



# LA BIODIVERSITÉ

à travers des exemples



**C**réé par arrêté du 26 mars 2004, le Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité (CSPNB) est placé auprès du ministre chargé de l'environnement. Le CSPNB assure une fonction de veille, de conseil, d'alerte et de réflexion prospective sur l'ensemble des questions scientifiques concernant le patrimoine naturel terrestre et aquatique (eaux douces ou marines), qu'il s'agisse de paysages, d'écosystèmes, d'espèces ou de génomes. Le CSPNB émet des avis scientifiques destinés à éclairer les choix politiques, à la demande du ministre chargé de l'environnement. Il peut également s'auto-saisir, par décision consensuelle de ses membres. La Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale en assure l'animation.

Ses avis et recommandations sont consultables sur le site du ministère :

[www.developpement-durable.gouv.fr/CSPNB](http://www.developpement-durable.gouv.fr/CSPNB)



## LES MEMBRES DU CSPNB AYANT PARTICIPÉ À L'ÉLABORATION DE CET OUVRAGE

Yvon Le Maho, Président  
Robert Barbault, vice-Président  
Jacques Blondel  
Gilles Boeuf  
Philippe Bourdeau  
Bernard Chevassus-Au-Louis  
Henri Décamps  
Jean-François Dobremez  
François Houllier  
Pierre Joly  
Lucien Laubier  
Jacques Lecomte  
Jean-Claude Lefeuvre  
Yves Luginbuhl  
Jean-Marc Meynard  
Catherine Mougenot  
Serge Muller  
Jean-Pierre Pascal  
Jacques Portécop  
Martine Rahier  
Pierre Stengel  
Georges Vachaud  
Etienne Verrier  
Jean-Gabriel Wasson

Ouvrage collectif du CSPNB  
coordination : Véronique Barre, MEDAD/D4E/SRP,  
Secrétaire scientifique du CSPNB  
rédaction : Jean-Louis Michelot, Ecosphère  
création et mise en forme graphiques : Béatrice Saurel

Ce document peut être demandé auprès de  
[conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr](mailto:conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr)

Il est consultable sur

[www.developpement-durable.gouv.fr/salle-lecture](http://www.developpement-durable.gouv.fr/salle-lecture)

La préservation de la biodiversité est, avec la lutte contre l'augmentation des gaz à effet de serre et l'anticipation de l'épuisement des combustibles fossiles, l'un des grands enjeux auxquels nous sommes confrontés, car de l'efficacité de nos actions va dépendre la vie de nos enfants et des générations futures.

Face aux enjeux sociaux et économiques actuels, la préservation de la biodiversité n'apparaît pas toujours comme une priorité ; et d'ailleurs, malgré des extinctions majeures dans le passé, la vie a toujours repris le dessus sur Terre... Chaque espèce constitue pourtant une « assurance » par les services qu'elle nous rend aujourd'hui, ou qu'elle est susceptible de rendre aux générations futures dans une infinité de domaines (alimentation, santé, industrie, loisirs...). Or, toute extinction est définitive et il faut plusieurs centaines de milliers d'années pour qu'une nouvelle espèce émerge. Il ne peut donc y avoir de « développement durable » sans préservation de la biodiversité.

On pense parfois, et même au sein de la communauté scientifique autre que celle de l'écologie, que l'étude de la biodiversité est une discipline dont la rigueur n'est pas tout à fait celle des sciences dites dures. L'étude des processus évolutifs, des adaptations morphologiques, physiologiques et moléculaires des organismes vivants, du comportement des animaux, du fonctionnement des écosystèmes et de la dynamique des populations ainsi que de l'écologie du paysage sont bien des disciplines scientifiques à part entière, indispensables pour comprendre la biodiversité et les services qu'elle rend à l'humanité.

A la demande de la Ministre de l'écologie et du développement durable, le Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité (CSPNB) a été chargé de réunir des exemples permettant à chacun d'apprécier les enjeux en présence : l'importance de la biodiversité, les menaces qui pèsent sur elle, mais aussi les pistes pour retrouver un équilibre entre les hommes et les autres espèces qui peuplent notre planète.

Ce document, qui fait suite à un travail collectif, constitue un ensemble d'exemples qui proviennent de l'expérience des membres du Conseil, de publications scientifiques nationales ou internationales, comme d'opérations concrètes menées localement.

Il ne s'agit en aucun cas d'un état exhaustif de la question, mais d'une sélection subjective d'éléments parfois ponctuels qui nous semblent représentatifs et souvent méconnus.

Yvon Le Maho  
Président du CSPNB

# LA BIODIVERSITÉ

## LE POINT DE VUE D'UN SCIENTIFIQUE

**F**orgé dans les années 1980 par des biologistes préoccupés par une dégradation continue de la diversité du vivant, le concept de biodiversité s'est surtout développé à l'occasion de la Conférence sur l'Environnement et le Développement organisée par l'ONU en juin 1992 à Rio de Janeiro et qui a donné lieu à la convention sur la diversité biologique. A partir de cette date qui marqua un tournant décisif dans l'usage de ce mot parce qu'il pénétra la sphère médiatique et politique, des centaines de définitions en ont été données. Pour résumer l'état des lieux qui pourrait d'ailleurs être l'objet d'une intéressante recherche épistémologique, on peut reconnaître trois principaux sens à ce concept, chacun étant parfaitement légitime de sorte que personne ne peut prétendre se l'approprier de manière exclusive.

■ La première approche est de considérer la biodiversité comme un concept abstrait désignant la « variété de la vie ». Il s'agit d'une vision holistique et généraliste, irréductible à la connaissance scientifique. Un archétype en est l'hypothèse Gaïa de Lovelock qui considère la biosphère comme un organisme autonome dont le fonctionnement et la survie sont plus importants que celles des différentes parties qui le constituent.

■ Une deuxième approche est de reconnaître que la biodiversité est une hiérarchie d'entités objectives organisées en systèmes en perpétuelle évolution (dimension du temps), systèmes animés d'une dynamique (dimension de l'espace) et assurant des fonctions. C'est l'approche des biologistes qui ont développé des outils pour nommer et étudier ces

entités objectives que sont les communautés, espèces, populations et gènes. Ils portent une attention toute particulière aux mécanismes qui génèrent la biodiversité (dimension du temps ou évolution) ainsi qu'à ceux qui assurent leur régulation (dimension de l'espace ou écologie). L'analyse des fonctions revient à analyser les **interactions** entre entités au sein des systèmes écologiques, les services que ces entités rendent aux écosystèmes et l'ensemble des processus qui assurent au jour le jour le fonctionnement de ces derniers.

■ Enfin, la troisième approche reconnaît à la biodiversité d'être une **construction sociale, économique, juridique et politique** dont les enjeux relèvent de ses interactions avec les sociétés humaines dans ces différents aspects que sont l'accès aux ressources offertes par la biodiversité, leurs usages, les bénéfices que les sociétés peuvent en tirer, leur partage équitable, leur gestion et les mesures à prendre pour assurer leur durabilité.

Si l'on situe la **biodiversité sur la flèche du temps**, son contenu actuel n'est qu'un **instantané**, une infime partie de la biodiversité totale qui a vécu à la surface de la Terre à un moment ou l'autre de l'histoire de la vie qui s'étend sur quelque trois milliards et demi d'années. En effet la durée de vie des espèces n'est pas infinie et on a pu calculer à partir des archives fossiles que cette durée de vie, très variable d'un groupe à l'autre, est de l'ordre de deux à dix millions d'années. En gros, le **taux naturel d'extinction est de l'ordre d'une espèce sur mille et par millénaire**.

A ce taux d'extinction « de routine » se sont superposées un certain nombre de **crises**, au moins cinq, dont les plus sévères se sont traduites par la disparition de plus des deux tiers des familles et des espèces. Nous sommes actuellement entrés dans une **sixième** crise qui présente, par rapport aux précédentes qui étaient dues à des accidents climatiques ou astronomiques, la particularité inédite d'être due à l'impact d'une seule espèce sur l'ensemble de la biosphère, cette espèce étant l'Homme. Sachant qu'il faut plusieurs millions d'années, entre 5 et 25 millions, pour cicatriser les dégâts de ces grandes crises, **il faut se faire à l'idée que l'érosion actuelle de la biodiversité est un phénomène irréversible à notre échelle de perception du temps...**

Jacques Blondel



## Biodiversité utile



### 14 BIODIVERSITÉ ET ALIMENTATION

#### 14 ■ Diversité rime avec productivité

L'exemple des prairies

#### 15 ■ Les tomates ont le bourdon

La pollinisation, une fonction primordiale

#### 16 ■ Des experts nomades

L'exemple du banc d'Arguin

#### 17 ■ Un pot de chrysanthème sur la tombe d'un puceron

Pyréthrine et autres insecticides naturels

#### 20 ■ Les ennemis de mes ennemis sont mes amis

La lutte biologique

#### 21 ■ A la recherche d'*Oryza nivara*

Chez le riz aussi, on a toujours besoin d'un plus petit que soi

#### 22 ■ La plante qui nourrit poissons et coquillages

Dans la baie du Mont Saint-Michel, des milieux oubliés révèlent leur utilité

### 24 BIODIVERSITÉ ET SANTÉ

#### 25 ■ Pourquoi le castor n'a-t-il jamais mal aux dents ?

Un rongeur qui pratique l'automédication sans le savoir

#### 26 ■ L'if et la pervenche

Quelques exemples parmi des milliers de plantes médicinales

#### 27 ■ Le cône et la grenouille

Les animaux aussi peuvent être mis à contribution

#### 28 ■ Les champignons qui tuent nos microbes

Des antibiotiques aux défensines

#### 30 ■ Le garde-manger du manchot royal

Un frigo efficace à 38°

#### 32 ■ Le calmar et le Prix Nobel

Trouver les bonnes espèces pour constituer des modèles en recherche

#### 34 ■ L'ours et l'obèse

L'ours brun a des choses à nous à apprendre en matière de régime amaigrissant

#### 35 ■ Une histoire difficile à avaler

A la découverte de la digestion

#### 36 ■ La biodiversité, on l'a dans la peau !

L'épiderme, un écosystème à part entière

### 38 BIODIVERSITÉ PRODUCTIVE

#### 39 ■ Le Vercors, la nature sur un plateau

La biodiversité créatrice d'emplois

#### 40 ■ La biodiversité, on s'en lave les mains !

Les saponines : lessives, shampoings et savons naturels



# SOMMAIRE

- 41 ■ **Des plantes stroumpfement intéressantes !**  
Lorsque des produits naturels aident les Antillais à faire la fête sans danger
- 42 ■ **La forêt ne produit pas que du bois**  
Une autre façon de percevoir l'utilité d'un écosystème
- 43 ■ **Autant de noms que d'usages**  
Le fenouil de mer
- 43 ■ **Le galba, la chauve-souris et la belle**  
Quand des alliés ailés nous aident à faire nos courses en forêt
- 44 **BIODIVERSITÉ ET INNOVATION INDUSTRIELLE**
- 44 ■ **L'écorce, le lézard et le pneu crevé**  
Lorsque les arbres nous aident à réparer nos voitures.
- 45 ■ **Accrochez vous !**  
Prendre modèle sur des espèces plutôt collantes
- 46 ■ **La chèvre, l'araignée et ses fils**  
Une histoire inaboutie
- 47 ■ **Le coléoptère et le verre d'eau**  
Lorsqu'un insecte namibien offre à boire aux paysans du Chili
- 48 ■ **La libellule et le soldat**  
Les insectes, inspireurs de l'armée de demain
- 49 ■ **La chauve-souris, la canne et l'aveugle**  
Valoriser les fantastiques capacités du sonar
- 50 **BIODIVERSITÉ RÉGULATRICE**
- 50 ■ **Diversité rime avec stabilité**  
La biodiversité aide les écosystèmes à réagir aux agressions
- 51 ■ **Mettez de la biodiversité dans votre eau !**  
Le contrôle des nitrates par les écosystèmes
- 52 ■ **Le callitriche et l'uranium**  
Une plante capable de décontaminer les cours d'eau pollués par l'uranium
- 54 ■ **Un barrage écologique**  
Lorsque le castor sculpte un écosystème tout entier
- 56 **ET PUIS, D'AUTRES UTILITÉS**
- 57 ■ **Le groseillier, la poule et l'enfant**  
Au jardin, la biodiversité forme les sens et la personnalité
- 58 ■ **La contemplation, une nouvelle industrie**  
L'écotourisme à travers le monde
- 59 ■ **Connaissez-vous le coût d'un Koudou ?**  
L'économie de la chasse et de la pêche
- 60 ■ **Biodiversité inspiratrice des poètes**



## La biodiversité en danger



### 65 SUREXPLOITATION DES RESSOURCES VIVANTES

- 65 ■ **La face cachée de la "mise en valeur" des terres**  
La disparition des fonctions des écosystèmes
- 66 ■ **Il n'y a plus de gorille au numéro que vous avez demandé**  
Les hommes et la biodiversité victimes d'un conflit économique
- 67 ■ **Le banc de Terre-Neuve est vide**  
La morue, symbole de la surexploitation des océans
- 68 ■ **Où sont passés les vieux poissons ?**  
Les records de taille ne sont plus battus

### 69 IMPACTS INDIRECTS DES ACTIVITÉS HUMAINES

- 69 ■ **La méduse voyageuse**  
Un moyen de transport peu connu mais source de graves problèmes
- 70 ■ **Un drame sous nos pieds**  
Les sols, des écosystèmes importants et fragiles
- 71 ■ **L'invasion des bouses**  
Lorsque le sol ne parvient plus à éliminer les déchets anodins

72 ■ **La mort des baigneuses en eau fraîche**  
Lorsque le changement climatique menace l'un des attraits principaux de nos côtes

73 ■ **Rapides mais trop fragiles**  
Les conséquences de l'uniformisation génétique des plantes cultivées

74 ■ **Les pestes se rebiffent**  
Quand les pesticides montrent leurs limites

75 ■ **Pourquoi se priver d'un nettoyeur gratuit ?**  
Le dramatique déclin des vautours

78 ■ **Le papillon avait besoin du lapin**  
La rupture d'une symbiose



## Renouer les liens avec la biodiversité



### 84 VALORISER LE RÔLE DES ESPÈCES

84 ■ **Le brochet épurateur**  
Rendre aux prédateurs leur rôle écologique

85 ■ **L'abeille et le pommier**  
Rendre à l'insecte son rôle fondamental de pollinisateur





86 ■ **Mettre au travail les vers de terre**  
Valoriser les capacités multiples d'un  
modeste animal

87 ■ **Traire les plantes au lieu de les couper**  
Une innovation intéressante pour la mé-  
decine et la conservation des espèces

88 **IMAGINER LA GESTION DES MILIEUX  
ET DES ESPÈCES**

88 ■ **Faut-il choisir entre le papillon et  
l'orchidée ?**  
La diversité des habitats, garante de la  
qualité des milieux

90 ■ **Laisser le chêne partir en migration**  
Comprendre la diversité génétique des  
espèces pour mieux la préserver

91 **LIER BIODIVERSITÉ ET DÉVELOPPEMENT**

91 ■ **La chouette et le jus de pomme**  
Une convergence d'intérêts en faveur  
des vergers de haute tige

92 ■ **L'éleveur et l'oiseau**  
Un nouveau mariage entre agriculture et  
conservation de la nature

93 ■ **La lagune de Salburua**  
Donner sa place à la nature dans un  
équipement hydraulique

94 ■ **La tourbière, le maire et le naturaliste**  
Lorsqu'un milieu naturel est à la base  
d'un projet de développement durable

95 ■ **Des espèces sonnantes et trébuchantes**  
Faune et flore sauvages, une richesse pour  
les pays du sud

96 ■ **De l'eau pour la Grosse Pomme**  
A New York, rendre à la nature son pouvoir  
épurateur

98 **FAIRE DES CITOYENS DES ACTEURS  
À PART ENTIÈRE**

98 ■ **Mettez vous au vert !**  
Les jardins citoyens, des lieux privilégiés  
de relation entre l'homme et la nature

100 ■ **Skol ar C'hleuzioù**  
L'Ecole des Talus

101 ■ **15 000 collaborateurs bénévoles recrutés  
en un an !**  
L'observatoire des papillons des jardins





**LA BIODIVERSITÉ**  
**utile**



## A LA BASE DE TOUTE NOTRE VIE... LA BIODIVERSITÉ

L'humanité dépend totalement du monde vivant pour sa propre existence. Les espèces animales et végétales qui peuplent la terre lui ont depuis toujours apporté des ressources fondamentales. La modernité change notre rapport à la nature, mais pas notre dépendance vis-à-vis d'elle.

L'air que nous respirons	La biodiversité est indispensable à l'équilibre de l'atmosphère (production d'oxygène par la photosynthèse, piégeage du carbone, filtrage des poussières)
L'eau que nous buvons	Les bactéries sont indispensables à l'épuration naturelle des eaux
La nourriture que nous mangeons	Tout, à part les sels minéraux et l'eau !
Les habits que nous portons	Coton, laine, cuir, soie, pétrole...
Nos maisons	Le bois, le chanvre, le calcaire, l'ardoise, la chaume...
Notre santé	Des milliers de plantes et d'animaux utilisés en médecine
L'énergie que nous consommons	Le pétrole, le charbon, le bois, la tourbe, les bouses de vache
Nos loisirs	La pêche, la chasse, la randonnée...

## AU BOUT DE NOTRE VIE... LA BIODIVERSITÉ

La biodiversité nous apporte la vie... et la mort qui va avec. Les maladies dont nous souffrons proviennent largement de virus, de bactéries, de parasites, parfois véhiculées par des animaux. Certaines substances issues de plantes ou d'animaux peuvent constituer de puissants poisons. Ainsi va la biodiversité, liée à nous pour le meilleur et pour le pire. Le pavot nous apporte à la fois la drogue et le soulagement... Et puis, nous faisons partie de la biodiversité !

## CONSTRUIRE LE VIADUC DE MILLAU : QUELQUES MOIS... ET TROIS MILLIARDS D'ANNÉES

Le viaduc de Millau, célébré comme une merveille de l'ingéniosité humaine, illustre également le rôle du temps dans la formation des « services » fournis par la biodiversité. C'est en effet l'action des êtres vivants au cours de trois grandes périodes géologiques qui a produit les matières premières nécessaires à cet ouvrage :

- il y a 3,5 milliards d'années, des algues bleues (cyanobactéries) ont commencé à produire de l'oxygène au sein de l'océan primitif. Cet oxygène a oxydé le fer dissous et ces oxydes se sont déposés pour créer les gisements à l'origine de l'acier d'aujourd'hui.
- il y a 300 millions d'années, c'est la biodiversité végétale de l'époque Carbonifère qui, en captant le gaz carbonique, a produit l'essentiel de nos ressources en charbon. Il en est de même pour notre pétrole - qui date d'environ 100 millions d'années - et cette énergie a été abondamment utilisée pour construire le viaduc.
- enfin, il y a 150 millions d'années, d'innombrables algues microscopiques à coque calcaire ont formé en s'accumulant les sédiments que l'on exploite aujourd'hui dans les carrières pour produire le ciment.

S'il a été construit en quelques mois, le viaduc de Millau a donc bénéficié de millions d'années d'activité de la biodiversité.

# Biodiversité et alimentation

La totalité de l'alimentation humaine provient de la biodiversité. Même si quelques plantes cultivées et quelques races domestiques occupent aujourd'hui une place majeure, nous avons besoin de milliers d'espèces et de variétés pour conserver une alimentation diversifiée et sûre.



## DIVERSITÉ RIME AVEC PRODUCTIVITÉ

### L'EXEMPLE DES PRAIRIES


*Différentes recherches ont montré que la diversité végétale favorise la production de foin des prairies. Ce résultat devrait être mieux connu des acteurs qui prônent encore souvent l'implantation de prairies artificielles composées d'un très faible nombre d'espèces.*

Entre un gazon anglais et une prairie naturelle, quel est le milieu le plus productif ? La réponse n'est pas forcément celle qui vient spontanément à l'esprit.

En Amérique du nord, des chercheurs ont réalisé des semis de prairies, en tirant au hasard le nombre et la nature des espèces utilisées, parmi un choix de 32 herbacées. Cette expérience a montré que la productivité, c'est-à-dire la quantité d'herbe produite chaque année, augmente fortement avec le nombre d'espèces (jusqu'à un certain point).

Le facteur le plus important pour une forte productivité est la coexistence d'espèces au fonctionnement écologique distinct (par exemple, capacité ou non à capter l'azote atmosphérique).

Des études menées en Europe ont confirmé le lien entre biodiversité et productivité. Cette relation est avant tout due à la complémentarité et à la coopération entre espèces.

 Barbault R., Chevassus-au-Louis B., 2005. Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche. ADPF, ministère des affaires étrangères. 241 p.



*La pollinisation des arbres fruitiers, des légumes et de très nombreuses autres plantes cultivées est assurée par les insectes.*

*Il est indispensable de protéger ces auxiliaires, en particulier en adaptant les traitements phytosanitaires. Il est également possible de favoriser les auxiliaires par des introductions ou l'aménagement du milieu.*

## LES TOMATES ONT LE BOURDON

### LA POLLINISATION, UNE FONCTION PRIMORDIALE

Dans la nature, les plantes à fleurs dépendent largement des animaux (insectes, oiseaux, chauves-souris...) pour leur reproduction : pollinisation, transport et plantation des graines... En matière agricole, les céréales n'ont besoin que du vent pour transporter leur pollen, mais les insectes sont nécessaires à la plupart des cultures fruitières, légumières ou oléagineuses. Pour les tomates par exemple, la pollinisation s'effectue généralement sans que le jardinier du dimanche ne s'en aperçoive. Des insectes viennent sur les fleurs pour boire le nectar sucré qu'elles produisent, et ils transportent involontairement le pollen de l'étamine vers le pistil d'une autre fleur.

Sous serre, ce mécanisme fonctionne mal, par manque d'insectes. La solution classique consistait à polliniser mécaniquement les fleurs à l'aide de vibrations et de courants d'air. Depuis quelques années, une méthode plus naturelle et moins consommatrice d'énergie se développe. Il s'agit d'installer dans la serre des ruches de bourdons (les abeilles ne visitent pas ces fleurs au nectar inaccessible pour elles).

Au jardin, tout ce qui peut favoriser la présence des insectes pollinisateurs est bon : limiter les traitements chimiques, accueillir les ruches d'un apiculteur, acheter une ruche de bourdons, mettre en place des dispositifs favorisant l'installation des bourdons et abeilles sauvages (différentes sortes de « nichoirs » peuvent être fabriquées facilement).

Pour les professionnels, aider la pollinisation est un bon placement : pour chaque dollar qui a été investi dans un service d'apiculture par un producteur québécois de pommes, le rendement de son verger a augmenté de 185 dollars !



Pour en savoir plus :

[http://www.inra.fr/presse/pollinisateurs\\_et\\_alimentation](http://www.inra.fr/presse/pollinisateurs_et_alimentation)

© Jean-Louis Michelot



© Alexandre Ducouble



## DES EXPERTS NOMADES L'EXEMPLE DU BANC D'ARGUIN

*Les peuples qui dépendent de la nature, tels les nomades de Mauritanie, connaissent de façon très fine et profonde leur milieu, les zones de pâture, la qualité fourragère des plantes et le comportement de leurs animaux, résultat d'une expérience acquise au cours des générations. Ces savoirs doivent être préservés.*

Dans un milieu aussi contraignant que le désert, les hommes doivent en connaître parfaitement la biodiversité et ses usages potentiels, clé de survie des nomades et de leurs animaux. Ainsi, les nomades du Parc National du Banc d'Arguin (Mauritanie) ont appris à connaître les espèces végétales de leur milieu en leur donnant des noms locaux, qui changent en fonction des saisons pour certaines, et à retenir leurs caractères et leurs propriétés. Ils savent distinguer les espèces qui servent de pâturage à leurs animaux (dromadaires), mais aussi identifier les plantes à vertu thérapeutique (vermifuge, dermatologie....) et les espèces toxiques.

La comparaison de leur appréciation de la valeur fourragère des espèces consommées par les dromadaires avec les résultats des analyses chimiques (Bromatologie) a montré des recoupements partiels entre ces savoirs empiriques et la réalité biologique. Elle a également révélé une divergence qui s'explique par le fait que les nomades raisonnent aussi en fonction des préférences des animaux, sur la base des associations d'espèces consommées sur toute l'année.

Il est important de sauvegarder ces savoirs locaux qui méritent d'être pris en considération par les scientifiques. Ces connaissances empiriques intègrent l'évolution des plantes dans le temps et leur distribution dans l'espace ; elles pourraient non seulement compléter les données scientifiques mais aussi constituer le plus sûr moyen de gestion durable des milieux désertiques.

Pour en savoir plus :  
 Corraera A., 2006. Dynamique de l'utilisation des ressources fourragères par les dromadaires des pasteurs nomades du Parc National du Banc d'Arguin (Mauritanie). Thèse de doctorat MNHN - Paris. 247p.





# UN POT' DE CHRYSANTHÈME SUR LA TOMBE D'UN PUCERON

## PYRÉTHRINE ET AUTRES INSECTICIDES NATURELS

*De nombreuses plantes, champignons ou bactéries sont utilisés comme insecticides, en particulier en agriculture. Ces produits d'origine naturelle sont intéressants à bien des titres (pas de résidus, action souvent sélective...), mais ils doivent être utilisés dans le respect de l'environnement.*

**L**A PYRÉTHRINE est un insecticide naturel extrait de la fleur d'un Chrysanthème, cultivé et récolté au Kenya. Elle est très efficace dans le traitement de la cochenille, des pucerons, des chenilles et de nombreux autres insectes.

Cette substance est très peu toxique chez les humains et autres animaux à sang chaud, ce qui permet de l'utiliser dans les maisons. Elle possède le grand avantage de se dégrader très rapidement une fois épandue, sous l'action de la lumière.

La connaissance de la Pyrèthrine a permis la synthèse de substances voisines, les pyrèthroïdes, possédant les mêmes caractéristiques de faible toxicité pour l'homme et de faible rémanence, qui sont largement utilisées comme insecticides (ex : perméthrines).

Ses principes actifs sont par ailleurs utilisés en médecine, par exemple dans le traitement des poux.

Il existe beaucoup d'autres insecticides naturels, parmi lesquels on peut citer :

- LA ROTÉNONE, extraite à partir de racines de plantes légumineuses. Elle est utilisée pour lutter contre les chenilles, vers, acariens et pucerons,
- Les PURINS D'ORTIES, de consoude, de fougères... qui sont bien connus des jardiniers bio.

Tous ces produits sont intéressants parce qu'ils sont d'origine biologique, souvent moins rémanents et plus sélectifs que les anciens insecticides "chimiques". Ils doivent tout de même être utilisés avec discernement pour ne détruire que les insectes posant de véritables problèmes. Une application inappropriée entraîne la destruction d'insectes alliés du jardinier, tels que les coccinelles.



Consoude



## QUELQUES EXEMPLES SUR LA CONTRIBUTION DES DIFFÉRENTS GROUPES VIVANTS À NOTRE NOURRITURE

On pense parfois que quelques espèces animales et végétales suffisent à nourrir l'humanité. En fait, l'analyse montre que notre alimentation provient d'espèces aussi variées que nombreuses. Ainsi, au Laos, sur les 6000 plantes que compte le pays, 3000 sont consommées ou ont été consommées ; sur l'altiplano argentin, sur les 1000 plantes connues, 700 étaient utilisées et avaient un nom avant l'arrivée des Conquistadors.

Groupes	Espèces décrites	Sous-groupes	Contribution à notre nourriture Exemples
Virus	4 000		
Bactéries	4 000		Elles participent à notre digestion. Elles sont indispensables à la fermentation des laitages Sans elles, les sols ne seraient pas fertiles
Protozoaires	40 000		
Champignons	70 000		Truffe, girolle et cèpe - Le bleu du Roquefort - La levure du pain et de la bière
Algues	40 000		50 espèces comestibles (laitue de mer, kombu, haricot de mer...)
Végétaux supérieurs		Gymnospermes (conifères)	Pignons - Miel de sapin
		Acéracées	Érable à sucre (pour le sirop d'érable)
		Alliacées	Ail, oignon, échalote, ciboulette...
		Amygdalacées	Abricot, pêche, prune et cerise
		Apiacées (ombellifères)	Carotte, aneth, fenouil, persil, coriandre...
		Asteracées (composées)	Salades, chicorée, tournesol...
		Cactacées (cactus)	Figuier de Barbarie, Tequila
		Brassicacées (crucifères)	Chou, navet, radis, colza
		Chénopodiacées	Epinard, quinoa
		Cucurbitacées	Pastèque, concombre, cornichon, melon, courge...



		Fabacées (légumineuses)	Divers haricots dont le vert, petit pois, lentille, arachide...
		Liliacées	Asperge, safran
		Malacées	Nèfle, coing, pomme et poire...
		Moracées	Figuier, mûrier
		Musacées	Banane
		Orchidées	Vanille
		Palmacées	Noix de coco
		Poacées (graminées)	Mais, blé, riz, avoine, mil, orge...
		Polygonacées	Rhubarbe, oseille, sarazin...
		Rosacées	Fraise, mûre
		Rutacées	Orange, citron
		Solanacées	Pomme de terre, tomate, tabac...
		Vitacées	Vin, raisin
Invertébrés	10 000	Eponges	
	10 000	Cnidaires	
	20 000	Plathelminthes	
	25 000	Nématodes	
	75 000	Arachnides	Le fromage du Velay avec ses « artisans » (des acariens)
	40 000	Crustacés	Langouste, crabe, crevette
	950 000	Insectes	Miel - Cochenille comme colorant - En Afrique, en Asie ou ailleurs : criquets, termites, fourmis...
	120 000	Mollusques	Escargot de Bourgogne, bigorneau - Huître, moule, coquille Saint-Jacques - Calmar, poulpe
	12 000	Annélides	Les vers de terre sont indispensables à la fertilité des sols ; des études sont en cours pour les utiliser dans l'alimentation humaine.
	6 000	Echinodermes	Oursin, concombre de mer
1 500	Ascidies	En France, le violet. D'autres espèces au Japon, Chine, Chili...	
Vertébrés	26 000	Poissons	Dorade, thon, truite
	4 000	Amphibiens	Les grenouilles et leurs cuisses
	7 000	Reptiles	Crocodile, iguane
	9 700	Oiseaux	Poulet, canard
	4 300	Mammifères	Bœuf, lapin, mouton

# LES ENNEMIS DE MES ENNEMIS SONT MES AMIS

## LA LUTTE BIOLOGIQUE

La lutte biologique consiste à utiliser des espèces animales ou végétales pour lutter contre des espèces à problèmes, en particulier sur le plan agricole.

Les larves de coccinelles sont désormais vendues auprès du grand public pour lutter contre les pucerons ; des centaines d'autres espèces sont concernées à travers le monde. Cette démarche intéressante doit être conduite avec prudence pour éviter la prolifération des espèces introduites.



© Alexandre Dudouble



Figuière de Barbarie

**A**ux alentours de 1870, en Californie, les agrumes dépérissaient sous l'action de la Cochenille *Icerya purchasi* provenant semble-t-il d'Australie. Pour lutter contre ce fléau, LA COCCINELLE *Rodolia cardinalis* fut ramenée d'Australie et implantée dans les vergers californiens. L'opération réussit et les coccinelles ont peu à peu contrôlé les cochenilles.

La lutte biologique ne date donc pas d'hier ; elle a sans doute été éclipsée temporairement par les produits chimiques, mais elle revient en force depuis quelque temps.

Son principe est simple ; il s'agit de lutter contre les organismes ravageurs des cultures en introduisant ou en favorisant leurs ennemis, qu'il s'agisse de prédateurs, de parasites, de bactéries ou de virus. Ces méthodes tendent non pas à éliminer totalement les ravageurs mais à réduire leurs populations à un niveau tel qu'ils ne produisent plus de dégâts significatifs.

On estime qu'actuellement environ 50 espèces de « mauvaises herbes » (souvent des espèces invasives) et 500 espèces d'insectes « nuisibles » peuvent être combattues efficacement par des agents biologiques.

Outre les fameuses coccinelles, on peut citer d'autres exemples :

- LES TRICHOGRAMMES sont des micro-Hyménoptères (famille des guêpes) qui sont élevés puis lâchés par millions par les agriculteurs dans les champs de maïs menacés par la chenille d'un papillon, la Pyrale. Les Trichogrammes pondent dans les œufs de Pyrale, empêchant le développement du papillon.

- LE PAPILLON DE NUIT *Cactoblastis cactorum* a été introduit pour limiter la prolifération du figuier de Barbarie, espèce invasive en Australie.

- LES SPORES DU CHAMPIGNON *Trichoderma viridae* permettent de lutter contre diverses maladies des arbres fruitiers et de la vigne.
- LE BACILLE DE THURINGE est vendu sous la forme d'une poudre contenant spores et cristaux protéiniques de la bactérie *Bacillus thuringiensis*, une maladie naturelle des chenilles. On l'utilise dans la lutte contre les larves de moustiques, les chenilles processionnaires du pin ou certains ravageurs des potagers.

La lutte biologique demande une démarche complexe : identifier un prédateur ou parasite efficace, provenant généralement de la région d'origine de l'espèce à problème, puis mettre en place son élevage et sa dissémination.

Cette approche est intéressante par son caractère écologique, mais requiert une expertise ; si l'on improvise, l'espèce disséminée peut devenir prédatrice ou concurrente d'espèces locales jusqu'à entraîner leur disparition.



Pour en savoir plus : [www.inra.fr/opie-insectes/lutte.bio.htm](http://www.inra.fr/opie-insectes/lutte.bio.htm)

Les variétés de plantes cultivées sont de moins en moins nombreuses et diversifiées génétiquement. Face à cette banalisation, il est vital de conserver le plus grand nombre possible de variétés, pour faire face aux défis de demain (maladies, changements globaux, évolution des goûts...).

## A LA RECHERCHE D'ORYZA NIVARA

CHEZ LE RIZ AUSSI, ON A TOUJOURS BESOIN D'UN PLUS PETIT QUE SOI

Dans les années 1970, le virus du nanisme du riz dévastait les rizières de l'Inde et de l'Indonésie, où était cultivé un riz à haut rendement. L'institut international du riz a dû tester 6 273 types de riz avant de trouver une variété porteuse des gènes de résistance à cette maladie : il s'agissait d'une espèce indienne *Oryza nivara*, par ailleurs de qualité médiocre, découverte par les scientifiques quelques années auparavant seulement. On l'a croisé avec le type cultivé le plus répandu et l'hybride résistant ainsi obtenu couvre aujourd'hui plus de 100 000 kilomètres carrés de rizières en Asie.



Barbault R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. Seuil. 266 p.



# LA PLANTE QUI NOURRIT POISSONS ET COQUILLAGES

## DANS LA BAIE DU MONT SAINT-MICHEL, DES MILIEUX OUBLIÉS RÉVÈLENT LEUR UTILITÉ

*La Baie du Mont Saint-Michel est composée de différents types de milieux naturels. La richesse de certains d'entre eux est connue de tous : mer (pêche, production de moules...), prés salés (moutons, canards, bernaches...).*

*Les marais à obiones, plantes constituant des formations peu accessibles (de véritables petites mangroves), n'étaient pas considérés comme des milieux intéressants jusqu'à une date récente.*

*Des recherches scientifiques ont démontré que cette formation joue un rôle très important par sa forte production de biomasse et la rapidité de sa décomposition, offrant une ressource fondamentale pour les moules ou les poissons de la Baie.*

Le projet de restauration du caractère maritime du Mont Saint Michel a amené à se poser la question de l'utilité des marais salés. Pour définir le programme de travaux, il a en effet été nécessaire de d'identifier les milieux naturels qui devaient être protégés.

L'intérêt des prés salés est connu et reconnu par de nombreux acteurs. Les agriculteurs y voient le lieu de production du fameux mouton de pré salé. Les chasseurs y cherchent les canards siffleurs qui se nourrissent en hiver de la Puccinellie, petite plante favorisée par le pâturage. Les naturalistes y voient le milieu de prédilection d'une oie protégée, la Bernache cravant.

Les marais salés « naturels », non pâturés, semblaient a priori moins remarquables. En particulier, la partie moyenne des marais salés est occupée sur de grandes surfaces par une espèce très commune, l'Obione (*Atriplex portulacoïdes*) qui forme une végétation peu accessible et apparemment sans intérêt.

Dix années de recherches dans la baie se sont traduites par un autre regard sur ce milieu.

L'Obione est très productive : plus de 20 tonnes en moyenne de matière organique sèche par hectare et par an, et jusqu'à 36 tonnes et ce, sans labour, sans engrais et sans pesticide. En comparaison, le maïs utilise 140 à 180 kg d'azote par hectare, pour une production valorisable de 10 à 13 tonnes de matière sèche.

L'essentiel de la matière organique produite par l'Obione est décomposé très rapidement sur place, en particulier grâce au travail des bactéries et d'un petit crustacé « déchiqueteur » du genre *Orchestia*. Il en résulte une production de matière organique sous forme dissoute et sous forme de particules fines, ainsi que des nutriments (azote et phosphore) qui, exportés vers le milieu marin, viennent enrichir les vasières voisines des marais salés. Cet enrichissement permet d'expliquer la capacité de production de ces vasières en micro-algues, les diatomées. Reprises par le flot lors des marées montantes, ces diatomées, vivantes ou mortes, et les microdétritus organiques permettent d'expliquer en partie pourquoi la baie du Mont Saint-Michel est capable de produire chaque année en moyenne 10 000 tonnes de moules commercialisées (premier centre français d'élevage de moules sur bouchots) et 4 à 6 000 tonnes d'huîtres... sans compter la production d'invertébrés consommés par les oiseaux migrateurs.

Qui plus est, si l'on observe de plus près le fonctionnement de ces marais salés « naturels », pourtant inondés par moins de 40 % des marées au cours d'une année, on s'aperçoit que lors de chaque submersion (qui dure moins d'une heure par marée) ils sont visités par des poissons comme les mullets et les juvéniles de bars de première année. Pour beaucoup, ces poissons arrivent le ventre vide. Les mullets se gorgent de diatomées qu'ils prélèvent sur le fond des chenaux. Les jeunes bars repartent l'estomac plein d'*Orchestia* ; la capture de ces petits crustacés permet ainsi d'expliquer jusqu'à 90 % de la croissance des bars lors de leur première année de vie.

Ce nouveau point de vue a permis la protection des marais salés dans le cadre du projet d'aménagement de la baie.



Pour en savoir plus :

Lefevre J.C. 2000. La Baie du Mont Saint-Michel. Actes Sud. 45p.

# Biodiversité et santé

Depuis des millénaires, les hommes connaissent les vertus médicinales de certaines plantes, et aujourd'hui, une grande partie des molécules utilisées dans notre pharmacopée ont été identifiées dans des plantes, voire des animaux. La biodiversité permet aussi, à partir d'observations et d'expériences menées sur de très nombreuses espèces, de mieux comprendre le fonctionnement du corps humain et des maladies qui l'affectent.



## PLANTES ET SANTÉ : DES ENJEUX ÉCONOMIQUES ÉNORMES

- 10 des 25 médicaments les plus vendus aux Etats-Unis sont dérivés de sources naturelles. Au total, environ la moitié des médicaments de synthèse ont une origine naturelle.
- Le chiffre d'affaires des médicaments dérivés de ressources génétiques a été de 75 à 150 milliards de dollars aux Etats-Unis en 1997.
- Le seul Ginkgo, ou arbre aux 40 écus, a permis de découvrir des produits très efficaces contre les maladies cardio-vasculaires, pour un chiffre d'affaires de 360 millions de dollars par an.
- 75 % de la population mondiale dépendent de remèdes traditionnels d'origine naturelle.
- En Chine, sur les 30 000 espèces recensées de plantes supérieures, plus de 5 000 espèces sont utilisées à des fins thérapeutiques.
- Près de nous, de très nombreuses plantes communes présentent un intérêt thérapeutique : Milpertuis, Aubépine, Sauge, Genêt, Verveine...
- L'exploitation thérapeutique des plantes demande trois conditions bien illustrées par le *Calophyllum*, arbre de Bornéo aux propriétés anti-SIDA récemment découvertes :
  - maîtrise de leur identification : l'action anti-SIDA ne fonctionne pas avec une variété voisine ;
  - protection des habitats : il s'agit d'un arbre rare ;
  - respect des pays et communautés d'origine des plantes : les brevets issus de cette découverte profiteront à la Malaisie.



# POURQUOI LE CASTOR N'A-T-IL JAMAIS MAL AUX DENTS ?

UN RONGEUR QUI PRATIQUE L'AUTOMÉDICATION  
SANS LE SAVOIR

*Le Castor a fourni de nombreuses ressources aux hommes : fourrure, viande, cosmétique... Sur le plan médical, il concentre l'acide acétyl-salicylique contenu dans sa nourriture.*

© Jean-Louis Michelot



Le saule est à l'origine de la découverte de l'acide acétyl-salicylique

© Denis Palanque



Le Castor se nourrit principalement de l'écorce et des feuilles des saules et peupliers, arbres de la famille des salicacées. Il n'est donc pas étonnant que le « castoréum », produit d'une glande du rongeur, contienne de grandes quantités de salicine. L'écorce de saule était elle-même connue depuis Hippocrate comme antalgique ; la salicine fut découverte au début du 19<sup>e</sup> siècle et, après la synthèse de l'acide acétyl-salicylique, l'Aspirine fut commercialisée en 1889.

Le castoréum était largement utilisé en pharmacopée, pour lutter contre les maux de tête, mais aussi pour bien d'autres usages (antispasmodique, stimulant...). On l'utilise aussi en parfumerie.

Le pauvre Castor était d'ailleurs un animal un peu trop utile en France. En dehors du castoréum, il était chassé pour sa fourrure et pour sa viande. Avec ses mœurs aquatiques et sa queue écailleuse, il était considéré comme un quasi-poisson, ce qui autorisait la consommation de sa viande le vendredi ! Le saucisson de castor était alors réputé.

Tous ces facteurs expliquent la disparition presque complète du Castor en France. Depuis sa protection et sa réintroduction dans certaines régions, ses populations sont en expansion.

# L'IF ET LA PERVENCHE

## QUELQUES EXEMPLES PARMIS DES MILLIERS DE PLANTES MÉDICINALES

Deux plantes particulièrement importantes sur le plan médical sont présentées ici : l'If du Pacifique et la Pervenche de Madagascar. Toutes deux sont utilisées dans le traitement de certains cancers. Ces deux espèces étaient rares ; leur disparition aurait donc constitué un grave préjudice pour l'humanité.

La médecine utilise des milliers d'espèces végétales à travers le monde, soit en extrayant le principe actif dans les plantes, soit en s'en inspirant pour la création de molécules de synthèse.

### ■ LA QUININE

On peut bien sûr citer la Quinine. Au XVII<sup>e</sup> siècle, les indiens du Pérou ont fait connaître aux missionnaires jésuites le quinquina, l'« écorce sacrée ». Des pharmaciens français isolèrent en 1820 l'alcaloïde concerné (la Quinine). La synthèse totale de la molécule fut réussie en 1944.

### ■ L'IF DU PACIFIQUE

Le paclitaxel (nom commercial Taxol), a été isolé en 1967 dans l'écorce de l'If du Pacifique (*Taxus brevifolia*).

Ce médicament est utilisé dans le traitement du cancer du poumon, de l'ovaire et du sein. La très faible concentration de la molécule dans l'arbre a menacé de disparition l'If lui-même, mais aussi un hibou qui lui est étroitement associé.

Actuellement, on produit une molécule très voisine du paclitaxel, avec les mêmes propriétés, à partir d'une actinobactérie, le *Nodulisporium sylviforme*. En 2000, les ventes annuelles de ce médicament ont représenté 1,2 milliard d'euros.

### ■ LA PERVENCHE DE MADAGASCAR

La Pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus*, anciennement *Vinca rosea*), est utilisée en médecine traditionnelle sous forme de thé. Dans les années 1950, les chercheurs ont découvert qu'elle contenait une série d'alcaloïdes inhibant la division cellu-



laire. On en tire la vinblastine et la vincristine, utilisées comme cytostatiques dans le traitement de certains cancers (leucémies, maladie de Hodgkin).

Un anti-cancéreux, la Navelbine®, a été préparé à partir de la Pervenche de Madagascar et il a été mis sur le marché dans le cadre d'une collaboration entre l'Institut de chimie des substances naturelles (ICSN) de Gif-sur-Yvette, et un Laboratoire pharmaceutique français. Cette collaboration scientifique fructueuse entre le CNRS et l'industrie a également conduit en mars 2000 à l'émission par La Poste d'un timbre officiel consacré à la Pervenche de Madagascar. Cette émission a constitué une « première » pour le CNRS.

Cette plante est aujourd'hui menacée à Madagascar par le déboisement et l'agriculture sur brûlis.

## LE CÔNE ET LA GRENOUILLE

LES ANIMAUX AUSSI PEUVENT ÊTRE MIS À CONTRIBUTION

*Les animaux produisent aussi des substances utilisées en médecine. Outre le cône (un coquillage) et les grenouilles, il faut citer les éponges, intéressantes dans le traitement du cancer.*

Les animaux produisent également des molécules utilisables en médecine.

Ainsi, des chercheurs américains de l'Université Wake Forest ont découvert que des toxines issues du venin de Cône, un mollusque marin, pourraient permettre la mise au point de nouveaux antalgiques capables de soulager les douleurs rebelles d'origine neurologique. Testées chez des souris souffrant de névralgie, ces toxines ont donné d'excellents résultats. La toxine de Cône peut arrêter la douleur neurologique en bloquant les récepteurs cellulaires, ouvrant ainsi un vaste champ de recherche pour la mise au point d'une nouvelle classe de médicaments antalgiques.

Les grenouilles semblent également très intéressantes. Des chercheurs ont identifié chez l'une d'elles une substance permettant de prévenir les piqûres de moustiques. D'autres espèces produisent des substances antibactériennes particulièrement efficaces.



# LES CHAMPIGNONS QUI TUENT NOS MICROBES

## DES ANTIBIOTIQUES AUX DÉFENSES

La découverte des antibiotiques découle de l'observation du *Penicillium*, champignon capable de tuer des bactéries. Ces médicaments permettent d'ajouter 15 ans d'espérance de vie pour les populations auxquels ils sont accessibles, mais les bactéries deviennent de plus en plus résistantes aux antibiotiques. Face à cette menace, les meilleures armes du futur sont peut-être à trouver chez les champignons, les insectes et chez l'homme qui produisent des défenses, protéines efficaces contre les bactéries, mais aussi certains virus et champignons pathogènes.

Une grande partie de la médecine consiste à trouver des moyens de protection contre les « microbes » qui nous agressent, qu'il s'agisse de bactéries, de virus ou de champignons. D'hier à aujourd'hui, cette lutte passe par l'observation des défenses naturelles d'organismes vivants très diversifiés.

### L'AVENTURE DES ANTIBIOTIQUES

L'une des plus grandes découvertes du XX<sup>ème</sup> siècle provient sans aucun doute du médecin militaire français Ernest Duchesne qui observa en 1896 que le champignon *Penicillium glaucum* peut éliminer totalement la bactérie *Escherichia coli* dans une culture contenant ces deux seuls organismes. Il montra également qu'un animal survit à une dose mortelle de bacilles de typhoïde s'il a été préalablement inoculé avec *Penicillium glaucum*.

En 1928, c'est parce que sa souche du champignon *Penicillium notatum* avait colonisé certaines boîtes de cultures de bactéries voisines et éradiqué ces cultures que Sir Alexander Fleming a redécouvert la pénicilline. En fait, on sait depuis peu que les antibiotiques sont utilisés depuis des millénaires par certaines espèces de fourmis...

Les antibiotiques ont permis de soigner de nombreuses maladies considérées jusque là comme incurables. Il s'agit d'un succès majeur de la médecine mais on constate que des résistances sont apparues chez les bactéries, notamment en raison de la surconsommation d'antibiotiques. On estime ainsi que 50% des souches de pneumocoques résistent à ces substances. Les multirésistances apparues chez le staphylocoque doré rendent incurables les premières maladies traitées avec succès par les antibiotiques. On appelle maladies nosocomiales celles qui se développent dans les hôpitaux, lieux où la concentration de microbes et des trai-



Structure tridimensionnelle d'une défense

tements favorise l'apparition de résistances. Ces nouvelles maladies constituent un véritable défi pour la médecine actuelle.

## LA RECHERCHE DE NOUVELLES ARMES

La découverte de nouveaux antibiotiques donne des résultats, mais ces produits induisent aussi des résistances.

Une autre piste se dessine aujourd'hui. De nouveaux tueurs de microbes ont été découverts chez l'homme en 1985. Il s'agit de petites protéines appelées défensines et qui, contrairement aux antibiotiques conventionnels, ne s'attaquent pas seulement aux bactéries mais aussi aux virus et aux champignons. Ainsi, nous produisons plusieurs centaines de milligramme de défensines par jour, ce qui est considérable, notamment dans ce milieu aqueux et chaud qu'est notre bouche.

Or, à partir de la fin des années 1980, on a découvert des défensines chez des insectes comme les mouches à viande *Sarcophaga peregrina* et *Phormia terranova* et la libellule *Aeschna cyanea* qui sont incroyablement résistantes aux infections microbiennes. On a ensuite trouvé des défensines dans les plantes, les moules *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis* et l'huître *Grassostrea gigas*. On vient même de découvrir une défensine chez un champignon saprophyte qui vit sur les litières de pins en zone boréale. Nommée plectasine, elle s'est révélée avoir une structure et des propriétés antimicrobiennes voisines de celles reportées pour les défensines de vertébrés, de la moule et de la libellule. Les défensines dériveraient donc d'un gène ancestral d'environ un milliard d'années...

La plectasine se révèle aussi efficace que la vancomycine et la pénicilline contre les agents pathogènes responsables de la péritonite et la pneumonie chez l'animal de laboratoire. Qui plus est, elle agit également sur des souches bactériennes résistantes aux antibiotiques conventionnels. Enfin, le mode d'action des défensines est différent de celui des antibiotiques et permet de penser que les défensines rendraient beaucoup plus difficile la résistance des microbes à leur action mortelle ou paralysante.



Pour en savoir plus :

- Thomma, B. et coll., 2002. Plant defensins. *Planta*. 216(2):193-202.
- Bulet, P., 2004. Anti-microbial peptides: from invertebrates to vertebrates. *Immunol Rev.* 198:169-84.
- Ganz, T., 2004. Defensins: antimicrobial peptides of vertebrates. *C R Biol.* 327(6):539-49.
- Mygind, P. et coll. 2005. Plectasin is a peptide antibiotic with therapeutic potential from a saprophytic fungus. *Nature* 437: 975-980



*Des chercheurs français ont montré que le Manchot royal qui incube son œuf est capable de nourrir le poussin à l'éclosion avec de la nourriture qu'il a conservée pendant 3 semaines dans son estomac, à une température de 38°C. Ils ont ainsi découvert une petite protéine, dont ils ont déterminé la structure. La molécule de synthèse correspondant à cette structure se révèle avoir d'intéressantes propriétés antimicrobiennes et antifongiques, ouvrant des perspectives pour la conservation d'aliments ou la création de nouveaux médicaments.*

## LE GARDE-MANGER DU MANCHOT ROYAL

UN FRIGO EFFICACE À 38°C

### UN GRAND VOYAGE

Les centaines de milliers de manchots royaux qui se reproduisent à l'Ile de la Possession dans l'Archipel de Crozet vont en nageant chercher leurs proies, des poissons lanternes ou des calmars, à 100 ou 200 mètres de profondeur dans une zone qui s'appelle le « Front polaire » et qui se trouve à des centaines de kilomètres de leur colonie. C'est en effet au niveau de ce front, qui correspond à la limite entre les eaux subantarctiques et les eaux polaires plus froides, que les populations de ces proies sont les plus importantes.

La localisation du front peut considérablement évoluer selon les années, cette évolution interannuelle étant essentiellement liée au phénomène climatique de l'ENSO-El Niño. Ce réchauffement, qui provoque un effondrement des ressources marines le long des côtes, se propage avec un certain délai dans l'océan austral, où il induit un éloignement du front polaire vers le Sud. Par conséquent, en année froide, les manchots royaux vont pêcher à environ 300-400 kilomètres de la colonie, alors qu'en année chaude, ils doivent se rendre à 500-600 kilomètres.

### UNE ADAPTATION EXTRAORDINAIRE

Chez le Manchot royal, le mâle et la femelle assurent l'incubation à tour de rôle. C'est généralement le mâle qui prend en charge les 2 à 3 dernières semaines de l'incubation, la femelle revenant alors au moment de l'éclosion pour nourrir le poussin. Lors d'une année froide, la distance étant alors plus courte entre la colonie et le front polaire, elle est donc susceptible de revenir plus




rapidement et donc avant l'éclosion. Par contre, la durée de son voyage en mer augmentant avec la distance lors d'une année chaude, elle peut ne revenir qu'environ une semaine après l'éclosion. Le mâle s'est alors révélé capable de nourrir le poussin pendant une dizaine de jours avec de la nourriture conservée dans son estomac. Cette démonstration, qui a été considérée comme l'une des principales découvertes du CNRS en Sciences de la vie lors du rapport annuel de l'organisme, a « fait » la couverture de Noël de la revue *Nature* en l'an 2000.

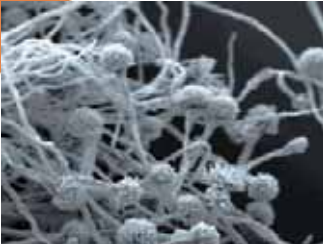
### UNE MOLÉCULE AUX PROPRIÉTÉS REMARQUABLES

Une étude précise de la flore bactérienne présente dans ces différents contenus stomacaux a révélé qu'il existe une forte proportion de bactéries mortes ou en condition de stress dans le contenu stomacal au cours du jeûne d'incubation. Une molécule anti-microbienne a ainsi été isolée et caractérisée à partir du contenu stomacal de manchots mâles n'ayant pas digéré la nourriture ainsi stockée durant leur jeûne d'incubation.

La composition de cette molécule, une petite protéine de 38 acides aminés, ainsi que sa structure tridimensionnelle, ont été déterminées. La protéine, qui a été appelée "sphéniscine", s'est révélée d'une grande efficacité contre certaines souches microbiennes associées à des maladies nosocomiales, notamment des staphylocoques et *Aspergillus fumigatus* qui est responsable de l'aspergillose. Elle pourrait également s'avérer très utile pour la conservation des aliments.

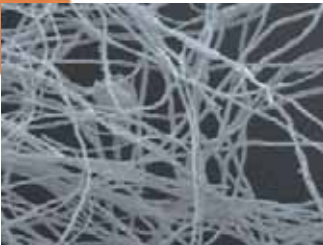
 Pour en savoir plus :  
Thouzeau C. et coll. 2003. Spheniscins, avian beta-defensins in preserved stomach contents of the king penguin, *Aptenodytes patagonicus*. *J. Biol. Chem.* ; 278(51):51053-8.

© Cécile Thouzeau et coll.



Culture *in vitro* d'*Aspergillus fumigatus*  
avec les spores

© Cécile Thouzeau et coll.



La sphéniscine provoque la suppression des spores

# LE CALMAR ET LE PRIX NOBEL

## TRouver LES BONNES ESPÈCES POUR CONSTITUER DES MODÈLES EN RECHERCHE

*De nombreuses espèces animales, parfois peu connues et apparemment insignifiantes, ont constitué des sujets d'études, débouchant parfois sur des découvertes scientifiques majeures.*

**L**es chercheurs qui travaillent en physiologie humaine utilisent des « modèles biologiques » pour répondre aux questions qu'ils se posent. Si chacun connaît la « souris blanche » des laboratoires, on sait moins que de très nombreuses autres espèces sont utilisées. Pour qu'il soit intéressant, le modèle doit réunir des caractères particuliers, souvent spécifiques à chaque étude.

Une analyse des prix Nobel de médecine montre que les modèles marins ont souvent été à l'origine de découvertes très importantes :

- E. Metchnikoff, prix Nobel 1908, a découvert la phagocytose à partir de travaux sur L'ÉTOILE DE MER ;
- C. Richet, prix Nobel 1913, et P. Portier découvrent le choc anaphylactique, suite à des travaux à partir de la PHYSALIE lors d'une campagne océanographique ;
- A.L. Hodgkin et A.F. Huxley, prix Nobel en 1963, utilisent le nerf de CALMAR, mille fois plus gros (en section) que celui de l'humain, et grâce à lui, mettent en évidence les mécanismes de base de la transmission de l'influx nerveux ;
- En 1980, E. Kandel reçoit le Nobel pour ses travaux sur les bases moléculaires de la mémoire sur une petite LIMACE DE MER ; elle lui a permis de découvrir de très importantes protéines et des connexions neuronales fondamentales lors de la mémorisation, ce qui pourrait avoir des applications pour le traitement de la maladie d'Alzheimer ;
- T. Hunt reçoit le Nobel en 2001 pour la découverte des





complexes de cyclines avec les cdc, molécules-clés dans le phénomène de cancérisation, en travaillant sur L'ÉTOILE DE MER.

Nous pourrions encore citer la découverte des clés moléculaires du soi et du non soi (la capacité pour les organismes d'identifier les corps étrangers) à partir d'ascidies, l'isolement et la caractérisation du premier récepteur membranaire de neurotransmetteur grâce aux organes électriques de raies torpilles, la mise en place des yeux chez une méduse, le système immunitaire des requins proche de celui du nourrisson...

Notons enfin que la biologie moléculaire a pu connaître des progrès décisifs grâce aux extraordinaires molécules que sont les protéines fluorescentes des méduses.



Pour en savoir plus :  
gboeuf@obs-banyuls.fr

Boeuf, G., 2007. Océan et recherche biomédicale. Journal de la Société de Biologie, 201 (1), sous presse.



«... il y a des expériences qui seraient impossibles chez certaines espèces animales et le choix intelligent d'un animal qui présente une disposition heureuse est souvent la condition essentielle du succès et de la solution d'un problème physiologique très important... la physiologie comparée est une mine des plus fécondes pour la physiologie générale...».

Claude Bernard, 1865

« ...pour chaque problème de physiologie, il y a un modèle vivant idéal... »

August Krogh, Prix Nobel en 1920

« ... pour s'attaquer à un problème important, pour avoir une chance raisonnable de lui trouver une solution, le biologiste doit s'adresser à un matériel convenable... »

François Jacob, Prix Nobel 1965

## L'OURS ET L'OBÈSE

L'OURS BRUN A DES CHOSSES À NOUS À APPRENDRE EN MATIÈRE DE RÉGIME AMAIGRISSANT

*L'Ours brun est le seul mammifère capable, pendant son hibernation, de mobiliser ses graisses sans faire fondre ses muscles. La compréhension de ce phénomène pourrait être particulièrement utile pour améliorer les moyens de lutte contre l'obésité humaine.*

L'obésité et le surpoids sont devenus, à cause du diabète et des risques cardiovasculaires qu'ils induisent, un enjeu médical majeur. Cependant, aucun régime suffisamment efficace pour faire disparaître le tissu adipeux en excès ne permet actuellement d'empêcher la perte de protéines et donc la réduction de la masse musculaire (muscle cardiaque inclus).

Ainsi, dans l'obésité très sévère, les réserves de graisse disparaîtraient théoriquement avec un régime draconien d'une durée de un à deux ans alors que la perte de protéines deviendrait dangereuse après deux ou trois mois seulement...

Or, il existe un mammifère, et c'est apparemment le seul, qui est capable de ne mobiliser que ses graisses. C'est l'Ours brun en période d'hibernation...



# UNE HISTOIRE DIFFICILE À AVALER

## A LA DÉCOUVERTE DE LA DIGESTION


*Les rapaces nous ont aidé à comprendre le caractère chimique de la digestion.*



© Yvain Dubois, Ecosphère

L'importance de l'observation des animaux dans les découvertes médicales n'a rien d'une nouveauté.

En 1752, Réaumur chercha à comprendre le mécanisme par lequel les rapaces rejettent des boulettes de poils et d'os. Il fit avaler à l'un d'eux un tube métallique percé de trous et contenant de la viande. Lorsque l'oiseau recracha le tube dans une boulette, Réaumur constata que la viande avait disparu. Il fit alors avaler un morceau d'éponge à un rapace, qui le recracha. Le scientifique put ainsi récupérer le suc gastrique et aider à comprendre le mécanisme de la digestion, qui apparut alors comme un phénomène chimique et non physique.



« En tant qu'économiste, je peux recommander l'adoption de diverses politiques d'innovation pour favoriser les activités de recherche-développement menant à la fabrication de nouveaux médicaments, mais à titre scientifique, je ne sais pas trop quel conseil je pourrais donner aux chercheurs qui tenteront, en 2050, de créer de nouveaux produits médicamenteux à partir d'espèces disparues ».

Jack Langford, conseiller en politiques à Environnement Canada, lors du symposium international sur la biodiversité et la santé, Ottawa, Canada, octobre 2003.

Source : <http://www.idrc.ca>

Tout le corps humain constitue un écosystème à part entière, occupé par des milliards d'acariens, bactéries, levures, virus... Ces organismes contribuent généralement à nous maintenir en bonne santé, et seule une infime minorité est source de maladies.

Cet exemple porte sur la peau, mais il ne faut pas oublier la flore intestinale : l'intestin humain abrite plus de bactéries que l'ensemble du corps ne compte de cellules !

Un inventaire mené récemment par des chercheurs américains et canadiens sur trois personnes a permis de recenser 400 espèces différentes de bactéries, dont 62 % étaient inconnues par la science.

## LA BIODIVERSITÉ, ON L'A DANS LA PEAU ! L'ÉPIDERME, UN ÉCOSYSTÈME À PART ENTIÈRE

La biodiversité est décidément partout, y compris là où on l'attend le moins, par exemple sur notre peau. Vue par les micro-organismes, la peau est un vaste paysage plein de pics et de vallées, de recoins et de cachettes habités par des communautés d'organismes incroyablement diversifiés. C'est une sorte de terreau habité par un monde fascinant, écosystème discret obéissant aux règles habituelles de tout système écologique.

La frange la plus superficielle de la peau est un environnement instable car il s'agit d'une couche cornée faite de petites écailles continuellement renouvelées. L'épiderme vivant est un bain de culture richement nourri par des sécrétions glandulaires qui assurent le maintien d'une flore et d'une faune faites de myriades d'organismes et de microbes. L'accès aux couches profondes se fait à la faveur d'orifices variés (glandes sudoripares, follicules capillaires d'où surgissent les poils, glandes sébacées), dont les sécrétions sont des nutriments pour les microorganismes

Les organismes de la peau baignent dans un véritable paradis où tout leur est offert gratuitement et à profusion quoique de façon variable selon les endroits puisque la densité des bactéries peut varier entre 314 bactéries par  $\text{cm}^2$  sur la peau du dos à quelque 2,5 millions par  $\text{cm}^2$  dans les régions les plus riches.

Dans une prairie, on distingue les producteurs (l'herbe), les consommateurs (les vaches) et les décomposeurs (les microorganismes du sol). Sur la peau, le système est un peu différent puisque le rôle de producteur est assuré par la peau elle-même ; il n'existe qu'un animal consommateur, le petit acarien *Demodex*

© Andrew Syred-Microscopise



Acarien *Demodex folliculorum* adulte sur la peau  
(grossissement : 363)

*folliculorum*, qui vit et se reproduit dans et autour des cils, des follicules capillaires ainsi qu'autour des narines. On compte aussi quelques passagers clandestins indésirables comme les poux ou les puces qui ne font pas à proprement parler partie des communautés cutanées permanentes. Les autres organismes sont des levures, des bactéries, peut-être quelques virus parasites de ces dernières. La plupart des bactéries sont inoffensives sauf une, le staphylocoque doré *Staphylococcus aureus* qui peut être la cause d'infections sévères, surtout depuis qu'elle a acquis la capacité à résister aux antibiotiques. Les communautés d'organismes de la peau ne sont pas des univers clos isolés sur leur hôte comme des naufragés sur une île. Elles voyagent d'hôte en hôte sur de minuscules radeaux de peau qui tombent de leur porteur, chacun pouvant transporter des milliers de passagers qui ne demandent qu'à trouver un autre hôte pour s'implanter et se multiplier.

#### A QUOI SERT CETTE BIODIVERSITÉ ?

On considère qu'elle joue un rôle protecteur pour notre santé. Elle contribue tout d'abord à éliminer les déchets que nous produisons.

Par ailleurs, elle limite l'arrivée d'organismes pathogènes. Comme dans tout écosystème, il est plus difficile pour des « microbes » de coloniser une peau déjà fortement occupée par des organismes.

Ne soumettez donc pas votre peau à trop d'agressions chimiques, notamment celle de déodorants agressifs..., bref, lavez-vous correctement, mais sans excès !

## Biodiversité productive

La faune et la flore, sauvages ou non, nous fournissent des ressources particulièrement importantes et diversifiées. Ces matières premières sont utilisées dans le bâtiment, la cosmétique, l'énergie et bien d'autres domaines. Ne sont présentés ici que quelques exemples ponctuels, et peut-être inattendus.



### LA BIODIVERSITÉ, UNE IMPORTANCE ÉCONOMIQUE CONSIDÉRABLE

Quelques illustrations

- En 1997, la revue *Nature* publia la synthèse (Costanza et coll.) d'une centaine d'évaluations portant sur 17 services rendus par les écosystèmes (régulation des gaz, du climat ou des perturbations, pollinisation, production alimentaire, récréation...). Après une extrapolation à l'échelle mondiale, les auteurs de cette étude ont abouti pour ces services à une valeur de 33 trillions de dollars, à comparer aux 18 trillions de dollars que représente la somme des produits nationaux bruts de la planète.
- Des économistes ont cherché à estimer toute la valeur des biens que l'humanité, depuis son origine, a tiré des découvertes sur la biodiversité. Ils sont parvenus à une valeur moyenne de 400 000 euros pour chaque espèce qui peuple la terre !

# LE VERCORS, LA NATURE SUR UN PLATEAU

## LA BIODIVERSITÉ CRÉATRICE D'EMPLOIS

*La biodiversité est la base de l'économie des massifs de moyenne montagne comme celui du Vercors : agriculture, sylviculture, tourisme nature...*

**A** cheval sur les départements de l'Isère et de la Drôme, le Parc Naturel Régional du Vercors couvre 140 000 hectares et héberge 40 000 personnes. Ce massif des Préalpes est marqué par sa géologie calcaire, avec ses falaises, ses grottes, ses « lapiaz »...

Le Vercors abrite une biodiversité exceptionnelle : plus de 2 000 espèces de plantes, tous les ongulés sauvages de France (du Bouquetin au Cerf), les vautours, le Loup, le Lynx... L'agriculture préserve des races locales de vaches et de chevaux, produit des AOC de vins, de fromages et de noix. Le taux de boisement atteint 65 %.

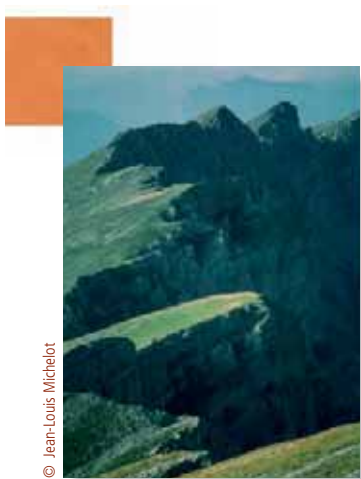
Sur les 13 500 emplois que compte le territoire du Parc Naturel Régional, plus du tiers est directement lié à la biodiversité : emplois de la filière bois, emplois agricoles, tourisme et activités de nature, conservation et préservation des patrimoines...

Un autre tiers est lié directement à ce premier tiers : services, alimentation, commerces divers...

Le dernier tiers enfin n'existe que parce qu'il y a les deux autres tiers : services publics, éducation, santé, routes...

Sans la biodiversité actuelle, l'activité économique du Vercors se réduirait donc à sa plus simple expression.

... et sans la biodiversité passée, le Vercors n'existerait pas, puisque ce massif calcaire résulte de l'accumulation d'organismes morts au fond de la mer, à l'ère secondaire !



# LA BIODIVERSITÉ, ON S'EN LAVE LES MAINS !

LES SAPONINES : LESSIVES, SAVONS ET SHAMPOINGS NATURELS

Différentes plantes produisent des saponines, qui sont des produits de lavage naturels.  
L'arbre à savon fournit des noix utilisables pour le lavage des vêtements ; il permet de nombreux autres usages.

## LES SAVONS NATURELS

Dans tous les pays du monde, les végétaux ont fourni aux hommes les premiers savons. Les occidentaux épris de nature redécouvrent aujourd'hui les vertus de la noix de lavage, fruit du *Sapindus mukorossi*, comme ils avaient découvert les propriétés du bois et de l'écorce du *Quillaja saponaria*, le bois de Panama et comme ils ont oublié l'usage des fleurs, des feuilles et des racines de la Saponaire, *Saponaria officinalis*.

Les propriétés détergentes, tensioactives et moussantes de ces plantes sont dues aux saponines, très répandues dans les organes des végétaux et de quelques animaux. Ces mêmes propriétés en font des toxiques par ingestion.

## UN ARBRE PLEIN DE RESSOURCES

Le *Sapindus mukorossi* pousse en Inde et au Népal.

Cet arbre offre un grand nombre de ressources, valorisées par les populations locales ou l'industrie :

- Propriétés nettoyantes déjà évoquées.
- Propriétés antifongiques et insecticides, valorisées tant en matière de santé humaine que d'agriculture.
- Utilisation dans l'industrie photographique.
- Efficacité dans la protection des sols contre l'érosion.

© Art Harris  
Centennial Museum



noix de Sapindus





Qui plus est, cet arbre très rustique peut vivre dans des terrains difficiles, sans apport d'engrais.

Comme les autres savons naturels, les noix de lavage sont certes moins efficaces, mais elles sont moins agressives que les lessives modernes source de pollution par leurs additifs et leurs phosphates. Elles sont donc à redécouvrir et à soutenir. Les règles du commerce équitable devraient cependant être respectées, car les prix pratiqués en Europe et en Amérique du nord pour la noix de lavage sont 1 000 à 5 000 fois plus élevés que sur les marchés indiens ou népalais...

**DES PLANTES SONT REMPLACEMENT INTÉRESSANTES !**

LORSQUE DES PRODUITS NATURELS AIDENT  
LES ANTILLAIS À FAIRE LA FÊTE SANS DANGER



© Jacques Portecop

© Jacques Portecop - dictame

**P**endant le Carnaval, aux Antilles, les gens s'enduisaient d'huile de vidange pour se déguiser, ce qui n'était ni très hygiénique ni facile à nettoyer ! Le docteur en pharmacie Henri Joseph a pu créer un produit naturel et facile à nettoyer, à partir de la féculé du tubercule de Dictame (*Maranta arundinacea*) et du colorant donné par la petite fleur bleue d'une Fabacée (*Clitoria ternatea*).

Cette solution a été extraordinairement bien adoptée par le public et ce colorant a pris le nom d'une association du carnaval : le « bleu Voukoum ».

*En dehors de la production de bois, les forêts assurent de nombreuses fonctions : cueillette, chasse, pâturage, rétention des nutriments, du carbone ou des eaux... Ces fonctions peuvent représenter un poids financier fort.*

## LA FORÊT NE PRODUIT PAS QUE DU BOIS

UNE AUTRE FAÇON DE PERCEVOIR L'UTILITÉ D'UN ÉCOSYSTÈME

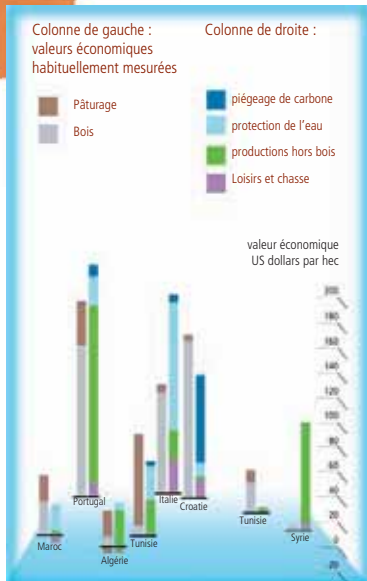
**B**ien sûr, la forêt peut représenter une richesse économique importante par la vente du bois qu'elle produit. Elle peut générer bien d'autres ressources : champignons, gibier, pâturage, fruits (glands, châtaignes...) ... Enfin, elle assure des fonctions majeures, mais moins visibles : la régulation du climat par la séquestration du carbone, la protection de l'eau potable, du paysage...

Dans le cadre de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, des évaluations économiques ont mis en valeur l'importance des enjeux.

Au Portugal, les bénéfices apportés chaque année par un hectare de forêt sont ainsi estimés à 160 dollars pour les productions économiques classiques, et 180 pour les autres fonctions.

En Syrie, la production de bois est très faible, mais les autres fonctions de la forêt représentent environ 90 dollars par hectare et par an.

En France, cette méthode n'a pas été appliquée, mais on dispose d'éléments qui vont dans le même sens. La valeur du bois récolté annuellement (1,3 milliard d'euros) est à comparer à la valeur récréative des forêts, 2 milliards d'euros (évaluée par la méthode des coûts de déplacement) et à leur valeur pour la capture de  $CO_2$ , 2,4 milliards d'euros avec une tonne de  $CO_2$  à 40 €). La « valeur » de leur biodiversité, pour sa part, a été évaluée à 364 millions d'euros par la méthode d'évaluation contingente.



Pour en savoir plus :  
<http://www.millenniumassessment.org>

## AUTANT DE NOMS QUE D'USAGES LE FENOUIL DE MER

*Le Fenouil de mer vit sur de nombreuses côtes françaises. Il est ramassé pour ses vertus cosmétiques ou pharmaceutiques mais ces prélèvements, trop peu contrôlés, le menacent aujourd'hui.*

© Sylvain Tourte, Ecothème



**L**e Fenouil de mer (*Crithmum maritimum*) possède bien des appellations : Criste-Marine, Perce-pierre, Herbe de Saint-Pierre... Cette plante de la famille des Apiacées (ombellifères) vit en bordure de mer, le long de toutes les côtes françaises.

On peut consommer cette plante, fraîche en salade, cuite, ou macérée dans du vinaigre.

Les propriétés du Fenouil de mer, connues depuis longtemps, sont multiples : digestive, diurétique, stimulante, antiscorbucique, vermifuge...

Cette plante est également utilisée en cosmétique et parapharmacie (crèmes, lotions, huile essentielle...), pour le traitement de problèmes de peau, de surpoids...

Ces multiples vertus expliquent les prélèvements importants réalisés aujourd'hui sans autorisation sur le Domaine Public Maritime, au risque de menacer cette plante. Une gestion durable de ses populations s'impose donc.

## LE GALBA, LA CHAUVE-SOURIS ET LA BELLE QUAND DES ALLIÉS AILÉS NOUS AIDENT À FAIRE NOS COURSES EN FORÊT

© Jacques Pontecop



**L**e Galba (*Calophyllum calaba*) est un grand arbre des Antilles dont les fruits permettent de produire à partir du noyau une huile très recherchée en cosmétique.

La récolte des fruits pourrait être difficile mais certaines chauves-souris, qui se nourrissent de la partie externe du fruit, rejettent les noyaux oléifères. Ces derniers peuvent être facilement récupérés grâce à un filet tendu sous l'arbre.

# Biodiversité et innovation industrielle

La sélection naturelle a permis aux animaux et aux végétaux de développer de prodigieuses solutions pour s'adapter à des environnements souvent très contraignants. On appelle « biomimétique » la discipline visant à s'inspirer de ces adaptations pour innover dans le domaine industriel. Cette démarche est très ancienne et présente tout autour de nous, sans que nous ne le sachions. Même la forme et la constitution de la Tour Eiffel ont été inspirées par le fémur, le plus solide de nos os !



## L'ÉCORCE, LE LÉZARD ET LE PNEU CREVÉ

LORSQUE LES ARBRES ET LES REPTILES NOUS AIDENT À RÉPARER NOS VOITURES.

Une équipe de chercheurs suisses a découvert par quels mécanismes une écorce d'arbre endommagée se répare. A partir de cette découverte, les chercheurs ont mis au point une pellicule auto-réparatrice qui permet d'éviter qu'un pneu de voiture ne se dégonfle trop rapidement après une crevaison, soit en 5 heures environ au lieu d'une minute, ce qui laisse amplement le temps d'aller faire réparer le pneu sans être contraint de changer la roue dans des conditions souvent dangereuses. Cette innovation a fait l'objet d'un brevet.

Une autre fée naturelle s'est penchée sur les pneus. Un jour, M. Michelin a été voir une scientifique du laboratoire d'anatomie comparée du Muséum National d'Histoire Naturelle spécialisée dans la locomotion ; un pneu anti-dérapant a été inventé grâce à l'étude d'un petit lézard de la forêt guyanaise qui grimpe à toute allure et verticalement sur des troncs lisses.



*Les propriétés adhésives qu'ont développées les animaux et les plantes n'ont guère de limite ; elles offrent une source d'inspiration précieuse pour les chercheurs. Deux exemples sont présentés ici : le Velcro, issu de l'observation de la bardane, et les pattes du gecko, particulièrement adhésives.*

## ACCROCHEZ-VOUS !

PRENDRE MODÈLE SUR DES ESPÈCES PLUTÔT COLLANTES



© Michel Cambrony

### HIER, LE VELCRO...

La fermeture « Velcro » tire son nom de « Velours » et de « crochets ». L'histoire (ou la légende) rapporte que Georges de Mestral a imaginé ce système après avoir observé au microscope des fruits de bardanes que son chien ramenait toujours dans son pelage après la promenade. Cela n'avait d'ailleurs rien d'un hasard, puisque cette plante a développé ce système pour diffuser ses graines (on parle de « zoochorie » pour ce transport animal). Le Velcro a été breveté en Suisse en 1951 et est considéré aujourd'hui comme l'une des 50 inventions les plus importantes du 20<sup>e</sup> siècle.



### ... DEMAIN, LE GECKO ?

Les geckos sont des sortes de petits lézards, bien connus pour leur aptitude à grimper sur les murs les plus lisses. Cette faculté provient de pelotes situées au bout des doigts, comportant des millions de petits poils adhésifs. Des chercheurs de l'université de Manchester ont reproduit ce dispositif pour créer une bandelette adhésive couverte de « poils » de polymère plastique de deux millièmes de millimètres de long. Sur les surfaces sèches, les poils sont collés au support par de faibles forces d'attraction appelées « forces de van der Waals ». Sur les surfaces humides, des forces de « succion » collent les poils à la surface du support.

Ce système sans colle pourrait avoir des applications infinies : usages chirurgicaux, affiches repositionnables, pneus adhésifs... Des essais ont été réalisés, mais les chercheurs ne sont pas encore parvenus à reproduire ni toute la sophistication de la patte du Gecko, ni la pérennité de son effet.



Bardane

© Gérard Anjal



Pour en savoir plus : <http://forums.futura-sciences.com/thread1624.html>

# LA CHÈVRE, L'ARAIGNÉE ET SES FILS

## UNE HISTOIRE INABOUTIE

*Les fils des araignées font l'objet de recherches depuis des décennies, les ingénieurs rêvant de recréer un matériau aussi souple et résistant. Ces recherches pourraient aboutir grâce à des chèvres génétiquement modifiées.*

**L**e fil de l'araignée a de tout temps fasciné les scientifiques. Ce fil fin, extensible et souple est cinq fois plus résistant que l'acier (45 tonnes par centimètres carré !). Ce matériau est d'autant plus extraordinaire qu'il est produit sous forme liquide par l'araignée qui peut fournir plusieurs sortes de fils en fonction de son usage (fil, toile, nid...).

Des fils d'araignées ont été directement utilisés pour la fabrication de tapis ou d'instruments d'optique.

Aujourd'hui, les utilisations d'un tel matériau pourraient être infinies ; les militaires en rêvent pour les gilets pare-balles, les chirurgiens pour leurs fils de suture... Mais comment produire ces fils en grande quantité ? L'élevage à grande échelle des araignées s'est avéré impossible, du fait du caractère très territorial de ces animaux.

Des essais infructueux ont été menés pour faire produire les protéines des fils par des papillons ou des bactéries.

La piste actuellement la plus prometteuse consiste à modifier génétiquement des chèvres pour que leur lait contienne la protéine des fils d'araignées. Ce procédé semble sur le point d'aboutir sur le plan industriel au Canada.



© Jean-Louis Michelot



Pour en savoir plus : [http://www.futura-sciences.com/news-fil-araignee-  
arme-biotechnologie\\_4934.php](http://www.futura-sciences.com/news-fil-araignee-arme-biotechnologie_4934.php)

Un coléoptère du désert du Namib parvient à collecter l'eau du brouillard pour la boire. En s'inspirant du mécanisme qu'il utilise, des chercheurs ont pu concevoir des matériaux reproduisant ce système pour l'alimentation humaine en eau dans les déserts côtiers.

## LE COLÉOPTÈRE ET LE VERRE D'EAU

UN INSECTE NAMIBIEN OFFRE À BOIRE AUX PAYSANS DU CHILI

Dans de nombreux déserts côtiers (Atacama, îles Canaries, Namibie...) il ne pleut jamais, ce qui pose un problème important pour l'alimentation en eau des populations humaines. Pourtant l'eau est présente, sous forme de brouillards parfois denses et fréquents. Les animaux et les plantes ont su s'adapter à cette situation, en particulier dans le Namib, le plus ancien désert du monde.

Andrew Parker, de l'Université d'Oxford et Chris Lawrence, de QinetiQ, ont analysé le système utilisé par le coléoptère *Stenocara*. L'insecte fait face au vent ; les gouttelettes se fixent sur les bosses de ses ailes, puis, lorsqu'elles sont assez grosses, s'écoulent dans des sillons conduisant à la bouche. Les résultats de cette recherche permettent de concevoir des matériaux simples et peu onéreux, plusieurs fois plus efficaces que les systèmes qui existaient jusqu'à présent.

Pour en savoir plus : [http://www.innovations-report.com/html/reports/life\\_sciences/report-5713.html](http://www.innovations-report.com/html/reports/life_sciences/report-5713.html)

© Olivier Grunewald



En dehors du brouillard, ce désert est particulièrement sec

# LA LIBELLULE ET LE SOLDAT

LES INSECTES, INSPIRATEURS DE L'ARMÉE DE DEMAIN

*La recherche militaire s'est beaucoup inspirée des facultés des animaux. Ainsi, un drone miniaturisé devrait voir le jour à partir d'une observation de la libellule et de la mouche.*

Le centre d'expertise parisien de la délégation générale pour l'armement a initié en 2003 un projet innovant. Il s'agit d'étudier la faisabilité d'un microdrone de 4<sup>e</sup> génération répondant à l'expression d'un besoin pour le combattant du futur. Minuscule et discret, il devrait être capable de pénétrer et d'explorer de façon totalement autonome des environnements urbains.

Véritable œil déporté du soldat, ce microrobot volant de moins de 15 cm, imaginé à partir du modèle de la libellule, a pour vocation l'observation et la reconnaissance en toute furtivité. Cet appareil cherche à reproduire la taille et le fonctionnement de l'insecte : 120 milligrammes, quatre ailes de 3 cm environ, 180 000 muscles de 150 micromètres répartis sur la surface de chaque aile...

Le système de navigation de l'appareil est pour sa part inspiré de l'œil de la mouche.

Comme bien des innovations militaires, on peut penser que celle-ci aura à moyen terme de nombreuses applications dans d'autres domaines.

Pour en savoir plus : [http://www.defense.gouv.fr/portal\\_repository/1605526422\\_\\_0001/fichier/getData](http://www.defense.gouv.fr/portal_repository/1605526422__0001/fichier/getData)

© Denis Palarque





# LA CHAUVÉ-SOURIS, LA CANNE ET L'AVEUGLE

## VALORISER LES FANTASTIQUES CAPACITÉS DU SONAR

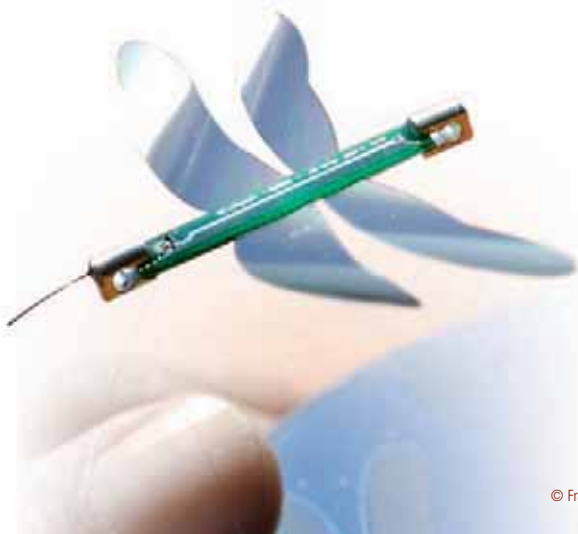


Les chauves-souris sont connues pour leur extraordinaire faculté de déplacement dans l'obscurité ; elles émettent en vol des ultrasons qui rebondissent sur les obstacles ou proies potentielles, les renseignant sur leur environnement.

Dean Waters (université de Leeds, Grande-Bretagne) s'est inspiré de ce dispositif pour révolutionner la canne des non-voyants, ou équiper des gants.

Un système électronique miniaturisé émet 60 000 pulsations par seconde et en analyse les échos ; il provoque des vibrations sur le manche de la canne en cas d'approche d'un obstacle.

Après des expérimentations fructueuses, cet équipement devrait pouvoir prochainement être largement diffusé.



## La biodiversité régulatrice

Les êtres vivants jouent un rôle fondamental dans la régulation des grands équilibres de notre planète, par exemple sur les plans climatiques ou hydrologique : production d'oxygène, piégeage des nutriments et polluants, régulation des flux hydriques... Elle peut donc réduire certains risques ; ainsi les mangroves protègent les côtes des raz de marées.



*La diversité en espèces d'un milieu lui permet de mieux résister et de s'adapter aux changements de l'environnement et autres agressions. Ce constat s'applique aussi bien à un milieu naturel qu'à une production agricole.*

## DIVERSITÉ RIME AVEC STABILITÉ

LA BIODIVERSITÉ AIDE LES ÉCOSYSTÈMES À RÉAGIR AUX AGRESSIONS

On appelle résilience la capacité pour un écosystème à se reconstituer après une perturbation.

La plupart des petites perturbations (chute d'un arbre, incendie isolé, inondation...) ne remettent pas en cause l'avenir de l'écosystème et participent même à sa diversité. En revanche, des perturbations trop fortes ou trop fréquentes empêchent l'écosystème de se reconstituer.

On constate que les écosystèmes diversifiés résistent mieux aux perturbations que les autres ; leur résilience est plus forte. Ce phénomène a par exemple été montré en ce qui concerne la réaction des prairies nord-américaines à la sécheresse.

L'explication semble simple. Plus un écosystème est diversifié, plus il a de chances d'abriter des espèces qui s'adapteront bien aux nouvelles conditions de milieu (plus sec, plus chaud, dépourvu d'arbres...).

© Jean-Louis Michelot



Le Bison, symbole de la prairie américaine

*Par le piégeage ou la dégradation d'éléments potentiellement indésirables (nitrates, phosphates...), les organismes vivants des écosystèmes naturels jouent un rôle très important dans l'épuration des eaux.*

*Fondées sur le travail des bactéries, les stations d'épuration ne sont que le prolongement de ce principe.*

## **METTEZ DE LA BIODIVERSITÉ DANS VOTRE EAU !**

### LE CONTRÔLE DES NITRATES PAR LES ÉCOSYSTÈMES

**L**es nitrates sont des éléments nutritifs fondamentaux pour les plantes, mais leur excès peut priver les hommes de ressources en eau potable.

Les écosystèmes naturels permettent de réguler de façon très efficace ces éléments. Dans les zones humides, des bactéries dénitrifiantes les transforment en azote gazeux. Les nitrates sont également captés par les plantes et stockés dans leurs tissus.

Dans les prairies nord-américaines, les chercheurs ont constaté que plus le nombre d'espèces de graminées est important, plus la quantité de nitrates contenus dans le sol profond est faible. Ce phénomène provient sans doute du fait que chaque espèce exploite d'une façon différente les ressources nutritives du sol ; une forte diversité se traduit par une utilisation maximale des ressources, et donc par une limitation des transferts vers les eaux souterraines.

L'existence d'une forte biodiversité en surface apparaît donc importante pour préserver la qualité des nappes phréatiques ; or celles-ci nous procurent une large part de notre alimentation en eau potable.

© Jean-Louis Michelot



Les forêts inondables sont particulièrement efficaces dans le piégeage et la dégradation des nutriments.

De nombreuses plantes sont utilisées en « bioremédiation », pour stocker ou dégrader des polluants. Ainsi, une plante aquatique (*Callitriche*) a récemment montré des capacités remarquables dans le piégeage de l'Uranium.

## LE CALLITRICHE ET L'URANIUM

### UNE PLANTE CAPABLE DE DÉCONTAMINER LES COURS D'EAU POLLUÉS PAR L'URANIUM

Des chercheurs de l'université de Coimbra, au Portugal, ont récemment découvert qu'une plante aquatique, le *Callitriche stagnalis*, est capable d'« absorber » l'Uranium car il peut réduire de moitié en 24 heures le taux présent dans un cours d'eau. Il s'agit d'une espèce locale, indigène, bien ancrée dans son écosystème.

L'utilisation de cette espèce présente deux avantages :

- elle ne présente pas les inconvénients des méthodes de décontamination par des produits chimiques,
- elle peut s'adapter et être reproduite à moindre coût.

Après des expérimentations en laboratoire, les chercheurs lancent la mise en œuvre de ce procédé sur le terrain. Les enjeux sont importants, car l'Uranium a été exploité en plus de soixante sites disséminés en plusieurs régions du Portugal, provoquant de graves problèmes environnementaux.



Pour en savoir plus :

<http://www.bulletins-electroniques.com/cgi/htsearch>



## VOUS AVEZ DIT BIOREMÉDIATION ?

La « bioremédiation » est un ensemble de techniques nouvelles mettant à contribution des micro-organismes ou des plantes pour dépolluer des sols ou des eaux.

On utilise couramment aujourd'hui certaines plantes (Arabette, Jacinthe d'eau...) capables d'extraire des métaux lourds tels que le Plomb ou le Cuivre.

Certains microorganismes (bactéries, algues, champignons...) peuvent se nourrir de polluants organiques et les décomposer. On les a par exemple utilisés lors de certaines marées noires (Erika, Exxon Valdez).

La bioremédiation est une technique prometteuse sur le plan économique. Elle représente aujourd'hui plus de 100 millions d'euros de chiffre d'affaires, et pourrait peser 10 milliards d'euros dans le monde, d'ici quelques années. En France, elle pourrait aider à dépolluer 20 000 sites.

Comme bien des techniques nouvelles, celle-ci doit être développée en pleine connaissance de ses conséquences sur l'environnement : impact des procédés du génie génétique, devenir des molécules issues de la dégradation incomplète des polluants...



# UN BARRAGE ÉCOLOGIQUE

## LORSQUE LE CASTOR SCULPTE UN ÉCOSYSTÈME TOUT ENTIER

*L'importance d'une espèce ne peut être réduite à sa valeur intrinsèque ; on doit tenir compte de son rôle dans l'écosystème.*

*Ainsi, le castor est un véritable « ingénieur écologique », capable, par ses barrages et son action de coupe, d'initier une dynamique très importante pour la forêt : création d'un plan d'eau rapidement colonisé par des organismes aquatiques, rajeunissement des boisements...*

*La disparition du castor, espèce « clé de voûte » de son écosystème, se traduirait donc par la disparition en cascade de nombreuses autres espèces et par la banalisation de la forêt.*

**E**n se promenant dans la grande érablière du Québec, il arrive au visiteur de découvrir un plan d'eau de faible profondeur, avec, çà et là, des touffes d'herbes aquatiques et, de manière plus étrange, des arbres morts piqués un peu partout, y compris au centre du lac. Pourquoi ces squelettes ? L'examen du site révélera vite à l'observateur que ce plan d'eau résulte d'un barrage édifié sur un ruisseau par une famille de castors.

La motivation des castors est simple ; il s'agit d'améliorer leur sécurité, en particulier contre le loup. La famille établit son gîte dans une hutte au milieu de l'eau, et les déplacements vers les lieux de nourrissage sont également aquatiques et donc sécurisés.

La création du plan d'eau a entraîné la mort des arbres par asphyxie, mais elle a aussi permis le développement de tout un écosystème. L'observateur sera surpris d'y découvrir toute une flore et une faune aquatiques dépendantes de ce plan d'eau, y compris des martins-pêcheurs, hérons et autres oiseaux piscivores.

Les barrages de castors présentent donc un intérêt écologique, avec des conséquences économiques et sociales. En effet, les plans d'eau ainsi créés attirent les orignaux (élans) qui présentent un attrait majeur pour les chasseurs, des oiseaux gibiers, des poissons...

Ces étangs ne sont pas éternels. Lorsque les castors ont exploité



tous les arbres poussant en bordure d'eau, ils doivent s'éloigner de plus en plus loin sur la terre ferme pour chercher leur nourriture, ce qui ne garantit pas leur sécurité. La famille va alors s'installer ailleurs, en créant un nouveau barrage. L'ancien barrage se dégrade rapidement, faute d'entretien, et le plan d'eau s'assèche. La forêt se cicatrise alors peu à peu, notamment avec des arbres du genre Thuya qui n'existent à l'échelle du paysage que grâce à l'action des castors.

Cet exemple montre toute l'importance de certaines espèces, véritables « ingénieurs écologiques ». Il met aussi en évidence l'importance des perturbations pour les écosystèmes. De la taupinière qui transforme le gazon du jardin, au gigantesque incendie de la forêt sibérienne, les perturbations rompent la monotonie des milieux naturels et entraînent la diversification des habitats et des espèces. Ce sont les perturbations qui garantissent le maintien, au jour le jour, du patrimoine d'espèces léguées par l'histoire.

Sans le savoir, les Moines du Moyen-Age ont reproduit ce mécanisme. En établissant des digues sur de petits cours d'eau, ils ont en effet créé les étangs de la Dombes ou d'autres régions, dont chacun connaît la biodiversité exceptionnelle, valorisée par la chasse, la production de poissons et le tourisme. Comme dans les systèmes naturels, cette biodiversité ne peut se maintenir durablement sans perturbation ; les étangs sont donc régulièrement asséchés pour provoquer la minéralisation de la matière organique et « rajourner » l'étang menacé d'invasion par la végétation.

## Et puis, d'autres utilités

La biodiversité nous apporte bien d'autres choses que des biens matériels. De façon peu exhaustive, citons la religion (du bœuf et de l'âne au dieu singe Anuman), les symboles (la colombe de la Paix), l'art (les Nymphéas de Monet), le simple plaisir du bouquet de fleurs...

Ces aspects de la biodiversité, aussi abstraits soient-ils, ne sont pas sans conséquences sociales ou économiques. Les oiseaux constituent un moteur de l'économie Camarugaise, tout comme les tulipes en Hollande.

Nous ne donnerons ici que de très modestes éléments sur ce thème immense.



### PROVERBES ET EXPRESSIONS

D'innombrables comparaisons et proverbes utilisent la biodiversité. Cela est particulièrement vrai pour la flore dans la langue créole.

■ « Sa ka glissé si mwen kon dlo si fèy à madè »

Cela me glisse dessus comme l'eau sur les feuilles de madère (Cela me laisse indifférent).

■ « Fanm sé chatengn, nonm sé foyapen » :

Les femmes sont comme les châtaignes, les hommes comme les fruits à pain. (La femme se relève d'une chute comme la châtaigne qui repousse, l'homme non, comme le fruit à pain qui ne repousse pas).



Extraits du Dictionnaire Créole  
-Français V R.LUDWIG, D. MONTBRAND, H. POULET, S.TELCHID  
(Editions Jasor, 1990)



*En particulier pour les enfants,  
le jardinage et l'élevage d'animaux  
domestiques permettent la  
découverte des sens, du travail  
manuel, du partage...*

## LE GROSEILLIER, LA POULE ET L'ENFANT

AU JARDIN, LA BIODIVERSITÉ FORME LES SENS ET LA PERSONNALITÉ

**M**ême modestes par leurs surfaces, les jardins potagers, les vergers, les massifs de fleurs et les basses-cours sont de véritables conservatoires de biodiversité. Ils accueillent de nombreuses espèces sauvages et domestiques, des variétés et races parfois rares dans les espaces agricoles productifs. Ils constituent enfin des paysages variés.

Un jardin ou une basse-cour constitue un lieu extraordinaire d'apprentissage et d'émotion pour une famille.

Enfants et adultes peuvent en effet y développer leurs sens :

- le toucher des feuilles, des fleurs, des fourrures, des plumages,
- l'odeur des végétaux, des fruits, des animaux, des fines herbes,
- la vue des formes, des couleurs,
- le goût des légumes, des fruits, des arômes,
- l'ouïe des bruits des outils, du chant des volailles...

Ils peuvent aussi y découvrir :

- le sens du temps et de l'attente nécessaires pour la croissance, les fleurs, les fruits,
- le sens de la patience, du silence et de la douceur pour approcher les animaux,
- le sens des outils, de la technique, des savoir-faire et du travail, pour semer, nourrir, récolter,
- le sens du plaisir, du cadeau, de l'échange ou de la rémunération en utilisant les volailles, les fruits, les légumes, les fleurs.



© Jean-Louis Michelot



© Jean-François Dobremez

*La découverte de la nature, en particulier l'observation des animaux, devient une activité importante dans de nombreuses régions du monde. Cette forme de tourisme peut représenter un outil de protection de la nature et de développement économique, à condition de se situer dans une démarche de développement durable (respect des écosystèmes, implication des populations autochtones...).*

## LA CONTEMPLATION, UNE NOUVELLE INDUSTRIE

### L'ÉCOTOURISME À TRAVERS LE MONDE



■ **EN ISLANDE**, d'anciens bateaux équipés pour la chasse à la baleine transportent aujourd'hui les touristes pour observer ces géants des mers.

Dans toutes les régions du monde, la découverte de la nature se développe et constitue une alternative intéressante à des activités plus destructrices. L'Organisation Mondiale du Tourisme estime qu'en 2006 les écotouristes ont dépensé 750 milliards d'euros à travers le monde.

■ **LE KENYA** est visité chaque année par 600 000 écotouristes, principalement motivés par l'observation de la grande faune. Chaque lion « rapporterait » chaque année 30 000 euros au pays et les éléphants, 25 millions d'euros.

■ **EN AUSTRALIE**, Le parc national de la grande barrière de corail (Queensland) fait l'objet d'une activité touristique largement axée sur la biodiversité (plongée, observation des baleines...) correspondant chaque année à 625 000 visites et 1,8 millions de nuitées. La contribution annuelle du parc marin à l'économie australienne (tourisme, services de loisirs pour les résidents, pêche commerciale) est estimée à 2,1 milliards d'euros (valeur ajoutée). Le parc génère environ 63 000 emplois.

■ **EN FRANCE**, Les Parcs nationaux français et les autres espaces protégés (parcs naturels régionaux, réserves naturelles, espaces naturels sensibles...) accueillent autant de visiteurs que l'ensemble des monuments historiques hors Ile de France. Le seul Parc national de la Vanoise, dans les Alpes françaises, est visité chaque année plus de 500 000 personnes dont l'une des motivations principales est l'observation des animaux (chamois, marmottes, bouquetins...).



## POUR UN ÉCOTOURISME RESPONSABLE ET SOLIDAIRE

Aujourd'hui, l'écotourisme doit être conçu dans une logique de développement durable, préconisée par la charte de l'Organisation Mondiale du Tourisme. De nombreuses initiatives des opérateurs publics ou privés visent à organiser cette activité et en limiter les impacts. Il s'agit d'éviter les destructions de milieux naturels (construction d'équipements), le dérangement de la faune, le risque d'introduction d'espèces indésirables, de prendre en compte les émissions de gaz à effet de serre (transports aériens)... Enfin, les populations locales, longtemps dépossédées, participent de plus en plus au contrôle et aux bénéfices du tourisme.

## CONNAISSEZ-VOUS LE GOÛT D'UN KOUDOU ?

### L'ÉCONOMIE DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE

*A travers la pêche et la chasse, la biodiversité procure des loisirs à des millions de personnes à travers le monde. Il en résulte une activité économique très importante.*



La chasse et la pêche récréatives constituent des loisirs, mais aussi des activités économiques importantes, qui peuvent être illustrées par quelques exemples très ponctuels.

En France, dans le seul bassin Artois-Picardie, les 4 000 chasseurs d'oiseaux d'eau et les 106 000 pêcheurs dépensent respectivement 30 et 60 millions d'euros pour leur activité.

Aux Etats-Unis, la pêche récréative représenterait 37 milliards de dollars et plus d'un million d'emplois. Cette activité justifie la protection des zones humides : une étude estime entre 4 000 et 26 000 euros par hectare et par an la contribution des marais salés à la pêche récréative dans les estuaires de Floride.

Le tourisme de chasse représente également des enjeux financiers importants : une chasse au lion au Botswana s'élève à 80 000 euros. La taxe d'abattage des espèces les plus recherchées, Grand koudou, Guépard, Eland, atteint 2 000 à 3 000 euros. Dans le nord de la République centre africaine, la première source de revenus est la chasse aux trophées. Naturellement, cette activité n'est durable que si les prélèvements sont maîtrisés ; elle n'est intéressante en matière de développement que si les bénéfices reviennent aux populations locales.



## BIODIVERSITÉ INSPIRATRICE DES POÈTES

■ « Oiseau, de tous nos consanguins le plus ardent à vivre ! »

Saint-John Perse

■ « Le Lys qu'on donne au Ménéstrel Avec l'œillet et l'amarante ! »

Arthur Rimbaud

■ « Et la nuque baignant dans le frais cresson bleu »

Arthur Rimbaud

■ « Regardez les passer, eux Ce sont les sauvages

Ils vont où leur désir

Le veut par dessus monts

Et bois, et mers, et vents

Et loin des esclavages

L'air qu'ils boivent

Ferait éclater vos poumons »

Jean Richepin chanté par Georges Brassens

■ « Voilà l'errante hirondelle . Qui rase du bout de l'aile :

L'eau dormante des marais »

Alphonse Lamartine

■ « L'ara blanc, la mésange bleue, Jettent des car, des si, des mais, Où les gestes des hoche-queue Semblent semer des guillemets. »

Victor Hugo

■ « Et tu fis la blancheur sanglotante des lys »

Stéphane Mallarmé

■ « Respecte dans la bête un esprit agissant...Chaque fleur est une âme à la Nature éclore »

Gérard de Nerval

■ « Avec ses quatre dromadaires, Don Pedro D'Alfaroubeira Courut le monde et l'admira. Il fit ce que je voudrais faire Si j'avais quatre dromadaires. »

Guillaume Apollinaire

■ « Voici des fruits, des fleurs, des feuilles et des branches »

Paul Verlaine

■ « Sous les ifs noirs qui les abritent, les hiboux se tiennent rangés »

Charles Baudelaire

■ « Souvent pour s'amuser les hommes d'équipage Prennent des albatros vastes oiseaux des mers »

Charles Baudelaire





■ « On voit aussi le grand senegon aux  
fleurs d'un jaune d'or, les myrtées  
Les térébinthacées  
La composée si commune qu'on nomme  
Alecrim do Campo le romarin des  
champs  
Et le petit arbre à feuilles ternées  
n°1204 bis  
Mais mon plus grand bonheur est de  
ne pas pouvoir mettre de nom sur des  
tas de plantes toutes plus belles les  
unes que les autres »

Blaise Cendrars

■ « Rare le chant du bouvreuil triste »  
René Char

■ « Ma taille et le cyprès ont des  
formes idéales ;  
Ma joue et la tulipe semblent deux ri-  
vales »

Omar Khayam

■ « Couverts de papillons  
L'arbre mort  
Est en fleurs ! »

Kobayashi Issa

■ « Dans le champ de colza  
Les moineaux font mine  
De contempler les fleurs ! »

Matsuo Bashô

■ « Nous montons  
nattes de pendus des canéfices  
nous montons  
belles mains qui pendent des fougères  
et agitent des adieux  
que nul n'entend  
nous montons  
les balisiers se déchirent le cœur sur  
le moment précis  
où le phénix renaît de la plus haute  
flamme qui consume  
nous montons  
nous descendons  
les cécropies cachent leur visage  
et leurs songes dans le squelette de  
leurs mains phosphorescentes »

Aimé Césaire, Spirales  
Ferrements (Editions du Seuil.1960)  
Fruits dépareillés

■ « Mais la brune cabosse de cacao  
roulant tête sans corps  
parmi le peuple bigarré des fruits  
dépareillés  
mangue de feu, citron cuivré, prune  
café  
pomme acajou, grenade ensanglantée »

Guy Tirolien, Fruits dépareillés  
Balles d'or (Présence Africaine.1961)



An underwater photograph showing a vibrant coral reef. The foreground is dominated by a large, branching red coral structure. The background is a deep blue sea with many small fish swimming. The text 'LA BIODIVERSITÉ en danger' is overlaid on the bottom right of the image.

**LA BIODIVERSITÉ**  
en danger

## LA BIODIVERSITÉ CONNAÎT AUJOURD'HUI UNE CRISE MAJEURE.

Des disparitions d'espèces se sont produites de tout temps, et l'on considère que 99 % des espèces ayant vécu sur notre planète sont aujourd'hui éteintes. Après cinq grandes phases d'extinction, dont celle qui a vu disparaître les dinosaures, la Terre connaît aujourd'hui une nouvelle crise, due aux activités humaines. Cette crise est beaucoup plus rapide que les précédentes et l'on considère que le rythme des disparitions est mille fois plus rapide que dans la situation « naturelle ». D'un autre côté, la nature continue de créer de la biodiversité, mais lentement : on estime à plusieurs centaines de milliers d'années le délai nécessaire à l'apparition d'une nouvelle espèce.

Enfin, les autres pans de la biodiversité sont également en voie de dégradation : appauvrissement génétique des espèces, diminution des variétés et races domestiques, uniformisation des écosystèmes et des paysages...

## LA CORSE, UNE ÎLE SAUVAGE ?

La Corse peut donner l'image d'une nature sauvage et préservée, mais les travaux de J.D. Vigne amènent à revoir cette impression.

Avant l'arrivée des humains, l'île de Beauté abritait des mammifères peu diversifiés, mais très originaux, dont des mulots et des campagnols géants. En Sicile, à Malte, à Chypre ou en Crète vivaient même des éléphants et hippopotames nains ! Ces espèces, issues d'un isolement ancien des îles, n'ont pas résisté aux changements naturels du climat et à l'action de l'homme (chasse, introduction d'animaux...). Ils ont tous disparu (à l'exception des chauves-souris), et ont été remplacés par des mammifères venus du continent, dont de nombreux animaux domestiques ensauvagés (ainsi le Mouton est (re)devenu Mouflon).

Cette histoire n'a rien d'original. Tout autour du monde, les îles, fragiles et isolées, ont été bouleversées par l'arrivée de l'homme.



# Surexploitation des ressources vivantes

Epuisement des sources d'énergies fossiles, destruction des habitats naturels, prélèvements excessifs sur la faune et la flore... Bien souvent, les hommes continuent à puiser dans la biodiversité mondiale comme s'il s'agissait d'une réserve inépuisable.

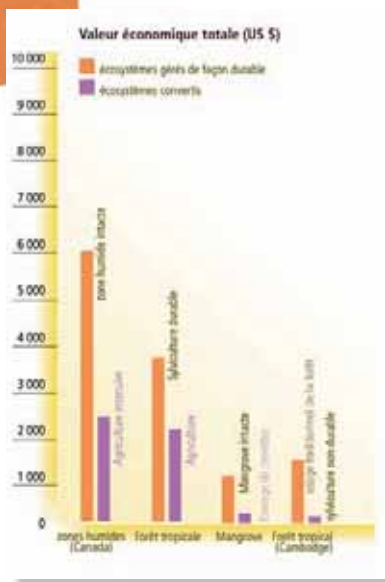


## LA FACE CACHÉE DE LA « MISE EN VALEUR » DES TERRES LA DISPARITION DES FONCTIONS DES ÉCOSYSTÈMES

Des chercheurs ont évalué la valeur économique de plusieurs écosystèmes, en prenant en compte l'ensemble de leurs fonctions (productions, régulation de l'eau et du climat...), et en comparant la situation du milieu « naturel » (ou géré de façon durable) avec la situation après transformation pour une production intensive.

L'étude montre que la conversion de l'écosystème peut présenter un intérêt en termes de production, mais qu'elle est négative sur un plan économique global, parce qu'elle fait disparaître la plupart des fonctions naturelles des milieux.

La mise en valeur agricole des terres depuis le Néolithique a permis à l'humanité de se développer, tandis qu'ont longtemps subsisté de vastes espaces peu ou non exploités. Aujourd'hui, les écosystèmes naturels, devenus rares, méritent d'être conservés pour tous les services qu'ils rendent à la collectivité.



*Les forêts équatoriales constituent des zones de concentration extraordinaire de biodiversité. Elles connaissent aujourd'hui une dégradation très rapide à cause de la défrichement, mais aussi de la chasse, comme celle qui entraîne la disparition des grands animaux de la forêt africaine.*

## **IL N'Y A PLUS DE GORILLE AU NUMÉRO QUE VOUS AVEZ DEMANDÉ**

**LES HOMMES ET LA BIODIVERSITÉ VICTIMES  
D'UN CONFLIT ÉCONOMIQUE**

**R**ien de plus banal et pacifique que de prendre votre téléphone portable pour demander à votre conjoint d'acheter du pain quand il rentrera... Impression trompeuse !

Les téléphones cellulaires, mais aussi les jeux électroniques et les ordinateurs nécessitent l'utilisation de Coltan, un minerai particulièrement résistant à la chaleur. Ce minerai rare est produit en Australie, au Canada ou au Brésil, mais aussi à l'Est de la République Démocratique du Congo.

Cette région fait l'objet d'une véritable guerre entre les forces gouvernementales et des rebelles aidés par leurs alliés rwandais. Ce conflit a déjà fait environ 3 millions de morts.

L'une des causes de cette guerre est l'appropriation des ressources naturelles du secteur : coltan, diamants, bois précieux... Le coltan est produit dans de petites mines à ciel ouvert, souvent créées au cœur de la forêt primaire. Des braconniers approvisionnent les mineurs en viande de brousse : gorilles, éléphants, okapis...

Tous ces facteurs pourraient conduire à la disparition du Gorille à court terme ; ils participent au drame humain que connaît cette région du monde.

Dans ces conditions, avant de changer de téléphone portable, il est légitime de se demander si c'est bien nécessaire...



## LE BANC DE TERRE-NEUVE EST VIDE

### LA MORUE, SYMBOLE DE LA SUREXPLOITATION DES OCÉANS

*La Morue, autrefois très commune au large de Terre-Neuve a presque disparu à cause de prélèvements trop importants. Malgré l'interdiction de sa pêche, les stocks ne se reconstituent pas, à cause de captures non contrôlées et de la dégradation des habitats.*

La Morue formait de grands bancs au large de Terre-Neuve, autrefois exploités par de très nombreux pêcheurs américains ou européens. La surpêche des années 1960-70 a provoqué un effondrement des stocks, effondrement qui n'a pas pu être jugulé par les systèmes de quota qui furent mis en place à cette époque.

Un moratoire sur la pêche commerciale a été instauré en 1992, signifiant théoriquement l'arrêt complet des prélèvements. Contrairement aux espérances que l'on pouvait avoir, les effectifs ne se sont pas reconstitués, pour plusieurs raisons.

Des flottilles internationales pratiquent dans ce secteur la pêche sur les espèces autorisées (éperlan...) ; ils prennent également du « faux poisson », appellation des poissons non autorisés de pêche et pris accidentellement. Ce faux poisson, curieusement, c'est... de la morue. En 2003, on a débarqué sous cette appellation 5 400 tonnes de morues pêchées dans la zone sud du grand banc.

En outre, des techniques de pêche comme le chalutage détruisent souvent les habitats favorables à la reproduction et à la nutrition des juvéniles, ce qui empêche la restauration des stocks après arrêt de l'exploitation.

Ces captures apparemment accessoires et cette dégradation des habitats expliquent pourquoi les stocks de morues ne se sont pas reconstitués en 15 ans.

Une nouvelle conception de la gestion des pêches, prenant en compte l'ensemble de l'écosystème, doit donc remplacer une vision centrée uniquement sur les espèces exploitées.



Source : Millennium Ecosystem Assessment

# OÙ SONT PASSÉS LES VIEUX POISSONS ?

LES RECORDS DE TAILLE NE SONT PLUS BATTUS

**S**i l'on analyse les records du monde de taille de chaque espèce de poissons, on constate que tous les records ont été battus il y a entre 30 et 100 ans. Le plus grand Thon rouge, le plus grand Espadon, le plus grand Turbot... ont tous été pêchés avant 1950. Depuis cette date, on ne pêche plus aucun individu qui ait atteint la taille maximale de l'espèce.

Comme ces espèces grandissent toute leur vie, on peut en déduire que désormais, tous les poissons sont pêchés avant d'être vieux...

© Jean-Louis Michelot



## UN RÉEL GASPILLAGE

- Pour pêcher un kilo de crevettes commercialisables, il faut prélever plusieurs kilos d'autres espèces qui sont rejetées en mer sans être valorisées. Pour toutes les pêches, on estime ces prises accessoires à 20 millions de tonnes par an.
- Pour produire un kilo de thon en élevage, il faut utiliser 10 à 20 kilos de poissons sauvages en guise de nourriture des thons.
- Tous les ans, on estime que sont pris accidentellement par les pêcheurs environ 50 000 mammifères marins et 40 000 tortues, généralement non consommés et perdus.



# Impacts indirects des activités humaines

Au-delà de la destruction des espèces et des habitats, les activités des hommes ont des conséquences très diverses sur les écosystèmes : pollution, réchauffement climatique, invasions biologiques... La diversité génétique peut également être mise en danger, par une sélection excessive des variétés cultivées et des races domestiques ou, pour les espèces sauvages, par le morcellement des habitats.

Les ballasts des bateaux permettent le déplacement de nombreux organismes vivants. Une "méduse" américaine a pu ainsi proliférer en Mer Noire, participant à la dégradation des pêcheries locales.

## LA "MÉDUSE" VOYAGEUSE UN MOYEN DE TRANSPORT PEU CONNU MAIS SOURCE DE GRAVES PROBLÈMES

Dans les années 1980, la méduse *Mnemiopsis leidyi* (en réalité un cténophore) a été introduite accidentellement en mer Noire, à partir des eaux du ballast d'un navire en provenance de la côte Est des Etats-Unis.

Ce cas n'a d'ailleurs rien d'unique. On estime que les bateaux transportent chaque année 12 milliards de tonnes d'eau dans leur ballast, et que 3 000 espèces sont déplacées ainsi tous les jours à travers le monde.

Sans prédateur local, cette méduse a proliféré d'une manière extraordinaire : on a estimé qu'en 1989-90 elle a atteint une biomasse de 1 million de tonnes (poids frais). La prolifération de cette espèce a sans doute été facilitée par la dégradation du milieu par la pollution et la surexploitation des stocks sauvages ; elle n'a pas été sans conséquence. Les méduses consomment le zooplancton, y compris les larves de poissons ; cette perte de zooplancton a permis la prolifération du phytoplancton qui a accentué le degré d'eutrophisation.

Dégradation du milieu, surpêche et prolifération des méduses ont entraîné un effondrement des pêches en mer Noire : les prises d'anchois sont passées de 450 000 tonnes en 1985 à 60 000 tonnes en 1990.

© Jean-Louis Michelot



Les voiliers peuvent également transporter des espèces indésirables sur leurs ancres



*Les sols sont des écosystèmes méconnus, dont la bonne santé est indispensable à la production agricole ou au maintien des fonctions des milieux naturels.*

*Ces systèmes sont souvent dégradés par les activités humaines, de façon directe (remblais, tassements...) ou indirecte (modification de la végétation, apparition d'espèces indésirables...).*

## UN DRAME SOUS NOS PIEDS

### LES SOLS, DES ÉCOSYSTÈMES IMPORTANTS ET FRAGILES

**L**es sols abritent des quantités gigantesques d'animaux microscopiques qui jouent un rôle fondamental dans le recyclage de la matière organique et la fertilité des terrains. Il s'agit d'un véritable écosystème, diversifié, utile et fragile, dont la perturbation peut avoir des conséquences majeures.

Les sols de l'Amazonie deviennent plus compacts lorsque la forêt est transformée en prairie pâturée, sous l'effet combiné du passage d'engins et du piétinement par les troupeaux. Au cours de cette transformation, la faune du sol est considérablement réduite, par invasion d'un ver de terre opportuniste. Ce dernier parvient à former plus de 90 % de la biomasse animale du sol qu'il remanie profondément, réduisant sa macroporosité comme par le passage de lourds engins, et entraînant une disparition progressive de la végétation.

Cette dégradation n'est pas irréversible : des blocs de ces sols compacts placés en forêt voient leur structure totalement restaurée en une année sous l'action de la communauté animale diversifiée des sols forestiers. Inversement, des blocs semblables de sols forestiers placés en prairie pâturée voient leur structure se dégrader sous l'effet de la disparition de cette communauté.

Cet exemple illustre le rôle essentiel d'un assemblage diversifié de faune dans le maintien de la structure de ce sol, ainsi que l'effet possible du remplacement de cette faune par une espèce envahissante.



Des exemples semblables ont été décrits dans d'autres régions du monde.

Dans certaines zones d'Argentine, la réduction d'une faune du sol diversifiée à pratiquement une seule espèce de fourmi envahissante a éliminé la possibilité d'utilisation agricole des sols, sauf à consentir à de coûteuses mesures de destruction des nids et des populations de fourmis.

En Hollande, la transformation de la composition des sols de certains polders par des vers de terre envahissants a rendu localement impossibles les récoltes de pommes de terre.

## L'INVASION DES BOUSES

LORSQUE LE SOL NE PARVIENT PLUS À ÉLIMINER  
DES DÉCHETS ANODINS

**E**n Australie, les vaches amenées par les colons ont perturbé les bousiers et autres insectes coprophages. Ces insectes étaient en effet capables de dégrader les crottes de kangourous mais pas les bouses de vaches... En 1972, on était arrivé à un million d'hectares qui disparaissaient chaque année sous les bouses de vaches non dégradées.

Ce problème n'a pu être réglé que par introduction de scarabées coprophages d'Afrique du sud et d'Europe. Le coût de cette mesure s'est élevé à un dollar par tête de bétail et par an, pendant 15 ans. Au total, on a estimé la valeur économique des bousiers à deux milliards de dollars par an dans le pays !

Dans une moindre mesure, le phénomène se retrouve en France aujourd'hui. Les nombreux traitements phytosanitaires des bovins, notamment destinés à lutter contre les nématodes, tuent les larves d'insectes coprophages, empêchant ainsi une dégradation normale des bouses dans les prairies.



## LA MORT DES BAIGNEUSES EN EAU FRAÎCHE

LORSQUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE MENACE  
L'UN DES ATTRAIT PRINCIPAUX DE NOS CÔTES

*En Méditerranée, le réchauffement de la température des eaux a provoqué récemment d'importantes mortalités des gorgones qui constituent un attrait majeur pour les plongeurs sous-marins.*

*Une analyse fine montre que l'espèce ne réagit pas de la même façon en fonction de la structure des fonds sous-marins.*

**E**n Méditerranée, la plongée sous-marine constitue aujourd'hui une activité économique à part entière (hébergement, encadrement, matériel...). Entre 25 et 40 mètres, les plongeurs peuvent découvrir les plus beaux paysages sous-marins de Méditerranée, les fonds coralligènes, avec en particulier les gorgones jaunes et rouges *Paramuricea clavata*.

Les étés 1999 et 2003 (dans une moindre mesure) ont cependant été marqués par une mortalité élevée de gorgones et d'éponges sur une large portion de la Méditerranée nord-occidentale.

Ces mortalités massives ont pour origine une température élevée (23-24°C) durant une période anormalement longue (4-6 semaines). Alors que les espèces mobiles peuvent trouver refuge en profondeur, les espèces fixées comme les gorgones et les éponges subissent le stress thermique de plein fouet. La récupération des populations est très lente, compte tenu de la vitesse de croissance de ces organismes : un pied de gorgone d'une cinquantaine de centimètres de hauteur a plus d'un demi-siècle. Une analyse plus fine montre qu'il existe une grande variabilité dans les réponses des individus à ces épisodes (tous ne meurent pas). Cette variabilité semble liée à la diversité génétique des gorgones. Les larves issues des eaux profondes ne résisteraient pas, alors que celles provenant d'eaux moins profondes seraient moins sensibles aux changements de températures.

Dans le contexte du réchauffement climatique, il existe un risque important pour que ce type d'événements se reproduise au cours des prochaines décennies, avec des effets dramatiques





sur la survie des espèces sensibles et sur la biodiversité marine méditerranéenne en général. Comprendre le ou les mécanismes en jeu afin d'imaginer d'éventuelles mesures suppose de poursuivre des études sur la biodiversité à la fois spécifique et génétique.

*La sélection de variétés à fort rendement agricole s'est accompagnée d'un appauvrissement génétique qui limite la résistance des plantes à certaines maladies.*

## RAPIDES MAIS TROP FRAGILES

LES CONSÉQUENCES DE L'UNIFORMISATION GÉNÉTIQUE DES PLANTES CULTIVÉES

Les céréales utilisées aujourd'hui résultent d'une sélection rigoureuse et efficace, qui a permis d'assurer des rendements considérables. En revanche, cette sélection a conduit à une forte diminution de la diversité génétique des nouvelles variétés.

Les 136 variétés de blé tendre créées en France entre 1959 et 1982 étaient presque cousines et tous les maïs cultivés au nord de la Loire sont issus de la même lignée (INRA 258).

Or, du fait de cette trop grande homogénéité génétique, les cultures sont devenues très vulnérables à des agents pathogènes et autres ravageurs à capacité d'évolution rapide. Ainsi, aux Etats-Unis, la rouille refit une apparition en 1970, et l'épidémie provoqua des dégâts considérables dans le maïs, devenu trop fragile.

Pour la même raison, en 1980, 90 % de la récolte cubaine de tabac fut détruite par le mildiou !



© Jean-Paul Thorez



Barbault R. 2006, Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. Seuil. 266p.

## LES PESTES SE REBIFFENT" QUAND LES PESTICIDES MONTRENT LEURS LIMITES

*Les pesticides sont largement utilisés pour protéger les récoltes contre toutes sortes d'agresseurs. Or ces produits ont des effets négatifs sur les écosystèmes. Ils tuent les ennemis des cultures, mais aussi leurs prédateurs naturels, d'où la nécessité de traiter toujours plus pour lutter contre des ravageurs qui deviennent résistants aux produits et ne sont plus régulés naturellement. Il s'avère désormais nécessaire de développer des approches nouvelles de la question (lutte intégrée).*

### DES TRAITEMENTS IMPORTANTS MAIS AUX EFFETS INCERTAINS

Les pesticides sont des produits chimiques très largement utilisés en agriculture pour détruire les ravageurs des cultures. La France, 3<sup>e</sup> consommateur mondial, a utilisé 75 000 tonnes de ces produits en 2004, après avoir dépassé les 100 000 tonnes dans la période 1998-2000.

Longtemps associés à la réussite de l'agriculture intensive moderne, les pesticides ont contribué à sécuriser nos productions alimentaires. On se préoccupe aujourd'hui de mieux évaluer et contrôler l'impact de ces produits sur les écosystèmes, dans une perspective d'agriculture plus durable.

Les ravageurs de cultures ont développé des résistances à ces produits, ce qui oblige souvent à augmenter le nombre et la fréquence des applications. On peut alors parler d'une dépendance des cultures vis-à-vis des pesticides. Les plantations de thé du Sud de l'Inde reçoivent jusqu'à 40 applications/an de produits divers tandis qu'en Amérique centrale la protection des plantations de bananes contre les seuls champignons nécessite un traitement hebdomadaire. Et pourtant cela n'empêche pas ces agents pathogènes de faire des milliards d'euros de dégâts dans les cultures industrielles de banane, de canne à sucre et de riz.

### LA DESTRUCTION DES DÉFENSES NATURELLES DE L'ÉCOSYSTÈME

Les attaques de parasites, fréquentes dans la nature, aboutissent rarement à la destruction massive de la végétation et à l'extinction d'une espèce. Le contrôle des parasites dans les écosystèmes naturels est assuré par divers mécanismes : les défenses de la plante elle-même, l'intervention des compétiteurs ou des prédateurs du parasite, ou des rotations provoquées dans les peuplements végétaux. La diversité des espèces limite également la propagation des ravageurs, avec parfois des effets de protection entre espèces.



Dans des cultures intensives d'une seule espèce, avec des variétés génétiquement homogènes, plusieurs de ces mécanismes de contrôle sont déjà amoindris. En outre, les pesticides tuent de nombreux organismes « non cibles » qui auraient pu contrôler naturellement les prédateurs. Les vers de terre qui auraient protégé la plante des nématodes sont les premières victimes de ces produits ; les oiseaux et les fourmis qui auraient pu contrôler les pucerons, les chenilles et les autres insectes parasites sont eux aussi décimés. La plante se retrouve seule face à son parasite, que seules des applications répétées de pesticides maintiendront à un niveau acceptable pour la production agricole.

## VERS L'APPROCHE SYSTÉMIQUE ET LA LUTTE INTÉGRÉE

Des méthodes conventionnelles (sélection, hybridation) ont permis de développer les résistances génétiques des plantes aux ravageurs. Ainsi, des blés « rustiques » résistent aux attaques de champignons (rouilles, piétin-verse), mais ces résistances peuvent être contournées par les ravageurs. Le recours à des plantes OGM résistantes aux parasites n'apparaît pas susceptible de résoudre le problème du caractère temporaire des résistances et pose d'autres problèmes d'impact environnemental qui doivent être évalués au cas par cas.

D'autres solutions se dessinent peu à peu. Les systèmes naturels de défense des plantes, encore mal connus, peuvent être stimulés par diverses molécules naturelles ou de synthèse. L'étude des signaux chimiques émis par les plantes pour éloigner les ravageurs ou attirer leurs prédateurs constitue une voie de recherche pour de nouvelles molécules de synthèse plus spécifiques. De même, certains signaux émis par les insectes lors de la reproduction (phéromones) peuvent être utilisées pour perturber cette reproduction (confusion sexuelle). Des aménagements écologiques (haies, zones enherbées) peuvent également contribuer à entretenir les populations d'auxiliaires des cultures. En outre, une meilleure prévision des risques de prolifération des ravageurs, à travers des observations et des modèles climatiques, permet d'éviter certains traitements inutiles.

La notion de lutte intégrée, fondée sur une meilleure connaissance des écosystèmes et de leur fonctionnement, désigne cette nouvelle stratégie combinant différents outils. Elle apparaît à la fois plus durable et parfois, plus rentable que l'utilisation massive et systématique de pesticides.

Des méthodes existent donc... il est nécessaire de les développer et d'accroître la formation de tous les acteurs à ces nouveaux modes de gestion, en s'appuyant sur l'expertise d'exploitants formés à des interventions graduées, en interaction avec des chimistes et des spécialistes du fonctionnement biologique des agro-écosystèmes.



Pour en savoir plus :

Rapport d'expertise INRA-Cemagref. 2005. Pesticides, agriculture et environnement. Disponible sur [www.inra.fr](http://www.inra.fr)

# POURQUOI SE PRIVER D'UN NETTOYEUR GRATUIT ?

## LE DRAMATIQUE DÉCLIN DES VAUTOURS

*Les vautours connaissent actuellement une régression importante en de nombreux points du monde, dont l'Inde et l'Espagne. Ce phénomène est lié à des changements des pratiques d'élevage : traitements vétérinaires du bétail toxiques pour les oiseaux, arrêt de la mise à disposition des carcasses pour les vautours. Cette évolution présente des impacts très importants pour la santé publique et le patrimoine naturel.*

Les vautours ont peut-être un aspect moins attirant que les colibris ou les hirondelles, mais ils jouent un rôle écologique considérable. Ils parviennent à faire disparaître des cadavres d'animaux domestiques ou sauvages à une vitesse record, grâce à une organisation sans faille : les oiseaux patrouillent efficacement le territoire ; dès que la vue très perçante de l'un d'eux a détecté une proie, celui-ci plonge vers elle, prévenant ainsi de l'aubaine ses congénères. Une fois sur place, l'intervention de plusieurs espèces de vautours permet un partage des tâches, depuis les grands vautours perceurs de cuir jusqu'au gypaète mangeur d'os.

Gratuit et naturel, ce service d'épuration a joué pendant des siècles un rôle formidable dans la prévention des maladies animales et humaines. Il est aujourd'hui mis à mal par le changement des pratiques agricoles en différents points du monde.

### EN INDE ET AU NÉPAL

Alors qu'ils étaient estimés à 40 millions il y a quelques années, les effectifs des trois espèces de vautours les plus communs (vautours à dos blanc, à long bec et indien) ont diminué de 90 % en quelques années. La cause de cet effondrement est le diclofenac, un anti inflammatoire utilisé pour le bétail. Ses conséquences ont largement dépassé la stricte écologie : l'accumulation des carcasses peut poser un problème de santé publique (prolifération des chiens vecteurs de la rage...) ; la communauté Parsi a perdu son moyen rituel d'élimination des cadavres. L'ampleur du problème a motivé la mise en place d'un programme d'élevage des vautours destiné à repeupler le sous-continent, puis l'interdiction du diclofenac, qui peut être remplacé par un médica-



Vautour fauve

ment non toxique. Le problème semble toutefois persister, peut-être à cause des stocks résiduels du diclofenac. Des problèmes du même ordre semblent malheureusement exister dans d'autres régions du monde (Pakistan, Afrique...).

### EN ESPAGNE

Jusqu'à une date récente, le bétail mort était déposé dans la nature, permettant la présence de plus de 20 000 couples de vautours (soit de 80 à 98 % des effectifs européens selon les espèces). Face à la crainte de la diffusion de l'encéphalite spongiforme bovine, les règles ont été récemment modifiées, avec obligation d'évacuation des carcasses vers des équarrissages. La diminution des ressources alimentaires provoque une forte dégradation de la reproduction des vautours, et la perturbation du comportement de ces oiseaux : diffusion en France et au-delà, stationnement sur les maisons...

Ces modifications ne sont pas irréversibles. En France, les grands vautours avaient complètement disparu en dehors des Pyrénées ; le Percnoptère est devenu très rare. Les réintroductions ont permis localement le retour et l'installation du Gypaète (Alpes), du Vautour fauve et du Vautour moine (Préalpes du sud, sud du Massif Central). Avec le Vautour percnoptère qui revient naturellement, attiré par les autres, ils reconstituent la chaîne complète des nettoyeurs. Dans les zones favorables, ils remplacent, à nouveau et à faible coût, l'équarrissage classique. La protection des abreuvoirs des troupeaux contre les déjections et la surveillance des zoonoses sont cependant nécessaires pour assurer la protection sanitaire des hommes et des milieux.



Les disparitions d'espèces sont souvent dues à des causes simples : destruction des individus ou des habitats. Dans certains cas, des espèces peuvent s'éteindre parce qu'elles ne trouvent plus une espèce dont elles dépendent. C'est le cas de l'Azuré du serpolet, disparu d'Angleterre parce que la myxomatose a entraîné la fermeture de la végétation dans les prairies, provoquant le départ d'une espèce de fourmi qui abrite la chenille du papillon pendant sa croissance.

La protection d'une espèce de ce type exige de connaître très bien son mode de reproduction. On a pu réintroduire cette espèce grâce à la mise en place d'une gestion des prairies, qui permet le retour des fourmis.



© Michel Cambrony

## LE PAPILLON AVAIT BESOIN DU LAPIN

### LA RUPTURE D'UNE SYMBIOSE

L'Azuré du serpolet, *Maculinea arion*, est un petit papillon bleu qui vit ici et là dans les prairies sèches.

#### UNE REPRODUCTION ÉTONNANTE

L'adulte vole de mai à août et pond sur le serpolet ou la marjolaine. Peu après l'éclosion, la jeune chenille se nourrit de la plante sur laquelle elle vient d'éclore puis, après la troisième mue, quitte la plante nourricière et gagne le sol où l'attend une nouvelle vie. Les fourmis *Myrmica sabuleti* attaquent et tuent les chenilles de tous les autres papillons, mais elles emportent la chenille de l'Azuré dans leur fourmilière. Là, elles caressent délicatement la chenille avec leurs antennes jusqu'à l'apparition d'un miellat sucré produit par des glandes dorsales ; elles le lèchent alors avec gourmandise. La chenille sera entretenue tout l'hiver grâce aux larves de fourmis dont elle se nourrira en échange du miellat qu'elle fournit généreusement à ces dernières. La métamorphose du papillon aura lieu au printemps suivant au fin fond de la fourmilière. Au bout de trois semaines, le papillon sortira de sa chrysalide ; il devra alors sortir au plus vite de la fourmilière, sous peine d'être tué et dévoré par les fourmis.

#### UNE CAUSE DE DISPARITION INATTENDUE

Ce joli papillon a disparu d'Angleterre à la fin des années 1970 malgré les multiples efforts qui ont été déployés pour le protéger, lui et son habitat. Un vaste programme de recherche a permis

de comprendre que la symbiose obligée entre l'Azuré et la fourmi s'était rompue à cause de la disparition des populations de fourmis. En effet, si l'herbe pousse au-delà d'une certaine hauteur, de l'ordre de 2 à 3 cm, les fourmis abandonnent leurs nids, ce qui entraîne inévitablement la disparition du papillon.

La myxomatose a fait disparaître les lapins qui entretenaient les prairies. L'herbe est devenue trop haute, provoquant le départ des fourmis et la disparition des papillons.

Cette situation n'était toutefois pas irrémédiable. A partir de 1983, les Britanniques ont entrepris de reconstituer les populations d'Azuré du serpolet dans le Sud de l'Angleterre en introduisant des chenilles en provenance de Suède et en restaurant l'habitat des fourmis par remise en place d'un pâturage ovin extensif sur les pelouses concernées. L'opération est un succès puisque près de 10 000 papillons adultes ont pu être dénombrés au cours de l'été 2006.



L'Azuré des paluds, une espèce voisine de l'Azuré du serpolet





A low-angle photograph of a person climbing a massive tree with thick, exposed roots in a lush jungle. The person is wearing a light blue shirt and shorts, and is positioned in the upper middle of the frame, looking upwards. The tree's trunk and roots are the dominant feature, filling most of the image. Sunlight filters through the dense canopy of green leaves and palm fronds in the background.

Renouer les liens avec  
**LA BIODIVERSITÉ**



Il est urgent de renouveler le contrat entre l'homme et les autres espèces qui peuplent la terre. Dans certains cas, il s'agit simplement de ne pas perdre des relations aussi anciennes que celle unissant l'homme, l'abeille et l'arbre fruitier. Dans d'autres cas, une connaissance poussée des espèces et des écosystèmes peut permettre d'imaginer des solutions innovantes aux problèmes que nos sociétés rencontrent aujourd'hui.

### UNE MOBILISATION EN COURS

Face au constat de l'érosion de la biodiversité, les gouvernements se sont mobilisés depuis une vingtaine d'années. La Convention sur la Diversité Biologique adoptée à Rio en 1992, fixe trois grands objectifs : conservation des diverses formes de vie, utilisation durable de la biodiversité, accès juste et équitable aux ressources vivantes.

En février 2004, la France a adopté sa Stratégie Nationale pour la Biodiversité qui affiche l'objectif ambitieux de stopper d'ici 2010 la perte de la biodiversité.

Avec ses dix plans d'actions sectoriels adoptés en 2005 et 2006 (patrimoine naturel, agriculture, urbanisme, transports, territoires, mer, outre-mer, recherche, forêts, international), cette stratégie constitue le principal instrument de mobilisation nationale en faveur de la protection du patrimoine vivant.

Construits sur des actions concrètes, mobilisant des partenariats avec le monde de l'entreprise, les collectivités territoriales, les représentants professionnels et le monde associatif, ces plans constituent une étape importante dans la prise en compte de la conservation des écosystèmes et des espèces dans l'ensemble des politiques publiques.

Ces dispositifs constituent des éléments majeurs, mais la conservation de la biodiversité ne sera effective que si elle devient un enjeu pour chacun de nous et si elle s'intègre dans l'ensemble des activités humaines.



## QUELQUES PISTES

S'il n'est pas possible de proposer ici une analyse exhaustive de la question, quelques expériences intéressantes méritent d'être présentées.

### ■ Mieux connaître

Les espèces, les variétés et les écosystèmes doivent être inventoriés, leur fonctionnement analysé et leur évolution observée. Comment valoriser pour la médecine une plante qui ne serait pas connue ? Alors que le nombre total d'espèces sur la planète est évalué à plus de 15 millions, seuls environ 1,7 million d'espèces sont décrites par la science.

### ■ Valoriser sans surexploiter

De nombreuses ressources du monde vivant sont encore très peu utilisées par les hommes ; il est souhaitable d'imaginer des solutions pour tirer au mieux, et de façon durable, parti de ces richesses, sans les épuiser. Cet objectif demande à la fois un effort d'amélioration des connaissances et une réelle redistribution des bénéfices à toutes les populations concernées.

### ■ Protéger, prendre soin

La préservation de la diversité des gènes, des espèces, des écosystèmes et des paysages suppose la mise en place d'actions conservatoires, mais aussi l'amélioration des techniques de gestion des milieux naturels.

### ■ Trouver des équilibres

Selon la façon dont elles s'exercent, bien des activités humaines peuvent être destructrices ou pleinement compatibles avec la protection de la biodiversité. Il reste donc à trouver et à privilégier les approches les plus équilibrées.

### ■ Faire de chacun un acteur de la biodiversité

Décideur ou simple citoyen, chacun de nous peut participer à sa mesure à la préservation de la biodiversité. Aujourd'hui, des initiatives intéressantes se multiplient de la part d'acteurs très variés : agriculteurs, chasseurs, pêcheurs, industriels, naturalistes... Il s'agit de les encourager.

## Valoriser le rôle des espèces

Les plantes et les animaux ont encore beaucoup à nous apporter. Il faut améliorer les services qu'ils nous rendent, en les comprenant mieux et en inventant des solutions techniques qui en tirent parti sans les menacer.



*En régulant l'abondance de leurs proies, les prédateurs aquatiques ou terrestres jouent un rôle majeur dans l'équilibre des écosystèmes. Ils doivent donc être protégés autant que possible.*

## LE BROCHET ÉPURATEUR

### RENDRE AUX PRÉDATEURS LEUR RÔLE ÉCOLOGIQUE

**D**ans un plan d'eau de pêche, que faire en cas de verdissement de l'eau par prolifération de phytoplancton (algues microscopiques) ?

La meilleure solution peut consister à favoriser, par exemple en les pêchant moins, les prédateurs comme le Brochet ou la Perche. Ces prédateurs, plus nombreux, feront diminuer les populations de poissons plus petits, ce qui favorisera le plancton animal qui constituait leur nourriture. Le phytoplancton sera contrôlé par le zooplancton, et l'eau redeviendra plus claire !

Bien sûr, ce remède n'est pas suffisant en cas d'apports excessifs dans le plan d'eau d'engrais qui provoquent l'explosion du phytoplancton.

Par ailleurs, l'introduction de prédateurs en dehors de leur habitat peut poser des problèmes ; la Perche du Nil du lac Victoria a fait disparaître de nombreuses espèces de poissons autochtones, sans limiter l'eutrophisation du lac.

© Michel Cambony



Brochet

# L'ABEILLE ET LE POMMIER

RENDRE À L'INSECTE SON RÔLE FONDAMENTAL DE POLLINISATEUR

*Dans l'Himalaya, les pommiers, ressource économique importante, ont connu au cours des dernières années une forte baisse de production, liée au déficit de pollinisation. Face à ce problème ont été mises en place deux stratégies ; l'une consiste à remplacer le travail de l'abeille par celui de l'homme (pollinisation manuelle) ; l'autre à renouer la collaboration séculaire entre l'insecte et l'homme (diminution des pesticides, développement de l'apiculture...).*  
*Laquelle de ces deux stratégies est la plus durable ?*

Dans la région de l'Hindu Kush, qui s'étend à l'ouest de l'Himalaya de la Chine à l'Afghanistan, les pommiers représentaient une source de revenus majeure pour de nombreuses familles de paysans. Sur quatre-vingt-quatre districts montagneux, de l'Inde à la Chine et au Népal, la production annuelle était estimée à plus de 2,5 millions de tonnes et assurait un revenu de l'ordre de 450 millions de dollars.

Une grande diversité de pollinisateurs occupait ces pentes montagneuses, avec cinq espèces d'abeilles et l'espèce exotique que nous connaissons bien, *Apis mellifera*. Bref, tout allait bien : du miel, de la cire... et la pollinisation des vergers.

Mais voilà qu'au cours de la dernière décennie, en dépit de force soins (irrigation, engrais, pesticides), la production de pommes chuta de 50 %. La faute à qui ? A une carence de pollinisateurs, victimes des pesticides, et dans certaines régions, d'une absence de culture apicole.

Deux stratégies furent mises en place pour résoudre cette grave difficulté.

En Chine, dans le comté de Maoxian, femmes et enfants furent mobilisés et entraînés à pratiquer une pollinisation manuelle, fleur par fleur. Ces nouveaux ouvriers pollinisateurs aidant, la production retrouva son niveau initial, mais au prix d'un travail fastidieux et coûteux.

En Inde, dans l'Himachal Pradesh, on s'orienta vers une stratégie plus écologique, qui consistait, après avoir limité les traitements pesticides, à introduire l'apiculture, jusque-là inconnue. Des colonies d'abeilles furent introduites, de l'espèce domestique *Apis mellifera*, mais aussi de l'une des espèces indigènes, bien adaptée au climat, *Apis cerana*. Les pommiers s'en trouvèrent mieux et les paysans retrouvèrent le sourire...



Barbault R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. Seuil. 226p.



# METTRE AU TRAVAIL LES VERS DE TERRE

## VALORISER LES CAPACITÉS MULTIPLES D'UN MODESTE ANIMAL

*Les vers de terre constituent une partie importante, mais trop peu connue, de la biodiversité. Diverses expériences montrent que ces animaux peuvent être mis à contribution en matière d'agronomie, d'épuration, voire d'alimentation.*

**L**es 4 000 espèces de vers de terre sont les animaux qui représentent la plus forte biomasse sur notre planète : souvent entre 2 et 5 tonnes à l'hectare. Il est temps aujourd'hui de donner à ce modeste animal toute la place qu'il mérite !

### FERTILITÉ

Les lombrics jouent un rôle fondamental dans la fertilité des sols, par l'aération et la décomposition de la matière organique.

L'excès de traitement chimique peut entraîner une disparition des vers, avec des conséquences dramatiques pour la fertilité des sols. Il devient indispensable de protéger ces auxiliaires.

En Inde, une expérience de réintroduction de vers de terre a permis, dès la première année, de doubler la production de thé dans un sol épuisé par l'agrochimie.

### EPURATION

Le « lombricompostage » permet de valoriser les déchets organiques, aussi bien sur le plan industriel que sur le balcon d'un particulier.

Depuis peu, les vers de compost sont utilisés en France et au Chili pour purifier les eaux usées des petites communes. A Combaillaux, commune de 1 000 habitants près de Montpellier, les eaux usées sont déversées dans une « lombristation » où des millions de vers font leur travail dans un support organique (écorces). Ce projet novateur fait l'objet d'une valorisation pédagogique (« lombrimusée »).

### ALIMENTATION

Les vers sont depuis toujours utilisés dans l'alimentation des volailles, mais ils pourraient demain représenter également une source de protéines pour les hommes. Des essais sont actuellement menés dans ce sens.



© Michel Cambroy



Pour en savoir plus : <http://www.verslaterre.fr/vers/vers4.php>  
<http://geo5.environnement.free.fr/exchron.html>.

# TRAIRE LES PLANTES AU LIEU DE LES COUPER

UNE INNOVATION INTÉRESSANTE POUR LA MÉDECINE ET LA CONSERVATION DES ESPÈCES

*Un procédé innovant a été récemment mis au point pour faire produire par des plantes cultivées des molécules d'intérêt thérapeutique, qui peuvent alors être collectées de façon non destructive. Cette technologie devrait permettre de produire des molécules précieuses à partir de plantes parfois rares, tout en évitant leur destruction dans le milieu naturel.*

Certaines molécules d'origine végétale utilisées en médecine proviennent de plantes rares et sont difficiles à synthétiser, ce qui peut poser un réel problème, tant en termes de conservation de la nature que d'approvisionnement en médicaments. Le traitement de certains malades du cancer demande un gramme de taxol par an, ce qui correspondrait à l'abattage de 3 ifs de 150 ans.

Face à ce constat, des chercheurs de l'unité mixte de recherche « agronomie et environnement » INPL (ENSAIA) - INRA ont développé un procédé simple et innovant : ils ont inventé les plantes à traire !

Il s'agit de cultiver des végétaux en milieu liquide, et à faire produire par les racines certaines molécules, grâce à divers traitements physiques, chimiques ou biologiques. Les molécules à forte valeur ajoutée sont récupérées à partir du milieu nutritif en appliquant des méthodes de piégeage, séparation et purification. Cette méthode non destructive pour la plante permet de répéter les cycles de productions, par des « traites » successives.

Ce procédé a été mis en place et validé avec le *Datura* (*Datura innoxia*) qui permet la production de neurosédatifs. Il est également utilisé pour la production de taxol à partir de l'If (*Taxus baccata*), et de furocoumarines, utilisées dans le traitement de certains cancers et du psoriasis, à partir de Rue (*Ruta graveolens*). Il peut être utilisé pour d'autres espèces aux propriétés médicinales ou cosmétiques.

Cette innovation a permis le dépôt d'un brevet et la création d'une entreprise, la société « Plant Advanced Technologies SAS ».



Pour en savoir plus :

[http://www.inra.fr/presse/des\\_plantes\\_a\\_traire](http://www.inra.fr/presse/des_plantes_a_traire)



# Imaginer la gestion des milieux et des espèces

Il est souhaitable de préserver les écosystèmes, mais encore faut-il se donner les moyens de conserver à long terme leurs richesses. Cela suppose une bonne connaissance de leur fonctionnement et des choix de gestion parfois complexes.



## FAUT-IL CHOISIR ENTRE LE PAPILLON ET L'ORCHIDÉE ?

LA DIVERSITÉ DES HABITATS, GARANTE DE LA QUALITÉ DES MILIEUX

*Dans la réserve naturelle du marais de Lavours, la gestion par le pâturage favorise certaines espèces telles que le Liparis de Loesel, mais elle porte atteinte à une plante, la sanguisorbe, et aux rares papillons azurés qui lui sont liés. Pour contourner cet apparent antagonisme, il est nécessaire de concevoir une gestion de l'espace en une mosaïque diversifiée.*

La Réserve Naturelle du marais de Lavours, située dans la plaine alluviale du Haut-Rhône (département de l'Ain), abrite un marais calcaire de 484 hectares, d'un grand intérêt écologique, comptant de nombreuses espèces rares et protégées.

Afin d'y assurer la conservation de ce patrimoine, le gestionnaire a entrepris d'y mettre en place une gestion par pâturage à l'aide de bétail rustique, chevaux camarguais et bovins Highland Cattle. Cette gestion s'est révélée bénéfique car elle a permis de créer des zones très ouvertes favorables à des espèces supportant mal la compétition entre plantes, comme le Liparis de Loesel (*Liparis loeselii*), une Orchidée qui est protégée en France et figure à l'annexe 2 de la Directive européenne Habitats Faune Flore.

En revanche, le pâturage conduit à l'élimination de la Sanguisorbe.







sorbe officinale (*Sanguisorba officinalis*), plante nourricière exclusive des chenilles des deux papillons très rares et figurant également dans l'annexe 2 de la même Directive européenne, l'Azuré des paluds (*Maculinea nausithous*) et l'Azuré de la Sanguisorbe (*Maculinea teleius*). Une gestion par fauche à la fin du printemps a l'effet inverse : elle permet une abondante floraison estivale de la Sanguisorbe, mais conduit à la régression, voire à la disparition par exclusion compétitive, du Liparis.

Dans ces conditions, quel mode de gestion conservatoire privilégié pour conserver la biodiversité dans ce marais ?

La solution est simple : la diversité spatiale (si possible en mosaïque) des modes de gestion de la végétation peut assurer la coexistence d'un maximum d'habitats et donc d'espèces. Des zones peuvent ne pas être gérées, pour permettre la reconstitution de l'aulnaie et de sa biodiversité propre (par exemple pour les champignons).



Pour en savoir plus :

Morand A., Majchrzak Y., Manneville O. & Befly J.L., 1994. Papillons du genre *Maculinea* (Lycaenidae) et pastoralisme : aspects antagonistes d'une gestion conservatoire. *Ecologie*, 25 (1) : 9-18.



Liparis



## LAISSER LE CHÊNE PARTIR EN MIGRATION

COMPRENDRE LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE DES ESPÈCES  
POUR MIEUX LA PRÉSERVER

*La connaissance de la diversité génétique des chênes peut aider à mieux gérer cette espèce, et à permettre l'adaptation des populations aux changements climatiques.*

**U**ne étude sans précédent a été récemment menée pour mieux connaître la diversité génétique de 2 600 populations de chênes, réparties dans toute l'Europe.

Cette étude, coordonnée par l'INRA de Bordeaux avec de nombreux partenaires internationaux, a permis de mettre en évidence la diversité actuelle des chênes en créant une importante base de données. Il a été possible de reconstituer les voies de recolonisation de ces arbres après les périodes glaciaires, et plus généralement de comprendre la dynamique de cette espèce. Antoine Kremer, responsable de ce programme, a été distingué par le prix Wallenberg pour ces travaux.

Ces recherches ont potentiellement diverses applications : conservation des ressources génétiques, traçabilité de la chaîne de production des arbres, de la graine jusqu'au bois...

Elles devraient aider à la mise en place des politiques de conservation de la biodiversité qui s'avèreront nécessaires face au réchauffement climatique. Les chênes, comme bien d'autres espèces, devront remonter vers le nord, mais la rapidité de l'augmentation des températures et l'importance des milieux hostiles entre les boisements vont obliger les hommes à donner un coup de pouce à cette migration (plantations, semis).

Pour en savoir plus :



[http://www.inra.fr/presse/antoine\\_kremer\\_laureat\\_du\\_prix\\_wallenberg](http://www.inra.fr/presse/antoine_kremer_laureat_du_prix_wallenberg)



# Lier Biodiversité et développement

Avec un peu d'imagination et de bonne volonté, il est très possible de concilier respect du vivant et économie. Dans bien des cas, la biodiversité peut constituer un moteur important pour le développement, en particulier dans le monde rural.



## LA CHOUETTE ET LE JUS DE POMME

*Des mesures de préservation des vergers de haute tige se développent en France, avec des motivations à la fois écologiques, économiques et paysagères.*

### UNE CONVERGENCE D'INTÉRÊTS EN FAVEUR DES VERGERS DE HAUTE TIGE

Dans les Vosges du Nord comme dans de nombreuses régions, les vergers de haute tige ont fortement régressé à cause de différents phénomènes : déprise agricole de la moyenne montagne, intensification de l'arboriculture, tempête de 1999... Cette évolution est négative à bien des points de vue : perte de biodiversité, banalisation du paysage et des productions agricoles...

Dans la réserve de Biosphère des Vosges du Nord, une opération vise à promouvoir ce type de paysage : organisation d'un festival des vergers, plantations et entretien de vergers par des chantiers d'insertion, promotion des produits régionaux, Contrats d'Agriculture Durable...

Ces actions devraient permettre le développement d'une production agricole de qualité, tout en favorisant des espèces menacées telles que la Chouette chevêche ou les Pies-grièches.



*Les prairies inondables, au fort intérêt écologique, connaissent une dégradation continue en France. Dans les Basses Vallées Angevines, la concertation entre les acteurs locaux a pu déboucher sur un projet de gestion équilibrée, prenant en compte les intérêts des agriculteurs et la biodiversité.*

© Sylvain Tourte - Ecothème



© Michel Cambony



Râle des genêts

## L'ÉLEVEUR ET L'OISEAU

### UN NOUVEAU MARIAGE ENTRE AGRICULTURE ET CONSERVATION DE LA NATURE

**L**es Basses Vallées Angevines sont traversées par trois rivières, la Mayenne, la Sarthe et le Loir. Exutoire naturel de la Loire, elles constituent de vastes étendues inondables, à proximité immédiate d'Angers.

Il y a une quinzaine d'années, les Basses Vallées Angevines furent l'objet de conflits entre les naturalistes qui entendaient protéger ce paysage ouvert et les propriétaires fonciers qui cherchaient à y introduire la populiculture, alternative à la déprise agricole. D'autres conflits existèrent entre les promoteurs d'une réserve naturelle et les éleveurs, qui craignaient la disparition de leur activité.

Aujourd'hui les Basses Vallées Angevines constituent un biotope de valeur internationale d'une superficie d'environ 4 500 hectares. Elles sont en effet reconnues comme une zone humide labellisée Ramsar et comme site Natura 2000. Parmi un grand nombre d'espèces qui y ont été recensées, on peut citer le Râle des genêts, oiseau princier et symbole des prairies ou le Brochet qui vient pondre dans les prairies inondées.

Vastes zones inondables, soumises à des débordements fréquents et tardifs, les Basses Vallées Angevines protègent la ville d'Angers des crues et remplissent une fonction d'assainissement, en absorbant les sels nutritifs que sont les nitrates et les phosphates.

Ces zones enrichies par le limon apporté par les crues sont occupées par des prairies naturelles, toujours entretenues ; les éleveurs dont les pratiques ont façonné le paysage se sont aujourd'hui regroupés pour protéger leur production bovine par une marque soutenue par la Chambre d'Agriculture.

Une concertation avec les naturalistes a débouché sur la mise en place d'un projet équilibré : contrôle des plantations de peupliers et des mises en cultures de prairies, réflexions sur l'entretien des prairies (fertilisation, dates de fauche...).

Ainsi, les agriculteurs sont-ils aussi devenus les gardiens de la faune et de la flore de ces vallées d'exception, dont les écosystèmes rendent de très multiples services de production de nourriture, d'atténuation de la vulnérabilité écologique et de régulation de l'eau, mais aussi de cadre paysager et d'une sociabilité renouvelée...



Pour en savoir plus : <http://www.lpo-anjou.org/action/bva/bva.htm> - <http://www.corela.org/leconservatoire/default.asp>

*Le contrôle des inondations a longtemps été conçu de façon uniquement curative et hydraulique : bassins artificiels, digues, barrages... Aujourd'hui, une nouvelle génération de projets voit le jour dans une logique plus écologique : prévention, restauration des champs d'expansion des crues... Les bassins de stockage, quand ils sont nécessaires, sont conçus pour accueillir une forte biodiversité.*

## LA LAGUNE DE SALBURUA

### DONNER SA PLACE À LA NATURE DANS UN ÉQUIPEMENT HYDRAULIQUE

La ville de Vitoria, capitale du Pays Basque espagnol, connaissait un risque d'inondation par une petite rivière. Pour diminuer les débits de pointe des crues, il aurait été possible de créer un barrage, ou des bassins de stockage conçus sur un mode purement hydraulique (bassin généralement sec, de formes géométriques, présentant une grande hauteur d'eau en crue...).

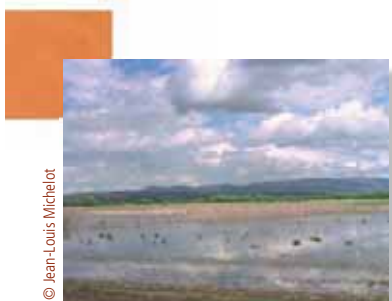
La solution retenue a consisté à créer une zone de rétention des eaux en réhabilitant des parcelles agricoles sans intérêt écologique. Le site est toujours en eau sur une partie de sa surface, ce qui lui donne un grand intérêt écologique. Un troupeau de daims a été installé pour entretenir la végétation. Enfin, un parcours sécurisé conduit à un observatoire d'où il est possible d'admirer les oiseaux, daims et autres animaux qui fréquentent les lieux.

On peut noter que des opérations similaires ont été conduites en France.



Pour en savoir plus :

<http://www.vitoria-gasteiz.org/w24/en/html/index.shtml>



## LA TOURBIÈRE, LE MAIRE ET LE NATURALISTE

LORSQU'UN MILIEU NATUREL EST À LA BASE D'UN PROJET DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

*A Montselgues, dans la montagne ardéchoise, le Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels a lancé une action de préservation et de gestion des tourbières. La municipalité s'est appropriée ce projet et en a fait l'élément-clé d'un projet de développement durable : création d'un gîte rural, implication dans la démarche Natura 2000... Cette dynamique, aujourd'hui intercommunale, devrait se poursuivre par la mise en place d'un parc éolien. Ce projet montre que le thème de la biodiversité peut faire l'objet d'un dialogue très constructif entre acteurs variés, et devenir le support d'un développement économique durable.*

**R**ien ne prédisposait en apparence la petite commune de Montselgues, isolée sur le plateau ardéchois, à une politique de pointe en matière de gestion de la biodiversité.

Le Conservatoire Régional des Espaces Naturels (CREN) y a identifié une tourbière de 4 hectares, riche en espèces animales et végétales rares. Un dialogue fructueux s'est alors instauré entre le Conservatoire et la Municipalité.

Et la mayonnaise a pris, puisque les élus n'ont pas vu la biodiversité comme une contrainte, mais comme une potentialité de développement autour de projets d'écotourisme et de mesures agro-environnementales.

La tourbière a été protégée et entretenue.

Un gîte rural de 38 places a été aménagé sur la commune ; son activité tourne largement autour du thème de la biodiversité et de la tourbière. Cette dynamique a permis la création d'emplois et a stimulé l'ouverture de chambres d'hôtes par les particuliers ; l'école a été rouverte après 20 ans de fermeture.

La commune a proposé que sa tourbière soit intégrée dans le réseau Natura 2000 ; elle a même convaincu les communes voisines de demander l'agrandissement du site Natura 2000, qui est passé de 35 à 4 000 hectares ! Un projet vise aujourd'hui à entretenir ces milieux et à les relier par des corridors écologiques. Des financements européens ont été demandés pour soutenir ce programme.

Cette démarche d'intercommunalité, organisée dans le cadre d'une communauté de communes, a pris en charge d'autres dossiers, comme la collecte des ordures ménagères. Elle se poursuit aujourd'hui par l'élaboration d'un projet de parc éolien qui offrirait à des communes aux économies fragiles une source régulière de revenus à travers une énergie renouvelable.



# DES ESPÈCES SONNANTES ET TRÉBUCHANTES

## FAUNE ET FLORE SAUVAGES, UNE RICHESSE POUR LES PAYS DU SUD

*Dans les pays du Sud, les espèces sauvages pourraient et devraient être exploitées de façon durable pour constituer une ressource économique importante.*

**E**n Afrique sub-saharienne, les utilisations dites traditionnelles de la nature ont été souvent remplacées, parfois méprisées et oubliées. Aujourd'hui encore, certaines populations ont pour seule possibilité la mise en œuvre des modèles classiques de développement qui s'affranchissent totalement des ressources et des connaissances locales.

An nord du Bénin, comme dans toute la région, la monoculture du coton est l'une des rares perspectives de survie bien qu'elle entraîne le défrichement total des forêts, la disparition de toute vie sauvage et une grave dépendance vis à vis des marchés internationaux.

Une alternative ou un complément à ce modèle est l'utilisation raisonnée de la faune et de la flore sauvages pour le développement économique. On compte en effet dans ce pays des dizaines d'espèces animales, depuis l'éléphant jusqu'à l'escargot, et des centaines de végétaux aux usages potentiels alimentaires, médicinaux, industriels, religieux... Dès 1964, Jean Dorst avait déjà identifié cet enjeu dans son célèbre ouvrage « Avant que nature meure » traduit en 17 langues.

La réappropriation des savoirs locaux et leur valorisation sont des préalables indispensables à l'utilisation des ressources sauvages. Viande de brousse, vente de trophées, vente d'animaux sauvages exempts de maladies, commercialisation de produits végétaux, de bois précieux ou semi-précieux sont, sous réserve de prélèvements raisonnés, quelques pistes de valorisation dont les revenus peuvent être utilisés directement et localement.

Des actions menées dans d'autres pays africains, au moins en zones rurales faiblement peuplées, ont apporté la preuve que développement et conservation de la biodiversité sont non seulement compatibles, mais synergiques.



L'impala, (*Aepyceros melampus*), une espèce sauvage particulièrement utile pour la viande de brousse, la vente de trophées et la vente d'animaux reproducteurs

## DE L'EAU POUR LA GROSSE POMME

A NEW YORK, RENDRE À LA NATURE SON POUVOIR ÉPURATEUR

*Pour l'alimentation de New-York en eau potable, la collectivité a choisi de privilégier à grande échelle les fonctions des écosystèmes. Plutôt que de créer une très coûteuse usine de traitement des eaux, les autorités ont en effet mis en place une politique globale d'aménagement du territoire pour que les écosystèmes de l'ensemble d'un bassin versant puissent continuer de fournir une eau de bonne qualité.*

L'agglomération de New York, soit une dizaine de millions d'habitants, est alimentée en eau potable par le bassin versant Catskill-Delaware, un ensemble de 5 000 kilomètres carrés de vallées cultivées et de montagnes couvertes de forêts, parcourues par un réseau de rivières reliées à dix-neuf réservoirs.

### LA NATURE PLUTÔT QU'UNE USINE

A cause de la dégradation de cette ressource, la ville de New York a envisagé il y a quelques années la construction d'une usine de traitement de l'eau, soit un investissement de 6 à 8 milliards de dollars, auquel il fallait ajouter 300 à 500 millions de dollars de dépenses annuelles d'entretien. Après réflexion et concertation, les autorités se sont engagées dans une autre voie : un programme de restauration et de protection du bassin versant capable de garantir durablement la qualité de l'eau, le tout pour la modique somme d'environ 1,5 milliard de dollars.

Le principe de ce projet consiste à protéger l'eau à la source et à rendre à l'écosystème son pouvoir épurateur. Les sources de pollution ont été traitées (réseaux de tout à l'égout, fosses septiques, décharges...). Des terrains ont été achetés par la collectivité pour constituer des tampons entre zones agricoles et rivières.

Ces mesures ont permis au bassin versant de retrouver ses fonctions naturelles. Dans les forêts et les zones humides, sol





et racinelles filtrent l'eau, tandis qu'une microflore invisible dégrade les molécules de contaminants. Dans les rivières, la moitié des surplus de nutriments qui s'écoulent (azote des émissions automobiles et des engrais) est absorbée par les plantes. Ce travail naturel de purification se poursuit dans les réservoirs : débris végétaux et particules flottantes se déposent au fond, tandis que les pathogènes sont piégés dans les sédiments.

## LE FRUIT D'UNE LARGE CONCERTATION

Ce projet ne s'est pas mis en place sans heurts, et les débats ont été virulents entre ses promoteurs et les tenants d'une gestion plus artificielle des eaux. Les négociations ont duré deux ans et se sont appuyées sur plus de cent cinquante réunions publiques. Elles ont débouché sur un vaste accord signé en 1997 par tous les acteurs. L'un de ses fondements a été de faire payer par la ville de New York des actions d'aménagement du territoire situées en zone rurale.

Cette opération est emblématique parce que pour la première fois les services que les écosystèmes rendent à la société ont été pris en compte et préservés à une grande échelle. Des actions similaires ont été menées en Allemagne (Munich) ou en France, pour protéger des bassins versants alimentant des captages d'eau potable ou des sources d'eau minérale (Evian ou Vittel).

 Barbault R. 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'Homme dans la biodiversité. Seuil. 266p.

# Faire des citoyens des acteurs à part entière

La préservation de la biodiversité nécessite un engagement des pouvoirs publics, mais aussi l'implication de chacun d'entre nous. D'innombrables initiatives locales ou nationales associent le grand public dans l'étude, la découverte ou la restauration des écosystèmes.



Les « jardins ouvriers » d'autrefois sont devenus les « jardins citoyens » d'aujourd'hui. Ils constituent des lieux de convivialité et de bien-être, mais également des espaces d'expérimentation et de découverte du développement durable et de l'environnement.

## METTEZ VOUS AU VERT !

LES JARDINS CITOYENS, DES LIEUX PRIVILÉGIÉS DE RELATION ENTRE L'HOMME ET LA NATURE

Les jardins collectifs sont de toutes les époques. Les premiers « jardins ouvriers » furent créés en 1896 par la « Ligue du coin de terre et du foyer », dans le but de « moraliser » la classe ouvrière, de lui apporter un supplément de revenu et de la mettre à l'abri contre les coups du sort. En 1952, ils deviennent les « jardins familiaux », une appellation élargie et socialement moins marquée. En 1986 sont créés les premiers « jardins d'auto-suffisance », qui s'assignent désormais aussi des objectifs d'insertion, de lutte contre la pauvreté et l'exclusion. Depuis quelques années, certains de ces jardins sont touchés par la « vague verte » : on y cultive des produits biologiques et on y remet au goût du jour d'anciennes variétés.



Aujourd'hui, ces jardins concernent des publics d'usagers de plus en plus diversifiés et ils peuvent être vus comme des lieux où expérimenter la « différence » de la nature, au cœur de la vie quotidienne et au cœur de la ville. Tout un chacun peut y découvrir une nature utile, mais aussi gratuite et qui peut même conserver un petit côté « sauvage ».

Ce sont des espaces de vie dans lesquels les jardiniers peuvent s'investir en tant qu'acteurs parce qu'ils peuvent se les approprier et les modeler à leur guise.

Les jardins collectifs sont des écosystèmes très anthropisés ; certains d'entre eux ne sont pas à l'abri des pollutions industrielles et urbaines. Ces jardins subissent l'influence des modes qui peuvent contribuer à la perte de biodiversité, comme en Europe de l'est où, naguère très diversifiés, ils se banalisent actuellement (développement du gazon...).

Bien gérés, ces jardins « éphémères » sont pourtant des lieux d'expression du développement « durable » car ils engagent des pratiques :

- économiques, grâce à la création de revenus de substitution, l'allégement des budgets par la consommation des produits,
- socio-culturelles, par l'entretien ou la régénération de liens sociaux, de pratiques de loisirs et d'expressions culturelles,
- et environnementales, par la gestion de la nature en ville.

Ces jardins sont des espaces de bien-être qui permettent d'expérimenter un sentiment d'interdépendance, aujourd'hui crucial ; ils constituent en effet des liens entre les lieux privés d'épanouissement individuel et les espaces publics de développement social et d'action collective.

Pour ces diverses raisons, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'inscrire ces jardins dans les projets de « trame verte » qui s'esquissent dans le but de construire ou de préserver des villes que l'on espère « soutenables ».



Pour en savoir plus :

Le jardin dans tous ses états : <http://www.jardinons.com>

Les jardins d'insertion en Ile-de-France, acteurs, enjeux et perspective <http://www.fnarsidf.asso.fr/etudejardinsidf.pdf>

*Après des décennies de remembrement, il apparaît nécessaire de réintroduire en Bretagne des talus plantés qui régulent l'eau et les matières nutritives, tout en augmentant la diversité biologique. L'association L'Ecole des Talus œuvre en ce sens.*

## SKOL AR C'HLEUZIÒÙ

### L'ECOLE DES TALUS

Chacun connaît la dramatique évolution des paysages bretons, qui ont connu la destruction et l'arasement de milliers de kilomètres de haies, chemins creux et talus boisés. Ces transformations ont entraîné une grande perte de biodiversité, mais aussi des perturbations hydrauliques majeures : aggravation des ruissellements et inondations, migration rapide des engrais et des produits phytosanitaires vers les cours d'eau...

Face à ce constat, certains acteurs ont lancé des opérations de plantations de haies qui ne compensent pas, hélas, les arasements de talus. Ces actions sont intéressantes pour la biodiversité mais elles n'ont qu'une efficacité limitée en matière de régulation des eaux. Les systèmes de talus et de fossés végétalisés sont plus intéressants s'ils sont bien positionnés, en particulier parce qu'ils favorisent l'infiltration des eaux dans le sol et la rétention de la terre arable par décantation.

L'association l'Ecole des Talus (Skol ar C'hleuziòù) organise des chantiers bénévoles de construction de talus. Elle mène également des actions de formations sur les talus, leur plantation, le travail de l'osier..., des interventions en faveur du patrimoine rural naturel ou bâti (construction de talus, de barrières, restauration de routoirs, ...).

Elle a mis en place un circuit de randonnée thématique : « la route des talus et des routoirs à lin ». Elle réalise également des expositions et des brochures, et organise des sorties pédagogiques bilingues (français et breton).



Pour en savoir plus : <http://www.talus-bretagne.org/>

© Ecole des talus



© Ecole des talus



# 15 000 COLLABORATEURS BÉNÉVOLES RECRUTÉS EN UN AN !

## L'OBSERVATOIRE DES PAPILLONS DES JARDINS

*L'observatoire des papillons des jardins est une initiative visant à impliquer les particuliers dans l'étude et le suivi des papillons les plus communs.  
15 000 jardins sont d'ores et déjà intégrés à ce projet.*

Pour protéger la biodiversité, encore faut-il la connaître et en suivre l'évolution. Les universités, le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) et autres organismes institutionnels assurent des missions fondamentales de connaissance et d'organisation des données, mais ils ne disposent évidemment pas des moyens humains nécessaires pour suivre la situation dans tout le pays.

Face à cette situation, les amateurs ont un rôle fondamental à jouer, par leur nombre, leur répartition et leur compétence.

Pour suivre l'évolution des populations de papillons en France, l'association Noé Conservation et le Muséum National d'Histoire Naturelle, ont lancé l'Observatoire des papillons des jardins.

Cette opération consiste à demander aux particuliers de compter régulièrement les papillons dans un jardin, un parc public... Pour que cette étude soit accessible aux non spécialistes, les organisateurs ont retenu 28 espèces ou groupes d'espèces communs et faciles à identifier. Des fiches d'identification et des fiches de comptage sont fournies aux participants.

Lancée en 2006, cette action est un vrai succès : environ 15 000 jardins sont déjà suivis de cette façon !

Pour les amateurs « éclairés », le MNHN a mis en place un programme identique portant sur toutes les espèces de papillons de jour, le STERF (Suivi Temporel des Rhopalocères de France).

D'année en année, ces deux programmes permettront de comprendre l'évolution de ces espèces en fonction du changement climatique, des modifications de pratiques agricoles... Rappelons qu'une opération de ce type, le programme STOC, a permis de montrer la raréfaction récente des oiseaux communs en France.



Pour en savoir plus : <http://www.noecconservation.org>



## Quelques références ...



### OUVRAGES

- Barbault R., 2006. Un éléphant dans un jeu de quilles. L'homme dans la biodiversité. Seuil. 266 p.
- Barbault R., Chevassus-au-Louis B., 2005. Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche. ADPF, ministère des affaires étrangères. 241 p.

### SITES INTERNET

- Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat :  
[www.developpement-durable.gouv.fr/](http://www.developpement-durable.gouv.fr/)
- Fondation pour la recherche sur la biodiversité :  
[www.fondationbiodiversite.fr/](http://www.fondationbiodiversite.fr/)
- Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (MEA) :  
[www.millenniumassessment.org/](http://www.millenniumassessment.org/)
- Inventaire national du patrimoine naturel :  
<http://inpn.mnhn.fr>

## REMERCIEMENTS

Dans le cadre de l'élaboration de ce document, nous remercions pour leur contribution : Frédéric Bourgaud, Philippe Caron, Aminata Correrera, Daniel Dollinger, Yvain Dubois, Gérard Dupont et Françoise Guillou (Ecole des Talus), Corinne Etaix, Cyrille Gaultier, Bernadette Gilbertas, Sarah Hernandez, Jean-Christophe Kovacs, Antoine Kremer, Patrick Lavelle, Guillaume Sainteny, Laurent Simon, Jacques Weber. Un merci particulier à Mathieu Jahnich.

## CRÉDIT PHOTO

Gérard Arnal, Art Harris Centennial museum ([www.museum.utep.edu](http://www.museum.utep.edu)), Marc Boumof - IRD, Frédéric Bourgaud, Alain Brauman (IRD), Michel Cambrony, Nicolas Chatelain (CNRS, IPHC-DIPCV), Aminata Correrera, Maryse Delaplanche (MNHN), Luc Dietrich (Conservatoire des Sites Alsaciens), Yvain Dubois, Alexandre Dudouble, Jean-François Dobremez, Ecole des Talus, Ecosphère, Ecothème, Christophe Gallet, Cyrille Gaultier, Michel Gigan (MNHN), Alain Gérard, Olivier Grunewald, Pierre Laboute (IRD), Céline Landon et coll., Franck Le Bloch, David Luquet (Observatoire Océanologique de Villefranche-sur-mer <http://www.davidluquet.com/>), Isabelle Michelot, Jean-Louis Michelot, Laurent Mignaux (MEDAD), Jean-Pierre Montoroi (IRD), Denis Palanque ([denis.palanque@chello.fr](mailto:denis.palanque@chello.fr)), Martin Peeters (IRD), Jacques Portecop, Andrew Syred (<http://www.microscopix.co.uk/>), Marc Thauront, Cécile Thouzeau et coll., Sylvain Tourte, François Vignaud, Daniel Zachary, <http://www.freei-mages.co.uk/>

## CONTACTS

CSPNB (président, Yvon Le Maho) : [conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr](mailto:conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr)  
Véronique Barre, coordination : [conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr](mailto:conseil-biodiversite@developpement-durable.gouv.fr)  
Nouvelle adresse professionnelle : [veronique.barre@onema.fr](mailto:veronique.barre@onema.fr)  
Jean-Louis Michelot, rédaction : [jean-louis.michelot@ecosphere.fr](mailto:jean-louis.michelot@ecosphere.fr)  
Béatrice Saurel, création et mise en forme graphiques : [saurelb@free.fr](mailto:saurelb@free.fr)

## CITATION

CSPNB, 2007. La biodiversité à travers des exemples. MEDAD/D4E. 104 p.

Edition corrigée 2007, deuxième tirage  
Ouvrage gratuit, ne peut être vendu

# La biodiversité à travers des exemples



La biodiversité. Ce mot peut sembler théorique. Pourtant la biodiversité est concrète, immédiate et omniprésente autour de nous et en nous : de tous nos aliments, du papier sur lequel nous écrivons, de l'air que nous respirons, jusqu'à notre flore intestinale, toute notre vie dépend de la biodiversité ! Il ne s'agit donc vraiment pas seulement d'une question de « petites fleurs » et de « petits oiseaux ».

Le Conseil Scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité a choisi de vous présenter une soixantaine d'exemples plus ou moins connus mais qui tous, à leur façon, illustrent le thème de la biodiversité.

## Biodiversité utile

Quelle plante donne à manger aux huîtres de la baie du Mont Saint-Michel ? Pourquoi le Calmar a permis aux chercheurs de comprendre le système nerveux des humains ? Comment peut-on produire un fil hyper résistant grâce aux araignées... et aux chèvres ? Pourquoi l'arbre aux 40 écus devrait-il plutôt s'appeler l'arbre aux 360 millions d'euros ? etc.

## Biodiversité en danger

Quel continent a failli être recouvert de bouses de vaches ? Pourquoi devient-il difficile d'attraper de gros poissons ? Pourquoi téléphoner peut contribuer à la disparition des gorilles ? Quel passager clandestin peut être dangereux pour les poissons ? etc.

## Renouer avec la biodiversité

Pourquoi le brochet peut-il rendre l'eau transparente ? Peut-on traire des plantes ? Pourquoi faire travailler les vers de terre ? Quel organisme scientifique a mobilisé 15 000 collaborateurs bénévoles cette année ? etc.

