

The image is a composite of three horizontal panels. The top panel shows a close-up of a bright yellow sunflower head. The middle panel shows a child's legs from the knees down, wearing dark pants and bright pink rubber boots, standing on a grassy field. The bottom panel shows the same child's legs and boots, but the background is a blurred, light-colored surface, possibly water or a path. The text is overlaid on these panels.

**LA BIODIVERSITÉ**

**COMPRENDRE**

**POUR MIEUX AGIR**



## Edito

Notre façon de considérer la nature a beaucoup évolué avec le temps. Se battant continuellement contre elle pour survivre à la faim, aux maladies, aux agressions par les crocs, les griffes et les dards, l'humain a naturellement commencé par considérer son environnement comme étant hostile. Sorti de plus en plus souvent vainqueur de ces confrontations, il est passé du stade du contrôle de la nature à celui de son exploitation. Ce n'est que tardivement qu'il a commencé à réaliser l'importance de « vivre » avec la nature, c'est-à-dire de l'exploiter sans en compromettre la pérennité.

Si l'on a conscience depuis la nuit des temps des biens que nous procure la biodiversité, il est une autre catégorie de valeurs d'usage direct dont nous n'avons conscience que depuis quelques décennies. On les appelle les services des écosystèmes. Les écosystèmes, par la biodiversité qu'ils renferment et qu'ils constituent, purifient l'air que nous respirons, l'eau que nous buvons et la terre dont nous tirons notre alimentation. Ils sont responsables de la teneur actuelle en oxygène dans l'atmosphère, de la tenue des sols et ils protègent l'érosion des zones côtières et les frontières des déserts. Ils maintiennent les cycles de régulation du climat, réduisent la sévérité des sécheresses et des inondations. Ils recyclent les éléments nutritifs, décomposent les corps et biodégradent les déchets, rendant fertiles les sols. La diversité des insectes permet la pollinisation. Sans eux, la plupart des plantes ne pourraient pas se reproduire.

La biodiversité nous fournit, par le biais des services écologiques, les conditions favorables à la vie sur la Terre, alors préservons-la.

Franck Courchamp  
Extrait du livre *l'Écologie pour les nuls*, First, 2009.

- p02** - Edito
- p03** - Introduction
- p05** - Chap 1. *La biodiversité, qu'est ce que c'est ?*
- p09** - Chap 2. *La biodiversité, d'où ça vient ?*
- p15** - Chap 3. *Biodiversité : combien d'espèces et comment les classer ?*
- p23** - Chap 4. *Quels sont les grands rôles de la biodiversité ?*
- p33** - Chap 5. *Zoom: la biodiversité dans notre cuisine*
- p41** - Chap 6. *Biodiversité érodée et conséquences*
- p53** - Chap 7. *Comment faire équipe avec le monde vivant ?*
- p62** - Conclusion
  
- p64** - Fiche chap 1. *La biodiversité et moi*
- p66** - Fiche chap 2. *Le bec des d'oiseaux*
- p68** - Fiche chap 3. *La classification*
- p70** - Fiche chap 4. *La pollinisation*
- p72** - Fiche chap 5. *La biodiversité invisible à notre service*
- p74** - Fiche chap 6. *Marée noire et biodiversité*
- p76** - Fiche chap 7. *Nos choix en tant que consommateur*
  
- p78** - *Pour aller plus loin...*



# INTRODUCTION

Jusqu'à présent, aucune trace ou forme de vie n'a été détectée ailleurs que sur la planète Terre. L'avenir nous dira peut-être si la vie existe ailleurs. Mais sur Terre, elle est bien là! On parle de diversité biologique pour rendre compte de la richesse et de la diversité des formes de vie qui peuplent notre planète.

Les chercheurs ont identifié et décrit 1,7 million de types d'organismes vivants différents (espèces). Chaque année ils découvrent 16 000 nouvelles espèces qui enrichissent le catalogue du vivant. Mais combien y en a-t-il au juste ? 5, 10, 30 peut-être 100 millions ? Pourrons-nous les connaître toutes un jour ?

Pourquoi y a-t-il autant d'espèces ? Ont-elles toujours existé ? Comment et où vivent-elles ? Pourquoi sont-elles toutes si différentes ?

Ces questions que nous nous posons, nous les humains, une espèce parmi d'autres, ne cessent d'évoluer et de se transformer grâce au travail des chercheurs qui apportent constamment de nouvelles observations, de nouvelles données et qui produisent de nouvelles interprétations.

La diversité du vivant, c'est un foisonnement de beauté et d'inventivité. C'est aussi une ressource vitale pour l'humain. Il en prélève l'essentiel de ses besoins, comme la nourriture, les médicaments, les matières premières.

Grâce aux nombreuses interactions que les organismes vivants tissent entre eux et avec le milieu dans lequel ils évoluent, la diversité du vivant contribue également, dans une large mesure, à instaurer et entretenir les conditions nécessaires au maintien de la vie sur Terre, comme la formation des écosystèmes, des habitats, la régulation du climat, l'épuration de l'eau.

Mais, depuis quelques années, cette richesse, ce patrimoine d'une valeur inestimable est fortement menacé. Menacé par l'*Homo sapiens*, l'espèce humaine, par ses activités, son mode de vie et ses comportements. Surexploitation, pollution, dégradation et destruction des écosystèmes sont responsables de la disparition de nombreuses espèces ou menacent leur survie. Pourtant, l'espèce humaine, qui fait partie de cette diversité biologique, a toutes les capacités pour freiner son érosion et se réconcilier avec la nature.

Dans ce livret, nous vous invitons à découvrir les différentes facettes de cette diversité biologique, rebaptisée biodiversité depuis 1984.



## La biodiversité, qu'est ce que c'est



05



*« La caractéristique la plus frappante de la Terre, c'est la vie et la caractéristique la plus frappante de la vie, c'est sa diversité. »*

David Tilman, écologiste, chercheur à l'Université St-Paul (USA), Nature n°405, 2000

La biodiversité, contraction de « diversité biologique », fait référence à la **variété du monde vivant**. C'est la diversité de toutes les formes de vie animale, végétale, microscopique sur Terre, et de toutes les relations que ces espèces tissent entre elles et avec leurs milieux.

Il faut considérer la biodiversité, **tissu vivant qui couvre et anime la planète et dont nous faisons partie**, dans l'évolution continue de la vie sur Terre.



## Il existe 3 niveaux de diversité biologique

### la diversité génétique (des gènes) ou diversité intraspécifique :

elle correspond à la diversité qui existe au sein d'une espèce, entre les individus d'une même espèce. Certains se ressemblent plus que d'autres, mais tous sont différents (ex: différence entre mes parents, mes frères et sœurs et moi ; entre des enfants d'une même classe, entre des chatons d'une même portée...)



© INRA / BRAND-DAUNAY Marie-Christine



### la diversité spécifique (des espèces):

c'est celle qui distingue les espèces les unes des autres. (différence entre un chat, une fourmi, une rose, un humain, une bactérie...).

06

© CNRS / IRBI - BEZIER Annie

### la diversité écosystémique (des écosystèmes):

elle correspond à la diversité des différents groupements d'espèces (animales, végétales, microscopiques) en interaction les unes avec les autres et avec leurs milieux. C'est de là que découlent les écosystèmes - (une prairie, un lac, une forêt, une pomme en décomposition, l'estomac d'une vache, ...)

© CNRS / AUBERT Serge





FOND MARIN DE MÉDITERRANÉE (ÉCOSYSTÈME)

© CNRS / GRAILLE Roland



FLABÉLINE (ESPÈCE DE MÉDITERRANÉE)

07

© CNRS / GRAILLE Roland



ADN (INFORMATION GÉNÉTIQUE DE CHAQUE INDIVIDU)

## Tous ces niveaux sont reliés les uns avec les autres.

De la diversité au sein d'une même espèce dépend la capacité de celle-ci à s'adapter aux changements qui affectent son environnement (changement climatique, pollution...) et à résister à des maladies (épidémie...). C'est une sorte d'assurance-vie pour cette espèce. Face à une épidémie ou une sécheresse par exemple, tous les individus d'une même espèce ne seront pas affectés de la même manière. Grâce à leur diversité, certains résisteront mieux que d'autres, s'adapteront et transmettront cette capacité de résistance à leur descendance. Une perte de diversité au sein d'une espèce réduit donc les chances d'adaptation et de survie de celle-ci face à des changements.

La diversité des espèces et des interactions entre celles-ci (prédation, coopération...) et avec leurs milieux (cycle de carbone, filtration de l'eau...) assure la capacité d'un écosystème à s'entretenir et à fournir des ressources pour l'humanité et des services écologiques nécessaires au maintien de la vie sur Terre.

La diversité des écosystèmes est le résultat des interactions que les espèces qu'ils abritent ont développées entre elles et avec leur milieu. Relations qui assurent à chaque espèce les conditions et les ressources nécessaires à sa survie. Les écosystèmes ont nécessité des millions d'années d'évolution et d'adaptation pour permettre l'établissement de ces relations entre espèces.

La biodiversité se manifeste à toutes les échelles de taille et d'espace : des micro-organismes aux éléphants, de la flaque d'eau et du camembert (oui, c'est un écosystème !) à la forêt amazonienne ou même à l'ensemble de la biosphère.

## La biodiversité, réseau d'interactions

« La biodiversité c'est aussi un réseau d'interactions et d'interdépendances entre des milliards d'êtres vivants, des dizaines de millions d'espèces. Abeilles et bourdons qui, butinant les fleurs des champs et des vergers, les pollinisent, assurant ainsi la reproduction de ces espèces et, pour nous, une riche production de fruits; bactéries, protozoaires et quantité de petits mollusques ou crustacés qui, sur terre et dans les mers, décomposent les déchets que produit la vie, dépolluant ainsi sols et eaux et contribuant à nourrir d'autres organismes, algues, plantes ou poissons.

Dans ce réseau d'interactions, les uns mangent les autres car c'est ainsi que la vie procède pour se maintenir. Mais il y a aussi de la coopération, de l'entraide entre individus et espèces. Ainsi, les récifs coralliens qui abritent une grande diversité de mollusques, de crustacés et de poissons, sont eux-mêmes constitués par une association intime, une symbiose entre des polypes, sortes de méduses, et des micro-algues.

Et nous autres, êtres humains, ne sommes-nous pas une espèce sociale? Une espèce qui s'est développée grâce à son association durable avec nombre d'animaux et de plantes, grâce à cette biodiversité domestiquée à l'origine de la révolution agricole et de toute notre civilisation ».

*Robert Barbault, professeur à l'université Paris VI et directeur du département d'écologie et de gestion de la biodiversité au Muséum national d'Histoire naturelle et Jacques Weber économiste et anthropologue au Cirad, exposition sur la biodiversité « Le développement durable, pourquoi ? »*

## La biodiversité, d'où vient ce mot ?

Le terme « biodiversité », contraction de « diversité biologique », relativement nouveau, est apparu aux États-Unis dans les années 80.

C'est en 1992 qu'il a été popularisé, à l'occasion d'un événement politique planétaire, la Conférence de Rio de Janeiro (Brésil), appelée également « Sommet de la Terre », lors de la signature de la Convention sur la diversité biologique.



© IRD / P. Lapointe

08

## La biodiversité, d'où ça vient



09

Grâce à l'étude des fossiles et aux techniques de datation des structures géologiques qui les abritent, les scientifiques estiment que les premières formes de vie sont apparues dans l'océan il y a 3,8 milliards d'années (la Terre s'est formée il y a 4,6 milliards d'années). Il s'agissait de micro-organismes unicellulaires, ancêtres des bactéries.

Depuis, ces formes de vie n'ont cessé d'évoluer et de se transformer pour s'adapter aux changements qui ont affecté leurs environnements sur la planète, donnant naissance à un nombre incroyable d'espèces de plus en plus complexes et diverses.

L'histoire de la vie a également connu plusieurs événements et catastrophes naturelles qui ont conduit à des extinctions massives d'espèces, laissant ainsi la place à l'évolution d'autres espèces. La biodiversité telle que nous la connaissons aujourd'hui est le résultat d'un très long processus et d'une histoire qui démarre avec l'arrivée de la vie sur Terre.

## D'où vient cette multitude de formes de vie ?

Pour survivre, une espèce doit respirer, se nourrir, se reproduire, se défendre... Pour cela, des stratégies qui défient parfois notre imagination ont été élaborées par le monde vivant. De ces multitudes d'adaptations biologiques aux milieux de vie (aquatique, terrestre, aérien) et à leurs contraintes résulte l'extraordinaire diversité des formes de vie. Certaines ont pu conquérir les milieux les plus extrêmes et les plus hostiles : déserts suffocants, banquises glacées, geysers bouillonnants, grottes aux ténèbres éternelles ou fonds abyssaux aux pressions gigantesques. De même, les espèces ont développé une fantastique panoplie de stratégies pour faire face aux autres espèces. Ainsi, contre les prédateurs par exemple, le monde animal et végétal nous présente des défenses surprenantes, comme le camouflage, le mimétisme, la sécrétion de poisons, les épines.



© IRD / SCHARZMANN Richard

10

Le mimétisme batésien consiste à se faire passer pour une espèce dangereuse. C'est le cas d'un papillon inoffensif pour les oiseaux, le papillon Vice-roi, qui ressemble au papillon Monarque, toxique pour les oiseaux qui le mangent. Grâce à son apparence similaire au Monarque, le Vice-roi garde les oiseaux loin de lui et renforce sa protection!

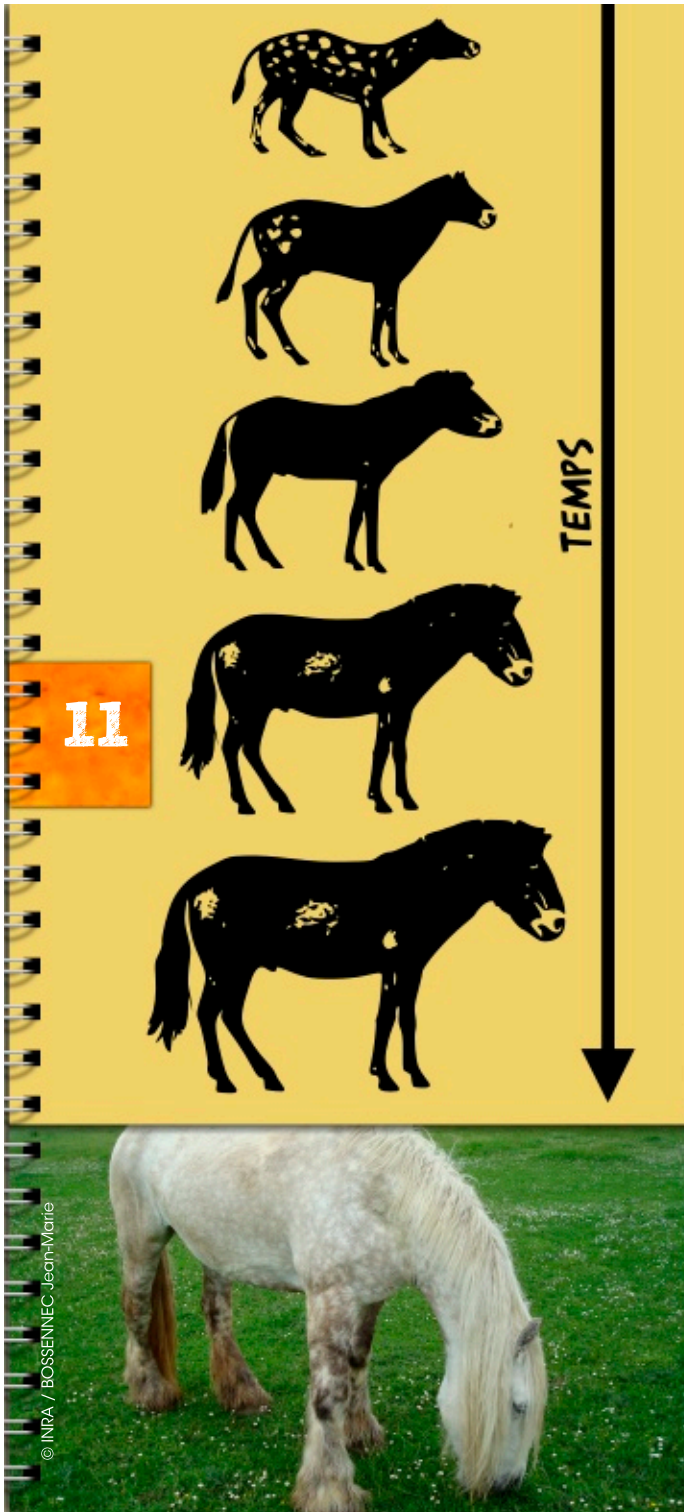


## Comment les nouvelles espèces apparaissent-elles ?

Les espèces évoluent au cours du temps, en s'adaptant au fil des générations aux différents environnements auxquels elles sont confrontées. En plus de l'environnement physique (climat, eau ou roche par exemple), ces environnements sont constitués des autres espèces et ils évoluent donc avec elles. Pour rester adaptée à ces conditions changeantes au fil du temps, chaque espèce est donc en perpétuel changement. Dans ce mouvement continu pour l'adaptation aux dernières innovations de la nature, la sélection naturelle favorise, au sein de chaque espèce et à chaque génération, les individus les plus aptes à survivre à ces modifications de l'environnement. Les individus d'une génération ne sont donc pas tout à fait les mêmes que ceux de la précédente, mais ils sont aussi bien adaptés à leur environnement que leurs ancêtres l'étaient au leur. Les espèces changent au cours du temps, évoluent graduellement en d'autres espèces, ou bien s'éteignent. La formation et l'extinction naturelle des espèces sont des processus lents (la durée de vie moyenne d'une espèce est de 10 millions d'années).

### 1/ Qu'est ce qu'une espèce ?

Une espèce est un ensemble d'êtres vivants ayant un aspect semblable (ressemblance morphologique), féconds entre eux et engendrant des descendants qui pourront se reproduire. Mais cette définition ne s'applique pas aux organismes asexués, comme les bactéries par exemple.



## 2/ Comment les espèces évoluent-elles au cours du temps ?

On désigne par évolution les processus par lesquels les espèces se différencient au cours du temps, amenant à l'apparition de nouvelles espèces. Lorsque la population (ensemble d'individus) d'une espèce se retrouve géographiquement isolée, elle développe par rapport à l'espèce d'origine des aptitudes différentes en fonction du milieu dans lequel elle se trouve et des ressources qu'elle a à disposition. Les individus de cette population qui réussissent à s'adapter aux nouvelles conditions de vie pourront se reproduire et transmettre cette aptitude à leur descendance. De génération en génération, cette population évolue et il se peut que ses descendants ne soient plus capables de se reproduire avec les individus de l'espèce d'origine, en cas de retrouvailles. La population est alors devenue une nouvelle espèce ; il y aura eu spéciation.

### Le cas des moustiques du métro de Londres

Durant la seconde guerre mondiale, les Londoniens qui se réfugiaient dans le métro lors des bombardements étaient victimes d'attaques... de moustiques ! Il s'agissait des *Culex pipiens*, bien connus à l'air libre et plutôt amateurs, pour les femelles, de sang d'oiseaux. Ceux du métro correspondaient à la forme *Culex pipiens molestus* de cette espèce, qui se nourrissent plutôt du sang de mammifères (rats, souris, voyageurs...), bien plus fréquents dans le métro que les oiseaux. En surface, les deux formes de *Culex pipiens* coexistent et peuvent se reproduire entre elles ; on est bien en présence d'une seule et même espèce.

Mais la population souterraine de moustiques londoniens a fini par y être totalement piégée. Au chaud et avec de la nourriture à foison toute l'année, elle n'a plus de contacts avec

ses semblables de surface. Elle mène sa vie dans les profondeurs de la ville et y évolue. Et arriva ce qui devait arriver : le moustique du métro s'est tellement spécialisé et différencié de sa population d'origine qu'aujourd'hui, c'est devenu une espèce à part entière, différente du *Culex pipiens* et incapable de se reproduire avec lui. Nous assistons à un vrai phénomène de spéciation.

A noter, pour la curiosité, que les moustiques du métro sont génétiquement différenciés en fonction des lignes de métro ! Les lignes Victoria, Bakerloo et Central renferment chacune des moustiques dont le groupe génétique est distinct et spécifique !



**UNDER BZZZ**

12



### 3/ La sélection naturelle, moteur de l'évolution des espèces

C'est à Charles Darwin, naturaliste anglais du 19<sup>ème</sup> siècle, que nous devons la théorie de l'évolution. La sélection naturelle, selon lui, peut être ainsi résumée : chaque nouvelle génération d'une espèce donnée est constituée d'individus qui ont, malgré leur ressemblance, des aptitudes différentes pouvant leur conférer des avantages ou des inconvénients pour survivre et se reproduire dans un environnement. Il s'agit là de la biodiversité intraspécifique : une variété plus ou moins importante pour un très grand nombre de facteurs de l'espèce, qui au final fait de chaque individu une combinaison unique. Face aux contraintes et aux changements qui affectent leur environnement (climat, prédation, parasites, ressources...), certains auront du mal à survivre et à se reproduire et finiront par disparaître. D'autres s'adapteront plus facilement et survivront. Ils transmettront alors leurs caractères avantageux à leur descendance. On parle d'une meilleure adaptation biologique de la population au milieu de vie.

13



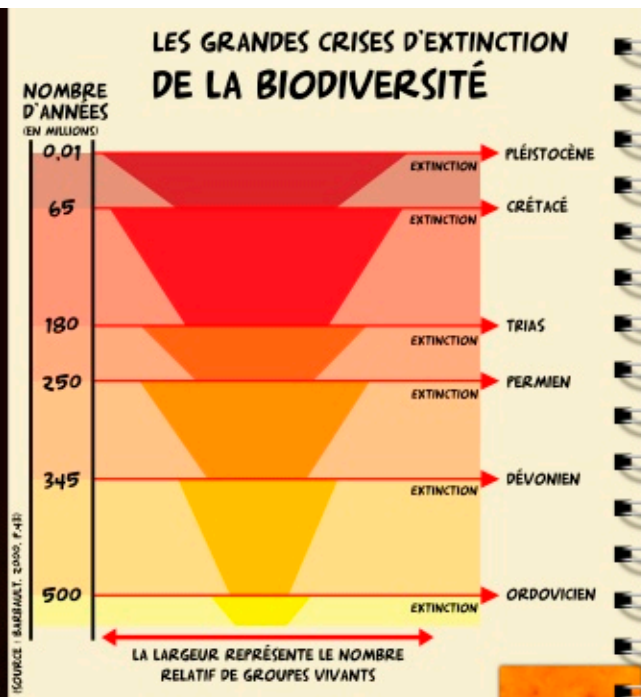
Les oiseaux dont le bec sera le mieux adapté à la préhension de la nourriture disponible dans un milieu donné à une période donnée seront en meilleure santé que les autres oiseaux, car ils se nourriront mieux. Ils auront ainsi plus de chance de survivre et de se reproduire, transmettant à leurs descendants leurs caractères avantageux (ici, le bec).

## Quelles sont les grandes crises d'extinction d'espèces ?

Ponctuant le long fleuve tranquille de l'évolution, la vie sur Terre a connu cinq grandes crises d'extinction massives, plus ou moins violentes. Elles ont joué un rôle déterminant dans l'histoire de la vie et dans les caractéristiques de la biodiversité actuelle. Ces crises n'ont pas fait disparaître toute la vie sur Terre ; des espèces ont disparu, d'autres ont survécu et de nouvelles espèces sont apparues, à partir des espèces survivantes, qui ont su bien s'adapter à ce monde bouleversé. C'est ainsi que l'extinction massive des dinosaures lors de la dernière extinction de masse a laissé la place aux mammifères, qui étaient alors bien moins représentés sur Terre. A noter que ces extinctions n'ont pas été forcément fulgurantes ; même lors de ces catastrophes, l'ensemble des espèces disparues pourrait avoir mis quelques millions d'années à s'éteindre!

Les origines de ces crises d'extinction sont multiples et pas toutes bien connues. Collision avec des météorites, manque d'oxygène dans les fonds marins et dans l'air, baisse du niveau des mers, intense activité volcanique (très grandes quantités de gaz à effet de serre et de lave), augmentation rapide de la température, fonte du permafrost et des hydrates de gaz en mer (largage massif de méthane dans l'atmosphère), modification des courants marins...

Aujourd'hui, certains chercheurs parlent d'une sixième crise d'extinction de la biodiversité, validée par la disparition croissante d'écosystèmes et des plantes et animaux qui les constituent. L'origine de cette crise est liée aux multiples activités humaines. Apparue tardivement sur Terre (il y a 2 millions d'années), l'espèce humaine a très vite dégradé son environnement, souvent de manière irréversible pour la biodiversité. Tout d'abord par la domestication du feu (il y a 450 000 ans), puis par l'agriculture et l'élevage (il y a 10 000 ans) et par la révolution industrielle depuis deux siècles. Ainsi, les humains sont à l'origine d'une forte augmentation du taux d'extinction des espèces.



14

## Biodiversité : Combien d'espèces et comment les classer



15

La biodiversité regroupe la totalité des espèces vivantes sur Terre. Mais, combien y en a-t-il au juste ? 1, 5, 10, 30 millions ou plus ? Pourrions-nous les connaître toutes un jour ? Et où vivent-elles ? Comment les chercheurs font-ils pour s'y retrouver ?

### Combien connaissons-nous d'espèces sur Terre ? Combien y en a-t-il vraiment ?

Les scientifiques sont incapables de préciser le nombre exact d'espèces qui existent sur la Terre. A l'heure actuelle, environ 1,7 million d'espèces ont été décrites: 350 000 espèces végétales et 1 300 000 espèces animales, parmi lesquelles 950 000 d'insectes! Mais un très grand nombre d'espèces sont encore inconnues.

En effet, pour les mammifères dont nous faisons partie (avec le chat, le singe, le cheval...), 1/10 des espèces ne sont pas encore connues de la science. Ce sont les oiseaux qui sont les mieux décrits, avec seulement 1% qui resterait à découvrir. Pour les insectes, on ne connaît que 10% des espèces estimées, et pourtant, ce sont de loin les espèces les plus décrites, ce qui signifie que nous vivons véritablement dans un monde d'insectes !

Quant aux bactéries, c'est 99% des « espèces » que l'on ne connaît pas!

Au total, les chercheurs estiment que le nombre d'espèces existantes sur la planète varie entre 5 et 100 millions (la majorité des scientifiques s'accordant sur un chiffre de 15 millions). Ainsi, on ne connaît qu'une toute petite partie de la biodiversité existante.

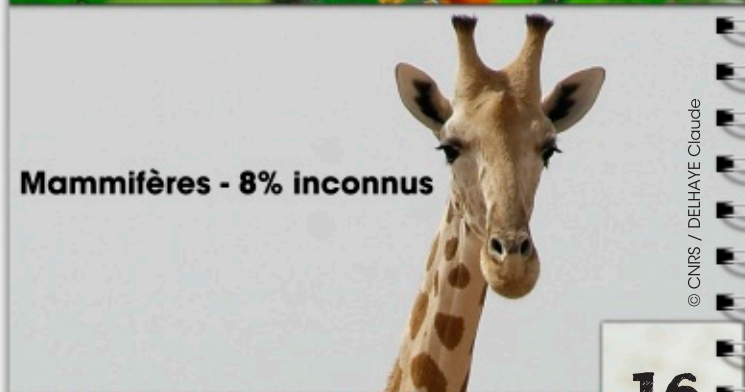
## Combien d'espèces sur Terre?

Groupes	Espèces connues	Estimation des espèces existantes	% d'espèces inconnues
Virus	4000	400 000	99
Bactéries	4000	1 000 000	99
Algues	40 000	400 000	90
Plantes	270 000	320 000	15
Protozoaires	40 000	200 000	80
Autres invertébrés	90 000	750 000	88
Mollusques	100 000	200 000	50
Insectes	950 000	8 000 000	88
Poissons	23 250	25 000	7
Amphibiens	5 000	6 000	17
Reptiles	7 400	8 000	8
Oiseaux	9 900	10 000	1
Mammifères	4 600	5 000	8

source: Musée canadien de la nature - <http://nature.ca/rideau/f/indexf.html>



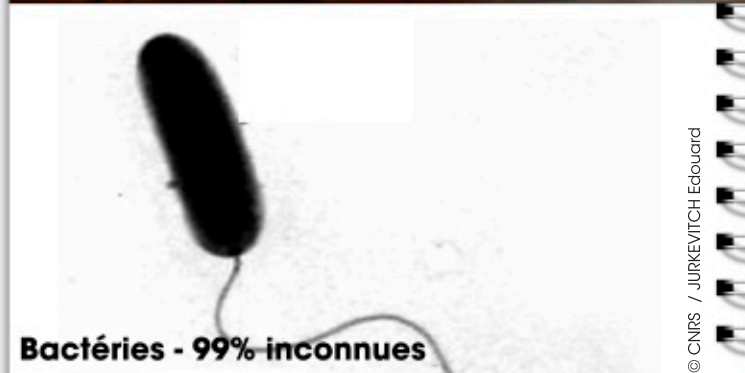
© CNRS / DELHAYE Claude



© CNRS / DELHAYE Claude

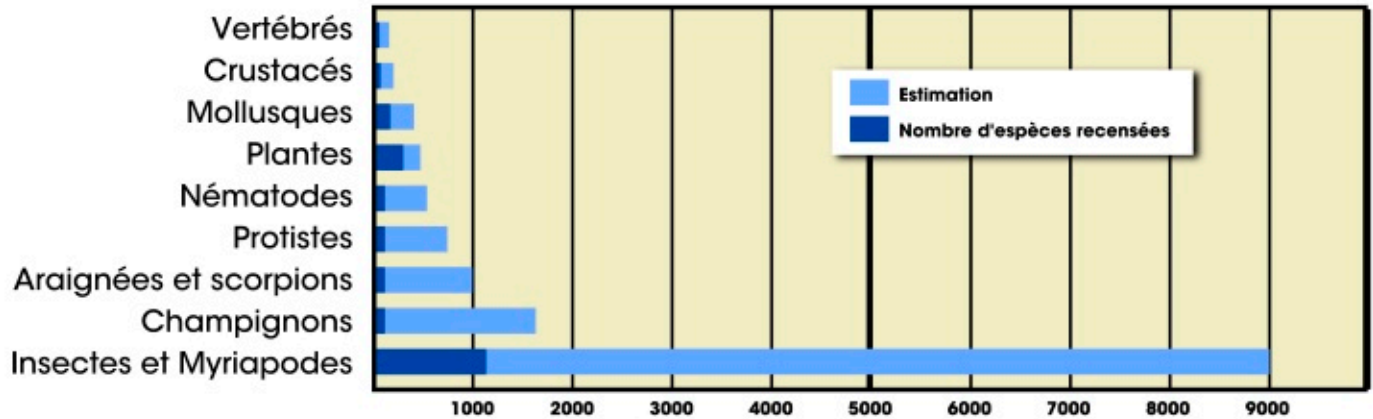


© CNRS Photothèque / DEVEZ Alain R



© CNRS / JURKEVITCH Edouard

Estimations du nombre d'espèces présentes sur la planète (source: Millenium Ecosystem Assessment 2005)



© CNRS Photothèque / JOURDAIN Bruno

17

L'iceberg est un bloc de glace dont juste le sommet est visible à la surface de l'eau, mais qui cache une énorme proportion de glace sous l'eau. C'est la même chose pour la biodiversité : actuellement, nous ne connaissons que le sommet de l'iceberg.

## La biodiversité dans les océans

Dans les océans, près de 230 000 espèces ont été décrites à ce jour, soit 15% des espèces identifiées. Pourtant, les océans couvrent 70% de la surface de la Terre. Mais, si les vertébrés marins sont très bien répertoriés, la connaissance des invertébrés (crustacés, mollusques, coraux...), des algues et du plancton reste très parcellaire. Sans parler des micro-organismes (bactéries, archées...) et des parasites (copépodes, helminthes...) ! Les océans pourraient abriter au moins 1,5 million d'espèces. L'inventaire des espèces marines s'enrichit chaque année de 1300 à 1500 espèces nouvelles.



© CNRS Photothèque / CHANCERELLE Yannick

# Notre perception de la biodiversité

Contrairement à ce que nous pourrions penser, la plus grande partie de la biodiversité, ce ne sont pas les gros animaux à poils, à plumes, les insectes ou autres invertébrés. Ce sont les procaryotes, ces micro-organismes invisibles à nos yeux comme les bactéries, mais qui font preuve d'une impressionnante créativité de biodiversité depuis le début de leur évolution.

Ainsi, notre connaissance de la biodiversité est très incomplète; aussi bien sur le plan quantitatif (nombre d'espèces) que qualitatif (description et rôle des espèces dans le fonctionnement de la planète, notamment les micro-organismes), ce qui est illustré par la pyramide inversée.

## La biodiversité du grand public



## La biodiversité fonctionnelle



# Combien découvrons-nous de nouvelles espèces chaque année?

Les scientifiques découvrent tous les ans entre 10 000 et 16 000 espèces qui étaient déjà dans la nature mais qui n'avaient ni été remarquées ni étudiées. Certaines d'entre elles sont même particulièrement grandes, telle qu'une baleine ou le saola, bovidé à grandes cornes.

Comme il reste encore plusieurs millions d'espèces inconnues, il nous faudrait près de 1000 ans pour nommer toutes les espèces de la planète.

## QUELQUES EXEMPLES D'ESPÈCES RÉCEMMENT DÉCRITES...

1993 – VIETNAM  
LE SAOLA  
(PSEUDORYX NGHETINHENSIS).  
ESPÈCE BOVIDÉE À GRANDES CORNES



2007 – PHILIPPINES  
UNE CHAUVÉ-SOURIS FRUGIVORE  
(STYLOCTENIUM MINDORENSIS)  
DITE LE RENARD VOLANT  
À FACE RAYÉE



2009 – PHILIPPINES  
UNE PLANTE INSECTIVORE  
(NEPENTHES ATTENBOROUGHII)



19



2010 – ÉQUATEUR  
GRENOUILLE DE VERRE  
(HEART OF GLASS)  
TRANSPARENT. ON VOIT  
TOUS SES ORGANES !



2007 – AFRIQUE DU SUD  
UNE RAIE ÉLECTRIQUE  
(ELECTROLUX ADDISONII).  
VIT DANS LES RÉCIFS



2009 – INDONÉSIE  
LE POISSON PSYCHÉDELIQUE  
(HISTIOPTERYX PSYCHEDELICA)



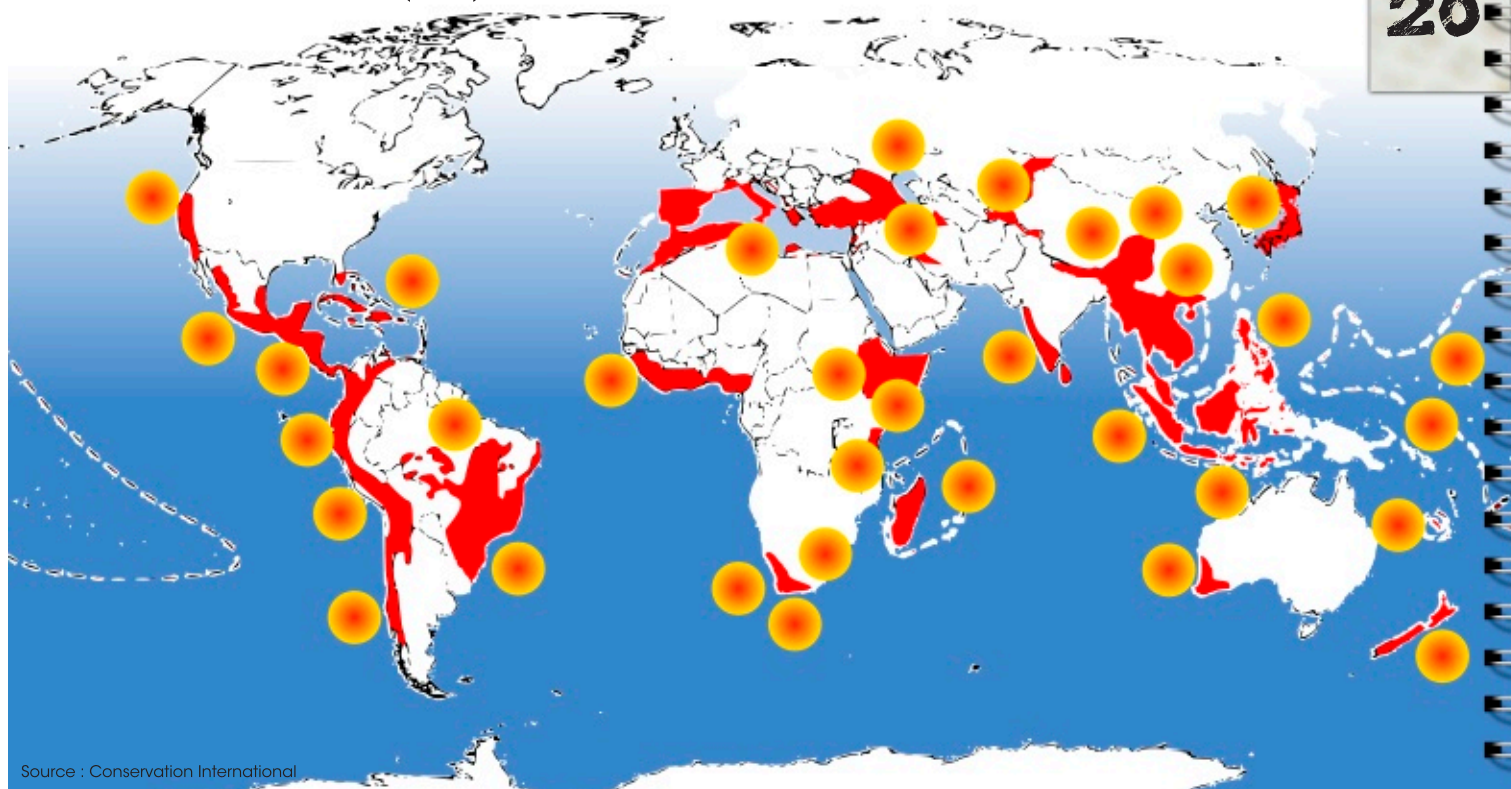
2007 – AUSTRALIE  
SERPENT (OXYURANUS TEMPORALIS).  
SUREMENT LE PLUS  
VENIMEUX DU MONDE

## Comment les espèces sont-elles réparties sur la planète ?

Les espèces ne sont pas réparties uniformément sur la surface du globe. Certaines régions sont plus riches que d'autres: la ceinture intertropicale, en particulier les forêts tropicales et les récifs coralliens. Certains pays sont donc plus riches que d'autres en biodiversité. C'est par exemple le cas du Brésil, qui héberge 1/5 de la biodiversité mondiale, et de ses pays voisins (Équateur, Panama, Costa Rica...). L'Inde héberge 8% des espèces connues, et d'autres pays émergents (Java, Bornéo, Sumatra...) sont également très riches en biodiversité. Notons que la France est un des pays les plus riches au monde en matière de biodiversité grâce aux territoires d'outre-mer, présents sur plusieurs continents et océans.

34 régions, appelées « points chauds », ont été identifiées et délimitées. Elles présentent un intérêt majeur pour la conservation de la biodiversité, car elles hébergent de nombreuses espèces (dont certaines sont fortement menacées) et/ou des espèces endémiques (qu'on ne trouve nulle part ailleurs). Ces régions sont considérées comme prioritaires en matière de conservation et préservation de la biodiversité.

Ces points chauds ne couvrent que 1,44% de toute la surface terrestre de la planète, mais ils hébergent 70% de toutes les espèces de plantes vasculaires connues, 35% des vertébrés terrestres connus et 75% de toutes les espèces considérées comme menacées par l'Union internationale de conservation de la nature (UICN) !



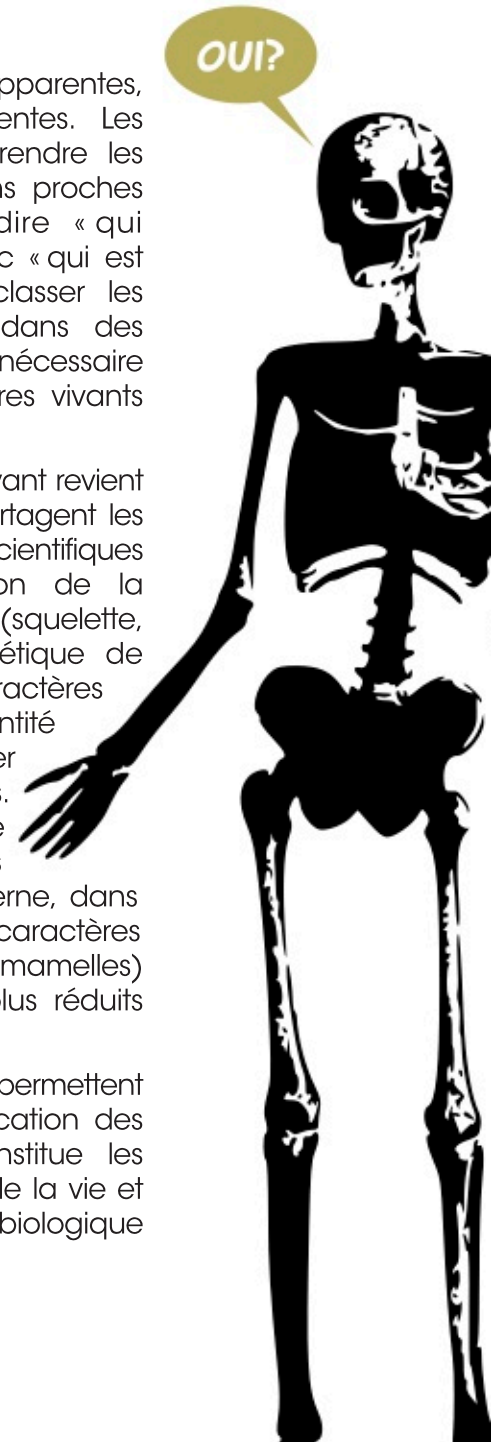


## La classification

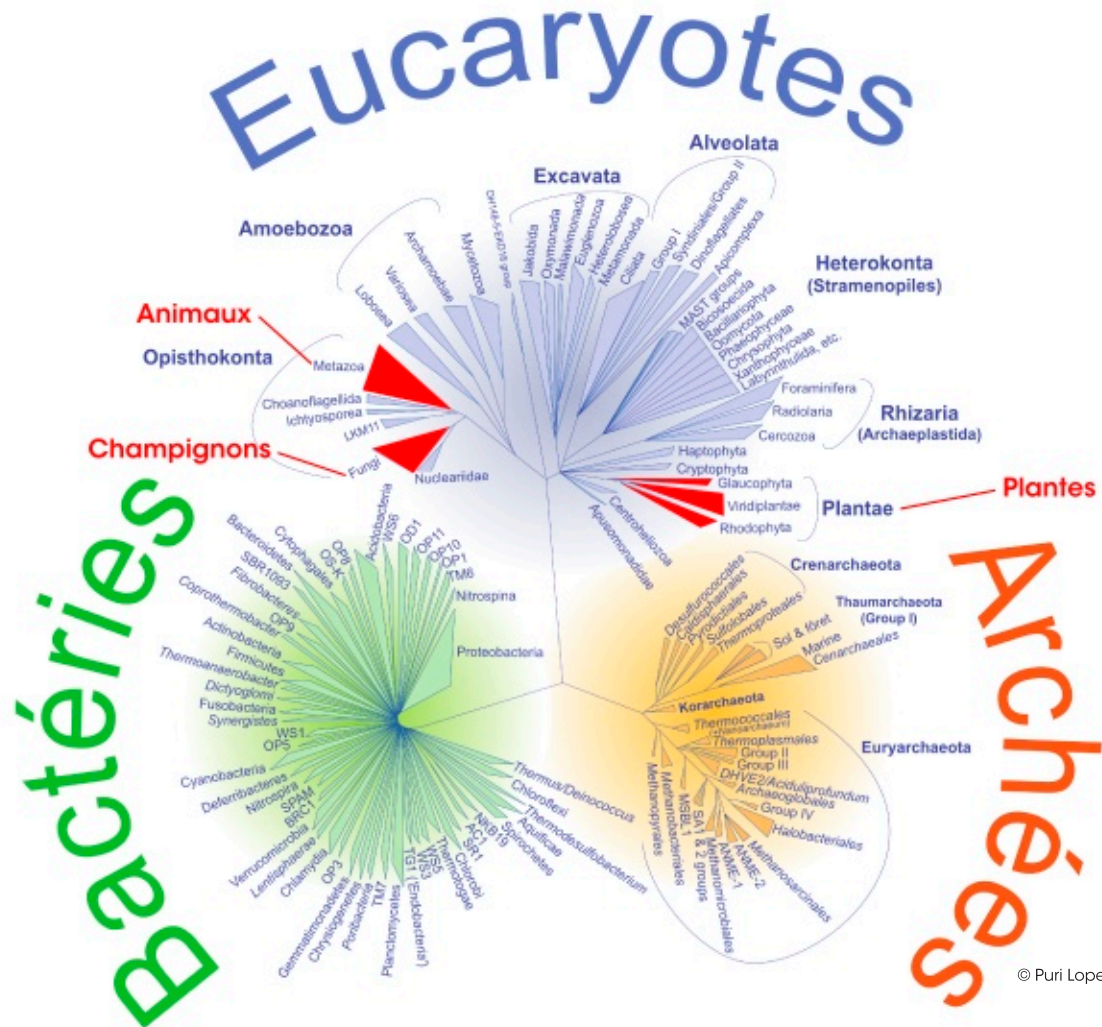
Malgré leurs différences apparentes, toutes les espèces sont parentes. Les scientifiques tentent de comprendre les liens de parenté plus ou moins proches entre les espèces, c'est-à-dire « qui partage quoi avec qui », donc « qui est cousin avec qui », puis de classer les espèces vivantes et fossiles dans des familles. A cette fin, il est nécessaire d'identifier et de décrire les êtres vivants dans la nature.

Classer la grande diversité du vivant revient à regrouper les espèces qui partagent les mêmes caractères. Les scientifiques s'appuient sur la comparaison de la morphologie, de l'anatomie (squelette, organes) et, du patrimoine génétique de chaque individu. Les caractères partagés par une grande quantité d'espèces permettent de former les premiers grands ensembles. Ainsi, les animaux à squelette interne sont regroupés dans les vertébrés, ceux à squelette externe, dans les arthropodes, et les caractères particuliers (plumes, poils et mamelles) argumentent des ensembles plus réduits (oiseaux, mammifères).

Ces relations d'apparentement permettent de réaliser le travail de classification des organismes vivants, qui reconstitue les grandes étapes de l'évolution de la vie et explique la diversité biologique d'aujourd'hui.



Une des représentations de la classification du vivant est l'« arbre de la vie », dit aussi « arbre de parenté ». Il regroupe les espèces d'autant plus étroitement qu'elles sont apparentées.



Cet arbre de la vie est divisé en 3 grands groupes : les archées, les bactéries, et les eucaryotes. Les archées et les bactéries, microscopiques, sont des procaryotes, c'est-à-dire des êtres vivants unicellulaires dont la structure cellulaire ne comporte pas de noyau. Les eucaryotes, quant à eux, sont des organismes vivants constitués d'une ou plusieurs cellules à noyau. Un tout petit groupe parmi eux est celui des animaux qui sont donc très minoritaires en nombre dans la biodiversité de notre planète. Nous y trouvons également les plantes, les champignons, les protozoaires.

## Quels sont les grands rôles de la biodiversité



23



© INRA / BOSSENNEC Jean-Marie

« Si ce matin, vous avez eu la chance de déjeuner, vous n'avez consommé que des produits issus de la biodiversité. L'ensemble de vos vêtements provient de la biodiversité. Et si vous avez consommé des éléments de la biodiversité ce matin et les avez correctement digérés, c'est grâce à la collaboration de 1,5 kilos de bactéries intestinales en moyenne. [...]. Nous sommes dans le monde vivant, nous ne sommes pas à côté: nous participons de ces interactions entre organismes. [...] »

*Jacques Weber, économiste et anthropologue au Cirad*

Comme toute espèce vivante, nous prélevons de notre environnement tout ce dont nous avons besoin pour vivre (l'air que nous respirons, l'eau, la nourriture...). Nous dépendons donc entièrement de notre environnement. Nous sommes en interaction permanente avec les milieux terrestres ou aquatiques et la grande diversité d'animaux, de végétaux et de micro-organismes qui les compose. De

notre naissance à notre mort, nous consommons de la biodiversité et nous bénéficions de ses différents services (régulation du climat, filtrage de l'eau, pollinisation, décomposition des déchets organiques...), nous l'abritons et la cultivons, nous coopérons avec elle... Et cette interaction avec la biodiversité, assurance-vie de la planète, nous est vitale !



## Pourquoi la biodiversité est-elle si importante à préserver ?

Les espèces et les écosystèmes fournissent, de par leur diversité et leurs interactions, de nombreux services directs et indirects à l'humanité. La biodiversité a donc une valeur utilitaire, nous en avons besoin, elle permet notre survie et nous apporte du bien-être. Parfois, elle est aussi à l'origine de nos inspirations artistiques et de nos innovations technologiques. Mais elle a également une valeur intrinsèque: la biodiversité est importante pour elle-même, indépendamment de ce qu'elle apporte d'utile aux humains. Chaque espèce a une valeur d'un point de vue éthique, moral et philosophique. De plus, chaque espèce est le fruit d'une évolution qui retrace une partie de l'histoire du vivant, c'est donc un patrimoine inestimable. Une espèce qui disparaît, c'est un patrimoine qui est perdu.



# Valeur utilitaire: les services rendus à l'humanité par la biodiversité

Ces services, rendus gratuitement par les espèces et les écosystèmes à l'humanité, permettent le fonctionnement de la planète, donc la survie de toutes les espèces dont les humains. Il s'agit de:

## ■ L'approvisionnement en biens et ressources

### - la nourriture domestiquée ou collectée dans la nature

tout ce que nous mangeons provient de la diversité du vivant (fruits, céréales, viande, produits issus des animaux comme le lait, les œufs), produits transformés par la biodiversité microscopique (fromage, pain, vin...),

### - les matières premières

bois, textiles (fibres), combustibles, l'eau douce...

### - les ressources génétiques

domestication et création de races animales et variétés végétales,

### - les médicaments

70% des principes actifs des médicaments viennent de plantes non cultivées, que nous trouvons à l'état sauvage,

### - les valeurs d'options

les substances inconnues, que nous pourrions découvrir dans le futur et qui seront utiles pour la médecine, la cosmétique (toxines, molécules de plantes, d'animaux comme les cônes marins, les amphibiens...).



**Les cônes marins** qui vivent dans les récifs coralliens sont des escargots carnivores, qui attrapent leurs proies en leur injectant un poison, composé d'un mélange de toxines. Il existe une centaine de toxines par espèce et 500 espèces de cônes, soit 50 000 toxines dans l'ensemble de ces espèces. Une centaine d'entre elles ont été étudiées par des chercheurs, et certaines ont un réel intérêt pharmaceutique (anti-HIV, anti-cancéreux, anti-douleur...). Or, ces escargots cônes sont menacés d'extinction car leur habitat (récifs coralliens) est détruit par la pollution, les collectionneurs, le réchauffement climatique...



## ■ Les services de support ou de soutien

- **la teneur en dioxygène (O<sub>2</sub>) et dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère** compatible avec ce dont on a besoin pour respirer (production et consommation d'O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub> par les végétaux),

- **la formation et préservation de sols fertiles** grâce aux organismes vivants du sol, qui nous permettent de cultiver nos aliments...,

- **la tenue des sols** par les racines des plantes, les forêts, la biodiversité du sol, qui permet de les maintenir et de lutter contre leur érosion (déserts, zones côtières...),

- **le recyclage des éléments nutritifs** (azote, carbone...) via la décomposition des déchets par certains micro et macro-organismes, et l'épuration de l'eau, via le rôle de filtration des végétaux,

- **la diversité des habitats et la production de biomasse.** Ainsi, les forêts sont régénérées et progressent dans l'espace grâce à la dispersion des graines. Oiseaux, chauve-souris, rongeurs, etc. mangent les fruits et dispersent leurs graines un peu plus loin dans leurs excréments.



© CNRS / DELHAYE Claude



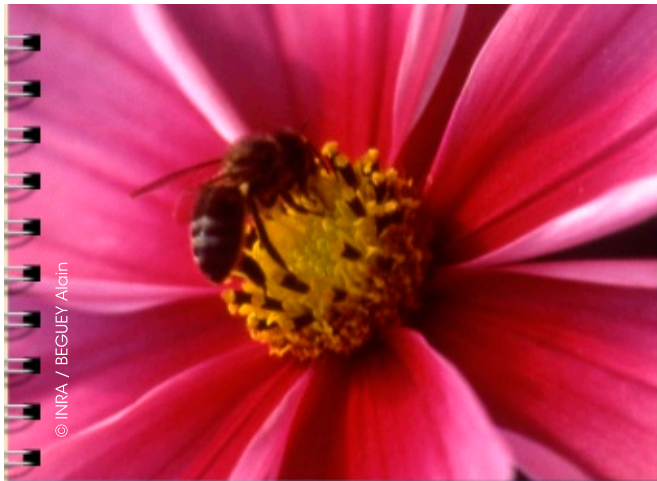
© IRD / Jilits



© CNRS / DEVEZ Alain R



© Roux Aurélien

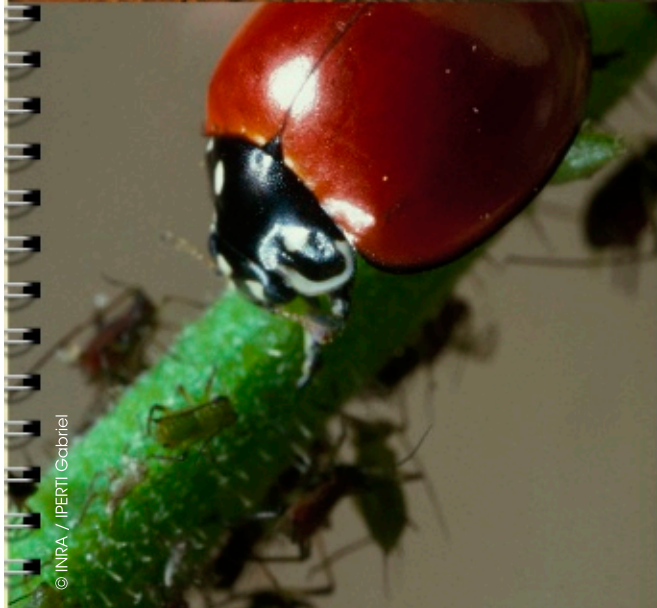


© INRA / BEGUEY Alain



© IRD / O-Barrère

27



© INRA / IPERTI Gabriel



## ■ Les services de régulation

- **du climat local et global** lié au rôle des végétaux (notamment dans les forêts) sur la température, l'humidité...,

- **de la pollution** (épuration de l'eau, de l'air, du sol): les écosystèmes, les macro et micro-organismes filtrent l'air, l'eau, le sol, détoxiquent les déchets et nous donnent des conditions de vie compatibles avec nos besoins. Lorsqu'on parle de biodégradable, cela signifie que c'est dégradé par la biodiversité,

- **de la pollinisation**: les animaux pollinisateurs complètent les cycles de vie des plantes à fleurs, donc leur régénération, et assurent ainsi l'alimentation des humains et non humains,

- **des catastrophes naturelles**: la sévérité des sécheresses et des inondations est accentuée lorsque la biodiversité est détruite. Les écosystèmes (forêts, zones humides, mangroves, coraux...) jouent un rôle de tampon en modérant les événements climatiques extrêmes,

- **de maladies et d'animaux nuisibles**: la diversité en espèces d'un milieu permet une bonne résistance et une capacité d'adaptation aux perturbations de l'environnement, ainsi qu'un contrôle de certaines espèces (pucerons, mouches, chenilles...) par leurs prédateurs naturels (coccinelles, araignées...) dans les écosystèmes agricoles.

## ■ Les services culturels sont des bienfaits non matériels que procurent les écosystèmes à travers

- l'enrichissement individuel, la réflexion, la connaissance...,
- le patrimoine culturel, l'histoire (notre histoire),
- la valeur esthétique et récréationnelle (loisirs, tourisme...)...,
- les relations sociales et culturelles: plusieurs sociétés pour lesquelles la biodiversité fait partie du tissu culturel. Sa perte entraîne la perte des traditions et des valeurs.

## ■ Les services que nous ne connaissons pas encore

C'est en détruisant les écosystèmes que l'on s'aperçoit de leur importance, souvent à posteriori. Ainsi, les mangroves (végétaux qui se développent dans la zone de balancement des marées des régions littorales intertropicales) et les récifs coralliens sont de véritables nurseries, habitats privilégiés où grandissent les petits poissons avant d'aller en mer. Dans les endroits où ces écosystèmes ont été détruits (pollution, agriculture, pisciculture...), les pêcheurs aux alentours ressentent des baisses de stocks de poissons disponibles... car il y a moins de production de petits poissons.



## La biodiversité à l'origine de nos inspirations

« Va prendre tes leçons dans la nature, c'est là qu'est notre futur », disait Léonard de Vinci au 15ème siècle. Observant la nature, il imagina différentes machines (machine à voler, sous-marin...) avec plusieurs siècles d'avance! La nature inspire les chercheurs dans à peu près tous les champs de la connaissance et des technologies. Ainsi, chauves-souris, oiseaux et libellules ont servi de modèle pour les premiers avions et les formes des poissons ont inspiré les sous-marins et les torpilles. Le Velcro fut inventé grâce à la fleur de bardane. L'observation du système de ventilation passive des termitières cathédrales a mené à la construction de bâtiments à régulation thermique naturelle. Les chercheurs s'inspirent du comportement d'insectes sociaux (guêpes, fourmis, araignées) pour concevoir et tester des applications dans des domaines très pointus de l'informatique, de la robotique et des mathématiques...!

© INRA / CAIN / Anne-Hélène

29

## La valeur intrinsèque des espèces, pour elles-mêmes

Il existe plusieurs **religions** pour lesquelles les espèces ont une valeur, car elles ont été créées par une divinité. À l'opposé, le monde du vivant peut avoir de la valeur pour le simple intérêt de son fonctionnement et de sa complexité, sans être pour autant utile: le fonctionnement des différentes castes d'une fourmilière est complexe et fascinant à regarder.

**Le respect de la vie** donne également une valeur intrinsèque à la biodiversité, indépendamment de sa valeur monétaire pour l'humanité.

**La bio-empathie**, très subjective, amène à développer des attaches émotionnelles à travers des espèces emblématiques (panda, tortues marines, éléphants), qu'elles soient utiles ou non, et à protéger ainsi la biodiversité.

© INRA / Anne-Hélène

© CNRS / DEVEZ Alain

# La valeur économique (monétaire) de la biodiversité

Des chercheurs ont récemment tenté de quantifier, en monnaie, la valeur économique de la biodiversité et des services écologiques rendus à l'humanité. Le montant varie de 203 milliards de dollars/an pour son rôle de refuge et de ressources génétiques à 19 000 milliards de dollars/an pour son rôle dans les cycles des nutriments, l'épuration et la dépollution naturelle.

Selon eux, ce sont 33 266 milliards de dollars par an qui nous sont gracieusement fournis par la biodiversité. Ainsi, ce que nous apportent les écosystèmes pour faire fonctionner l'environnement dont nous dépendons, est, en terme monétaire, quasi deux fois plus important que le Produit national brut (PNB) mondial, de 18 000 milliards de dollars/an.



30

## Estimation économique des services rendus par la biodiversité

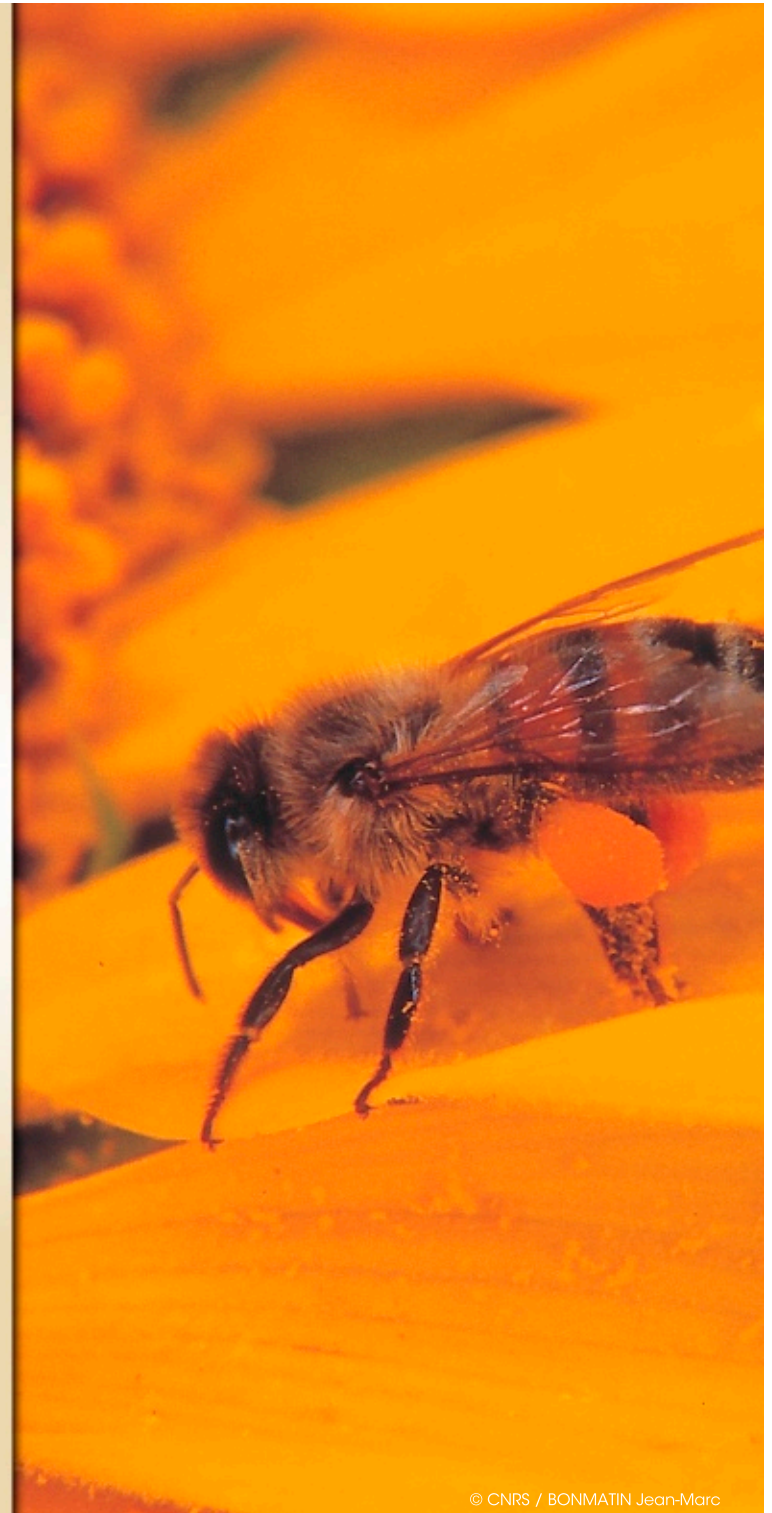
Service écologique	Valeur (Milliards de \$/an)
Composition atmosphère	1341
Régulation climat	684
Régulation des perturbations	1779
Fourniture et régulation de l'eau	2807
Formation des sols et contrôle de l'érosion	629
Cycle des nutriments, épuration et dépollution	19352
Pollinisation et contrôle biologique	534
Rôle refuge et ressources biologiques	203
Valeur récréative et culturelle	3830
Production d'aliments et de matériaux	2107
<b>Total</b>	<b>33266</b>
<b>PNB mondial</b>	<b>18000</b>

source : Constanza et al. Nature 387. 1997

## Cas de la pollinisation

Les insectes pollinisateurs rendent aux humains d'immenses services vitaux et économiques. La production de 84% des espèces végétales cultivées en Europe dépend directement de la pollinisation par les insectes. À l'échelle du globe, des études estiment que le service « pollinisation » offert par le monde animal à l'agriculture vaudrait environ 153 milliards d'euros par an.

Sans parler de la difficulté et du coût en personnel de la pollinisation manuelle. Dans l'Hindu Kush (Himalaya), des abeilles avaient été acclimatées aux hautes altitudes. Or, une trop forte utilisation des pesticides les a fait disparaître. Les habitants doivent désormais polliniser les arbres des vergers à la main pour assurer une production de fruits. Il faut une vingtaine de personnes pour polliniser fleur après fleur une centaine de pommiers, travail habituel de 2 ruches!



## Cas de l'eau potable de la ville de New-York

Selon leur fonctionnement, les végétaux filtrent différents polluants minéraux comme les nitrates, organiques comme les pesticides, métaux lourds comme le cuivre, le zinc... De plus, les nombreux micro-organismes (champignons et bactéries) vivant autour des racines des plantes dégradent les polluants de l'eau et du sol. La qualité de l'eau et des sols est donc préservée grâce à la biodiversité végétale et microscopique. Aménager zones forestières près des rivières et des sites de prélèvement pour l'eau potable est un excellent moyen de limiter la pollution. En plus de filtrer les polluants, la litière forestière limite la pollution de l'eau en bloquant les sédiments et réduisant l'érosion des sols.



C'est ce dont prit conscience la ville de New York (USA), en revoyant sa gestion de traitement des eaux. Elle a restauré et protégé 5 000 km<sup>2</sup> de vallées cultivées et de montagnes couvertes de forêts (le bassin versant « Catskill-Delaware »), pour garantir durablement la bonne qualité de l'eau qui alimente l'agglomération d'une dizaine de millions d'habitants. Et le tout pour un investissement de 1,5 milliard de dollars, alors que la construction d'une usine de traitement des eaux aurait coûté entre 6 et 8 milliards de dollars, ainsi que 300 à 500 millions de dollars de dépense annuelle! La nature fait parfois sacrément économiser !

## Zoom : La biodiversité dans notre cuisine

33

Nos aliments sont très variés et tous issus du monde vivant : végétaux (fruits, légumes, céréales, herbes aromatiques, épices...), animaux (viandes, poissons, fruits de mer, lait, œufs), champignons... Et grâce au monde invisible et foisonnant des micro-organismes, nous connaissons une très grande diversité de produits transformés (pains, fromages, yaourts, vins, bières...).

### Quelle diversité dans nos aliments ?

A partir d'espèces sauvages venues du monde entier, les sociétés humaines ont su domestiquer, sélectionner et créer des milliers de races animales et de variétés végétales adaptées à leurs besoins en fonction de contraintes locales, et ce, depuis environ 10 000 ans. L'agriculture et l'élevage ont donc contribué, pendant des millénaires, à augmenter la biodiversité.

## L'origine des cultures et élevages en France

Notre nourriture provient pour la plupart de l'agriculture et de l'élevage. Les archéologues ont montré que moutons, chèvres, vaches et porcs ont été domestiqués il y a 10 000 à 11 000 ans, dans les régions du Proche et Moyen-Orient. Ces animaux ont été amenés en France dès le néolithique, à l'exception du porc, dont les origines proviennent majoritairement de la domestication des sangliers européens.

Les végétaux que nous consommons aujourd'hui résultent d'une domestication, diversification, et sélection variétale, depuis 10 000 ans. La plupart des espèces cultivées en France ont des origines exotiques. Leur berceau se situe en Amérique centrale et du Sud (pomme de terre, tomate, haricot, piment, courge), dans le bassin méditerranéen (carotte, chou, poireau, radis, navet, chicorée, laitue, artichaut), au Proche-Orient (pois, fève, lentille), en Europe (betterave), en Afrique (melon, pastèque), en Inde (aubergine, concombre), en Asie (carotte, épinard, oignon, ail).



© Manuelle Revillé

## Les fruits et légumes

Il existe aujourd'hui sur notre territoire une très grande diversité de fruits et de légumes, que nous ne connaissons pas forcément. Pour ne parler que des légumes, nous trouvons des **légumes racines** (carotte, radis, salsifi, panais, navet...), des **légumes tubercules** (pomme de terre, topinambour, crosne, manioc, igname...), des **légumes bulbes** (ail, échalote, oignon, poireau...), des **légumes tiges** (asperge, fenouil, rhubarbe, bette, bambou...), des **légumes feuilles** (endive, épinard, laitue, chicorée, chou de Bruxelles...), des **légumes fleurs ou à inflorescence** (chou-fleur, brocoli, câpre, artichaut...), des **légumes fruits** (tomate, courgette, melon, aubergine, avocat, poivron, olive...), des **légumes graines ou gousses** (haricot, fève, maïs, lentille, riz, pois...) et des **herbes aromatiques** (basilic, thym, coriandre, menthe, estragon...).



© INRA / WEBER Jean

34



© INRA / LAURENS François

## Et pour chaque fruit et légume, combien de variétés ?

La sélection par les humains de variétés adaptées à l'extraordinaire diversité des conditions écologiques locales s'est traduite par un enrichissement considérable de la biodiversité cultivée. Nous trouvons, pour beaucoup de fruits et légumes, de nombreuses variétés adaptées aux terroirs (régions rurales considérées du point de vue de leurs traditions, de leurs terres, partageant un même type de sol et de conditions climatiques) dans lesquels elles ont été cultivées, ce qui nous apporte une diversité étonnante de formes, de couleurs, de saveurs! Par exemple, il existe dans le bassin méditerranéen quelques 800 variétés d'oliviers ! A la fin du 18<sup>ème</sup> siècle, la pomme de terre, tubercule originaire du Pérou, ne comptait que 15 variétés. Aujourd'hui, il en existe 170 en France (pomme de terre ratte, ronde de Provence, roseval, charlotte...), 1 100 en Europe et plus de 4 000 dans le monde !



© INRA / LAURENS François

Quant à la pomme, nous connaissons bien celles vendues en supermarché et produites en grande quantité, telles que la Golden (jaune), la Granny-Smith (verte) ou la Gala (rouge). Mais qu'en est-il de la pomme Belle de Boskoop, de la Calville, de la Reinette d'Armorique, de la Bougie de Franche-Comté pour ne citer qu'elles ? Pas forcément cultivées en grande quantité, nous les trouvons dans les vieux vergers, et parfois sur les marchés locaux. Toutes ces variétés - quelques milliers pour les pommes - présentent des caractères variés (sucrées, acidulées, fermes, juteuses...), donc différents intérêts culinaires: pommes à croquer, à tarte, à compote, à jus ou à cidre !

## Les protéines d'origine animales

De nombreuses populations trouvent leur subsistance dans la chasse et la pêche, principalement dans les régions tropicales où le parasitisme freine fortement l'élevage. Les apports de protéines animales ne peuvent donc se faire que par prélèvement dans la nature.

Dans les pays tropicaux, la chasse concerne toutes les espèces de vertébrés des forêts, dont les grands primates (chimpanzés, gorilles, orangs-outans...). On parle de « viande de brousse ». Elle se compte en millions de tonnes par an en Afrique, Amérique du sud et Asie. En Afrique, 60% de la viande consommée est de la viande de brousse. C'est un marché de plusieurs millions de dollars dans ces continents. Et cette consommation augmente, liée au fort accroissement de la population humaine. Ainsi, les forêts tropicales se vident de manière préoccupante, surtout pour les primates.

Les ressources marines (poissons, crustacés, coquillages...), également très exploitées, permettent de nourrir une grande partie de l'humanité. Il s'agit de la seule source de protéines animales pour 3 êtres humains sur 10, essentiellement en Asie.

Or, nous constatons une chute alarmante de la quantité des grands poissons (thons, morues, flétans, colins, espadons, requins, marlins...), cibles des pêches intensives. 90% auraient déjà disparu des océans. Ce sont donc des poissons de plus en plus petits qui sont pêchés (sardines, anchois, harengs, jeunes poissons...) et à leur tour menacés.

En effet, longtemps protégés de la surexploitation par l'efficacité limitée des bateaux de pêche classiques, les stocks de poissons sont aujourd'hui menacés par les flottes industrielles de bateaux-usines, capables de pêcher des milliers de tonnes de poissons et de traquer le moindre banc de poissons à des profondeurs toujours croissantes. Et les invertébrés marins (calamars, crevettes, crabes, ormeaux...) ne sont pas mis sur la touche ! Nous pêchons annuellement plus de 100 millions de tonnes de poissons dans le monde, et 75% des stocks mondiaux d'espèces pêchées sont déjà exploités à la limite ou au-delà du soutenable. Sans parler des espèces rejetées mortes à la mer (1 individu sur 4), car pas de la bonne espèce ou de la bonne taille ! Cette industrie de la pêche modifie radicalement les écosystèmes marins, menace le renouvellement des stocks piscicoles et la survie de ceux qui en vivent.





BLÉ

© CNRS / WILLCOX George



MAÏS

© INRA / WEBER Jean



RIZ

© Guy Sabatier



POMME  
DE TERRE

© INRA / WEBER Jean



© Manuelle Royvillé

37

Sur les 7 600 races d'animaux d'élevage présents dans le monde, plus de 1 500 races traditionnelles et adaptées aux territoires locaux (chevaux de traits Cobs normand, Percheron, vaches Mirandaises...) sont menacées d'extinction ou ont déjà disparu, faute d'être utilisées ou consommées... et donc élevées.

## Nos choix influencent la biodiversité

La diversité des fruits et légumes vendus dans le commerce est bien inférieure à celle des marchés et des étals d'il y a 30 ans. Notre alimentation repose aujourd'hui principalement sur quatre plantes (blé, riz, maïs, pomme de terre), dont le nombre de variétés commercialisées est très réduit. La survie de l'humanité repose en définitive sur une quinzaine d'espèces végétales cultivées et huit espèces animales qui constituent l'essentiel de notre alimentation carnée et laitière.

Pour contribuer à sauvegarder la diversité des végétaux cultivés, encourager la consommation de ces variétés anciennes et ces légumes oubliés incitera les maraîchers à les cultiver de nouveau. Il en est de même pour les animaux d'élevage menacés.





© INRA / BAUDRY Jacques



© INRA / WEBER Jean

**Par notre alimentation, nous avons en effet un impact sur la biodiversité**, car le contenu quotidien de nos paniers à provisions (donc notre demande alimentaire en tant que consommateur) façonne le paysage de nos campagnes et de nos fonds marins. Il influence le type d'agriculture autour de chez nous, mais aussi à l'autre bout du monde, ainsi que le maintien ou non des forêts tropicales et de la richesse des océans. Ainsi, manger du bœuf bon marché favorise l'agriculture intensive, car le bétail élevé en bâtiment est nourri avec des aliments cultivés de manière intensive. Et rien qu'en France, près de 70% de la surface agricole est consacrée à l'alimentation animale !

De plus, l'origine des aliments que nous trouvons aujourd'hui dans notre assiette est très variable: de la ferme ou de la mer d'à-côté jusqu'à celles situées à l'autre bout de monde, du fait du développement des échanges commerciaux internationaux. En consommant des produits qui poussent sous différents climats (fruits exotiques, cacao, café, huile de palme...), nous influençons différents types d'agriculture partout sur la planète, et favorisons parfois la déforestation. En consommant des espèces animales menacées (thon rouge, esturgeon, viande de brousse...), nous participons à leur disparition.



© INRA / GIRAULT N

38



## Les produits transformés par la biodiversité invisible...

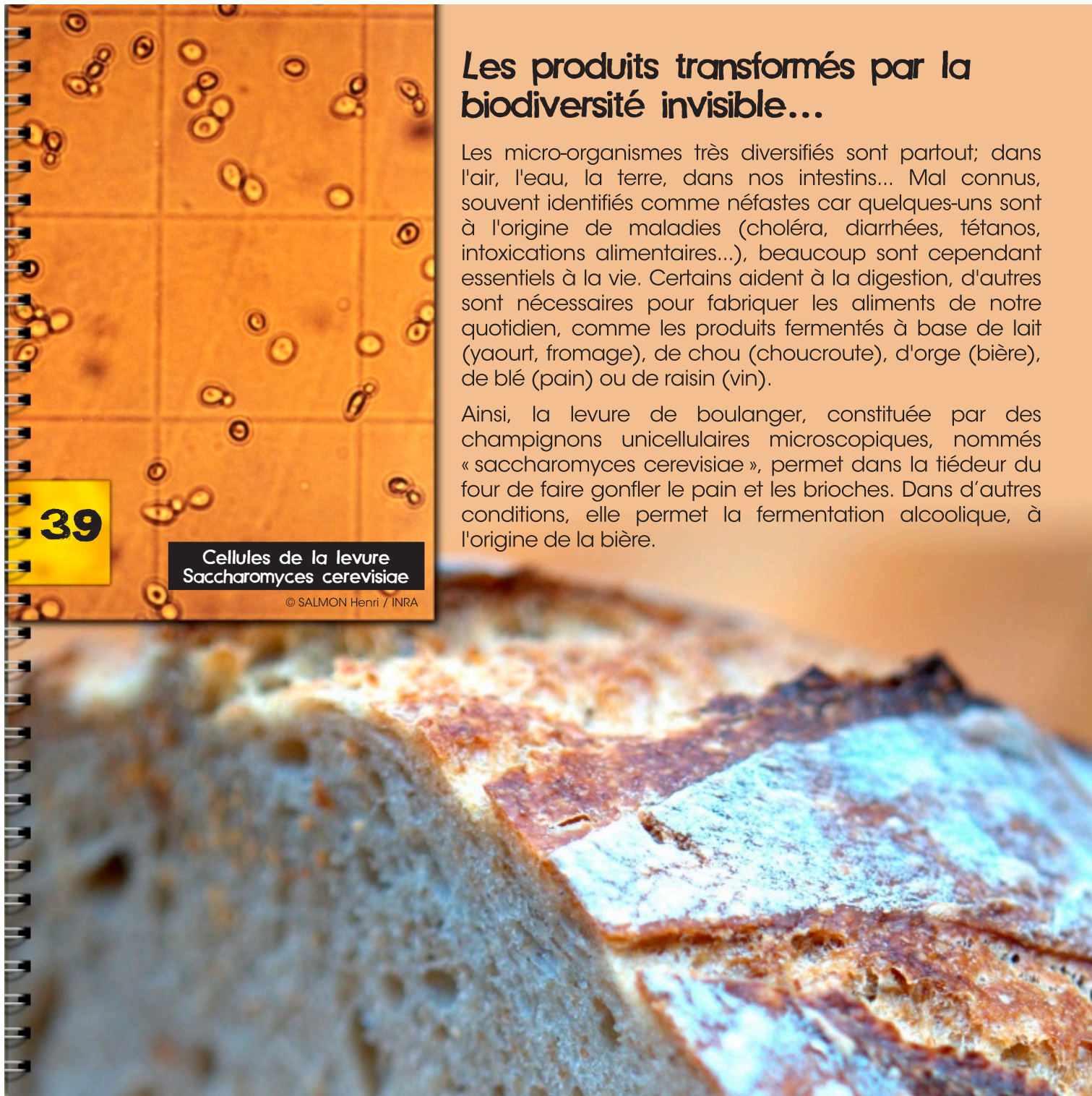
Les micro-organismes très diversifiés sont partout; dans l'air, l'eau, la terre, dans nos intestins... Mal connus, souvent identifiés comme néfastes car quelques-uns sont à l'origine de maladies (choléra, diarrhées, tétanos, intoxications alimentaires...), beaucoup sont cependant essentiels à la vie. Certains aident à la digestion, d'autres sont nécessaires pour fabriquer les aliments de notre quotidien, comme les produits fermentés à base de lait (yaourt, fromage), de chou (choucroute), d'orge (bière), de blé (pain) ou de raisin (vin).

Ainsi, la levure de boulanger, constituée par des champignons unicellulaires microscopiques, nommés « *saccharomyces cerevisiae* », permet dans la tiédeur du four de faire gonfler le pain et les brioches. Dans d'autres conditions, elle permet la fermentation alcoolique, à l'origine de la bière.

39

Cellules de la levure  
*Saccharomyces cerevisiae*

© SALMON Henri / INRA



## Rôle des micro-organismes dans la fabrication du fromage

Le consommateur déguste en France près de 400 types de fromages différents, ignorant souvent comment leurs qualités s'élaborent et quels sont les acteurs de la transformation du lait en fromage. Il s'avère qu'il s'agit de populations microbiennes, présentes sur et dans ces fromages ! Et chaque fromage résulte d'une combinaison de populations microbiennes!

Dans le fromage au lait cru, les diverses populations microbiennes, naturellement présentes dans le lait ou ajoutées sous forme de ferments, ont deux fonctions indispensables sans lesquelles il n'y aurait pas de fromage. Elles assurent l'acidification du lait (passage du lait en fromage) mais aussi la production des molécules responsables de l'odeur et du goût.

Les propriétés sensorielles (texture, saveur, odeur et arôme) du fromage obtenu résultent donc d'un équilibre complexe entre les différentes populations microbiennes (bactéries lactiques, levures et autres champignons), variable selon les processus de fabrication, contribuant à la diversité des caractéristiques sensorielles des fromages.


De plus, la diversité des espèces végétales et le cortège de champignons microscopiques (mycorhizes) associés aux racines des plantes jouent un rôle dans la composition et la richesse des prairies, donc in fine dans la qualité des produits dérivés de l'élevage. En effet, des chercheurs ont montré que la composition floristique des pâturages peut modifier le lait des animaux qui les broutent et de ce fait les caractéristiques des fromages ! Résultat, un beaufort de Savoie n'aura pas le même goût d'une vallée à l'autre !

40



# Biodiversité érodée et conséquences

41



« Tous les biologistes qui travaillent sur la biodiversité sont d'accord pour dire que, si nous continuons à détruire certains environnements naturels, à la fin du 21<sup>e</sup> siècle nous aurons éliminé la moitié ou davantage des plantes et animaux de la planète »

*Edward Wilson, Entomologiste et professeur américain à l'Université d'Harvard (USA)*

Tous les organismes vivants évoluent et se transforment. C'est le processus qui permet l'adaptation aux changements qui affectent l'environnement dans lequel ils vivent. Cela conduit naturellement à la disparition de certaines espèces, qui n'ont pas pu s'adapter aux modifications du milieu, et à la formation de nouvelles, mieux adaptées à ces changements.

La plupart des espèces qui ont vécu sur Terre depuis l'apparition de la vie ont maintenant disparu. Naturellement, une dizaine d'espèces disparaissent par an. Cependant, le rythme de ces extinctions s'est fortement accéléré (de 100 à 1000 fois plus que la normale) à cause des activités humaines qui perturbent fortement les écosystèmes et les espèces qui les composent et qui y vivent.

La Terre a connu 5 grandes crises d'extinction, et nous sommes acteurs et spectateurs aujourd'hui d'une 6ème crise. A la différence des crises précédentes, celle-ci est due à notre propre action. Nous sommes acteurs de cet événement qui affectera toute l'humanité, actuelle et à venir, car nous dépendons fortement de cette biodiversité. Nous avons donc une responsabilité morale à inverser la tendance car nous sommes en très grande partie la cause directe de ces extinctions. L'humain est capable de freiner cette érosion s'il change son mode de vie et veille à la préservation de la biodiversité.

## Quelles pertes de la biodiversité, en quelques chiffres ?

Avec l'ère industrielle, la démographie galopante, la surexploitation des ressources et la destruction des écosystèmes, nous sommes passés de 10 à 1000 extinctions d'espèces par an. Un taux d'extinction de 10 000 espèces par an pourrait être atteint dans quelques décennies. Ce taux est donc 100 à 1000 fois plus élevé que la normale.

Nous avons déjà perdu probablement plus d'un million d'espèces depuis les derniers siècles, et plusieurs espèces continuent de disparaître toutes les heures. Certains spécialistes pensent que nous pourrions perdre 1/5 des espèces vivantes dans les 30 années à venir, et jusqu'à 2/3 des espèces avant la fin du 21ème siècle.

Notons également qu'1/3 des ressources naturelles mondiales a déjà été consommé entre 1970 et 1995.



## Exemples de disparitions récentes

Dans les derniers siècles, que sont devenus le dodo, le pigeon migrateur, le grand pingouin, les oiseaux aptères géants de Madagascar ou des îles du Pacifique, l'auroch, le zèbre couagga, le loup de Tasmanie...? Et ces dernières années, le crapaud doré du Costa Rica, le colobe rouge de Waldron (petit singe du Centre-Afrique), le bouquetin ibérique des Pyrénées, ou encore le Baiji, dauphin de Chine adapté à la vie en eau très turbide du fleuve Yang Tsé? Les disparitions officielles constatées depuis 400 ans sont de 641 animaux et 584 végétaux sur l'ensemble des espèces décrites. Mais ces chiffres sont fortement biaisés par la faiblesse de nos connaissances, et du fait que la plupart des espèces décrites ne l'ont été que tardivement, au 19ème et 20ème siècle. De plus, il faut 50 ans de disparition pour officiellement déclarer une espèce comme éteinte. Une galerie du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris est dédiée à certains de ces animaux disparus, naturalisés.

43

Man vi

Et demain, pour ne parler que des mammifères emblématiques pour lesquels nous nous mobilisons le plus, quel sera l'avenir de l'éléphant d'Afrique, du gorille de montagne, de l'orang-outang, du grand panda, du tigre, de la panthère des neiges, du guépard, du rhinocéros, de l'hippopotame, des baleines franches ? Et que penser des autres espèces, moins protégées ? Et de celles, si nombreuses, que l'on ne connaît même pas ?



# Illustrations des principales causes d'érosion de la biodiversité

Il existe 5 grandes causes responsables de l'érosion de la biodiversité.

## La destruction des habitats des espèces, première cause de perte de biodiversité

- **la perte d'habitat liée au changement d'occupation des sols.** Transformation d'une forêt en champ cultivé: les espèces forestières disparaissent, de nouvelles propres aux milieux agricoles arrivent, mais en général moins nombreuses que celles présentes au départ ; Assèchement de la majeure partie des zones humides en Europe et aux USA ; Destruction des mangroves des littoraux tropicaux.

- **la destruction des coraux et des fonds marins par les chaluts.**


- la fragmentation (mise en petits bouts) d'un habitat. 45% des forêts ont disparu depuis que l'humain maîtrise l'agriculture (10 000 ans), mais surtout depuis le siècle dernier. 200 millions d'hectares de forêt ont disparu depuis 1990 et nous continuons à perdre 10 millions d'hectares par an, surtout de forêt tropicale abritant 75% de la biodiversité terrestre. La fragmentation rend la forêt inhabitable sur de grandes zones pour de nombreuses espèces qui n'ont plus un territoire de vie suffisamment grand car les îlots de forêt ne sont plus forcément connectés les uns aux autres. Si la déforestation continuait au taux actuel (et ce taux augmente, du fait des plantations de palmiers à huile et d'agrocarburants par exemple), la Thaïlande n'aurait plus de forêts dans 25 ans, et les Philippines dans 20 ans...

44



## Les invasions biologiques

La plupart des espèces mises soudainement dans un nouvel environnement s'éteignent car elles ne sont pas adaptées à ce nouveau milieu. Mais parfois, une espèce s'adapte, se développe, prolifère et devient envahissante car elle entre en concurrence avec les espèces existantes (nourriture, habitat...). Or, les espèces déjà présentes dans l'écosystème n'ont pas le temps de s'adapter à la présence de cette nouvelle espèce. Les espèces envahissantes deviennent alors un véritable fléau pour la biodiversité locale. Depuis deux siècles, les activités humaines (migration, commerce...) ont fortement accéléré les apports de nouvelles espèces qui deviennent envahissantes... Les répercussions ne sont pas qu'écologiques, elles sont aussi économiques: coûts liés à la perte de production et au contrôle de ces espèces !



Le serpent arboricole brun a été introduit accidentellement à Guam, une île du Pacifique, lors de la 2<sup>de</sup> guerre mondiale. Là-bas, prédateurs et parasites du serpent n'étaient pas présents. Rien n'a limité la croissance de cette population.

45

Aujourd'hui, nous trouvons sur cette île plus de 31 000 serpents par km<sup>2</sup>. Unique prédateur nocturne dans l'île, ses proies locales n'avaient jamais développé de comportement de vigilance ou de sommeil léger pour lutter contre les attaques de nuit. Ainsi, le serpent peut manger tout ce qu'il trouve sans réveiller ses proies. En quelques décennies, 12 des 14 espèces d'oiseaux endémiques (qui n'existent nulle part ailleurs que sur cette île), 2 des 3 espèces de chauve-souris endémiques, et 9 des 12 espèces de lézards endémiques ont disparu à jamais.



## La pollution

- **Pollution de l'air.** On a longtemps pensé que les gaz rejetés dans l'immensité de l'atmosphère n'avaient pas d'impact sur les espèces qui les respiraient. En plus du changement climatique, nous savons aujourd'hui que de nombreux gaz toxiques affectent ceux qui les respirent, au point de faire disparaître des populations, et même des espèces entières. C'est le cas de 40 à 50% des champignons en Allemagne, Autriche et Pays-Bas ces 60 dernières années.

- **Pollution de l'eau.** Les déchets et les produits chimiques invisibles ont un impact sur tous les écosystèmes aquatiques et terrestres associés et sur leur fonctionnement, donc sur les services et les biens qu'ils nous apportent (potabilité de l'eau par exemple).

- **Pollution des sols.** Les polluants enterrés dans les sols ainsi que les produits chimiques utilisés peuvent causer une stérilisation des sols, une disparition de la végétation et des animaux qui dépendent de cette végétation.



© CNRS / BOUDOU, Alain

## La surexploitation des espèces

Il s'agit d'une exploitation de plantes ou d'animaux qui excède la capacité de ces espèces à se renouveler. Les espèces les plus sensibles sont celles à faible taux de reproduction: grands arbres, grands mammifères (baleines, rhinocéros...), espèces endémiques des îles... Il existe différents types de surexploitation. Voici deux cas extrêmes:

- **l'exploitation indirecte.** Quand l'exploitation d'une espèce a un effet indirect sur l'exploitation d'une autre. C'est le cas des prises non ciblées mais tout de même affectées par la pêche commerciale. Ainsi, 200 000 tortues caouannes et 50 000 tortues luths sont accidentellement tuées tous les ans par la pêche à la palangre (lignes d'hameçons de plusieurs km) et rejetées mortes en mer.

- **l'exploitation commerciale intensive.** Exploiter le plus grand nombre d'individus le plus rapidement possible, pour avoir d'importants revenus, sans tenir compte du renouvellement de la population, qui peut alors disparaître. C'est le cas des grands prédateurs des mers, comme la morue au Canada ou le thon rouge en Méditerranée. Ceci pose problème au niveau des réseaux alimentaires, les grands prédateurs étant des régulateurs des autres populations.



## Les changements climatiques

La physiologie des plantes et des animaux est finement reliée aux conditions climatiques d'un milieu. Des modifications de ces conditions (température, pluviométrie...) sur de longues périodes peuvent affecter le fonctionnement des espèces. Trois types de réactions sont alors possibles :

- **une migration des espèces** pour rejoindre des zones plus adaptées, mais toutes ne peuvent pas rapidement changer d'aire de répartition, notamment les plantes;
- **une adaptation rapide aux modifications du milieu.** Or, l'évolution est lente et une espèce ne peut pas toujours s'adapter en quelques décennies seulement si les changements sont rapides;
- **une disparition des espèces qui ne peuvent ni migrer ni s'adapter.** Au total, selon certaines estimations, 15% à 37% des espèces vivantes pourraient disparaître dans les 50 ans suite au réchauffement climatique.

De plus, l'augmentation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère entraîne une acidification des océans dont l'impact sur la biodiversité marine pourrait être non négligeable, notamment sur les coraux.



## Conséquences de l'érosion de la biodiversité

Avec chaque espèce éteinte, nous avons une perte définitive de l'héritage de centaine de milliers d'années d'évolution, de créativité de la vie et de beauté, en plus de la perte d'êtres vivants qui ont une valeur en soi.

### Co-extinction: la disparition d'une espèce peut en déclencher bien d'autres

Chaque espèce entretient des relations complexes avec les espèces de son entourage (alimentation, parasitisme, symbiose, compétition, coopération, reproduction...). La disparition d'une espèce peut donc bouleverser profondément le fonctionnement des espèces associées et des écosystèmes dans lesquels elles interagissent. Par exemple, les grands prédateurs, au sommet d'un réseau alimentaire, agissent sur le maintien de la biodiversité. Quand ils disparaissent, certaines de leurs proies se mettent à pulluler, éliminent d'autres espèces avoisinantes, ce qui entraîne une cascade de conséquences.

Des chercheurs ont montré qu'il faudrait ajouter au moins 6 300 espèces « co-menacées » d'extinction à la liste rouge des espèces déclarées « en danger » de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN), qui en compte déjà plus de 15 000 parmi les espèces d'organismes supérieurs.

49

*« La réduction de la biodiversité est responsable d'une forte perte d'information. En effet, la longévité moyenne d'une espèce donnée est d'un million d'années. Chaque espèce est une bibliothèque d'informations acquises par l'évolution sur des centaines de milliers, voire des millions d'années. Ce sont des bibliothèques entières que nous brûlons. Or, si nous avons une idée de ce que la déstabilisation entraînera (moindre productivité, moindre sûreté, changements du climat...), nous n'avons aucune idée de la valeur pour l'humanité de ce que nous perdons en termes d'informations »*

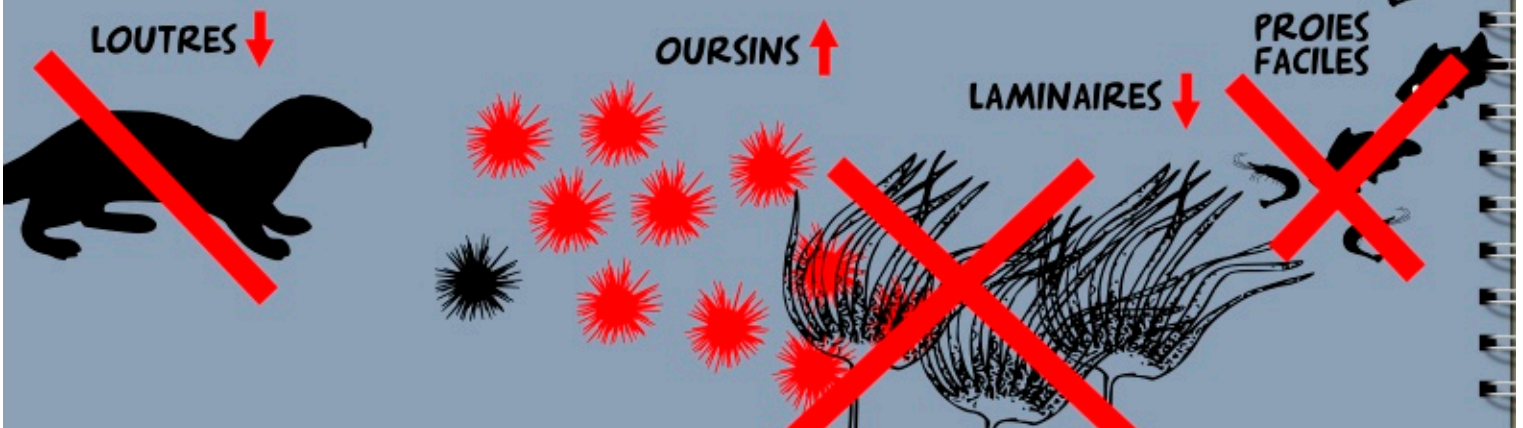
Edward O. Wilson, entomologiste et professeur à l'Université d'Harvard (USA)



## Des orques et des loutres...

Hier, la loutre de mer était chassée pour sa fourrure. Aujourd'hui, c'est une espèce protégée. Mais depuis quelques années, sur les côtes ouest de l'Alaska, son nombre s'effondre brutalement. Les coupables seraient les orques qui chassent désormais les loutres, alors qu'elles cohabitaient pacifiquement dans les mêmes eaux. Pourquoi ce changement d'attitude ? Il s'agirait de la modification du régime alimentaire de l'orque, suite à l'effondrement des effectifs de ses proies habituelles (jeunes baleines, phoques...) du fait de la surpêche d'espèces dont elles se nourrissent.

Or, la loutre de mer joue un rôle important dans le réseau alimentaire. Elle se nourrit surtout d'oursins, qui eux-mêmes broutent les algues (laminaires) du fond des océans, lieu de refuge de jeunes poissons et de crustacés qui se protègent des prédateurs... Comme la loutre disparaît, les oursins pullulent. Ils broutent de plus en plus les forêts d'algues marines au fond des océans. Ainsi, les jeunes poissons et crustacés deviennent victimes des prédateurs, avec des conséquences désavantageuses pour la pêche des poissons et crustacés.





© CNRS / THERY\_Herve



51

© INRA / NORMANT Sophie



© IRD / Trape Jean-François

## Conséquences sur l'humanité

Les conséquences de l'érosion de la biodiversité ne se réduisent pas seulement à une liste d'espèces malmenées puisqu'elles entraînent aussi la dégradation des écosystèmes et l'altération des services écologiques qu'ils rendent gratuitement à l'humanité.

La dégradation de ces services affecte donc directement les populations humaines, influant sur la santé (maladies infectieuses...), l'alimentation (baisse de fertilité des sols, épidémie des élevages et cultures, famine...), l'accès aux ressources (eau, air, énergie, diversité génétique...), le climat (changement climatique, intempéries...), l'économie mondiale (coût de la perte de ces services gratuits, perte des matières premières pour les entreprises...) mais aussi sur nos relations sociales. En effet, un écart se creuse entre ceux qui savent exploiter la biodiversité à leur profit, quitte à l'appauvrir et ceux, souvent plus pauvres et moins à même de se faire entendre et de s'adapter aux changements, qui voient leur accès aux ressources diminuer considérablement, alors qu'ils en dépendent pour vivre...



## Comment mesurer l'état de la biodiversité ?

Avant d'arriver à la disparition complète d'une espèce, les populations s'érodent plus ou moins lentement. Les scientifiques tentent de cerner ce phénomène complexe d'érosion, de le quantifier objectivement, voire de le modéliser afin de prévoir s'il sera ou non irréversible. Pour cela, ils évaluent la perte de biodiversité en s'appuyant sur des indicateurs. Ces derniers constituent une composante indispensable à la surveillance, l'évaluation et la prise de décision. Ils ont été développés pour transmettre rapidement et facilement l'information aux décideurs politiques.

**Certains indicateurs permettent de définir l'état de santé d'un milieu** en fonction de la présence de certaines espèces qui y vivent. On les appelle des bio-indicateurs. C'est par exemple le cas des truites dans les réservoirs d'eau qui indiquent leur potabilité.

**D'autres indicateurs servent à apprécier l'état de santé de la biodiversité.** De nombreux paramètres doivent être évalués: diversité des espèces, maintien ou baisse de la diversité génétique au sein d'une même espèce, de la taille des populations; interactions entre populations et habitats; position dans la chaîne alimentaire... Il n'est pas possible de définir un indicateur unique de la biodiversité regroupant tous ces paramètres. Plusieurs indicateurs sont donc nécessaires pour mesurer son érosion.

Par exemple, pour mesurer la diversité des espèces dans un milieu, nous avons, entre autres:

- **l'indice d'abondance** (inventaire du nombre d'espèces et de leur abondance en un milieu donné);

- **le taux d'extinction;**

- **l'indice "Liste rouge de l'IUCN"** (liste des espèces menacées sur Terre: «en danger critique d'extinction», «en danger», «vulnérable» et l'amélioration ou détérioration du statut d'une espèce dans le temps);

- **l'indicateur « oiseaux communs»** (variation de l'abondance des populations d'oiseaux les plus communs dans l'espace et dans le temps).



## Comment faire équipe avec le monde vivant ?



« La première règle des bricoleurs intelligents, c'est de garder toutes les pièces » disait Aldo Leopold, fondateur américain de l'écologie. Nous ne savons pas comment le système écologique fonctionne, donc par principe de précaution, il vaut mieux tout préserver dans le domaine de la biodiversité pour avoir les pièces nécessaires lorsque nous aurons compris comment ça marche.

Un des plus grands défis que les sociétés humaines ont à relever aujourd'hui est de concilier la satisfaction de nos besoins et les modes de développement de nos sociétés avec la préservation de la nature et de ses ressources; c'est-à-dire de réconcilier l'humain (*Homo sapiens*) avec les autres espèces. Car l'édifice humain tout entier repose sur l'exploitation des ressources naturelles, dont la biodiversité. Pour y parvenir, il convient de changer nos relations avec la nature : modifier nos comportements de consommateurs, nos choix, nos pratiques, nos politiques; en réapprenant à composer avec la biodiversité et les conditions qui favorisent sa préservation et son renouvellement. Pour cela, le développement de nos connaissances sur la biodiversité et l'éducation ont un rôle central à jouer.

Aujourd'hui, de nombreuses actions sont mises en place dans le domaine de la conservation et de la restauration de la biodiversité. Même s'il reste encore beaucoup à faire, ces actions sont de plus en plus nombreuses et de plus en plus efficaces.

# Sur quoi portent les actions de conservation ?

## Les espèces

Pour protéger la biodiversité et préserver ses ressources, nous pensons tout de suite à la protection d'une ou plusieurs espèces, souvent charismatiques, parfois utiles parce qu'elles sont des espèces « ingénieurs », « clé de voute », « drapeau » ou « parapluie ». Cependant, vouloir sauver une espèce à tout prix n'a aucun fondement scientifique; c'est avant tout un choix de société ou un choix personnel. La vie est organisée en réseau et nous ne pouvons pas toucher à une espèce sans atteindre les autres. Ainsi, il est nécessaire, dans nos actions, d'avoir une vision plus large que la simple conservation d'une espèce, et de faire le lien avec les autres espèces et le milieu dans lequel elle interagit.

**Espèce « ingénieur »:** espèce dont l'action est fondamentale pour l'écosystème auquel elle appartient et dont le comportement modifie considérablement le mode de vie des autres espèces. C'est le cas de l'éléphant qui contrôle la végétation de la savane, des pics verts qui creusent des cavités très prisées dans les arbres, des vers de terre ou des fourmis qui aèrent le sol...

**Espèce « clef de voute »:** espèce qui joue un grand rôle dans l'équilibre et la diversité des communautés vivantes à laquelle elle appartient et dont la disparition entraînerait une cascade d'extinctions. C'est le cas des prédateurs, tels que certaines étoiles de mer (si elles disparaissent, c'est tout le réseau alimentaire qui sera modifié), ou d'espèces « ingénieurs », telles que le grand termite africain (*Bellicosia rex*) dont les termitières (100m de rayon et 20m de haut) modifient profondément le sol.

**Espèce « drapeau » ou « parapluie »:** espèce dont la protection et la gestion permettent la sauvegarde de tout son écosystème et donc des nombreuses espèces qui y vivent, car le programme de conservation cible l'espèce et son lieu de vie. Cas du tigre, du panda, de la loutre...



© CNRS / FRITZ Hervé

54



© CNRS / DEVIZ Alain



© Eric Kilby

## Quelques exemples de mesures de préservation d'espèces :

- l'interdiction ou la limitation de la chasse, de la pêche, des prélèvements, de la surexploitation de certaines espèces;
- la limitation de l'impact des humains sur l'habitat de l'espèce à protéger: lutte contre la dégradation, la pollution, les espèces envahissantes;
- la construction de refuges, de passages (écopont à faune sauvage, crapauducs...), de sites de nourrissage ;
- la conservation et la reproduction d'espèces en dehors de leur milieu de vie : dans les jardins zoologiques pour les animaux et les jardins botaniques pour les végétaux. Ces mesures permettent de sauver le patrimoine génétique de ces espèces, mais pas les innombrables relations que celles-ci ont nouées avec leur environnement ;
- la réintroduction d'espèces dans leur milieu naturel s'il peut les accueillir durablement ;
- la mise en place de plans de sauvegarde de races ou variétés domestiques locales...

Nous avons fait dans ces domaines de grands progrès, et certaines espèces ont même parfois été sauvées alors qu'elles risquaient fortement de disparaître.

55

La Bretonne Pie Noir, la plus petite vache française et l'une des plus anciennes, fut une des vaches les plus répandues en France. Bien adaptée aux petites exploitations, on en dénombrait en Bretagne environ 500 000 têtes en 1900. Son remplacement vers 1950 par des races plus productives (Normande, Prim'Holstein) l'amena au bord de l'extinction; en 1970, on n'en comptait plus que quelques centaines de têtes...

Pour sauver cette race, un plan de sauvegarde a été mis en place en 1976, avec une gestion génétique rigoureuse pour limiter l'élévation de la consanguinité. Avec 1300 vaches en 2004, la Bretonne Pie Noir est désormais élevée pour ses productions fermières locales et l'entretien de terrains et milieux naturels protégés.

## Les espaces

**La préservation d'une espèce se fait difficilement sans la conservation des espaces dans lesquels elle vit, et qui comprennent beaucoup d'autres espèces.** Ainsi, préserver un milieu naturel permet de préserver un ensemble d'espèces en relation les unes avec les autres et donc de maintenir son fonctionnement.

Pour cela, différentes structures existent sur le territoire : **parcs nationaux, réserves de biosphère, réserves naturelles, parcs naturels régionaux, terrains du conservatoire du littoral ou des conservatoires régionaux d'espaces naturels.** On s'appuie souvent sur des espèces emblématiques comme les grands vertébrés, les oiseaux ou les reptiles pour définir ces zones de protection. Ces espèces jouent un rôle de parapluie. Les protéger va permettre de protéger les autres espèces qui partagent le même milieu: proies, espèces qui composent leur habitat, parasites, prédateurs des proies; tout un écosystème et les biens et services que ce dernier fournit à l'humanité.

Les mentalités ont fortement évolué dans la gestion de ces structures. Si durant le début siècle dernier, il s'agissait de zones de nature desquelles les humains étaient totalement exclus avec des conséquences dramatiques sur certaines populations - comme les Massai, chassés des parcs nationaux d'Afrique orientale - aujourd'hui, le message a changé. Les humains ne sont pas à l'extérieur de la nature, ils en font partie. **Les activités humaines ont leur place au sein de ces zones et peuvent contribuer à créer ces espaces remarquables et générer de la biodiversité.**

De plus, différentes politiques publiques sont élaborées pour restaurer des milieux dégradés et favoriser la biodiversité : réhabilitation de cours d'eau, de zones humides, mise en place de couloirs écologiques (trames vertes) pour relier des zones naturelles à travers le territoire, désignation de terrains Natura 2000, changements des modes agricoles (agriculture biologique notamment).

La volonté de protection de la nature est relativement récente. Les premières aires protégées ont été mise en place à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, avec la création, aux États-Unis, du premier parc national du monde, celui de Yellowstone (1872). La France attendra 1963, avec la création du parc national de la Vanoise.





## Comment agir ?

La préservation de la biodiversité nécessite un engagement des pouvoirs publics, mais aussi l'implication de chacun de nous. En tant que citoyens, nous sommes tous concernés et nous pouvons tous agir à notre niveau. La communauté scientifique nous aide en développant les connaissances dans ce domaine, qui doivent être diffusées largement à travers l'éducation.

## Être bien informé pour pouvoir agir

L'intérêt pour la biodiversité est lié à la prise de conscience de son érosion de plus en plus rapide et à l'impact de cette érosion sur l'avenir de l'humanité et de notre planète. Même si beaucoup de choses restent à faire dans ce domaine, il existe de véritables possibilités d'actions, et nous sommes capables d'inverser la tendance si nous réagissons maintenant. Pour cela, le développement des connaissances, l'information, la formation et l'éducation jouent un rôle clef.

**La communauté scientifique avance à grands pas dans la compréhension de la dynamique de la biodiversité, de l'évolution de la biosphère et de la place des humains. Diffuser ces connaissances auprès du citoyen lui donnera envie de s'impliquer.** En effet, si nous comprenons l'importance de la biodiversité, que nous en faisons partie, son rôle indispensable pour le fonctionnement de notre planète et de l'humanité, nous aurons alors envie de la protéger et les gestes écologiques que nous pouvons faire au quotidien deviendront naturels.

**L'éducation à l'environnement a donc une place importante.** Des progrès ont été réalisés dans plusieurs domaines (tri des déchets, énergies non polluantes, pratiques de conservation de la nature...), grâce à l'action d'ONG internationales, d'associations ou fondations nationales ou locales, de certaines industries; mais qu'en est-il des programmes scolaires ? Il serait intéressant de donner accès à ce regard écologique et à cet esprit de partenariat avec la nature dès l'école, au moment où se forment les esprits et les personnalités.

57



## Devenir des acteurs à part entière

Chacun de nous peut agir pour préserver la biodiversité. Il faut informer et sensibiliser les citoyens aux enjeux de sa préservation, afin de mieux comprendre, de changer son comportement, prendre de nouvelles habitudes pour un mode de vie et de consommation compatible avec ces enjeux. A ce niveau, chaque petit geste compte.

### Exemples d'actions individuelles dans notre quotidien :

**Se tenir informé** pour comprendre les enjeux liés à la biodiversité **et informer les autres.**

**Ne pas surconsommer, et ce dans tous les domaines:** énergie, eau, aliments, biens de consommation

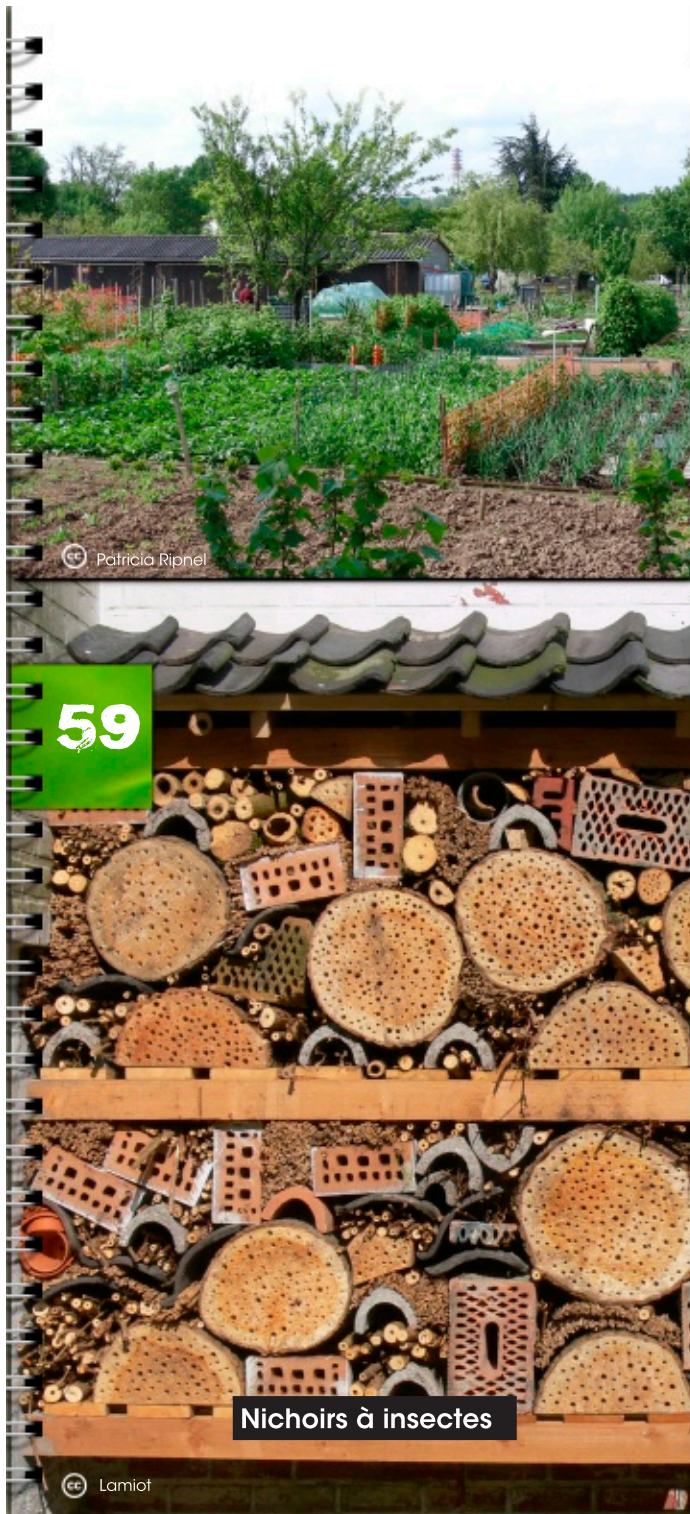
**Faire des choix de consommation diminuant les impacts sur la biodiversité :**

- manger moins de viande: la consommation de viande a triplé en 40 ans. 70% de la surface agricole en France est consacrée à l'alimentation des animaux, et cette agriculture, intensive, est très polluante. À cause de l'élevage intensif, chaque année, dans le monde, des milliers d'hectares de forêt sont détruits et transformés en surfaces agricoles pour satisfaire la demande;
- privilégier des aliments provenant d'une agriculture respectueuse de l'environnement (biologique, raisonnée...);
- découvrir et privilégier les variétés locales de fruits et légumes;
- privilégier les produits de saison;
- s'intéresser à la composition et à l'origine des produits : préférer les produits locaux, régionaux, nationaux ; éviter les produits contenant de l'huile de palme (en grande partie responsable de la déforestation en Indonésie); s'intéresser aux labels comme ceux de l'agriculture biologique, du commerce équitable, du bois certifié (FSC), des appellations d'origine contrôlée;



58





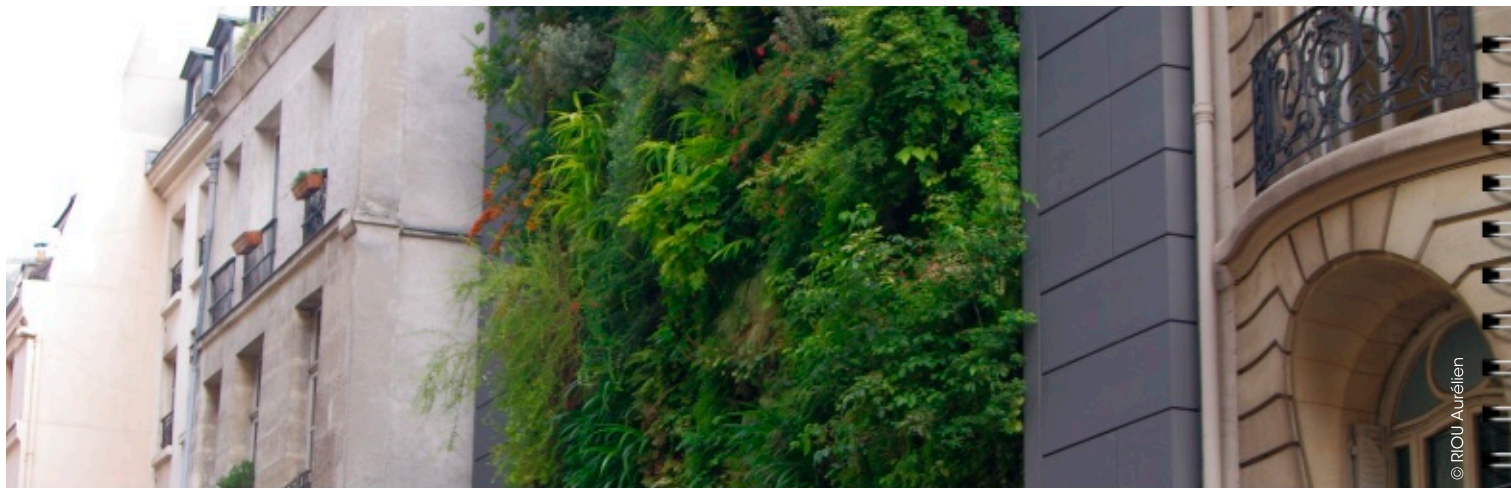
**Adapter notre mode de jardinage (jardin, potager, balcon, terrasse)** en privilégiant la diversité de plantes et variétés locales; faire son propre compost pour recycler ses déchets et l'utiliser comme fertilisant naturel; éviter les pesticides nocifs pour les pollinisateurs et la biodiversité du sol, favoriser les oiseaux insectivores et la petite faune prédatrice, éviter les coupes rases des pelouses;

**Adapter nos déplacements et nos loisirs: en privilégiant** la marche, le vélo et les transports en commun et le co-voiturage aux déplacements individuels motorisés; prendre le temps d'observer et de comprendre la nature en prenant soin de la respecter.

### **S'impliquer dans des actions collectives**

D'innombrables initiatives locales ou nationales (associations, chercheurs, particuliers, collectivités...) associent le citoyen dans l'étude, la découverte et la restauration des écosystèmes, la mise en place d'habitats (nichoirs à oiseaux et à chauve-souris, hôtels à insectes...). Les jardins citoyens (jardins collectifs) au cœur de la ville, sont des lieux privilégiés de relations entre l'humain et la nature. On y cultive des produits biologiques et on y remet au goût du jour d'anciennes variétés de fruits et légumes.

Les observatoires de papillons de jardin, d'escargots, de pollinisateurs (spipoll), mis en place par le Muséum national d'Histoire naturelle, visent, quant à eux, à impliquer les particuliers dans l'étude et le suivi d'animaux (on parle de sciences participatives). Car pour protéger la nature, encore faut-il la connaître et en suivre l'évolution !



© ROU Aurélien

## Quelles actions à grandes échelles ?

A une autre échelle, des actions nationales sont menées en faveur du monde vivant. Par exemple:

- favoriser la nature en ville et les déplacements des espèces sur le territoire en concevant des couloirs végétaux (trames vertes) entre les îlots de biodiversité (espaces verts, forêts...);
- prendre en compte la biodiversité dès la conception des projets d'aménagement du territoire (autoroute, quartier, parc...) et développer les quartiers écologiques;
- réfléchir à une gestion des milieux (forêts, zones agricoles, zones humides, océans, parcs urbains, bords de routes...) plus favorable à la biodiversité (mode de plantation, de traitement, d'entretien, de récolte...) et en réhabiliter certains (zones d'expansion des crues...).

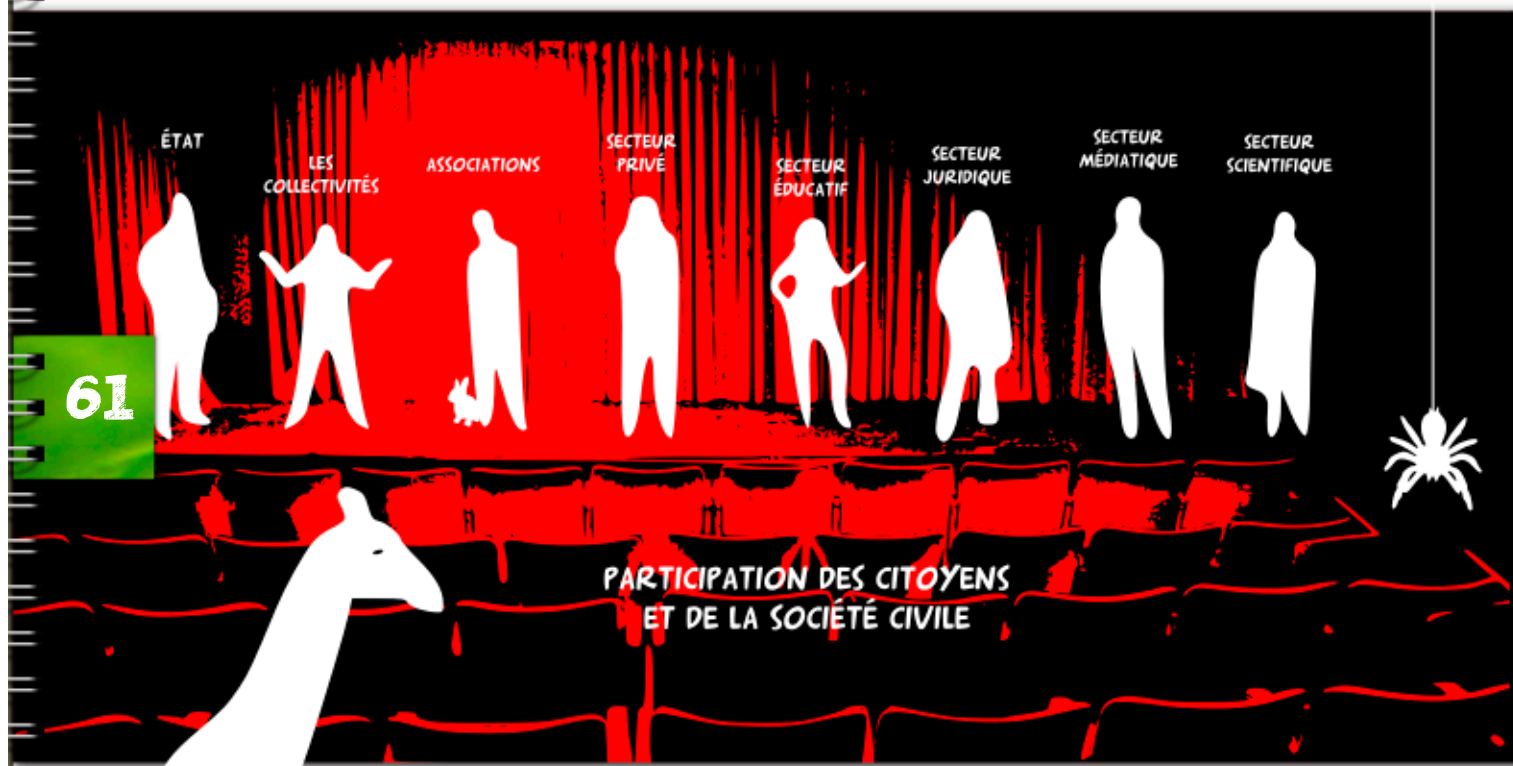
Les politiques locales, régionales, nationales et internationales se penchent sur les enjeux liés à la biodiversité autour de programmes ou de dispositifs comme les agendas 21, le Grenelle de l'environnement, la Convention sur la diversité biologique, le Groupe d'experts internationaux sur la biodiversité (IPBES, l'équivalent du GIEC pour la biodiversité)... On peut néanmoins regretter que ces initiatives restent assujetties aux « réalités » économiques et politiques.

60

© Zigazou76

## Quels acteurs, quels métiers ?

Prendre véritablement en compte la biodiversité dans tous les domaines nécessite de travailler en synergie avec tous les acteurs: l'État, les collectivités, les structures de protection de la nature et d'éducation à l'environnement (ONG internationales, fondations, associations), les secteurs privé, éducatif, juridique, médiatique, scientifique... Et favoriser la participation des citoyens et de la société civile à cette dynamique.



Il existe donc de plus en plus de métiers liés à la découverte, la compréhension, la protection de la biodiversité, dont voici quelques exemples. **Les gestionnaires de milieux naturels** travaillent dans les réserves, parcs nationaux, conservatoires... Ils entretiennent le milieu et informent le grand public et les collectivités. **Les associatifs** s'investissent, agissent, informent, éduquent, observent, constatent, dénoncent, militent, proposent, sauvegardent. **Les chercheurs** développent les connaissances dans des domaines très variés (biologie, écologie, conservation, économie, sciences sociales...). **Les journalistes** informent le grand public, **les professeurs** éduquent les jeunes, **les juristes** appliquent le droit de l'environnement, **les responsables environnement** modifient les pratiques dans les entreprises, les collectivités, pour mieux favoriser la biodiversité ; Les **conservateurs de musées et d'écomusées** mettent en valeur la biodiversité pour les citoyens.

# CONCLUSION

*« L'humain est aujourd'hui confronté à ses responsabilités planétaires. Un défi qui, d'une situation à risque, fait naître un espoir. Un espoir de nouveau humaniste autour d'une grande cause commune : sauver le patrimoine vivant de la planète, sa diversité, notre diversité. Parce que nos vies sont liées. »*

Robert Barbault, directeur du département d'écologie et de gestion de la biodiversité au Muséum national d'Histoire naturelle. *Un éléphant dans un jeu de quilles*. Seuil. 2006.

Comme nous l'avons vu tout au long de ce livret, la biodiversité est riche, foisonnante, complexe. Au-delà des millions d'espèces qu'elle regroupe, elle apparaît comme le tissu vivant de notre planète, un réseau d'interactions subtiles, de prédateurs, mais aussi d'entraides et de coopérations entre individus et entre espèces. Et tout cela permet le fonctionnement de multiples écosystèmes, qui nous rendent des services vitaux que nous utilisons gratuitement et sans relâche.

Alors que nous entrons dans la 6ème crise d'extinction de masse, il est grand temps - et nous en avons les moyens - de réconcilier l'humain avec la nature. *« Il nous faut convaincre nos contemporains que la modernité est dans la coexistence de l'homme avec la nature sauvage, et non dans le triomphe de l'un sur l'autre »* propose Jean-Claude Génot, ingénieur écologue. En effet, nous pouvons vivre bien, avec des activités économiquement rentables et socialement bénéfiques, tout en préservant la biodiversité. Protéger, restaurer les écosystèmes à l'échelle mondiale permettra de freiner l'extinction en masse des espèces et de réhabiliter les précieux services écologiques qu'ils fournissent ; condition première d'un développement durable.

Être en accord avec la nature est fructueux et économiquement viable, comme le prouvent l'agriculture biologique, l'agroforesterie (intégration des arbres dans les exploitations agricoles), la lutte biologique (utilisation d'insectes pour lutter contre les ravageurs des cultures), la domestication, les médecines traditionnelles.



A l'heure du développement durable, il faut concilier économie et écologie, c'est vital. La vie sur notre planète offre l'exemple même d'un développement durable dont nos sociétés pourraient bien s'inspirer. Inversement, l'érosion de la biodiversité ne peut avoir que des effets néfastes sur nos économies et notre développement qui tirent de la diversité du vivant leurs matières premières. La biodiversité est une richesse pour le développement des entreprises et le monde rural ; l'humain se doit de trouver les moyens de la conserver et la protéger.

Selon Philippe Jamet, professeur en sciences du développement durable à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris et membre fondateur de l'Institut Européen du Développement Durable, *« nous ne laissons pas à la nature le temps de nous parler, de nous enseigner à son rythme. Là pourtant réside la mémoire perdue de l'humanité. A l'heure du développement durable, le moment est peut-être venu de nous tourner vers elle pour lui demander, en toute modestie, de nous inspirer quelques remèdes, de nous révéler quelques techniques éprouvées pour atteindre la pérennité dans le progrès. Car la nature n'en est pas, comme nous, à s'interroger sur le pourquoi et le comment du développement durable. Tandis que nous théorisons sur le sujet, elle le pratique assidument et depuis le fond des âges ».*



# La biodiversité et moi

La biodiversité, dont nous faisons partie et avec laquelle nous sommes en permanente interaction, est indispensable à notre survie dans tous les aspects de notre vie. Comment utilisons-nous les produits issus de la biodiversité dans notre quotidien?

## scénario demi-journée "poulet frites et balade à vélo"

De bon matin, tu ouvres les yeux... Tu sautes de ton lit en bois pour ouvrir les volets.

Aujourd'hui il fait beau ! Tu décides de mettre un tee-shirt en coton et ton bermuda en lin. Mais avant, direction la salle de bain pour prendre une douche avec du savon parfumé aux huiles essentielles.

Ce matin, ton petit-déjeuner est composé d'un chocolat chaud (lait de vache, cacao, cuisinière), de tartines de confiture de fraise (fraisiers, four à pain, blé, eau potable) et de miel (fleurs, abeilles).

Une fois la vaisselle faite et les déchets mis à la poubelle, tu mets tes baskets en cuir et tu vas chercher ton vélo.

Pour rejoindre le parc tu fais un détour par le terrain de bosses. Quelle surprise ! Des nouveaux jeux en bois sont en construction. Sur le chemin, tu découvres des fraises des bois et des mûres sauvages, tu décides de les ramasser pour le goûter.

Déjà 11h30, il est temps de rentrer pour manger. De bonnes odeurs sortent du four. Au menu ce midi : salade de riz, thon, tomates, puis, poulet frites et une glace à la vanille qui t'attend dans le congélateur.

Avant de ressortir, tu décides de te reposer en lisant une bande dessinée, le temps de la digestion... Tes parents, eux, boivent une tisane, avant d'aller se reposer.

## Activité

1. Relever tout ce qui est lié à la biodiversité dans le scénario d'une journée d'un enfant présenté ci-dessous

2. Regrouper en 5 catégories les produits issus de la biodiversité en fonction de leur utilisation:

- construction, mobilier, loisir
- santé et hygiène
- habillement
- alimentation
- autre

3. Compléter la liste: quels produits issus de la biodiversité utilisez-vous dans votre quotidien ?

## Explication

Dans cette journée de vie d'un enfant, nous identifions de nombreux produits issus de la biodiversité. Ils peuvent être regroupés en plusieurs catégories, en fonction de leur utilisation :

**construction, mobilier, loisirs:** lit en bois, volets, parc, terrain de bosses, jeux en bois, bande dessinée

**hygiène et santé:** savon aux huiles essentielles, tisanes

**habillement:** tee-shirt en coton, bermuda en lin, baskets en cuir

**alimentation:** lait (vache), chocolat (cacaotier), tartine (blé), confiture de fraise (fraisier), miel (abeilles, fleurs), fraises des bois, mûres, riz, thon, tomates, poulet, frites (pommes de terre), glace (vanille, algues)

**autres:** la digestion, grâce à des millions de bactéries (biodiversité microscopique) dans nos intestins, le pain, qui se fait grâce aux levures (champignons microscopiques)

65

© CNRS / BRUTTI Lorenzo



## Pour en savoir plus

Tous les êtres humains développent et entretiennent des relations avec la biodiversité, différentes selon leur histoire et leur lieu de vie. Mais quelque soit l'endroit où nous vivons sur Terre, la biodiversité est à l'origine d'une multitude de services:

**l'alimentation:** pêche, agriculture, élevage, cueillette, chasse... tout ce que nous mangeons provient, directement ou de manière transformée, de la biodiversité.

**l'habillement:** cuir, coton, chanvre (jeans), lin, soie... proviennent du vivant.

**les loisirs:** jardins, forêts, parcs, arbres (cabanes)... offrent des espaces de jeux et de détente

**le matériel de construction, outils, mobilier:** à base de végétaux (poutre, paille, table, lit...)

**les médicaments** qui proviennent en grande partie de végétaux et d'animaux

**les produits d'hygiène:** savons, crèmes, teintures, huiles naturelles issus des plantes

**le fonctionnement du corps humain:** bactéries des intestins, de la bouche, de la peau...

**le bien-être** (paysages, animaux, fleurs...) **et les biens immatériels** (connaissance, philosophie...)

**le support et la régulation du fonctionnement des écosystèmes que nous occupons:** formation du sol, cycle de l'eau et des nutriments (carbone, azote...), pollinisation...

# Le bec des oiseaux

Le bec des oiseaux a des formes et des tailles très variées, qui servent à se défendre, fabriquer les nids, se nourrir. La forme du bec correspond en partie au régime alimentaire des oiseaux ; tout dépend de l'habitat dans lequel ils vivent et des ressources alimentaires qu'ils ont à disposition.

## Activité

Ces différents outils et ingrédients simulent des becs d'oiseaux et la nourriture à leur disposition dans un milieu donné.

1. Retrouver, pour chaque type de nourriture, quel outil (donc quel type de bec) correspond le mieux, en faisant des essais avec le matériel à disposition. Par exemple, avec quelle pince récupérer les grains de riz (petits insectes) dans des trous ? Comment saisir puis écraser une graine ?

2. A quel bec d'oiseau chaque outil peut-il correspondre dans la liste suivante :

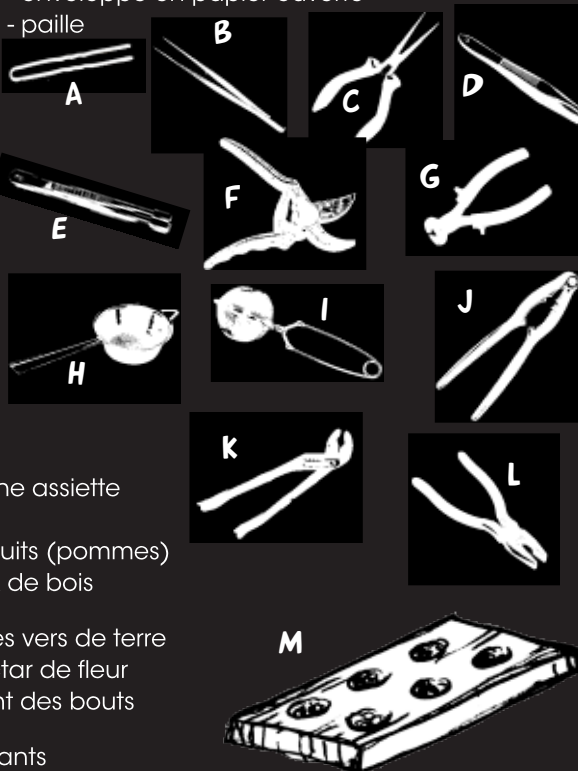
roitelet, chardonneret, hirondelle, cygne, aigle, perroquet, colibri, merle ?

## Aliments

- graines (pignons, tournesol, millet, maïs) dans une assiette
- herbe et feuilles flottant dans une bassine d'eau
- fruits à coques (noisette, noix) et morceaux de fruits (pommes)
- grains de riz placés dans des trous de morceaux de bois simulant de petits insectes (M)
- Spaghettis cuits enfouis dans la terre simulant des vers de terre
- jus d'orange au fond d'une bouteille pour le nectar de fleur
- carrés de guimauve enfilés en brochette simulant des bouts de viande sur un os
- confettis lancés en l'air simulant des insectes volants

## Fabrication des becs

- **pince fine** : épingle à chignon (A), pince à dissection (B)
- **pince à bout fin et solide** : pince à becs (C)
- **pince à bout moyen** : pince à épiler (D), pince philatélique (E)
- **pince à bout tranchant et large** : sécateur (F), tenaille (G)
- petite passoire à thé (H), pince à thé (I)
- **pince large et robuste** : casse noix (J), pince multiprise (K), universelle (L)
- enveloppe en papier ouverte
- paille

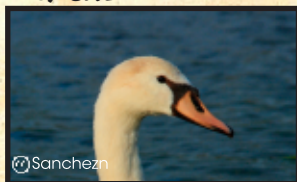


**ROITELET**

© Cj Hughson

**HIRONDELLE**

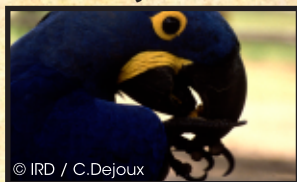
© Malene Thyssen

**CYGNE**

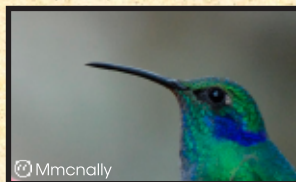
© Sanchezn

**AIGLE**

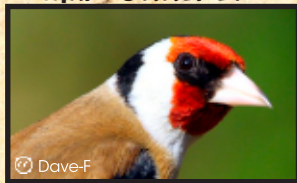
© CNRS / DEVEZ Alain R

**PERROQUET**

© IRD / C.Dejoux

**COLIBRI**

© Mmcnally

**CHARDONNERET**

© Dave-F

**MERLE**

© Riou Aurélien

**le bec large et court** des insectivores saisit les insectes en vol (hirondelle, enveloppe);

**le bec court, conique et pointu** des granivores, saisit et écrase les graines (chardonneret, pince à bout fin et solide);

**le bec robuste et pointu** permet aux omnivores qui grattent la terre de se nourrir de graines, d'insectes, de vers de terre, de fruits (merle, corbeau, pince à bout moyen);

**le bec plat, large et filtrant à lamelles** des herbivores rejettent herbes et particules solides dans l'eau (cygne, certains canards, passoire à thé);

**le bec fort et crochu** des carnivores découpe la viande (aigle et autres rapaces, pince à bout tranchant et large);

**le bec fort et large** des frugivores et granivores leur permet de casser l'enveloppe des fruits et graines à coques dures dont ils se nourrissent (perroquet, pince large et robuste);

**le bec très long et fin** des nectarivores aspire le nectar au fond des fleurs (colibri, paille).

## Pour en savoir plus

Il existe d'autres formes de becs, comme celui des pélicans dont le bec, en forme de cuillère à soupe, sert à capturer les poissons dans l'eau, et celui des toucans, qu'ils utilisent pour cueillir des fruits, mais surtout pour la thermorégulation (le bec dissipe la chaleur). Ainsi, d'autres facteurs que le régime alimentaire, tels que la température ou le mécanisme de défense peuvent influencer la forme du bec des oiseaux. Ils correspondent à des adaptations biologiques qui ont permis aux oiseaux de survivre dans un environnement particulier.

## Explication

Pour se nourrir, les oiseaux doivent attraper et saisir la nourriture, la transporter et parfois l'émietter avant de l'avaler. Le bec des oiseaux présente des formes et des tailles en partie adaptées à un régime alimentaire (insectivore, granivore, frugivore, carnivore, herbivore, nectarivore, omnivore). Il peut s'apparenter à une forme de pince :

**le bec long et fin** des insectivores attrape de petits insectes dans l'écorce des arbres (roitelet, pince fine);

# La classification

Malgré leurs différences apparentes, toutes les espèces sont parentes. Les scientifiques tentent de comprendre " qui partage quoi avec qui ", c'est-à-dire " qui est cousin avec qui " (leurs liens de parenté). Comment classent-ils les espèces dans des familles?

## Activité

1. Parmi les photos ci-contre, repérer les points communs entre ces espèces.

Lier les caractères suivants aux espèces correspondantes: yeux et bouche (animaux), squelette externe, squelette interne (vertébrés), 1 paire d'antennes, plumes, poils, ailes, 3 paires de pattes, 4 membres (tétrapodes), nageoires à rayons, mamelles.

Regrouper les espèces dont les caractères sont identiques.

2. Placer les espèces dans l'**arbre de parenté** de la page suivante, en respectant les indications données. L'arbre de parenté permet d'identifier les espèces et de les situer les unes par rapport aux autres, c'est-à-dire de voir qui est plus proche de qui.

Chat sauvage (chat doré)



© CNRS / DEVEZ Alain R

Brochet



© MNHN / Service audiovisuel

Mouettes rieuses



© CNRS / LEBRETON Jean-Dominique

Abeille



© INRA / MORISON Nicolas

Chimpanzé



© G.Renson / MNHN

Bruant pryer



© CNRS / FONTAINE Olivier

Truite



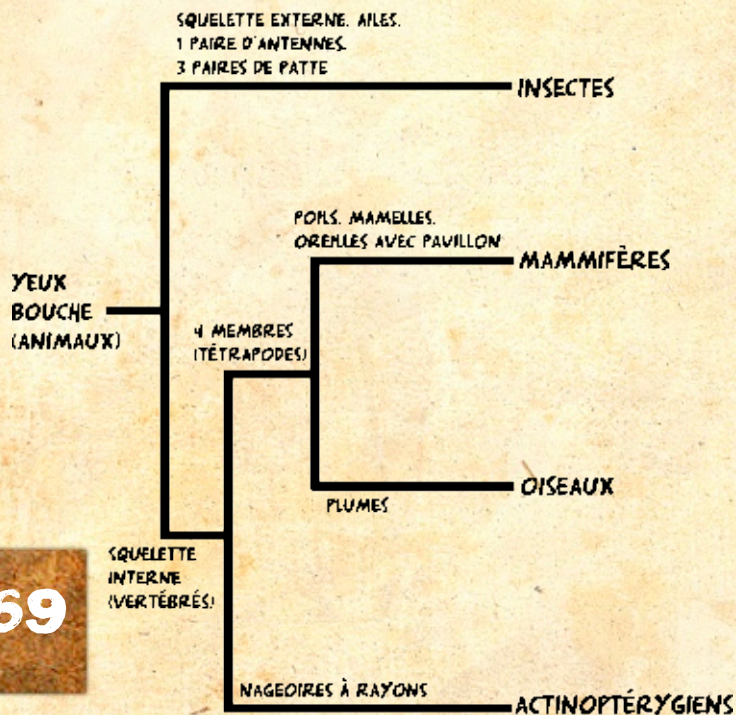
© MNHN / Service audiovisuel

Papillon



© INRA / CASTAGNEYROL Bastien

# ARBRE DE PARENTÉ



69

cette figure est une simplification de l'arbre de la vie et ne représente qu'une petite partie des branches de l'arbre, celle qui relie les animaux ci-contre.

## Explication

Les êtres vivants sont classés sur la base des caractères qu'ils possèdent. Les caractères partagés par une grande quantité d'espèces permettent de former les premiers grands ensembles. Ainsi, les animaux à squelette interne sont regroupés dans les vertébrés, ceux à squelette externe dans les arthropodes ; et les caractères particuliers (plumes, poils et mamelles, paires d'antennes, paires de pattes...) argumentent des ensembles plus réduits (oiseaux, mammifères, insectes...).

L'abeille et le papillon ont un squelette externe, une paire d'antennes et trois paires de pattes. Ce sont

des insectes regroupés dans les arthropodes.

Les six autres animaux, à squelette interne, sont regroupés dans les vertébrés. Il s'agit :

- du brochet et la truite qui ont des nageoires à rayon: ce sont des actinoptérygiens ;
- du chat sauvage et du chimpanzé qui ont quatre membres, des poils et des mamelles: ce sont des mammifères ;
- du bruant proyer et de la mouette rieuse qui ont également quatre membres, mais des plumes : ce sont des oiseaux.

## Pour en savoir plus

Les espèces évoluent naturellement au cours du temps, en s'adaptant à leurs milieux de vie, ce qui explique leur grande diversité sur Terre. Elles ont entre-elles des liens de parenté plus ou moins proches, que l'on identifie grâce à la présence de caractères communs (squelette interne, plumes..).

Ainsi, une classification raconte " qui partage quoi avec qui ", c'est-à-dire " qui est plus proche de qui ". On parle de cousinage. Une des représentations de la classification du vivant est l'arbre de la vie, appelé aussi arbre de parenté. Il regroupe les espèces d'autant plus étroitement qu'elles sont apparentées. Chaque nœud de l'arbre montre la collection de caractères qu'a dû porter un jour un ancêtre commun situé à ce nœud.

Ces classifications des organismes vivants permettent de reconstituer les grandes étapes de l'évolution de la vie et expliquent la diversité biologique d'aujourd'hui.

# Pollinisation

La fleur, lieu de reproduction de la plante, renferme les organes reproducteurs (étamines et pistil). Pour qu'une plante se reproduise, le pollen contenu dans les étamines doit être transporté sur le pistil: c'est la pollinisation. La fleur devient alors un fruit.

Quelles relations existe-t-il entre fleurs et insectes ? Ces derniers assurent-ils la pollinisation ?

## Activité

### 1. Fabriquer des insectes

- Prendre les bouteilles plastiques, percer les bouchons (diamètre inférieur à celui des pailles).
- Passer chacune des pailles (trompe de l'insecte) dans les bouchons.
- Dessiner des ailes, les découper et les scotcher sur les bouteilles.

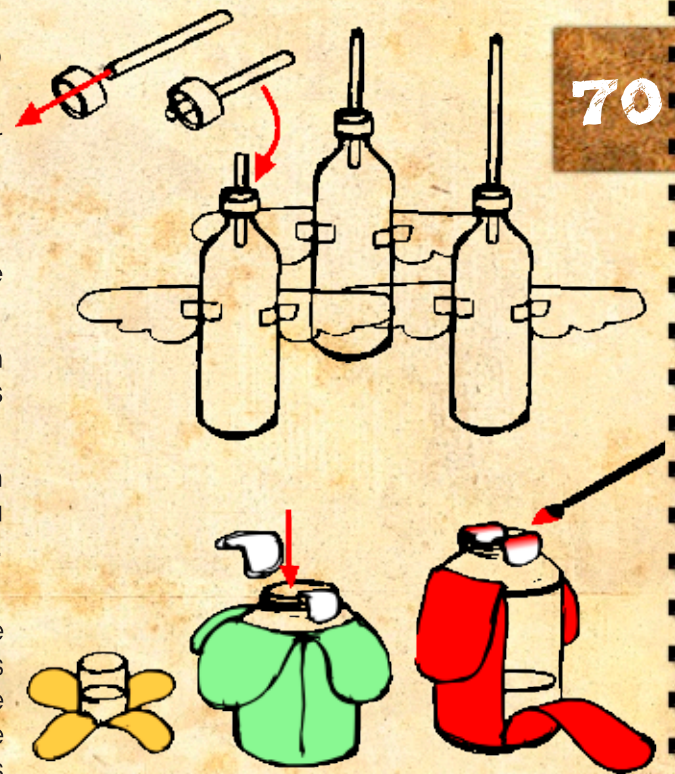
### 2. Fabriquer des fleurs

- Remplir d'eau et de colorant alimentaire (le nectar) les récipients en verre.
- Déposer 2 feuilles de papier coloré sous un récipient, les rabattre et les scotcher pour former les pétales.
- Coller du scotch double face sur 2 ronds de coton (les étamines), les plier en deux sur le bord du récipient puis les imbiber de gouache (le pollen). Mettre une couleur de gouache par fleur.

**3.** Pour se nourrir, chaque insecte butine le nectar de chaque fleur. Pour cela, placer la trompe de l'insecte dans la fleur, appuyer sur la bouteille puis relâcher pour aspirer le liquide. La gouache est-elle transportée d'une fleur à l'autre ? Peut-on récupérer le nectar de toutes les fleurs avec tous les insectes ?

### Matériel

- 3 bouteilles plastique avec bouchons
- 3 récipients en verre de différentes tailles (pot de yaourt, bouteille de 20 cl et d'un litre)
- 3 pailles (courte, moyenne, longue)
- colorant alimentaire
- ronds de coton
- papiers de couleur
- gouache jaune, orange, rouge
- scotch double face, paire de ciseaux



## Explication

**1.** Nous observons qu'une fois l'eau et le colorant alimentaire (le nectar) au contact de la paille (la trompe), de la gouache (pollen) se dépose sur l'insecte-bouteille. Celui-ci est coloré de gouache provenant de toutes les fleurs. Les fleurs aussi sont recouvertes d'un mélange de gouache. Le pollen est donc transporté d'une fleur à l'autre par les insectes.

Dans la nature, les insectes sont attirés par le parfum et la couleur des fleurs et consomment leur nectar pour se nourrir. Le pollen est alors accroché aux poils ou aux organes spécialisés de l'insecte (corbeilles à pollen sur les pattes des abeilles) pendant qu'il se gorge. En butinant, il frôle le pistil d'une autre fleur où le pollen se dépose ! Il existe ainsi un bénéfice réciproque entre l'insecte qui se nourrit du nectar et la plante qui se reproduit grâce à l'insecte.

**2.** Tous les insectes-bouteilles n'atteignent pas le nectar au fond des fleurs, comme par exemple les insectes à petite paille avec les fleurs-bouteilles.

En effet, les insectes pollinisateurs sont variés: abeilles, papillons, bourdons, mouches, coléoptères. Leurs trompes sont de différentes formes et tailles, tout comme la forme des fleurs, qui abritent le nectar. Il existe dans la nature une correspondance morphologique entre la forme des fleurs et la longueur des trompes des insectes qui les visitent. La diversité des insectes est donc vitale pour les plantes, et réciproquement!

## Pour en savoir plus

La relation étroite entre la plante et l'insecte est poussée à l'extrême chez les orchidées, dont certaines fleurs ressemblent à des insectes. Elles sont pollinisées par des insectes mâles, attirés par ce leurre sexuel. Ces derniers tentent de s'accoupler avec l'un des pétales de la fleur et repartent avec des grains de pollens collés sur la tête ! Le même comportement répété sur d'autres fleurs assure ainsi la pollinisation de ces orchidées !

A l'inverse, la pollinisation des plantes petites, sans couleur ni odeur est souvent réalisée par le vent qui dissémine le pollen sur le pistil des fleurs voisines.

71



# La biodiversité invisible à notre service

Les micro-organismes sont partout, dans l'air, l'eau, la terre, dans nos intestins,... Certains sont indispensables pour fabriquer les aliments de notre quotidien, comme le pain, le fromage, le yaourt...  
Qu'est ce qui fait lever la pâte à pain?

## Activité

### 1. Préparation du pain

Dans un premier saladier, mélanger 150 g de farine et 45 ml d'eau tiède

Dans un second saladier mélanger 150 g de farine, 45 ml d'eau tiède et 8g de levure sèche du boulanger

Mélanger et malaxer jusqu'à obtenir une pâte à pain dans chaque saladier. Puis les laisser à température ambiante pendant une heure.

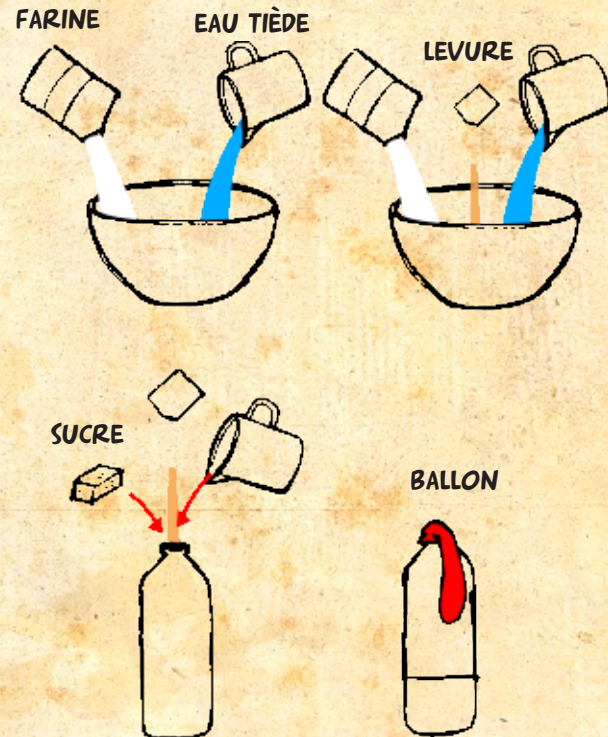
Qu'observons-nous au bout d'une heure? Quel est l'élément nécessaire pour faire gonfler la pâte à pain?

### 2. La levure et le sucre

Verser un paquet de levure dans une bouteille. Ajouter 30 cl d'eau tiède et un sucre en morceau. Enfiler le ballon sur le goulot de la bouteille et attendre quelques minutes. Que se passe-t-il ?

#### Matériel

- 2 saladiers transparents
- 1 bouteille
- 1 ballon de baudruche
- 2 sachets de levure sèche de boulanger (8g)
- de la farine
- de l'eau tiède (25°C)
- du sucre en morceau



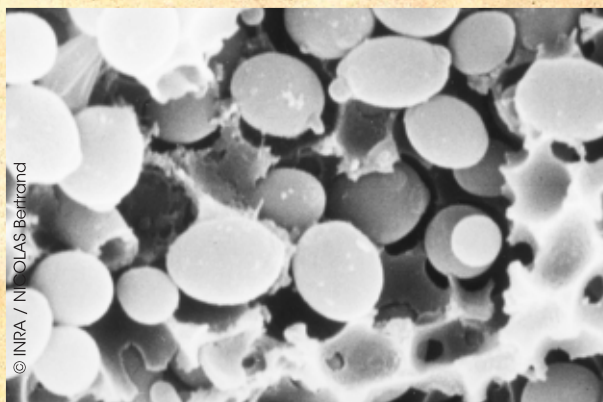
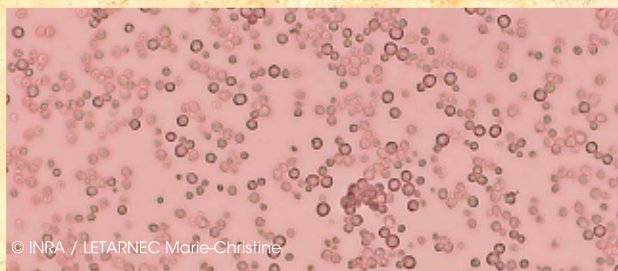
## Explication

La levure de boulanger est constituée de champignons unicellulaires microscopiques, nommés « *saccharomyces cerevisiae* ».

**Observation 1:** On obtient une pâte dans les deux saladiers. Sans levure, elle ne monte pas. Avec levure, elle gonfle et de petites bulles apparaissent. Nous observons donc l'action de ces champignons unicellulaires sur la pâte. Mais quel est le phénomène qui fait gonfler le pain ?

**Observation 2:** Au bout de quelques minutes, des bulles se forment dans le mélange sucre/levure et le ballon se gonfle. Le mélange a produit un gaz, emprisonné dans le ballon. Cette réaction, appelée « fermentation », correspond à l'action des levures sur le sucre (glucose). Elles le consomment sans utiliser de dioxygène (O<sub>2</sub>), le transformant en éthanol (alcool) et en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Nous retrouvons dans cette seconde expérience la même réaction que celle observée dans la pâte préparée avec l'eau, la farine et la levure. La farine contient un sucre (l'amidon) sur lequel les levures agissent, ce qui produit des bulles (de dioxyde de carbone) qui font gonfler la pâte. Les nombreuses alvéoles dans la mie de pain sont constituées par le gaz produit et emprisonné dans la pâte à la cuisson. Quant aux levures, elles sont dégradées pendant la cuisson.



## Pour en savoir plus

Les micro-organismes, très diversifiés, permettent la fabrication de nombreux aliments, influent sur leur goût, leur consistance, leur apparence. Les humains ont appris à en domestiquer quelques-uns, mais ils les utilisaient bien avant de les connaître! En effet, les produits fermentés, à base de lait (yaourt, fromage), de chou (choucroute), d'orge (bière), de blé (pain) ou de raisin (vin) sont presque aussi vieux que l'agriculture...

Les micro-organismes jouent également un rôle essentiel dans différents processus naturels (fertilité du sol, épuration de l'eau, cycle du carbone, de l'azote...), dans la digestion des aliments, la fabrication de médicaments (pénicilline...), l'épuration des eaux usées.



# Marée noire et biodiversité

Les marées noires proviennent des dégazages des bateaux ou des accidents pétroliers. En plus des effets visibles, oiseaux et poissons englués dans les nappes de pétrole, d'autres effets que nous ne voyons pas sont à déplorer. Pourquoi une marée noire nuit-elle à la biodiversité ?

## Activité

### 1. Bulles, paille et huile

- Remplir un verre d'eau à moitié et tremper la paille au fond du verre.
- Incliner légèrement le verre et y verser doucement sur le bord une épaisse couche d'huile (3 cm minimum). Observer la couche d'huile.
- Puis se placer devant le miroir et souffler doucement dans la paille, en regardant dans le miroir.

**Que font les bulles qui sortent de la paille ?**

### 2. Les clous rouillent-ils ?

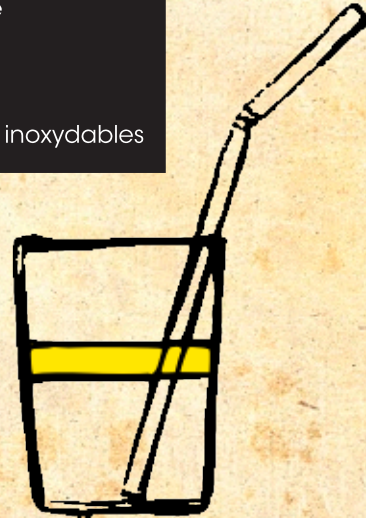
- Prendre deux autres verres et les remplir d'eau à moitié.
- Placer un clou au fond de chaque verre.
- Incliner légèrement un des deux verres et verser doucement une couche d'huile de 3 cm. Comparer l'évolution des deux clous pendant au moins une semaine.

**Que remarque-t-on ?**

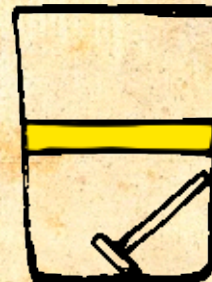
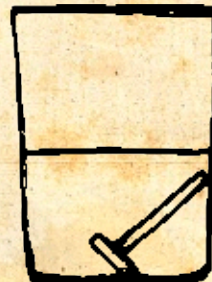
#### Matériel

- de l'eau
- de l'huile de table
- une paille
- un miroir
- 3 verres
- 2 clous neufs non inoxydables

HUILE  
EAU



74



HUILE

## Explication

**1.** Quand nous soufflons doucement dans la paille, des petites bulles d'air remontent très vite dans l'eau, puis elles sont ralenties voire bloquées par la couche d'huile. L'huile est un liquide plus visqueux que l'eau, il oppose donc plus de résistance au mouvement des bulles, au point de les empêcher de remonter en surface.

**2.** De plus, après plusieurs jours, nous observons que le clou qui a séjourné dans le verre contenant de l'eau et de l'huile est moins rouillé que celui qui a séjourné dans le verre contenant uniquement de l'eau. Dans l'eau, le métal rouille en se combinant avec l'oxygène contenu dans l'air dissous dans celle-ci. Car dans le verre sans huile, l'air dissous dans l'eau se renouvelle en permanence au contact de l'air ambiant.

Quand nous mettons de l'huile sur l'eau, l'eau n'est plus en contact avec l'air. Il n'y a donc plus d'échanges entre eux. L'air dissous dans l'eau ne peut plus se renouveler, la quantité d'oxygène présente diminue et le clou rouille moins.



## Pour en savoir plus

Ces expériences illustrent certaines conséquences d'une pollution - d'un écosystème par une marée noire, un dégazage en mer, ou le déversement d'huile ou d'hydrocarbure près d'un lac par exemple.

Le pétrole agit comme l'huile dans le verre. En plus de l'engluement des animaux et végétaux et des risques d'intoxication, il existe un autre impact. La plupart des espèces qui vivent dans l'eau respirent en utilisant l'oxygène dissous provenant de l'atmosphère. Dans des eaux peu agitées, lorsqu'une nappe de pétrole recouvre une grande surface, elle freine fortement les échanges gazeux. Les animaux et végétaux aquatiques qui utilisent l'oxygène dissous risquent de mourir asphyxiés.



(cc) Brosen

# Nos choix en tant que consommateur

Nos choix de consommation influencent le mode d'exploitation des ressources, la dégradation ou la préservation des milieux, les pollutions, le développement social. Les étiquettes et les labels qui figurent sur les emballages nous informent parfois sur la qualité et l'origine des produits que nous achetons et sur l'impact de leur exploitation.

## Quelles informations pouvons-nous décrypter sur les emballages ?

### Les emballages des produits peuvent nous renseigner sur:

**leur composition** : ingrédients (huile de palme, conservateurs, produits naturels...), type de bois (acacia, bois exotique...), type de fibres (coton, lin, laine...);

**leur origine** : distance parcourue par le produit entre sa production et sa consommation;

**leur mode de fabrication**, grâce à la présence de labels : respect de l'environnement, conditions sociales des travailleurs, produits du terroir, qualité;

**leur devenir** : emballage ou produit réutilisable, recyclable...

Ces différentes informations permettent de faire des choix de consommation sur des produits variés: aliments, matériaux de construction, papier, vêtements, produits d'hygiène, de beauté...

Pour agir en faveur de la biodiversité, voici quelques exemples de labels qui peuvent vous guider.

## Respect de l'environnement

**Ecolabel français (NF Environnement) et européen** : garantissent des impacts environnementaux réduits des produits et services certifiés sur l'ensemble du cycle de vie.



76

**Le label Bio (AB)** distingue les produits issus de l'agriculture biologique (dans le respect de l'environnement et sans recours aux produits chimiques de synthèse).



Label français

©Dusan Milenkovic /European Union 2010



Label européen (depuis 2009)



Label européen (avant 2009)

**Cosmebio** est un des labels de certification des cosmétiques écologiques et biologiques.



**Label FSC pour le bois** : label de certification forestière international créé pour protéger les forêts tropicales exploitées illégalement et menacées de disparition.



**L'Anneau de Moebius** signifie que le produit ou l'emballage est recyclable.



## Sur le respect des conditions sociales des travailleurs: commerce équitable

**Certification Max Havelaar** : garantit l'équité des échanges commerciaux Nord/Sud.



**Certification équitable Ecocert** : garantit l'équité des échanges commerciaux Nord/Sud.



## Sur des produits régionaux de qualité

**L'Appellation d'origine contrôlée (AOC)** garantit un produit originaire d'un pays, d'une région ou d'un terroir.



**L'Appellation d'origine protégée (AOP)** est l'équivalent européen de l'AOC



**L'Indication géographique protégée (IGP)** indique que le produit vient d'un lieu déterminé.



**Label rouge** : label officiel français de qualité des produits alimentaires (conditions de production, goût).



**Cependant, la vigilance s'impose vis-à-vis des logos dont nous ne connaissons pas l'origine, accompagnés d'informations vagues voire fantaisistes.**

# POUR ALLER PLUS LOIN...

## Ressources transversales

Franck Courchamp. *Conférence sur la biodiversité*. <http://www.ese.u-psud.fr/epc/conservation/pages/Franck/vulgarisation7.html>

Franck Courchamp. *L'Ecologie pour les nuls*. First. 2009

CNRS-FRB. Dossier thématique Sagascience sur la biodiversité. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosbiodiv/index.html>

Conseil scientifique du patrimoine naturel et de la biodiversité (CSPNB). *La biodiversité à travers des exemples*. 2007, et *la biodiversité à travers des exemples, les réseaux de la vie*. 2008.

Les dossiers de la recherche. *Biodiversité, les menaces sur le vivant*. Août-octobre 2007.

Patrick Blandin. *Biodiversité, l'avenir du vivant*. Albin Michel. 2010.

### Chapitre 1

Anne Hébert. *Les forêts tropicales dans la vie des hommes*. Cirad. 2001.

France Inter. CO2 mon amour. Fête de la nature. 22 mai 2010

Exposition pédagogique: *Le développement durable, pourquoi ?* <http://www.ledeveloppementdurable.fr/biodiversite/page/pourquoi.html>

### Chapitre 2

Ligue ROC. Livret pédagogique *Objectif biodiversité*. 2009

CNRS. Dossier thématique Sagascience sur l'évolution. <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/decouv/articles/chap3/Bufetaut.html>

### Chapitre 3

Guillaume Lecointre. *Comprendre et enseigner la classification du vivant*. Belin. 2008.

Millenium Ecosystem assessment. Mai 2005. <http://www.greenfacts.org>

Les points chauds de biodiversité. <http://www.biodiversite2010.fr/Un-point-chaud-de-biodiversite-c.html>

### Chapitre 4

Valeurs vertes, le magazine du développement durable. *Les 16ème entretiens écologiques du Sénat*. Décembre 2007

Spipoll. *Suivi photographique des insectes pollinisateurs*. <http://www.spipoll.fr/>

Cité des sciences et de l'industrie. *Animation sur la pollinisation* : [http://www.cite-sciences.fr/lexique/page\\_media.php?idmedia=612&activemedia=612&idmot=408&iddef=915&flashforce=yes&tps=1242223309&id\\_expo=25&id\\_habillage=42](http://www.cite-sciences.fr/lexique/page_media.php?idmedia=612&activemedia=612&idmot=408&iddef=915&flashforce=yes&tps=1242223309&id_expo=25&id_habillage=42)

Cerimes. Pollinisation des fleurs de Baobab par les chauves-souris. <http://www.cerimes.fr/le-catalogue/pollinisation-du-baobab.html>

### Chapitre 5

Alterre Bourgogne. *Guide pédagogique alimentation responsable*. : <http://www.alterre-bourgogne.fr/les-publications/guides-pedagogiques.html>

INRA. De la diversité de la microflore naît la diversité des fromages : [http://www.inra.fr/presse/de\\_la\\_diversite\\_de\\_la\\_microflore\\_et\\_des\\_terroirs\\_naît\\_la\\_diversite\\_des\\_fromages](http://www.inra.fr/presse/de_la_diversite_de_la_microflore_et_des_terroirs_naît_la_diversite_des_fromages)

INRA. *Agriculture et biodiversité* : [www.inra.fr/content/download/1996/17333/version/1/fi1e/SIA+2005.pdf](http://www.inra.fr/content/download/1996/17333/version/1/fi1e/SIA+2005.pdf)

FAO (Organisation des Nations-Unies pour l'alimentation et l'agriculture):

*Ressources phytogénétiques, ne pas les utiliser, c'est les perdre* : [http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets/heets\\_plant\\_fr.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets/heets_plant_fr.pdf)

*L'état de la diversité phytogénétique*: [ftp://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/factsheets/fs06\\_fr.pdf](ftp://ftp.fao.org/ag/agp/planttreaty/factsheets/fs06_fr.pdf)

*Ressources zoogénétiques, un filet de sécurité pour l'avenir* : [http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets/heets\\_animal\\_fr.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/CGRFA/factsheets/heets_animal_fr.pdf)

CNRS, Gilles Truan. La levure du boulanger : une usine vivante pour étudier et produire des médicaments ? <http://www.cvc.u-psud.fr/spip.php?article113>

## Chapitre 6

Collège de France. *Un monde meilleur pour tous - Projet réaliste ou rêve insensé ?* - Article de Gilles Boeuf. *Quel avenir pour la biodiversité ?* - Odile Jacob. 2008

ISSG. *100 espèces exotiques envahissantes parmi les plus néfastes au monde* : [http://www.issg.org/pdf/publications/worst\\_100/french\\_100\\_worst.pdf](http://www.issg.org/pdf/publications/worst_100/french_100_worst.pdf)

INRA. La biodiversité. *Dossier de l'environnement*. N°29. 2005. <http://www.inra.fr/dpenv/pdf/biodiv.pdf>

Harold Levrel. *Quels indicateurs pour la gestion de la biodiversité ?*. Cahiers de l'IFB. 2007

CNRS - Jean-Pierre Gattuso. Acidification des océans : impact sur des organismes-clés de la faune océanique <http://www.insu.cnrs.fr/a3142,acidification-océans-impact-organismes-clés-faune-oceanique-epoca.html>

## Chapitre 7 et Conclusion

Joël Houdet. *Intégrer la biodiversité dans les stratégies des entreprises*. Orée/FRB. 2008

Robert Barbault. *Un éléphant dans un jeu de quilles, l'homme dans la biodiversité*. Seuil. 2006

Robert Barbault, Jacques Weber. *La vie, quelle entreprise ! Pour une révolution écologique de l'économie*. Seuil. 2010

Agropolis Museum. *Huile de palme*. <http://www.museum.agropolis.fr/pages/savoirs/deforestation/complements.htm>

Ademe. Mini guides des labels de la consommation responsable. <http://www.mescourses.pourlaplanete.com/medias/pdf/mini-guide-des-labels.pdf>

[http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/achet\\_et\\_t\\_conso/rub3.htm#](http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/achet_et_t_conso/rub3.htm#)

## A voir

Exposition *Biodiversités*. CNRS. Du 20 au 31 octobre 2010, jardins du Trocadéro-Paris

**Ce livret a été conçu et réalisé par l'Association Française des Petits Débrouillards avec le soutien et la collaboration du CNRS.**

Conception : Manuelle Rovillé, Mustapha Wafra.  
Rédaction : Manuelle Rovillé, Franck Courchamp  
Illustration et maquette : Luis Espinosa  
Relecture : Sophie Vally, Franck Courchamp, Mustapha Wafra.

Photos : CNRS, INRA, IRD, MNHN, licences Creative Commons (cc).

Nous remercions Franck Courchamp, Directeur de recherches au CNRS pour sa disponibilité et sa participation à l'élaboration de ce livret.

Nous adressons nos remerciements pour la mise à disposition à titre gracieux des photos qui illustrent ce livret, aux organismes suivants :



MERCI POUR  
LES CRAPAUDUCS!



© INRA / Luis vidal

