relation avec la disparition des grands mammifères tels que le puma ou le lynx, qui a conduit à la prolifération de leurs proies, comme les souris à pattes blanches. Or ces dernières constituent le principal réservoir où se multiplient les tiques...



UNE HISTOIRE

### Peste noire dans la jungle bolivienne

En 1962, le virologue Karl Johnson, spécialiste des « virus tueurs », est appelé à San Joaquim, en Bolivie, pour étudier une meurtrière épidémie. La moitié de la population de cette ville a en effet été infectée par un mystérieux virus hautement contagieux, à l'origine d'une fièvre hémorragique mortelle dans 50 % des cas. Karl Johnson identifie le virus responsable, baptisé « Machupo », et découvre qu'il se transmet par l'urine de petits rongeurs sauvages. Des rongeurs chassés de la forêt amazonienne toute proche par un intense défrichage... Par ailleurs, la prolifération des rongeurs à San Joaquim avait également été favorisée par la disparition des chats, empoisonnés suite à l'épandage d'un insecticide (DDT) dans le cadre de la lutte contre le paludisme !

### La biodiversité dilue les réservoirs de virus

Les mécanismes par lesquels l'érosion de la biodiversité peut modifier la progression de certaines maladies infectieuses sont variés. Prenons le virus West Nile, qui touche les États-Unis depuis 1999, où il cause de graves encéphalites chez certaines personnes infectées. Des scientifiques américains ont constaté que les États abritant le plus grand nombre d'espèces d'oiseaux sont aussi ceux qui connaissent les plus basses incidences d'infection par le « West Nile ». Or ce virus est transmis à l'Homme par des moustiques eux-mêmes infectés après avoir piqué certains oiseaux. En présence d'un plus grand nombre d'espèces de volatiles, celles qui sont infectées par le virus (qualifiées de « réservoir ») se trouvent en quelque sorte diluées. Et les moustiques ont ainsi moins de chance de s'infecter et de transmettre la maladie à l'Homme. Ce phénomène, baptisé « effet de dilution », représente un service écologique rendu par la diversité biologique encore totalement sous-estimé.

### Pauvre et malade...

Les milieux dégradés deviennent bien souvent plus propices au développement de certaines maladies. Plusieurs études ont par exemple révélé un lien entre la déforestation et l'incidence du paludisme. Cette maladie – qui a infecté 243 millions de personnes dans le monde en 2008 et en a tué 863 000 – est due à un parasite, le *Plasmodium*, transmis par les moustiques qui en sont porteurs. Or la déforestation provoque généralement une

augmentation des surfaces inondables. Il se forme alors des zones d'eau bien exposées à la lumière, qui représentent des habitats favorables à la prolifération des larves de moustiques. On a ainsi pu observer, en Amérique du Sud, une augmentation de la prolifération du moustique *Anopheles darlingi* (principal vecteur du paludisme dans cette région du monde) proportionnelle à l'intensité de la déforestation.

### LES MOUSTIQUES APPRÉCIENT LA DÉFORESTATION

Durant un an, dans des zones plus ou moins affectées par la déforestation de l'Amazonie péruvienne, on a dénombré le nombre moyen de piqûres du moustique *Anopheles darlingi* (principal vecteur du paludisme dans cette région) par humain durant 6 heures. Résultat : plus la forêt est grignotée, plus le nombre de piqûres de ce moustique augmente.



## DES PERTES DE MÉDICAMENTS ?

L'ORIGINE DES NOUVELLES  
MOLÉCULES MÉDICAMENTEUSES  
mises sur le marché américain entre 1981 et 2006

Source des molécules	Nombre de molécules
Dérivés biologiques (protéines, ADN)	124
Substances naturelles (autres molécules, extraits)	43
Molécules obtenues par modification d'une ou plusieurs molécules naturelles	232
Molécules de synthèse inspirées d'une molécule naturelle	154
Molécules de synthèse sans origine naturelle	418
Vaccins (extraits ou dérivés de virus ou bactéries pathogènes)	39

### La pharmacie verte : un précieux cadeau de la nature

La santé humaine repose en majeure partie... sur la biodiversité. Ainsi, l'aspirine, aujourd'hui synthétisée par voie chimique, est une copie d'une molécule isolée chez le saule blanc. Même chose pour l'AZT, un antirétroviral actif contre le virus du sida, dérivé synthétique d'une molécule produite par une éponge de mer. La morphine est encore aujourd'hui directement extraite des fleurs de pavot. Quant à certains médicaments anticancéreux, comme la vinblastine ou la vincristine, ils sont directement extraits de la pervenche de Madagascar et servent également de modèle à la synthèse chimique d'autres substances moins toxiques. Les exemples de médicaments directement ou indirectement issus de la biodiversité végétale, animale ou des micro-organismes ne manquent pas. Plus de la moitié des médicaments vendus sur ordonnance possèdent des composants chimiques dérivés de molécules découvertes dans la nature et 25 % de toutes les prescriptions font appel à des molécules actives extraites directement d'organismes vivants. ●

### Les grenouilles ont emporté avec elles le secret d'un anti-acidité gastrique

UNE HISTOIRE

Dans les années 1970, des chercheurs découvrent en Australie une nouvelle espèce

de grenouille présentant une caractéristique étonnante : les femelles incubent leurs œufs dans l'estomac et « accouchent » par la bouche. Une bizarrerie rendue possible grâce à des substances inhibant les sécrétions acides de l'estomac. Un anti-acide idéal contre les brûlures d'estomac ! Mais avant même que des études plus poussées ne puissent démarrer, ces grenouilles, difficiles à élever en captivité, se sont faites de plus en plus rares dans la nature. Jusqu'à ce qu'elles soient déclarées éteintes en 2002.



## Les espèces médicinales menacées d'extinction

La crise qui touche actuellement le vivant n'épargne pas les espèces présentant un intérêt médical. Ainsi, sur les 50 000 à 70 000 espèces de plantes supposées posséder un pouvoir médicinal, 15 000 seraient menacées d'extinction. Or moins de 15 % d'entre elles ont fait l'objet d'une recherche de substances actives. En ce qui concerne les insectes, les organismes marins et les micro-organismes, le pourcentage d'espèces étudiées pour leur intérêt médical est encore plus faible. Ainsi, de nouvelles générations d'antibiotiques, d'antalgiques ou encore de nouveaux traitements anticancéreux pourraient être perdus si l'érosion de la biodiversité se poursuit. ●



En Inde, une épicerie spécialisée dans la vente de plantes médicinales. D'après un rapport du ministère de la Santé de la République de l'Inde, 359 espèces de plantes utilisées dans le cadre de l'ayurveda, une médecine traditionnelle vieille de plus de 5 000 ans, seraient menacées d'extinction. Selon l'Organisation mondiale

de la santé, 80 % de la population humaine utilise encore principalement la médecine traditionnelle pour se soigner. Peu de données scientifiques permettent d'évaluer l'efficacité et l'innocuité de l'ensemble de ces produits.

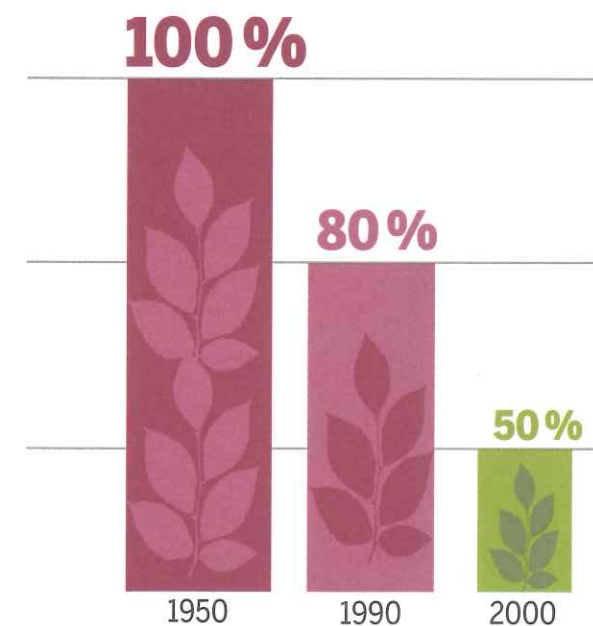
### EN BREF

1,2 million de dollars : c'est le prix qu'a payé, en 1991, le laboratoire pharmaceutique Merck à l'Institut national de la biodiversité du Costa Rica pour obtenir le droit exclusif d'explorer 105 parcs nationaux du pays dans l'espoir d'y dénicher des nouvelles substances pharmacologiques. Pour l'heure, aucun médicament n'a vu le jour.

Valeur du marché mondial des plantes médicinales : 44 milliards d'euros par an

120 : c'est le nombre de médicaments issus de plantes couramment utilisés dans le monde.

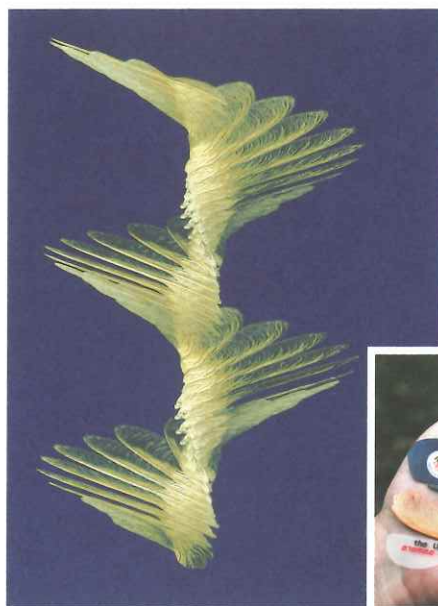
### ÉVOLUTION DE LA PART DES MÉDICAMENTS D'ORIGINE NATURELLE OU INSPIRÉS DE SUBSTANCES NATURELLES



## LA BIODIVERSITÉ, SOURCE D'INNOVATIONS INDUSTRIELLES

### Le biomimétisme

La nature est une source inépuisable d'inspiration pour les industriels. La sélection naturelle a en effet permis l'émergence de structures ou de comportements particulièrement efficaces. Le biomimétisme consiste à copier une structure ou des comportements issus de la nature pour mettre au point des matériaux, des techniques ou des objets nouveaux. L'exemple le plus célèbre est celui du velcro, inspiré des crochets des graines de la bardane. Autre illustration : les élytres du scarabée du désert *Stenocara* ont une texture particulière qui concentre les gouttelettes d'eau du brouillard. En copiant cette « invention naturelle », un tissu permettant de récupérer l'eau du brouillard a été mis au point. ●

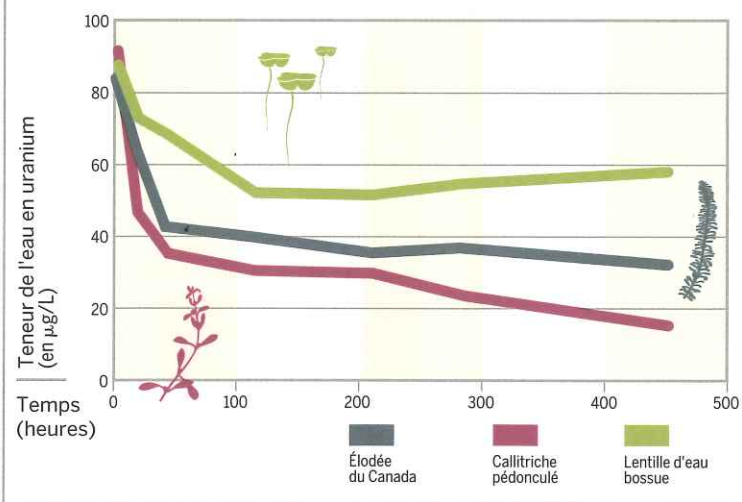


**Des bio-hélicoptères.**  
En s'inspirant du vol des samares (fruits « ailés » de l'érable ou de l'orme, photo de gauche), E.R. Ulrich, de l'université du Maryland (États-Unis), a conçu un hélicoptère miniature (drone, photo ci-dessous).



### DES PLANTES POUR LUTTER CONTRE LES CONTAMINATIONS RADIOACTIVES

Après avoir contaminé des bassins artificiels avec de l'uranium, des chercheurs ont analysé leur décontamination naturelle avec trois plantes différentes. L'une d'elles s'avère une dévoreuse d'uranium des plus efficaces.



### La bioremédiation

La biodiversité peut être directement utilisée par les industriels. Ainsi, la bioremédiation consiste à se servir de micro-organismes ou de plantes pour dépolluer l'eau, l'air ou le sol. On a par exemple découvert une plante aquatique capable d'absorber l'uranium ou, encore, des bactéries qui peuvent dégrader le pétrole. Reste toutefois à les tester en situation de pollution réelle. Ces nouvelles techniques de bioremédiation représenteraient aujourd'hui déjà plus de 100 millions d'euros de chiffre d'affaires et pourraient peser 10 milliards d'euros d'ici quelques années. ●

### EN BREF

CARBURANT NÉCESSAIRE POUR TRAVERSER LE GOLFE DU MEXIQUE, SOIT ENVIRON 800 KM

On compte dans le monde plus de **2100** exemples de biomimétisme



**3** Colibri grammes de lipides et de glucides

**20 000** C'est le nombre de sites qui pourraient être dépollués par bio-remédiation en France

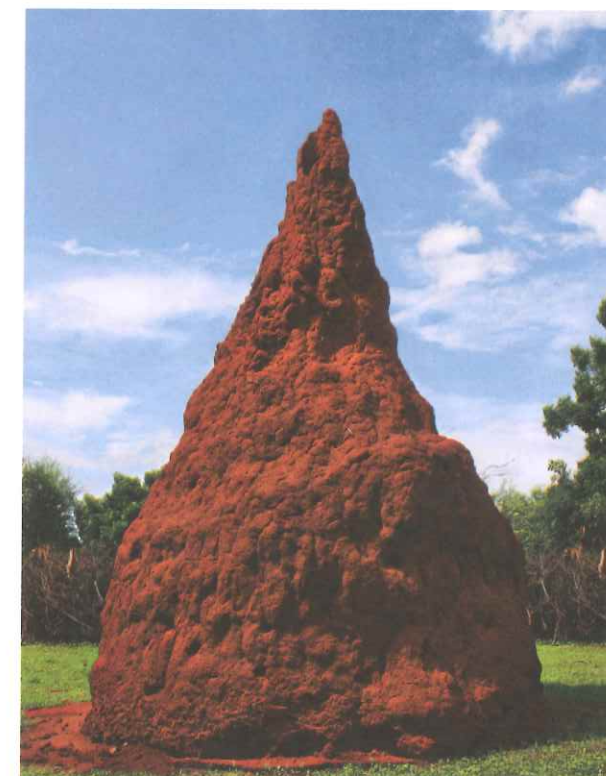


Voiture **70 litres** d'essence

### UNE HISTOIRE

### S'inspirer des termitières pour mieux isoler les bâtiments

Les termitières (photo ci-contre) étaient encore, il y a peu, de véritables énigmes pour les architectes. Solides comme du béton, elles ne sont composées que de terre, de poussière de bois et de salive des termites, et peuvent atteindre 3 mètres de haut. Elles possèdent en outre un système de régulation thermique extrêmement performant : leur température interne est quasi constante, aux environs de 31 °C, alors que la température extérieure peut varier entre 3 °C la nuit et plus de 40 °C le jour. Grâce à l'analyse des coupes de termitières au scanner, des chercheurs ont reconstitué en 3D leur structure intérieure. Ils ont ainsi pu mieux comprendre comment l'agencement des dédales de tunnels et de conduits d'air permet de conserver une température et une hygrométrie constantes, tout en favorisant les échanges gazeux indispensables à la survie des insectes. Des résultats qui intéressent particulièrement les architectes.



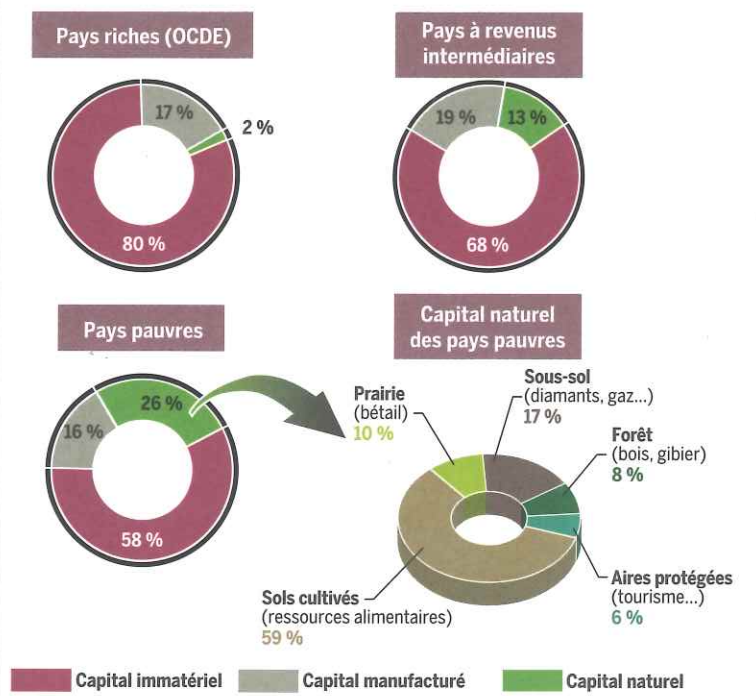
## DES IMPACTS INÉGAUX SELON LES PAYS

### Le « capital naturel » : un revenu essentiel pour les pays pauvres

Les pays à bas revenus dépendent plus que les autres de leur capital naturel, c'est-à-dire des revenus liés aux services rendus par la nature, que ce soit pour l'approvisionnement en nourriture et en énergie, ou pour la santé de leurs habitants (médecine traditionnelle). Les pays riches tirent, eux, l'essentiel de leurs revenus du capital manufacturé et du capital dit immatériel (services, connaissances, savoir-faire...) en utilisant toutefois massivement les énergies fossiles, qui sont également des produits des écosystèmes passés. Ainsi, la contribution du capital naturel est en moyenne d'à peine 2 % pour les pays riches contre 26 % pour les pays à bas revenus. Ces estimations sont en outre probablement sous-évaluées car elles sont issues d'une étude dans laquelle de nombreux services environnementaux n'ont pas été pris en compte, notamment les ressources halieutiques.

L'IMPORTANCE DU CAPITAL NATUREL EN FONCTION DE LA RICHESSE DES PAYS

Les moyennes présentées ici cachent de grandes disparités parmi les pays d'un même groupe.



### La dégradation de la nature accentue les écarts de pauvreté

La dégradation des écosystèmes perturbe davantage les pays les plus pauvres. D'après les résultats d'une étude publiée en 2009 par un consortium international d'experts, si rien n'est fait pour stopper l'érosion actuelle de la biodiversité, les pertes des services rendus par la nature représenteront une valeur correspondant en moyenne à 7 % du PIB des pays de l'ensemble de la planète. La perte du service de stockage du carbone représente une part importante de ces pertes. Mais cette moyenne cache

d'énormes disparités. Ainsi, l'Australie et la Nouvelle-Zélande pourraient perdre 40 % de leur PIB notamment à cause d'une diminution du tourisme et d'une moindre régulation de l'eau. Le Brésil (- 24 %), les pays d'Amérique latine et des Caraïbes (- 23,2 %) ainsi que les pays africains (- 17 %) seraient également plus affectés que les autres (- 8,2 % en Amérique du Nord, - 3,9 % en Europe). D'où un risque d'aggravation des écarts de pauvreté dans le monde...

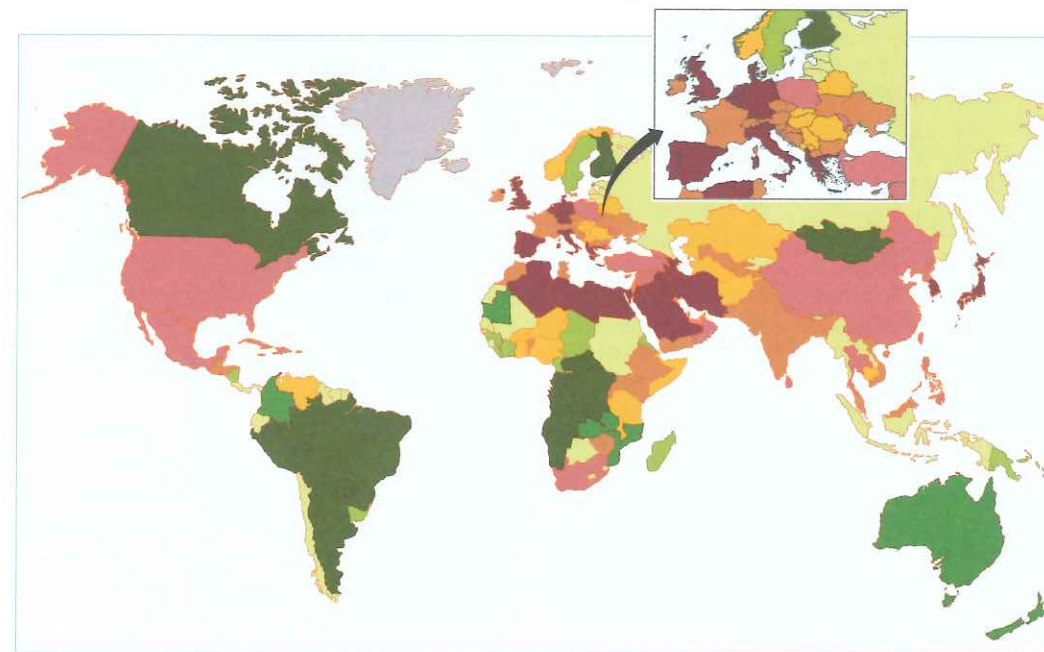
## La dette écologique des pays du Nord

Les pays du Nord ont bien plus « consommé » la nature que les pays du Sud. Depuis plusieurs siècles, c'est au Nord que sont exploitées la plupart des ressources, dont une partie n'est pas ou plus renouvelable. Et c'est aussi le Nord qui crée le plus de dommages à l'environnement (pollutions diverses, émissions de gaz à effet de serre, stockage de déchets toxiques...). Or ce sont les pays du Sud qui pâtissent et

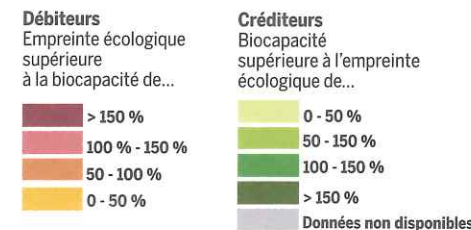
pâtiront le plus des dégradations de l'environnement et de la raréfaction des ressources naturelles. D'où l'émergence, au début des années 1990, du concept de dette écologique. Ce concept, né dans les réseaux militants et scientifiques d'Amérique du Sud, vise à demander réparation pour la dégradation des ressources naturelles et les dommages causés à l'environnement. S'il est quasiment impossible de quantifier le

montant total de la dette écologique, la plupart des experts s'accordent à dire qu'elle pourrait s'élever à plusieurs trillions d'euros par an, soit plus encore que la dette financière des pays du Sud. Les partisans de ce concept demandent ainsi l'annulation de cette dette financière, ainsi que des compensations sous forme d'indemnités ou d'aides internationales plus importantes de la part des pays du Nord.

### LES CRÉDITEURS ET LES DÉBITEURS ÉCOLOGIQUES



**EN BREF**  
 80% des ressources de la planète sont consommées par seulement 20% de la population mondiale, essentiellement situés au Nord.  
 Près d'une personne sur 6 dans le monde dépend des zones protégées pour une part non négligeable de ses revenus.



**BERNARD CHEVASSUS-AU-LOUIS**

Inspecteur général de l'agriculture, ancien président du Muséum national d'Histoire naturelle

**Il faut cultiver la biodiversité ordinaire !**

La question de la biodiversité est souvent abordée en se focalisant sur les grandes espèces menacées : pandas, ours des Pyrénées, éléphants, baleines... Or ce que les scientifiques savent aujourd'hui, c'est que ces espèces, certes très visibles, ne représentent qu'une toute petite partie de la biodiversité. Et que cette toute petite partie n'est peut-être pas la plus représentative de la diversité du monde vivant. Autrement dit, de même que les astrophysiciens parlent beaucoup de la matière noire de l'Univers, les biolo-

« La nature ordinaire, le plus souvent invisible, est sans doute ce qui est le plus important pour l'Homme. »

gistes évoquent désormais la matière noire de la biodiversité, c'est-à-dire tous les micro-organismes, abondants notamment dans les eaux et les sols (virus, bactéries, champignons...). Ces derniers constituent non seulement la majeure partie de la biodiversité, en biomasse comme en nombre d'espèces, mais ils sont aussi responsables de ce que l'on appelle les services écologiques : l'épuration des eaux, la qualité de l'air, la qualité des sols... Cette nature « ordinaire » et invisible est probablement ce qui est le plus important pour l'Homme, même si nous n'en avons pas conscience. Pour protéger les grandes espèces « médiatiques », on raisonne fréquemment en termes de réserves, de zones protégées, de parcs naturels. Et l'on peut alors se dire : « Cette biodiversité, il y a des gens qui s'en occupent ailleurs. » Mais si l'on veut s'intéresser à la biodiversité du quotidien qu'est la biodiversité des micro-organismes, c'est partout, dans tous les points du territoire, dans les milieux agricoles, les milieux urbains, les zones industrielles qu'il faut se poser la question : est-ce qu'on ne peut pas cultiver cette biodiversité ordinaire,

c'est-à-dire lui permettre d'évoluer et de nous rendre des services non seulement pour aujourd'hui, mais aussi pour demain ?

Comment gérer cette biodiversité en grande partie invisible ? Que peut-on faire pour elle ? Je crois qu'il faut se dire que plus il y a de diversité visible, plus il y a de diversité invisible. Par exemple, dans une forêt ou une haie d'arbres, on sait très bien que si tous les arbres sont de même âge et de même espèce, la biodiversité microbienne abritée par les sols sera elle-même assez réduite. En revanche, si l'on prend soin de constituer des haies à partir d'espèces différentes, d'âges différents, on va voir se développer dans le sol toute une faune de micro-organismes, mais aussi d'insectes et de petits vers qui sera très variée. Il faut donc lutter contre l'uniformité à toutes les échelles. Un paysage diversifié est certainement le meilleur garant d'une biodiversité ordinaire... et qui continuera à nous rendre service. ●

**MARIE-CHRISTINE CORMIER-SALEM**

Géographe, directrice de recherche à l'Institut de recherches pour le développement

**Redonner une valeur aux patrimoines naturels et culturels**

Quand on parle de biodiversité, il faut prendre en compte tous les niveaux et leurs interdépendances : des gènes aux savoirs et savoir-faire en passant par les espèces, les populations, les écosystèmes et les paysages. Dans ce cadre, je pense qu'il est intéressant de réfléchir non seulement à toutes les disparitions (de gènes, d'espèces, de savoirs...), mais aussi à toutes les dynami-

ques d'innovation, tous les nouveaux instruments qui émergent un peu partout dans le monde pour essayer de mieux valoriser la biodiversité.

On a beaucoup travaillé ces dernières années sur la notion – qui fait sens, notamment pour les consommateurs avertis que sont les Français – de produit de terroir ou de production localisée. Quand on s'intéresse à un produit comme le fromage, on travaille sur tous les niveaux de la biodiversité : les ferments, la race animale, les paysages, mais aussi les savoirs, les savoir-faire et l'habitat particulier où se trouve la fromagerie. Tous donnent en effet sa saveur spéciale au lait et donc au fromage. Aussi, à travers le fromage – et c'est la même chose avec des épices, des cafés ou

« Le patrimoine alimentaire est aussi un patrimoine naturel et culturel. »

des produits marins – tous les niveaux de la biodiversité sont abordés. Actuellement, on assiste à un développement spectaculaire d'instruments qui visent à mieux mettre en valeur ces produits locaux. L'objectif est non seulement de mieux les promouvoir au plan économique, mais aussi de conserver les différents niveaux de la biodiversité qui se cachent derrière leur fabrication. Bref, il s'agit de conserver un patrimoine alimentaire, qui est aussi un patrimoine naturel et culturel.

Au nombre de ces instruments, il y a les démarches de labellisation, d'éco-certification, de commerce équitable, qui permettent de reconnaître le savoir et le savoir-faire attachés à des productions locales. En France, nous sommes assez familiers avec ce type d'approches. Les travaux que nous avons conduits ces dernières années montrent qu'elles sont également à l'œuvre dans les pays du Sud, notamment au Brésil, en Éthiopie ou en Inde du Sud, et même dans les pays les moins avancés, comme le

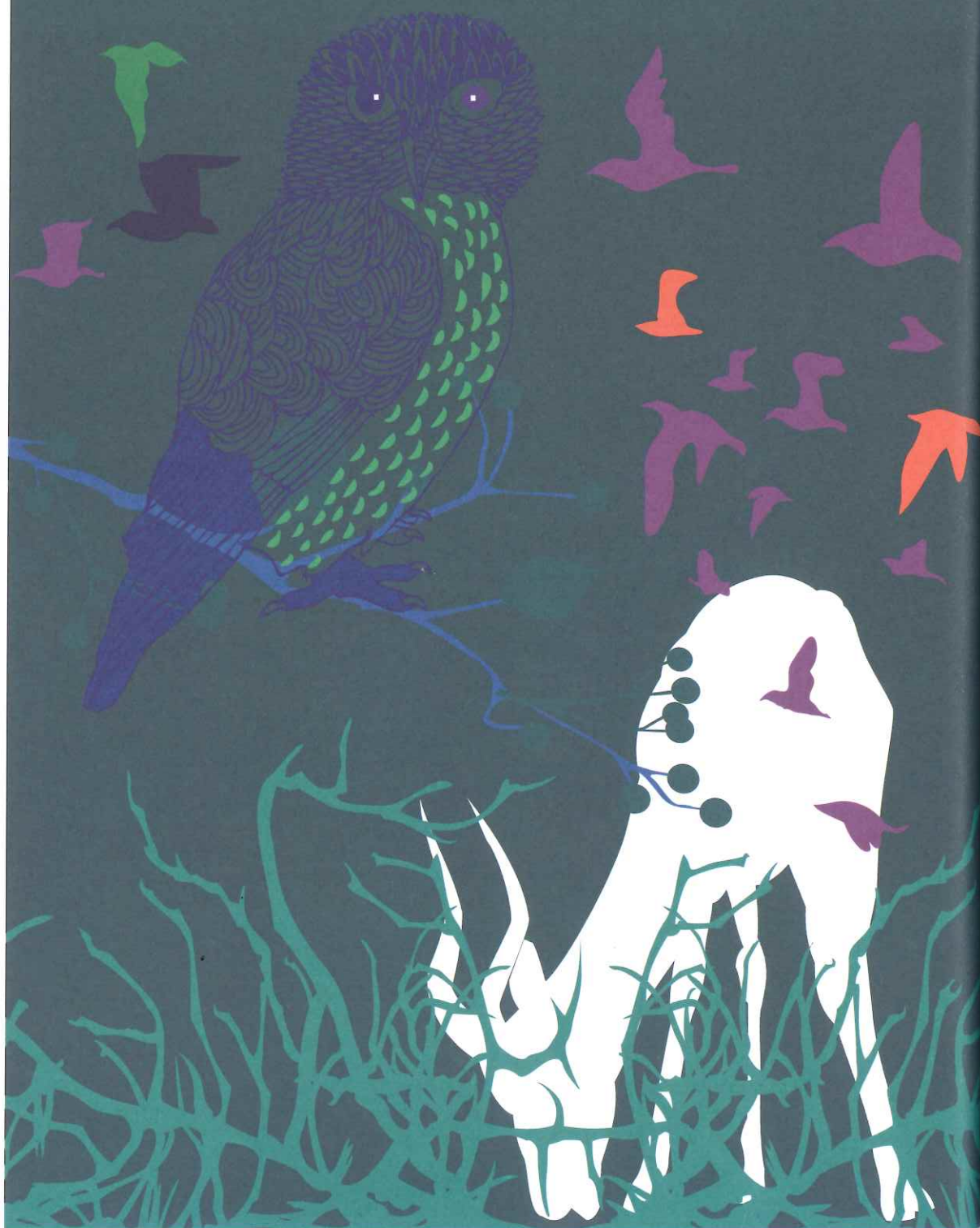
Niger, le Sénégal, la Mauritanie et la Guinée-Bissau. Là, il n'y a pas nécessairement de labellisation, mais des initiatives existent, notamment portées par des acteurs locaux. L'objectif : mieux valoriser les productions locales grâce à une meilleure traçabilité et mieux conserver les ressources pour avoir une gestion durable.

Ces instruments innovants permettent à la fois – et c'est une exigence essentielle – de conserver la diversité biologique et culturelle, mais aussi de lutter contre la pauvreté et de créer de nouvelles formes

de richesse. Toutefois, ils ont un coût et peuvent s'avérer contraignants. Ainsi, les acteurs impliqués tout au long de la chaîne, de la production à la commercialisation, n'ont pas tous nécessairement les moyens d'adopter des normes internationales (particulièrement strictes en matière sanitaire) et d'organiser la traçabilité. Certaines productions risquent ainsi de se trouver marginalisées. Par ailleurs, ces labellisations visent un marché de niche assez limité pour l'instant. Autant de contraintes qu'il faut garder à l'esprit.

Une autre pratique qui se développe est la valorisation éco-touristique de la biodiversité. Ce tourisme – qui vise une clientèle choisie et limitée – n'est en rien une alternative au tourisme de masse, mais il permet de donner une valeur à un patrimoine à la fois naturel et culturel, et également de redistribuer les bénéfices de la conservation de la biodiversité vers les acteurs locaux, qu'ils soient éco-guides, piroguiers, gardes, etc. ●

« Avec un produit comme le fromage, tous les niveaux de la biodiversité sont impliqués : gènes, espèces, paysages, savoirs et savoir-faire. »



## IV. COMMENT MÉNAGER AU MIEUX LA NATURE ?

**E**nrayer le déclin de la biodiversité, ce n'est pas seulement penser à la nature, c'est aussi préserver l'avenir de l'Homme. Mais comment concilier au mieux le sauvage et les activités humaines ? Longtemps, la seule réponse fut de créer des réserves naturelles dans lesquelles l'Homme était exclu. Ces aires protégées permettent certes d'éviter certaines dégradations, mais uniquement dans des territoires restreints. D'où l'émergence de l'écologie de la réconciliation, qui vise au

contraire à aménager les espaces habités afin qu'ils abritent une plus grande diversité d'espèces. Une autre solution, beaucoup plus récente, consiste à faire payer ceux qui dégradent la nature. Mais ce principe se heurte encore à des problèmes méthodologiques et éthiques. En revanche, l'agriculture et certaines subventions publiques dites pernicieuses, considérées comme nuisibles à l'environnement, pourraient être aisément repensées afin de mieux préserver l'avenir de l'ensemble du vivant sur Terre...

- |  |    |
|--|----|
| <b>1</b> CRÉER DES AIRES PROTÉGÉES :<br>UNE EFFICACITÉ LIMITÉE   | 62 |
| <b>2</b> DONNER UN PRIX À LA NATURE :<br>EST-CE UNE SOLUTION ?   | 64 |
| <b>3</b> REPENSER LES SUBVENTIONS                                | 66 |
| <b>4</b> RÉINVENTER L'AGRICULTURE                                | 68 |
| <b>5</b> PEUT-ON RECRÉER ARTIFICIELLEMENT<br>LA NATURE SAUVAGE ? | 70 |
| <b>6</b> QUE PROTÉGER ET QUE LAISSER DISPARAÎTRE ?               | 72 |
| <b>7</b> RÉCONCILIER L'HOMME ET LA NATURE                        | 74 |

### POINTS DE VUE D'EXPERTS

Prendre en compte les pratiques des populations locales :  
une nécessité

**Philippe Descola** (anthropologue)

76

Aménagement et utilisation des espaces : deux questions  
clés pour l'avenir de la biodiversité en France

**Jean-Dominique Lebreton** (écologue)

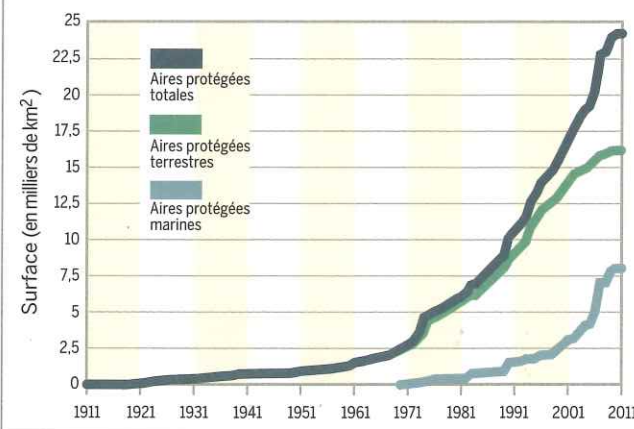
77

## CRÉER DES AIRES PROTÉGÉES : UNE EFFICACITÉ LIMITÉE

### De plus en plus d'aires protégées

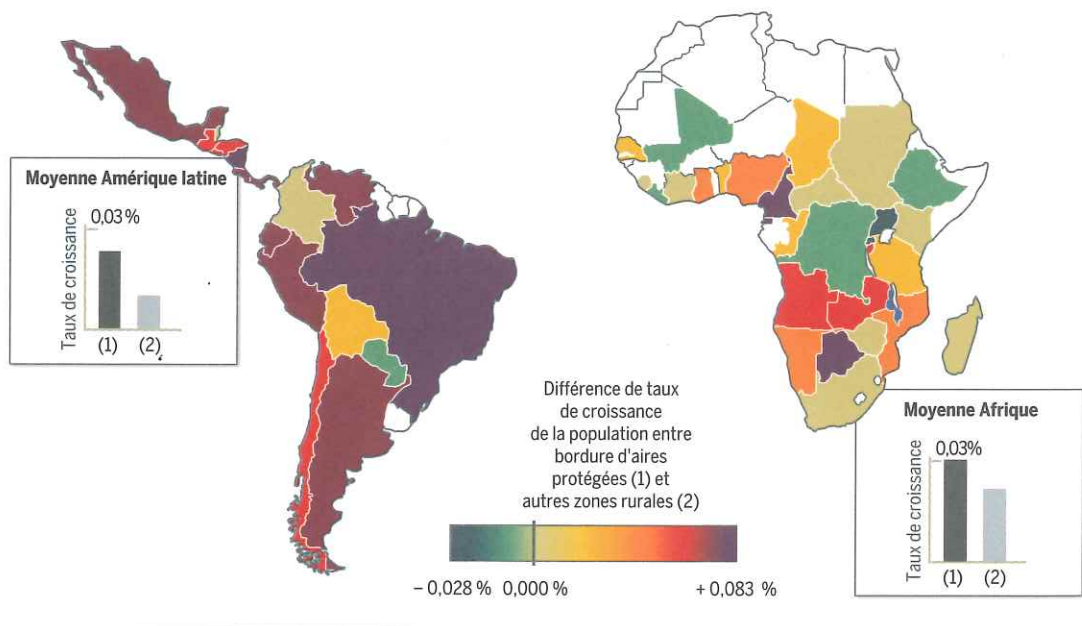
La première création d'une aire protégée remonte à 1872, avec celle du Parc national de Yellowstone aux États-Unis. Cent quarante ans plus tard, quelque 157 000 zones géographiques sont désignées comme aires protégées, allant de la réserve intégrale, où l'Homme est seulement admis comme visiteur, jusqu'aux parcs régionaux où les activités humaines sont autorisées, en passant par les monuments naturels, comme la dune du Pilat, où seuls certains éléments sont protégés. En trente ans, le nombre d'aires protégées a augmenté de 500 % et leur surface s'agrandit en moyenne de 40 millions d'hectares chaque année. ●

LA SURFACE TOTALE DES AIRES PROTÉGÉES AUGMENTE DEPUIS 1872



### LES AIRES PROTÉGÉES ATTIRENT LES HABITANTS

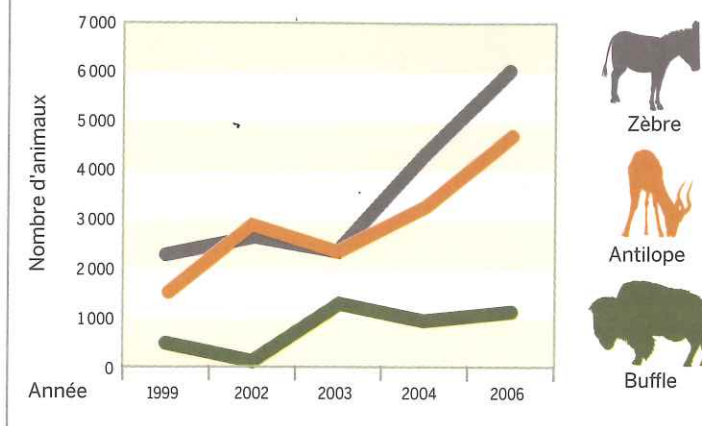
En bordure des aires protégées d'Afrique et d'Amérique latine, l'accroissement de la population est en moyenne deux fois plus important que dans les autres zones rurales. Ces aires attirent donc les populations en offrant de nouvelles opportunités économiques. Mais ces nouveaux peuplements humains sont parfois corrélés à des activités néfastes pour la biodiversité, comme l'exploitation illégale du bois, la chasse ou l'extraction de minerais.



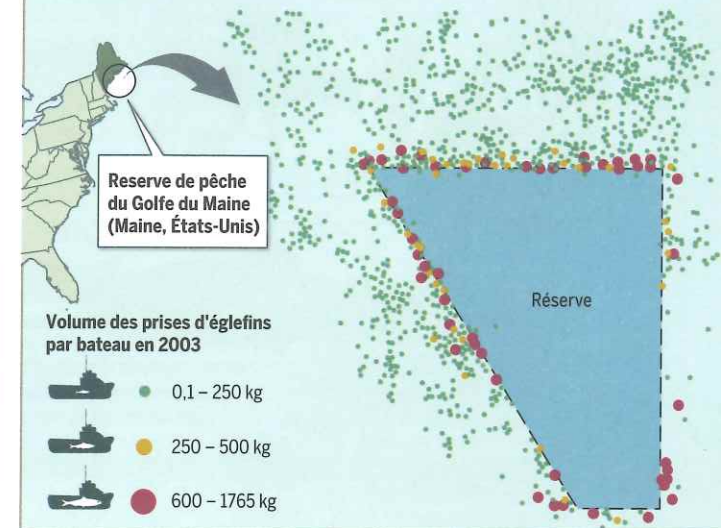
## Quels résultats ?

Aucune donnée quantitative à l'échelle mondiale ne permet de savoir si les aires protégées atteignent effectivement les objectifs de conservation qu'elles se sont fixées... objectifs qui diffèrent considérablement d'une aire à l'autre. Sans compter que, d'après l'Institut mondial des ressources, plus de la moitié de ces réserves auraient une gestion peu ou pas efficace. De nombreux exemples montrent toutefois que les zones protégées ont un impact positif sur la biodiversité, notamment en domaine marin. Finalement, le principal défaut de ces aires est leur taille : plus de la moitié font moins de 10 km². De surcroît, ces territoires sont focalisés sur certains habitats ou certaines espèces phares, laissant de côté des écosystèmes entiers, comme les prairies tempérées, les forêts boréales, ou encore la haute mer. Conséquence : plus de 20 % des espèces en danger d'extinction se trouvent hors de toute aire protégée. ●

L'ÉVOLUTION DES EFFECTIFS DE QUELQUES ESPÈCES DANS LE PARC NATIONAL DU LAC MBURU EN OUGANDA



L'EFFICACITÉ D'UNE RÉSERVE MARINE PEUT ÊTRE JAUGÉE... AUX RENDEMENTS DES PÊCHES DANS SON VOISINAGE IMMÉDIAT. Aux États-Unis, entre 2001 et 2003, 73 % des églefins ont été pêchés dans une zone de 5 km autour des 5 aires marines protégées du golfe du Maine.



### UNE HISTOIRE

### L'hyperfréquentation : revers de la médaille ?

**Les aires protégées attirent les touristes** : un avantage pour l'économie locale, mais pas forcément pour la biodiversité. Prenons le cas du Great Smoky National Park aux États-Unis, l'une des aires protégées les plus fréquentées au monde (9 millions de visiteurs chaque année). Le flot humain entraîne des problèmes d'érosion des sols, mais aussi l'introduction

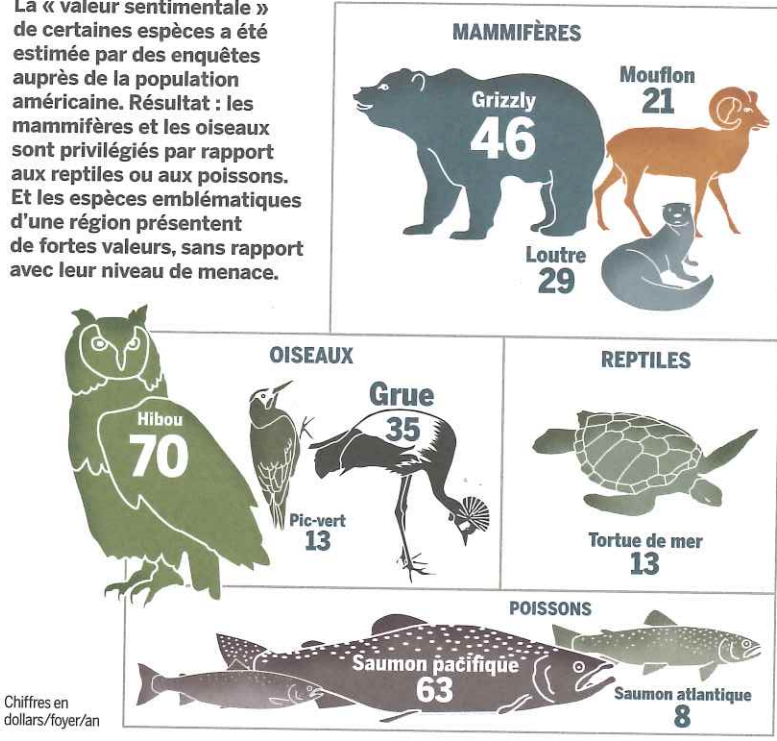
accidentelle d'espèces invasives (voir p. 44). Ainsi, au début des années 2000, un puceron d'origine asiatique a infesté la plupart des arbres et tué certains d'entre eux. Après avoir recouru aux insecticides, les gestionnaires du parc ont relâché des prédateurs naturels de ce puceron : des abeilles... japonaises. Introduire des espèces exotiques pour préserver une aire protégée d'une espèce invasive : cette situation ubuesque est loin d'être exceptionnelle...

## DONNER UN PRIX À LA NATURE : EST-CE UNE SOLUTION ?

### Faire entrer la biodiversité dans l'économie de marché ?

COMBIEN SERIEZ-VOUS PRÊT À PAYER CHAQUE ANNÉE ?

La « valeur sentimentale » de certaines espèces a été estimée par des enquêtes auprès de la population américaine. Résultat : les mammifères et les oiseaux sont privilégiés par rapport aux reptiles ou aux poissons. Et les espèces emblématiques d'une région présentent de fortes valeurs, sans rapport avec leur niveau de menace.



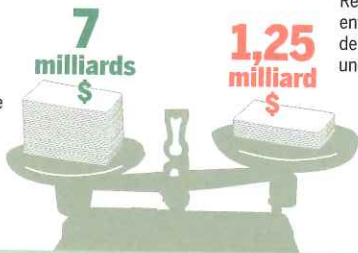
Chiffres en dollars/foyer/an

De plus en plus d'organismes publics (ministère de l'Écologie en France) et privés (IUCN notamment) tentent d'évaluer la valeur des écosystèmes ou, plus exactement, de chiffrer la perte qu'engendrerait leur destruction. Objectif : rendre coûteux les comportements et les projets qui dégradent la nature et, à l'inverse, valoriser les démarches respectueuses de l'environnement. Louable... mais de nombreuses difficultés se présentent. À commencer par l'identification de tous les services rendus par la nature et l'attribution d'une valeur monétaire à chacun. Certains services (la stabilisation du sol par une forêt par exemple) sont pour l'heure impossibles à chiffrer.

EN BREF

LE PRIX D'UN SERVICE ÉCOLOGIQUE : L'EAU POTABLE DE NEW YORK

Installation et entretien d'un système de filtration technologique



Restauration et entretien de 5 000 km<sup>2</sup> de forêts exerçant une filtration naturelle

0,07 euros par m<sup>2</sup>

de plages souillées. C'est le montant de l'indemnisation accordée en 2010 par la cour d'appel de Paris aux communes touchées par la marée noire de l'Erika



## Payer pour préserver la biodiversité ?

Au lieu de taxer les actions qui détruisent la nature, un nouveau concept propose au contraire de subventionner les efforts visant à protéger les services rendus par les écosystèmes. Par exemple, une entreprise qui commercialise l'eau d'une source naturelle paie les agriculteurs pour qu'ils ne répandent pas d'engrais susceptibles de polluer l'eau. Ces paiements pour les services environnementaux (PES) se multiplient dans le monde et représentent une source intéressante de financement pour la biodiversité, avec toutefois le risque de ne protéger que les écosystèmes les plus lucratifs pour l'Homme.



UNE HISTOIRE

### 2,5 milliards d'euros pour sauver la forêt du Yasuni

En Équateur (Amérique du Sud), une énorme réserve de pétrole a été détectée dans un parc national situé dans la forêt amazonienne du Yasuni, une zone dont la biodiversité est particulièrement riche. En 2005, le gouvernement équatorien a fait la proposition suivante : si, pendant treize ans, la communauté internationale lui reverse la moitié de ce que cette exploitation pétrolière lui rapporterait – soit quelque 2,5 milliards d'euros en tout – l'Équateur laisse son or noir sous terre. Ses arguments ? L'Équateur n'est en rien responsable de l'érosion globale de la biodiversité et le pays a cruellement besoin d'argent. Pour l'heure, la somme est encore loin d'avoir été réunie...

### Fixer un prix n'empêche pas les dégradations...

Quand bien même les scientifiques parviendraient à fixer, de façon plus ou moins précise, un prix pour tous les éléments de la nature, cela empêcherait-il leur dégradation ? Rien n'est moins sûr. Souvent, le prix qui serait à payer pour la dégradation des services écologiques reste négligeable face aux enjeux financiers des projets susceptibles de les dégrader. Dans ce cas, l'obligation de compenser les atteintes à l'environnement peut se transformer en un droit à détruire contre quelques billets verts.

### LES SERVICES RENDUS PAR UNE FORÊT À MADAGASCAR



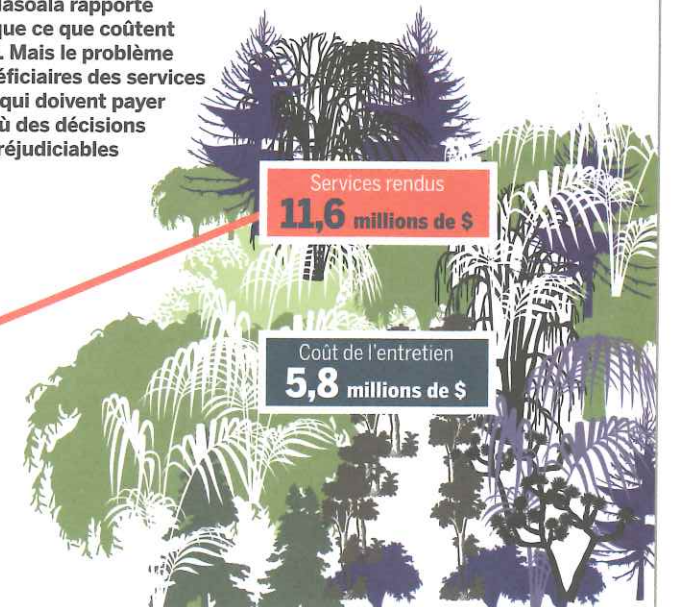
La forêt du Parc national de Masoala rapporte chaque année deux fois plus que ce que coûtent son entretien et sa protection. Mais le problème est que, bien souvent, les bénéficiaires des services écologiques ne sont pas ceux qui doivent payer les coûts de conservation. D'où des décisions locales qui peuvent s'avérer préjudiciables pour les écosystèmes.

#### Nature des services rendus

- Médicaments 1,6 M \$
- Contrôle de l'érosion 380 000 \$
- Stockage du carbone 110 000 \$
- Produits forestiers 4,3 M \$
- Loisirs 5,2 M \$

Services rendus 11,6 millions de \$

Coût de l'entretien 5,8 millions de \$



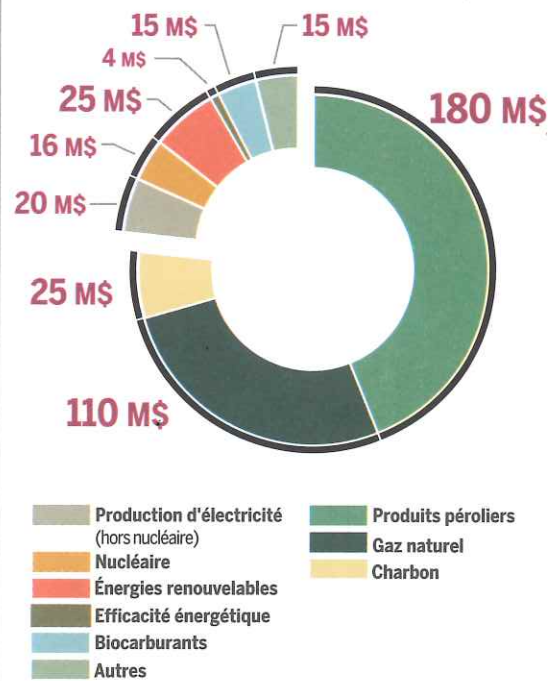
## REPENSER LES SUBVENTIONS

### Des subventions « pernicieuses »

De nombreuses subventions publiques (nationales et supranationales) ont des effets collatéraux négatifs sur la biodiversité en encourageant sa consommation, voire sa destruction. Parmi ces subventions dites pernicieuses, certains financements agricoles européens poussent les éleveurs à posséder le plus grand nombre d'animaux possible, ce qui induit un surpâturage et des problèmes de pollution. D'autres favorisent les cultures consommatrices en eau (maïs, coton). Certains pays, comme l'Inde ou la France, subventionnent également l'utilisation d'engrais. Enfin, la plupart des nations allouent des subventions aux énergies fossiles, afin d'en réduire le coût et de soutenir l'activité économique. ●

#### L'INÉGALE RÉPARTITION DES SUBVENTIONS ALLOUÉES AU SECTEUR DE L'ÉNERGIE DANS LE MONDE

(données 2011). M\$ : milliards de dollars.



#### QUELQUES EXEMPLES DE SUBVENTIONS « PERNICIEUSES » EN FRANCE

Subventions	Effets pernicieux
Taux de TVA réduit sur certains produits phytosanitaires et engrais à usage agricole	Minore le coût de ces produits et incite à leur utilisation
Exonération de taxe professionnelle pour les travaux d'irrigation	Minore le coût de l'irrigation et incite à consommer de l'eau ainsi qu'à l'extension de cultures gourmandes en eau
Déductibilité des travaux d'arrachage de haies de l'impôt sur le revenu	Incite à supprimer des éléments importants des écosystèmes et paysages
Exonération de taxe professionnelle pour les concessionnaires de mines	Incite à la recherche de gisement de pétrole ou de gaz offshore, alors que leur impact sur le milieu aquatique est de plus en plus documenté
Taxation réduite du gazole à l'usage agricole	Désavantage l'agriculture biologique ou l'agriculture extensive, moins mécanisées que l'agriculture intensive

### Des conséquences lourdes

Les subventions « pernicieuses » soutiennent des activités néfastes pour l'environnement, aux dépens d'activités respectueuses de la nature. Elles découragent également la recherche de solutions alternatives. En 2007, les subventions aux énergies alternatives dans le monde étaient par exemple 7 fois moins importantes que celles allouées aux énergies fossiles. L'ensemble de ces subventions portant atteinte à la biodiversité était estimé à 142 milliards d'euros (200 milliards de dollars) par an en 2007 dans le monde, soit 10 fois plus que les dépenses consacrées à la conservation de la nature... Leur suppression fait partie des objectifs du nouveau plan stratégique 2011-2020 de la Convention sur la diversité biologique (CDB), le traité international pour la conservation de la nature ratifié par près de 160 pays. ●

#### EN BREF

**-10 %**

C'est la baisse des émissions de gaz à effet de serre attendue en 2050 si les subventions aux combustibles fossiles étaient supprimées.

En France, environ **1,5 milliard d'euros** sont dépensés chaque année pour la préservation des écosystèmes, dont 610 millions d'euros pour la gestion des espaces protégés.

Montant mondial des subventions pernicieuses en 2007 : **142 milliards d'euros**

Montant mondial des aides à la préservation de la nature en 2008 : **9,5 à 14,5 milliards d'euros**

PIB mondial en 2011 : **90 000 milliards d'euros**

### Les « subventions pernicieuses » vident la mer

#### UNE HISTOIRE

Les flottes de pêche industrielles, qui sont moins sélectives et consomment plus de carburant que les pêcheries artisanales, sont les plus aidées au niveau national, européen ou mondial.

Ainsi, sur les 22 à 25 milliards d'euros dépensés chaque année dans le monde pour aider ce secteur, 80 % irait aux pêcheries industrielles. Ces aides leur permettent de poursuivre une activité dans des zones où le poisson se fait désormais rare, même si cela n'est plus rentable, ce qui accroît davantage l'épuisement des stocks.

#### PÊCHE INDUSTRIELLE ET PÊCHE ARTISANALE : UNE COMPARAISON

	Pêche industrielle	Pêche artisanale
<b>Captures</b> (en millions de tonnes/an)	65 (dont 50 % pour l'aquaculture et l'élevage)	30 (consommation humaine directe)
<b>Déchets</b> (captures indésirables, en millions de tonnes/an)	8 à 20	Négligeables
<b>Consommation de fioul</b> (en millions de tonnes/an)	37	5
<b>Nombre de pêcheurs</b>	500 000	12 millions
<b>Subventions annuelles</b>	22-25 milliards d'euros	5 milliards d'euros

# RÉINVENTER L'AGRICULTURE

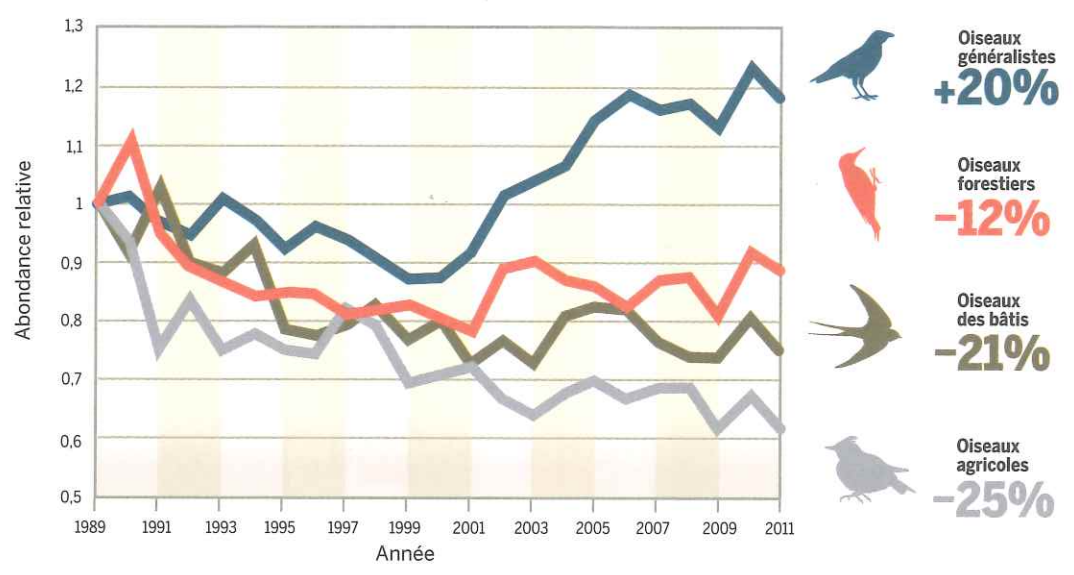
## L'agriculture et le sauvage ne font pas bon ménage

Ne serait-ce que par l'étendue des terres qu'elle occupe, l'agriculture est probablement devenue l'un des plus grands ennemis du sauvage. Des chercheurs européens ont ainsi estimé que la conversion dans le monde de

46 millions de km<sup>2</sup> de forêts en espaces cultivés depuis le Néolithique avait entraîné la perte d'environ 25 milliards d'oiseaux, faute d'habitat et de ressources. En outre, les pratiques agricoles intensives (associées à un usage

accru d'engrais ou de pesticides, à la disparition des haies, à l'uniformisation des paysages agricoles...) contribuent à l'érosion de la biodiversité, ainsi qu'à la pollution des eaux et du sol. •

L'ÉVOLUTION DES POPULATIONS D'OISEAUX COMMUNS EN FRANCE DEPUIS 1989  
Les populations caractéristiques des milieux agricoles (alouette des champs, buse variable, faucon crécerelle, bergeronnette printanière, fauvette grise...) ont connu la plus forte régression.



**EN BREF**

**0,9%**  
des surfaces agricoles mondiales sont bio (3,5% en France) en 2011

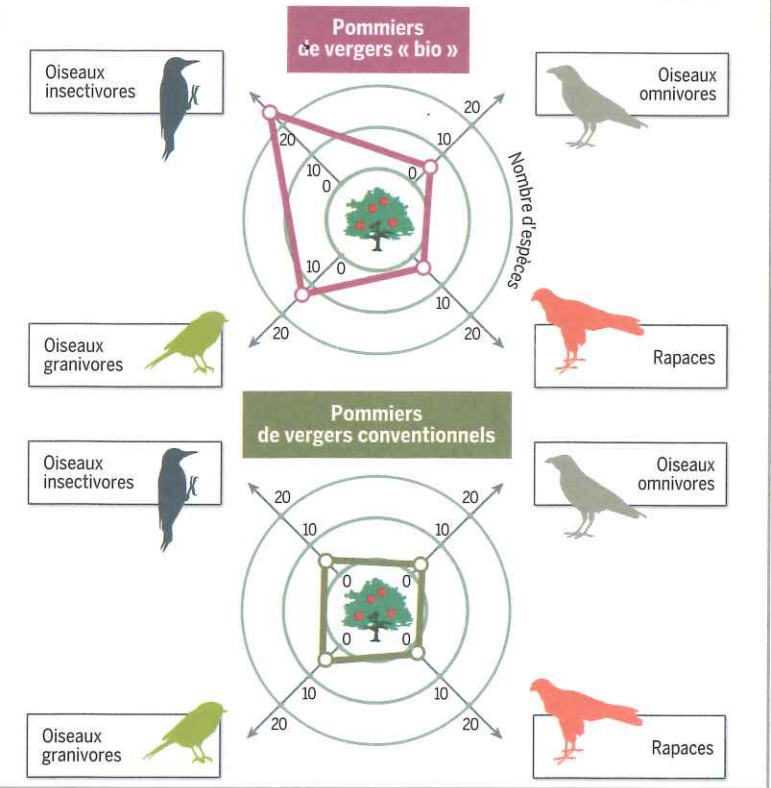
**62700 tonnes**  
de pesticides ont été utilisées en France en 2011 (4<sup>e</sup> consommateur mondial)

**2,5 millions de tonnes**  
C'est la quantité de pesticides répandue dans le monde en 2008

## Faire de l'agriculture un allié de la biodiversité

De plus en plus d'experts suggèrent d'abandonner le modèle dominant de l'agriculture intensive pour des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Car certains systèmes de production limitent les effets néfastes sur la biodiversité. C'est le cas de l'agriculture biologique. Une méta-analyse de 180 études a ainsi montré que, dans les exploitations pratiquant l'agriculture biologique, le nombre d'espèces d'oiseaux et d'organismes du sol est en moyenne 30 % supérieur à celui des exploitations conventionnelles. D'autres pratiques agricoles permettent de limiter l'érosion de la biodiversité, voire d'inverser la tendance, notamment la conservation des haies et bosquets sur les terres cultivées, la diminution du nombre d'animaux par hectare ou encore la réduction du labour, grand perturbateur de la faune du sol. •

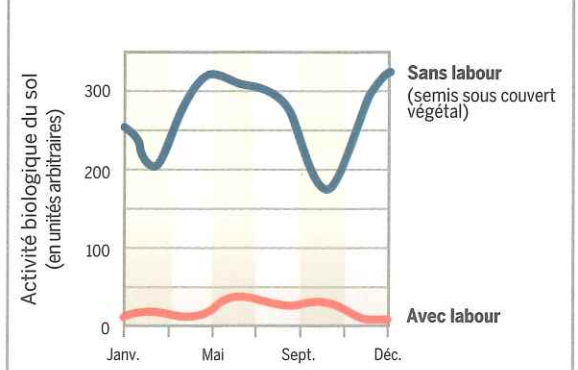
LES OISEAUX PRÉFÈRENT LE BIO  
Durant quatre ans, des chercheurs ont compté le nombre d'oiseaux dans différents vergers de pommiers du sud de la France. Résultat : les cultures biologiques attirent 4 fois plus d'oiseaux que les cultures conventionnelles.



### UNE HISTOIRE L'agro-écologie, ou la révolution doublement verte

En participant à la transformation de la matière organique, la faune du sol (arthropodes, vers de terre, micro-organismes) contribue grandement à sa fertilité. Initiée dans les années 1970, l'agro-écologie vise notamment à utiliser cette biodiversité des sols pour développer la fertilité des terres cultivées. L'une des approches de l'agro-écologie consiste à semer directement dans les résidus de la culture précédente, sans labourer la terre. Cette pratique permet d'augmenter le contenu en matière organique des sols, de préserver leur faune et, ainsi, d'en améliorer la fertilité. Par ailleurs, ce système réduit le temps de travail, la consommation de carburant liée au labour ainsi que les besoins en engrais et en pesticides. Certains experts estiment qu'il s'agit de l'une des meilleures options pour nourrir durablement une planète qui va gagner plus de 2 milliards d'habitants d'ici à 2050.

ÉVOLUTION DE L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE D'UN SOL D'UN CHAMP SUIVANT QU'IL EST OU NON LABOURÉ



# PEUT-ON RECRÉER ARTIFICIELLEMENT LA NATURE SAUVAGE ?

## LES RÉSULTATS DE QUELQUES PROJETS DE RESTAURATION D'ESPÈCES SAUVAGES DANS LE MONDE



**Ours brun (France, Pyrénées)**  
Depuis 1996, huit ours slovènes ont été relâchés dans les Pyrénées centrales. Aujourd'hui, la population des ours pyrénéens est estimée entre 14 et 18 individus.



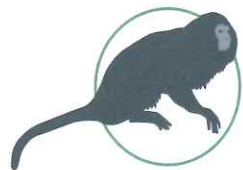
**Gypaète barbu (France, Alpes)**  
Le dernier individu sauvage a été tué en 1913. Près d'une centaine d'oiseaux élevée en captivité ont été relâchés depuis 1987. Plus d'une cinquantaine ont survécu, dont certains se reproduisent.



**Loup gris (États-Unis, parc de Yellowstone)**  
Trente loups ont été réintroduits en 1995 dans ce parc d'où ils avaient totalement disparu. Aujourd'hui, ils seraient 371. Pour certains écologues, le retour de ce grand prédateur a redonné vie à la forêt, en freinant notamment l'explosion des wapitis.



**Condor de Californie (États-Unis, Californie)**  
Cet oiseau a failli disparaître dans les années 1980 en raison de la chasse. Un programme de capture des derniers animaux sauvages, d'élevage et de reproduction a permis de réintroduire près d'une centaine de spécimens. Plus de la moitié d'entre eux n'ont pas survécu, victimes d'accidents avec les lignes électriques et d'empoisonnement au plomb.



**Tamarin lion doré (sud-est du Brésil)**  
Dans les années 1970, il ne restait plus que 200 individus sauvages de ce singe. Grâce à un programme d'élevage, de réintroduction et de protection du milieu naturel, les tamarins lions dorés seraient aujourd'hui plus de 1000.



**Addax (Grand erg oriental du Sahara)**  
Les addax ont pratiquement disparu à l'état sauvage. Un projet de réintroduction est prévu pour les prochaines années. En attendant, plusieurs populations captives de ces antilopes sont constituées en Tunisie.



**Lynx (France, Vosges)**  
21 lynx ont été réintroduits dans le massif des Vosges entre 1983 et 1993. La moitié aurait survécu et fondé une population. Mais la population vosgienne reste encore menacée.



**Cheval de Przewalski (Mongolie)**  
Dans les années 1970, le cheval sauvage de Przewalski disparaît des steppes asiatiques. Plusieurs opérations de réintroduction à partir d'individus issus de zoos ont permis de recréer une petite population sauvage de ces chevaux en Mongolie.



**Oryx d'Arabie (Oman)**  
Dans les années 1990, la réintroduction de cette grande antilope en Oman a été présentée comme un succès, mais on s'aperçoit aujourd'hui que ses populations sont à nouveau menacées par le braconnage ou les captures d'animaux vivants pour des collections privées. Une opération d'éducation et de sensibilisation des villageois et braconniers est en cours.



**Création roroua (Nouvelle-Zélande)**  
Cet oiseau endémique de Nouvelle-Zélande fut sauvé in extremis de l'extinction dans les années 1960. Il s'agit d'un des premiers succès des programmes de réintroduction.



**Rhinocéros noir (Afrique du Sud)**  
Plusieurs opérations de réintroduction et de déplacement ont permis aux rhinocéros noirs de ne pas disparaître. Mais leur survie n'est pas encore assurée.



Succès



Echec



En cours



Incertain

exemple : grâce à des opérations de réintroduction, les vautours reviennent en force dans le sud de la France, mais disparaissent par milliers en Espagne et en Inde. •

## Mettre le sauvage sous cloche ?

Au-delà des opérations de réintroduction, une méthode pour recréer du sauvage consiste à acquérir des terres, puis à éliminer toutes les activités humaines. De plus en plus de personnes achètent des espaces naturels, le plus souvent en Amérique du Sud, afin de les conserver ou les restaurer. Ce phénomène ne concerne plus seulement les milliardaires : tout internaute peut désormais acheter quelques parcelles de forêt, de montagne ou d'île... Mais ces mises sous cloche sont parfois mal acceptées par les populations locales et certains gouvernements des pays concernés considèrent ce type d'action comme de l'« écolonialisme ». •



### Le parc du Pléistocène

Recréer la nature sauvage d'il y a plusieurs milliers d'années. Voilà le pari fou d'un écologue hollandais, Frans Vera, qui tente

de reconstruire l'environnement du Pléistocène sur 6 000 hectares, dans une zone marécageuse à l'est d'Amsterdam. Problème : le Pléistocène a duré de - 10 000 à - 2 000 ans et nombre d'espèces de cette époque ont disparu ! Qu'importe, le scientifique a choisi des substituts, comme l'aurochs « reconstitué », résultat de croisements répétés de bovins rustiques censé s'approcher de l'aurochs ancestral. L'objectif n'est pas de créer un centre touristique, mais de participer à la conservation de certaines espèces et de réaliser des expériences scientifiques. Certains chercheurs estiment toutefois qu'introduire ces animaux supposés « ancestraux » dans des paysages modernes n'est pas représentatif des écosystèmes du passé et risque même de causer de nouveaux problèmes : ces « ancêtres » peuvent en effet devenir envahissants ou perturber la vie locale.

**EN BREF**

- Plus de 60%** C'est la proportion des **vertébrés** parmi les espèces réintroduites, alors qu'ils ne représentent que **4%** des êtres vivants sur Terre.
- Environ 700** C'est le nombre d'**opérations de réintroduction** qui seraient en cours dans le monde.

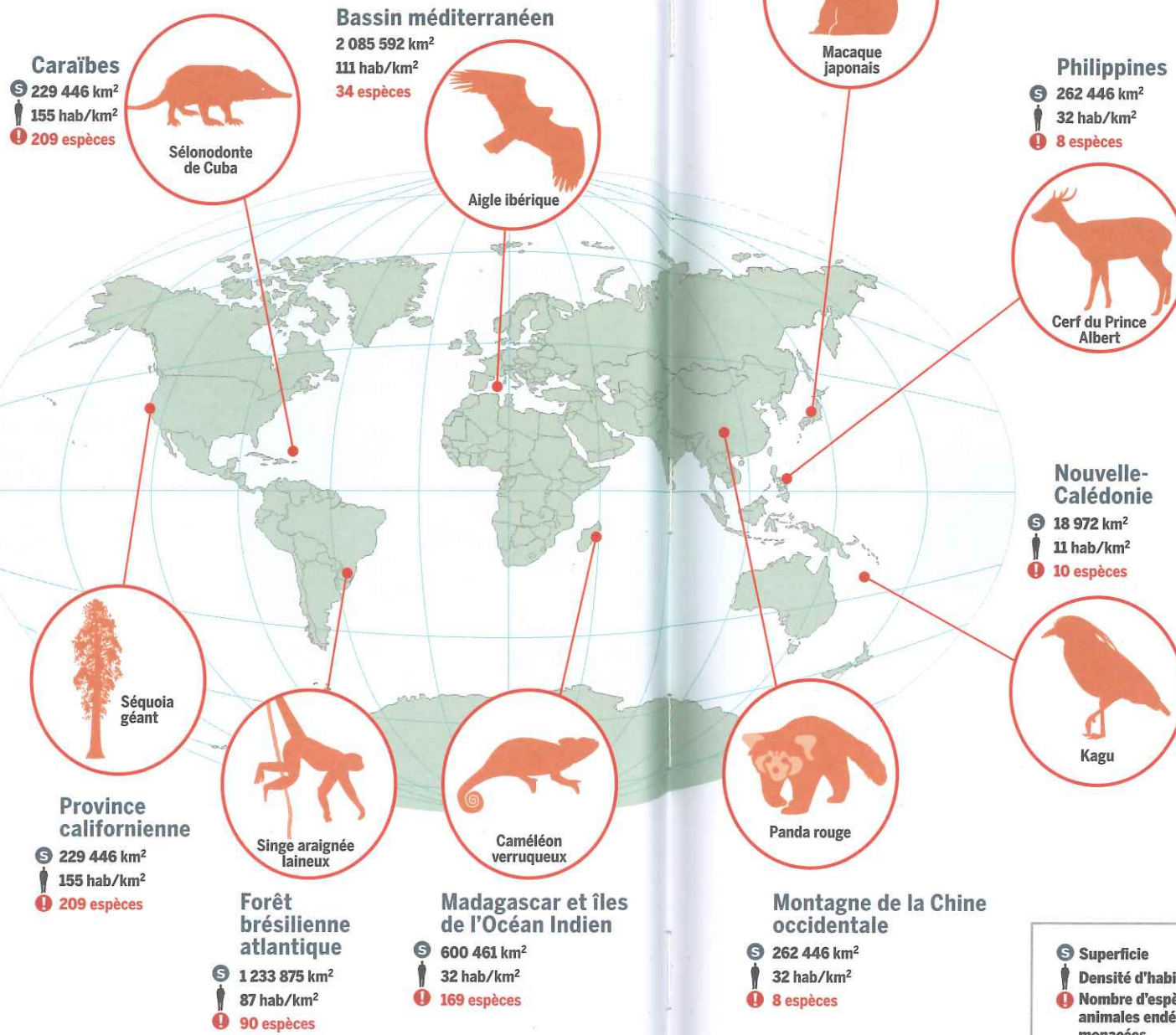
## QUE PROTÉGER ET QUE LAISSER DISPARAÎTRE ?

### Un choix impossible...

Comment protéger au mieux la biodiversité ? Vu les faibles moyens consacrés à la conservation, un constat s'impose : impossible de sauver toutes les espèces. Il faut donc se donner des priorités. Mais lesquelles ? Faut-il sauver les espèces les plus rares ? Celles dont le rôle écologique est primordial ? Celles dont l'histoire évolutive est la plus originale ? Ou bien, au contraire, toutes les espèces sont-elles égales ? Faut-il plutôt sauver un territoire unique ? Ou bien réaliser une étude économique sur l'intérêt pour l'Homme de préserver tel écosystème plutôt qu'un autre ? Les options sont nombreuses et la science ne permet pas encore de faire le tri.

Pour sélectionner les lieux à préserver d'urgence, les chercheurs utilisent souvent la carte des 34 « hotspots » du biologiste Norman Myer. Ces « points chauds » de la biodiversité contiennent au moins 1 500 espèces de plantes vasculaires endémiques (localisées exclusivement sur le territoire concerné) et ont perdu au moins 70 % de leur surface depuis 8 000 ans. Problème : en dehors de ces zones, il devient de plus en plus difficile d'obtenir des financements pour la conservation... •

### QUELQUES « POINTS CHAUDS » DE LA BIODIVERSITÉ



## Préserver les écosystèmes plutôt que les espèces

Les spécialistes s'accordent sur un point : privilégier la protection d'écosystèmes entiers plutôt que de telle ou telle espèce, qui de toute façon ne peut survivre si son milieu de vie est dégradé. Pourtant, la plupart des politiques de conservation sont encore focalisées sur des espèces emblématiques, telles que l'ours polaire, le panda ou le lynx. Ces animaux jouissent en effet d'une immense popularité auprès du grand public et donc, par ricochet, parmi les politiques. Mais ils cachent l'immense majorité de la biodiversité, beaucoup plus petite et donc moins visible. Il n'empêche, ces espèces emblématiques permettent *in fine* de mobiliser des moyens importants qui bénéficieront à l'ensemble de leur écosystème. •

## Préserver l'évolution de la nature

L'objectif final de la conservation n'est pas de maintenir les écosystèmes tels qu'ils sont aujourd'hui. En effet, ces écosystèmes sont le fruit de plusieurs millions d'années d'évolution et sont amenés à évoluer encore face aux variations de l'environnement. Le but n'est donc pas de figer la nature actuelle, comme si elle avait atteint une sorte d'achèvement ultime. Il s'agit de faire en sorte que sa capacité d'adaptation aux changements soit préservée. •

**EN BREF** SELON LES RÉGIONS, LES COÛTS DE LA CONSERVATION DIFFÈRENT

Sumatra	<b>95\$/km² de nature</b> 18 espèces d'oiseaux endémiques 90 habitants/km²
Java/Bali	<b>782\$/km² de nature</b> 24 espèces d'oiseaux endémiques 700 habitants/km²

S Superficie  
 Densité d'habitants  
 I Nombre d'espèces animales endémiques menacées

## RÉCONCILIER L'HOMME ET LA NATURE

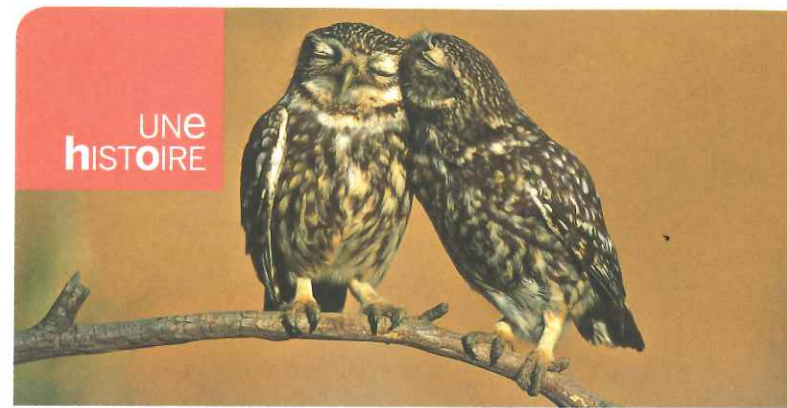
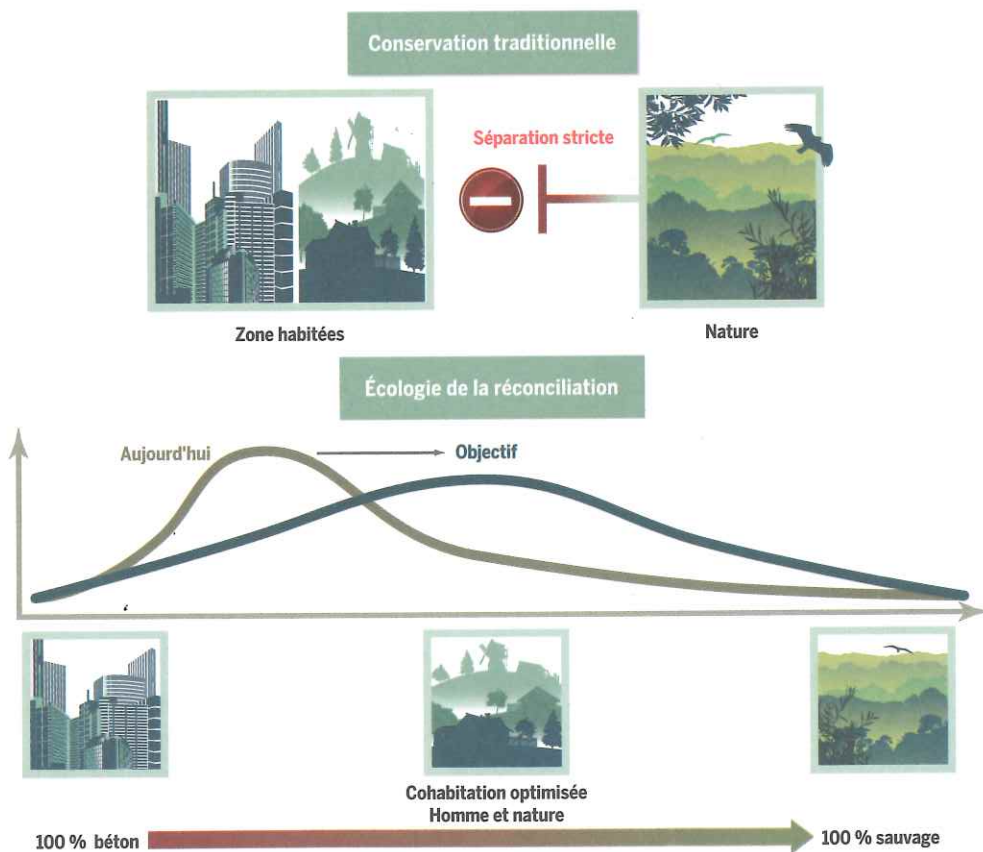
### Préserver aussi les territoires habités

Les premières mesures de protection de l'environnement se sont souvent traduites par l'exclusion des activités humaines de certains territoires et, parfois, par l'expulsion de populations. Mais aujourd'hui, vu la croissance démographique, il devient de plus en plus difficile d'envisager la pré-

servation de la biodiversité uniquement dans des territoires pas ou peu habités. Pour de nombreux écologues, les politiques de conservation doivent désormais élargir leur cible aux territoires habités et aménager ces espaces pour qu'ils accueillent le plus d'espèces possible. •

#### DIFFÉRENTS PRINCIPES DE LA BIOLOGIE DE LA CONSERVATION

Les stratégies de conservation traditionnelles sont principalement fondées sur la dissociation entre zones habitées et zones sauvages. Elles visent à stopper les dégradations de la nature en créant des réserves, ou à restaurer les zones sauvages. L'objectif de l'écologie de la réconciliation est, à l'inverse, de repenser les espaces habités afin qu'ils abritent une diversité d'espèces maximale.

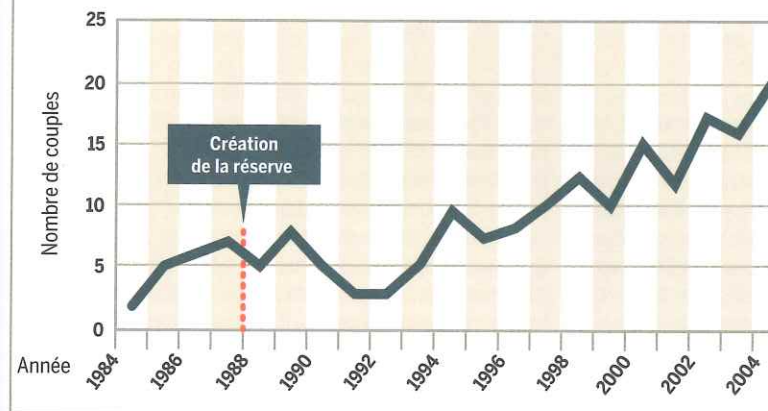


UNE HISTOIRE

### La chouette et le jus de pomme

Suite à l'abandon de nombreuses fermes et à l'intensification de la plupart des exploitations restantes, nombre de vergers à hautes tiges (c'est-à-dire dont les tiges sont à plus de 1,8 mètre au-dessus du tronc) ont disparu. Or ces vergers traditionnels représentent l'habitat principal de la chouette chevêche, qui voit ainsi ses effectifs diminuer depuis plusieurs décennies. La réserve de biosphère des Vosges du Nord a lancé en 2002 un programme visant à réhabiliter ces vergers, grâce à des chantiers de plantation, des contrats d'agriculture durable ou encore une promotion active, notamment via un festival des produits issus des arbres fruitiers : pommes, jus de pomme, cidre, confiture... Résultat : les agriculteurs recommencent à cultiver des vergers à hautes tiges et les populations de chouettes chevêches reviennent !

ÉVOLUTION DU NOMBRE DE COUPLES NICHEURS DE CHOUETTE CHEVÊCHE DANS LA RÉSERVE DE BIOSPHERE DES VOSGES DU SUD



### L'écologie de la réconciliation

Le concept d'écologie de la réconciliation vise non seulement à protéger la biodiversité, mais aussi à améliorer le développement des populations grâce aux services rendus par une nature mieux préservée. Il ne s'agit donc pas de créer des sanctuaires de nature sauvage, mais bien d'utiliser la biodiversité comme un support et un atout supplémentaire pour favoriser le développement de pratiques telles que le tourisme vert, la création de produits locaux ou encore les activités pédagogiques, sportives, associatives et artisanales. Cette approche est notamment mise en œuvre dans les réserves de biosphère de l'Unesco, initiées en 1971, dans les zones Natura 2000 et dans les Parcs naturels régionaux de France. Si aucun suivi mondial au long cours ne permet encore de juger de l'impact général de l'écologie de la réconciliation, de nombreux exemples sont encourageants. Les réserves de biosphère permettent par exemple de développer des certifications et des labels grâce auxquels les produits issus de la biodiversité locale sont mieux valorisés. Toutefois, lorsque les écosystèmes sont particulièrement fragiles et dégradés, la cohabitation avec les activités humaines peut s'avérer négative. Dans ce cas, la création de parcs sanctuaires peut se justifier. •

en BREF

LE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCOLOGIE DE LA RÉCONCILIATION DANS LE MONDE

**610**

C'est le nombre de réserves de biosphères réparties dans 117 pays. Il y en a 11 en France.

**27 000**

C'est le nombre de sites Natura 2000 en Europe, où ils couvrent 18% du territoire. En France, il y a 1753 sites couvrant 12,5% de l'Hexagone

## PHILIPPE DESCOLA

Anthropologue, professeur au Collège de France, directeur d'études à l'EHESS

## Prendre en compte les pratiques des populations locales : une nécessité



Quand on pose la question de la protection de la biodiversité, on est très vite conduit à s'interroger sur la place des populations qui résident dans les régions à protéger. Un peu partout dans le monde, des populations locales ont façonné par leur présence, au fil des millénaires, la structure même de l'environnement. En Amazonie, la « sociologie végétale », c'est-à-dire la façon dont les plantes sont associées, est un effet de la présence humaine et notamment de certaines pratiques horticoles locales datant d'au moins 5000 ans.

« Les populations locales ont façonné par leur présence, au fil des millénaires, la structure même de l'environnement. »

temps, la forêt amazonienne est pour une bonne part le résultat de l'action humaine. Cela pose la question du rôle que l'on va donner aux populations locales qui, non seulement ont façonné cet environnement, mais en vivent.

Au cours du siècle passé, une conception étroite de la protection de la nature a abouti à l'expulsion des populations locales des régions que l'on souhaitait mettre sous cloche. C'est évidemment insupportable, d'autant qu'il faut savoir que notre façon de considérer qu'il y a d'une part des humains, d'autre part un environnement naturel, est liée à l'histoire tout à fait contingente de la pensée en Occident. Il y a quelques siècles, la nature est ainsi devenue pour nous « quelque chose », une réalité complètement à part, séparée des humains. Cette réalité a d'abord été perçue

comme une ressource à maîtriser, une source de richesses à contrôler et un domaine de régularités à comprendre. Mais à mesure que les dégâts provoqués par l'activité humaine étaient plus visibles, nous nous sommes préoccupés de protéger la nature, cela dès la dernière décennie du XIX<sup>e</sup> siècle. Pour pouvoir considérer la nature comme une ressource, puis pour la protéger, il a fallu qu'il y ait cette séparation entre les humains d'un côté et tout le reste de l'autre.

De nombreuses autres cultures ne partagent pas cette conception du monde. Aussi, pour que la protection de l'environnement ait quelques chances de succès, il faudrait, dès que l'on instaure des zones protégées, non seulement prendre l'avis des populations locales et les faire participer activement, mais aussi intégrer leurs valeurs, leurs idées, leurs représentations dans les principes qui gouverneront l'organisation de ces territoires. On éviterait ainsi des conflits entre des organisations écologistes et des populations locales.

Par exemple, les Canadiens ont été affectés du fait que l'Union européenne condamne la chasse aux phoques en expliquant que « cela ne respecte pas les valeurs des Inuits ». Car pour les Inuits, les animaux chassés revivent. Ils sont en quelque sorte une enveloppe, un corps avec une âme du même type que celle des humains. Et si certains rites sont respectés, cette âme se réincorporera immédiatement dans une autre enveloppe. Autrement dit, la chasse n'est

« Il faudrait que les principes gouvernant l'organisation des aires protégées prennent en compte les valeurs, les idées et les représentations des populations locales. »

pas considérée comme une activité barbare. Selon les Inuits, elle traduit l'idée que les animaux éprouvent une compassion pour les humains et donnent leur corps délibérément pour que ces derniers puissent s'en alimenter.

Entre deux mondes aux conceptions et aux sensibilités si différentes, la communication est vite rompue. Tout doit être fait pour que ces mondes communiquent à nouveau, et que les points de vue des populations locales soient pris en considération. ●

## JEAN-DOMINIQUE LEBRETON

Écologue, directeur de recherche au CNRS, membre de l'Académie des sciences

## Aménagement et utilisation des espaces : deux questions clés pour l'avenir de la biodiversité en France



Les zones protégées en France sont l'objet de trop de remises en cause, dans un contexte de grignotage généralisé des espaces porteurs de biodiversité. La reformulation récente de la loi sur les Parcs nationaux peut permettre de créer des parcs plus aisément

que précédemment. Mais elle abaisse les standards des Parcs nationaux français en dessous des standards internationaux, avec des conséquences potentiellement néfastes à la fois pour ces parcs et en termes d'exemplarité. N'oublions pas non plus que les zones non protégées sont l'objet d'enjeux au moins aussi importants, de deux ordres : la politique de l'espace et les activités dans ces espaces.

Les études d'impacts, pour utiles qu'elles soient, ne servent qu'à accompagner la diminution et la fragmentation des surfaces porteuses de biodiversité, sans contribuer à une vue d'ensemble. En revanche, les discussions sur les « trames vertes et bleues » répondent à ce constat alarmant de fragmentation des milieux. Si ces débats sont poursuivis, ils poseront clairement le problème de l'emprise croissante de l'urbanisation diffuse et des infrastructures de transport. Face à ces enjeux, le succès de la politique d'acquisitions de zones côtières par le Conservatoire du littoral et des espaces lacustres justifierait de créer un conservatoire

équivalent pour l'intérieur des terres. Pour ce qui est de l'utilisation des espaces, un réexamen des politiques agricoles et forestières semble inéluctable. Les pratiques agricoles intensives sont associées à une érosion de la biodiversité, avec, par exemple la raréfaction des oiseaux prédateurs des ravageurs ou celle des insectes pollinisateurs... Raréfactions qui risquent d'engendrer un cercle vicieux puisqu'elles poussent vers davantage d'intensification agricole. Le recours aux OGM, avec des risques potentiels mal connus de transferts de gènes à des plantes sauvages et d'apparition rapide de formes de résistance chez les ravageurs, ne serait qu'une composante supplémentaire de cette intensification. Enfin, comme les changements climatiques sont porteurs de graves défis pour la biodiversité, toutes les mesures qui visent à minimiser les rejets de dioxyde de carbone et à atténuer les effets des changements climatiques auront des conséquences positives sur la biodiversité.

« Les études d'impacts, pour utiles qu'elles soient, ne servent qu'à accompagner la diminution et la fragmentation des surfaces porteuses de biodiversité. »

Le débat démocratique sur les questions d'environnement ne fait donc que commencer. Et les sciences de la biodiversité sont prêtes à y apporter leur contribution. ●

# INDEX

Les entrées en gras renvoient à une infographie.

## A

agriculture 34, 38, 66, 68, 69  
agriculture biologique 66, 69  
agro-écologie 69  
air 34, 39  
allochtones (espèces) 44, 45  
aquaculture 9, 47, 67

## B

banque de semences 15  
**BIODIVERSITÉ ACTUELLE : MENACES PESANT SUR ELLE**  
– contamination des ours blancs par les insecticides 39  
– évolution de la déforestation depuis 1990 35  
– évolution de l'état de conservation de quelques groupes 30  
– évolution de l'indice planète vivante 32  
– évolution des populations d'oiseaux en Nouvelle-Zélande 34  
– évolution récente des populations de certaines espèces 33  
– impact de l'homme sur la biodiversité de l'île de Singapour 34  
– nombre d'espèces disparues au xx<sup>e</sup> siècle dans quelques groupes 31  
– nombre d'espèces de mammifères décrites depuis 1758 26  
– nombre d'espèces inconnues dans quelques groupes du vivant 27  
– nombre d'espèces répertoriées dans quelques groupes du vivant 26  
– principales menaces affectant quelques groupes 35  
– proportion d'espèces menacées dans quelques groupes 31  
– biodiversité et agriculture/pêche 68, 69  
– évolution des populations d'oiseaux communs en France 68  
– nombre d'oiseaux dans un verger conventionnel ou bio 69  
– pêche industrielle et artisanale : comparaison 67  
– utilisation des pesticides (France, monde) 68  
biodiversité microbienne 55, 58  
**BIODIVERSITÉ PASSÉE**  
– crises du vivant 29  
– durée moyenne d'existence d'une espèce 28  
– évolution de la biodiversité depuis 540 millions d'années 29  
– nombre d'espèces fossiles pour quelques périodes 29  
biodiversité urbaine (à Paris, à Rennes) 16, 17  
biomimétisme 54, 55  
bioremédiation 54

## C

capital naturel (son importance en fonction de la richesse des pays) 56  
chasse 8, 17, 32, 34, 62, 70, 76

climat 37  
crises de la vie 29, 30

## D

débiteurs et créditeurs écologiques (planisphère) 57  
déforestation 35  
dette écologique 57  
**DOMESTICATION DES ESPÈCES ANIMALES ET VÉGÉTALES**  
– caractéristiques comparées espèces domestiques/ancêtres sauvages 10  
– densité des animaux d'élevage (monde) 11  
– foyers de domestication 8  
– menaces sur les races animales domestiquées 14  
– nombre d'espèces domestiquées depuis le Néolithique 9  
– nombre de variétés cultivées en France 13  
– nombre de races de bovins, de moutons, de lapins 13  
– plantes domestiquées à partir de la moutarde sauvage 12  
– population mondiale de quelques animaux d'élevage 11  
– récolte annuelle de quelques plantes cultivées 11  
– vitesse de domestication (blé) 9

## E-F

écologie de la réconciliation 61, 74, 75  
effet de dilution 51  
empreinte écologique (du monde, par pays) 20-21  
énergies alternatives 67  
énergies fossiles 56, 66, 67  
espèce envahissante 34, 35, 38, 44, 45, 63  
espèce généraliste 45  
**ESPÈCES ALLOCHTONES/INVASIVES**  
– impact de l'algue *Caulerpa taxifolia* sur la biodiversité marine 44  
– invasions biologiques en France depuis le Néolithique 44  
– nombre d'espèces allochtones en Europe 45  
espèce endémique 71, 72, 73  
espèces migratrices 33  
extinction 14, 25, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 53, 63, 71  
faune du sol 69

## H-I-J

habitat 18, 19, 28, 30, 33, 34, 35, 45, 51, 59, 63, 68, 75  
haie 46, 58, 66, 68, 69  
hybridation 12  
index de spécialisation de quelques oiseaux 45  
infrastructures de transport 19, 77  
invasive (espèce) 34, 35, 38, 44, 45, 63  
jour du dépassement 20

## L-M

labour 69  
liste rouge de l'UICN 30, 31  
maladie 15, 28, 32, 43, 50, 51  
médecine traditionnelle 53, 56  
médicament 43, 52, 53  
monuments naturels 62

## O-P

océan 28, 38, 40, 72  
OGM (pays producteurs, surfaces cultivées) 13  
ordures (production par habitant) 21  
paiements pour les services environnementaux 65  
Paléolithique 8  
parcs régionaux 62  
pêche 20, 33, 34, 35, 47, 49, 63, 67  
pesticides 68, 69  
pharmacie verte 52  
phytosanitaires (produits) 16, 66  
pluies acides 39  
polluants organiques persistants 39  
population mondiale 18

## PROTECTION DE LA BIODIVERSITÉ

– dernières zones sauvages du monde (planisphère) 38  
– différents principes de biologie de la conservation 74  
– évolution de la population en bordure des aires protégées 62  
– évolution de la surface des aires protégées dans le monde 62  
– exemples d'effets des réserves sur les populations animales 63, 75  
– évolution de la surface des aires protégées dans le monde 62  
– quelques points chauds de la biodiversité dans le monde 72-73  
– résultats de quelques projets de restauration d'espèces sauvages dans le monde 70-71

## R

race 12, 13, 14, 15, 59  
**RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET SES EFFETS**  
– déplacement de l'aire de répartition de quelques animaux 36

– évolution de la date d'apparition des premières feuilles des chênes 36  
– modélisation de l'évolution de la répartition du hêtre et du chêne vert en France 37

récifs coralliens 49  
réseaux routiers et maritimes dans le monde 19  
réserve de biosphère 75  
réserve intégrale 62  
réservoir 50, 51

## S

sécurité alimentaire 15  
sélection 10, 12, 23, 54  
semences 12, 15  
**SERVICES RENDUS PAR LES ÉCOSYSTÈMES**  
– comparaison des services rendus par des écosystèmes transformés ou non 49  
– comparaison des services rendus par une culture intensive ou extensive 47  
– estimation des services rendus par la forêt française 48  
– évolution des captures dans l'Atlantique nord-ouest 47  
– évolution de la part des médicaments d'origine naturelle 53  
– origine des nouvelles molécules médicamenteuses 52  
– estimation des services rendus par une forêt de Madagascar 65  
– prix d'un service écologique : eau potable New York 64  
sol 19, 22, 27, 35, 38, 39, 46, 54, 58, 63, 64, 68, 69  
spéciation 28, 29  
**SUBVENTIONS ET BIODIVERSITÉ**  
– répartition des subventions allouées au secteur de l'énergie 66  
– subventions pernicieuses 66

surexploitation 34, 35, 47  
surface consommée par l'habitat en France 18-19  
surface terrestre disponible par habitant 18

## T

température moyenne mondiale 37  
terres artificialisées 18  
trafic aérien et routier (évolution) 19  
tropiques 27, 32

## V-Z

variété 12, 13, 14, 15, 23, 49  
viande (consommation par habitant) 21  
zones sauvages du monde (planisphère) 38

## QUELQUES RÉFÉRENCES UTILES À PROPOS DE LA BIODIVERSITÉ

### SITES INTERNET

- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)  
www2.ademe.fr
- Comité mondial de l'énergie  
www.worldenergy.org
- Convention sur la diversité biologique (CDB)  
www.cbd.int
- Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (millennium ecosystem assessment)  
www.maweb.org
- Global environment outlook (GEO-UNEP)  
www.unep.org/geo
- Global footprint network  
www.footprintnetwork.org
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)  
www.ipcc.ch
- Institut français de la biodiversité  
www.biodiversite-sbstta.org

- « L'homme et la biosphère » de l'UNESCO  
www.unesco.org/mab
- Living planet report (WWF)  
www.panda.org
- Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie  
www.developpement-durable.gouv.fr
- Organisation mondiale de la santé (OMS)  
www.who.int/fr
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)  
www.fao.org
- Service de l'observation et des statistiques du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie (SOeS)  
www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr
- The World Database on Protected Areas (wpda)  
www.wdpa.org
- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)  
www.uicnredlist.org

### OUVRAGES

- Barbault R., *Un éléphant dans un jeu de quille*, Seuil, 2006
- Blandin P., *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, Quae, 2009
- Boutaud A. et Gondra N., *L'empreinte écologique*, La Découverte, 2009
- Chevassus-au-Louis B., *Rapport « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes »*, 2009. Téléchargeable sur [www.ladocumentationfrancaise.fr](http://www.ladocumentationfrancaise.fr)
- Couvet D. et Teyssède-Couvet A., *Écologie et biodiversité*, Belin 2010
- Dorst J., *Avant que nature meure*, Delachaux et Niestlé/MNHN (rééd. 2012)
- G. Lecointre et H. Le Guyader, *Classification phylogénétique du vivant*, Belin (tome 1 : 2006 ; tome 2 : 2013)
- Gould S. J., *L'éventail du vivant : le mythe du progrès*, Seuil, 2001
- Jacquet P. et Tubiana L. (dir.) *Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*, ADPF, 2004

- La ligue Roc (coord.), *Humanité et biodiversité. Manifeste pour une nouvelle alliance*, Descartes et Cie, 2009
- Lévêque C., *La biodiversité au quotidien, le développement durable à l'épreuve des faits*, Quae/IRD, 2008
- Pascal M., Lorvelec O. et Jean-Denis Vigne J.-D., *Invasions biologiques et extinctions. 11 000 ans d'histoire des vertébrés en France*, Belin/Quae, 2006
- Tardieu V., *Vive l'agro-révolution française*, Belin, 2012
- de Wever P., David B., Néraudeau D., *Paléobiosphère, Regards croisés des sciences de la vie et de la terre*, MNHN/Société géologique de France/Vuibert, 2011
- Wilson E. O., Seuil, 2003
- *Biodiversité, Regards sur la Terre*, Les presses de Science Po, 2008

LES SOURCES COMPLÈTES DES DIFFÉRENTES INFOGRAPHIES ET DONNÉES EN BREF SONT DISPONIBLES SUR LE SITE INTERNET DES ÉDITIONS BELIN  
[WWW.EDITIONS-BELIN.COM](http://WWW.EDITIONS-BELIN.COM)



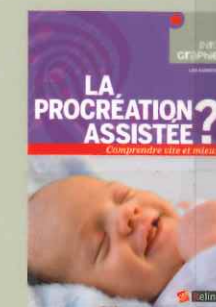
Imprimé en France par Chirat - 42540 Saint-Just-la-Pendue  
N° d'édition : 005692-01 - N° d'imprimeur : 201307.0014  
Dépôt légal : août 2013



POUR SE FAIRE SON OPINION SUR DE GRANDES QUESTIONS DE SOCIÉTÉ

Dans la même collection

### LA PROCRÉATION ASSISTÉE?



### LE CANNABIS?



Ce que le Web ne vous apportera jamais