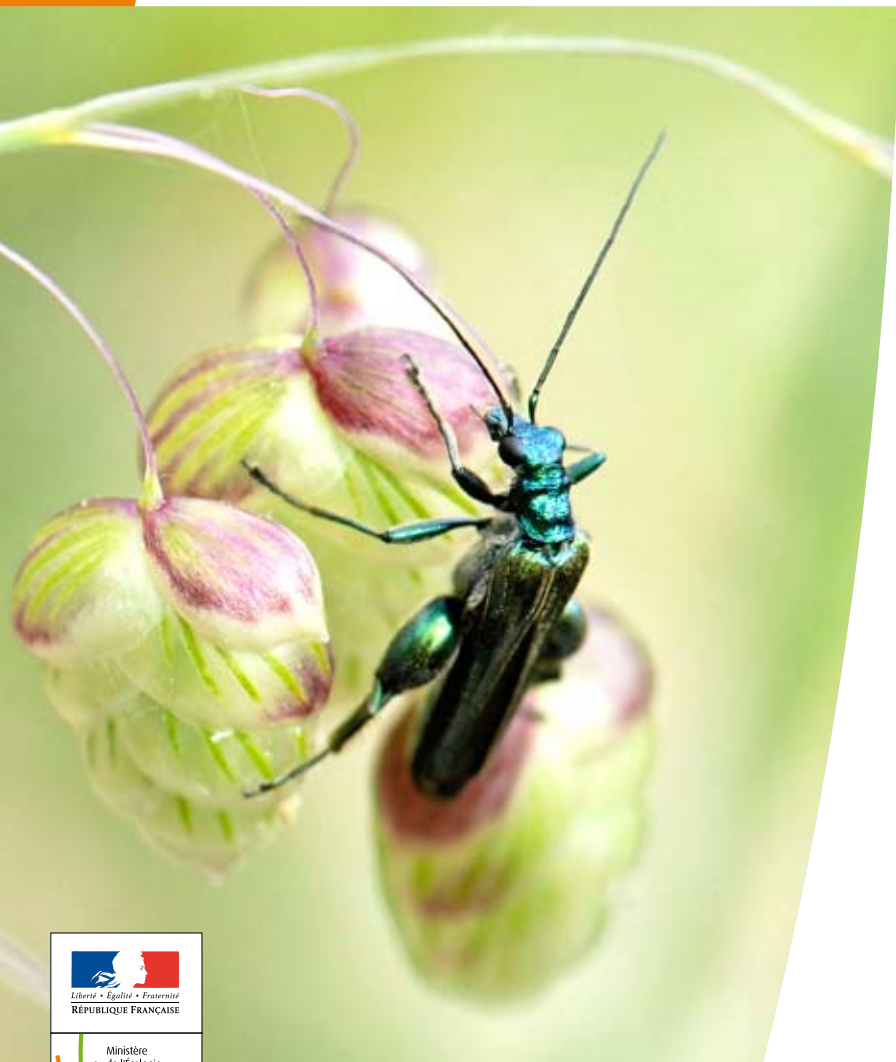


La BIODIVERSITÉ se raconte



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir



SOMMAIRE

p. 4 Trois questions à Robert Barbault

p. 7 LES INTERACTIONS AU CŒUR DE LA BIODIVERSITÉ

En quoi la prise en compte des liens entre les êtres vivants est-elle nécessaire pour étudier la biodiversité ?

- Des prédateurs très utiles
- L'énigme du caïman noir
- La puissance maritime des chats
- Qui mange qui sur les côtes de l'Alaska ?

p. 13 L'ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ

Comment l'évolution des espèces permet-elle de comprendre la biodiversité actuelle ?

- Nos larmes et l'histoire de la Terre
- À chaque thym son parfum
- Prise de bec aux Galápagos
- Le bonheur n'a pas toujours été dans le pré
- Des millions d'années de chantier

p. 20 CULTIVER LA BIODIVERSITÉ

Quels liens unissent agriculture et biodiversité ?

- Bétail français : vaches orientales et porcs gaulois
- Histoire d'une poignée de terre
- Quand le croissant était fertile...
- Voyez la vie en bleu !

En couverture : un insecte appelé cédémère noble (*Edemera nobilis*) sur une grande brize ou amourette (*Briza maxima*).

Cette brochure est une publication du **MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT**

Conception éditoriale : SG/DICOM/DIE - **Conception et réalisation graphique :** Florence Chevallier - **Ref.** DICOM-DGALN/BRO/11001 - septembre 2011
Crédits photos : couverture : Olivier Brosseau / MEDDTL p. 2-3 : O. Brosseau / MEDDTL p. 4 : Jean-Christophe Domenech / MNHN p. 7 : Thierry Degen / MEDDTL p. 8 : Marc Taquet / Ifremer p. 9 : Pierre Reynaud / IRD p. 10-11 : Lieven Vanderghyest / Fotolia p. 12 : the h / Fotolia p. 13 : O. Brosseau / MEDDTL p. 14 : Pierre Roger / IRD p. 15 : O. Brosseau / MEDDTL p. 17 : Jean-Michel Boré / IRD p. 18 : Thierry Charrier p. 20 : T. Degen / MEDDTL p. 21 : Laurent Mignaux / MEDDTL p. 22 et 24 : O. Brosseau / MEDDTL p. 25 : Frédéric Prochasson / Fotolia (cave) ; Unclesam / Fotolia p. 26 : O. Brosseau / MEDDTL - **Gravures :** Fotolia

Source : toutes les histoires de cette brochure sont tirées de *La biodiversité à travers des exemples, les réseaux de la vie* (Conseil scientifique du patrimoine naturel et de la biodiversité, ministère du Développement durable, 2008, 196 pages).

Impression MEDDTL/SG/SPSSI/ATL2 - Brochure imprimée sur du papier certifié ecolabel européen, www.eco-label.com





3 questions à Robert Barbault

Robert Barbault est écologue, professeur à l'université Paris-VI et directeur du département écologie et gestion de la biodiversité au Muséum national d'Histoire naturelle.

1 En quoi la prise en compte des liens entre les êtres vivants est-elle nécessaire

pour étudier la biodiversité ?

Robert Barbault : Il est effectivement classique de présenter la biodiversité à travers les espèces parce que c'est ce que l'on voit le plus aisément. De surcroît, cela facilite la découverte de l'univers complexe de la diversité du vivant par les non-spécialistes. Cependant, on finit par être obsédé par le nombre et on perd de vue que les espèces ne sont pas de simples entités indépendantes les unes des autres, mais sont des êtres vivants au cœur de nombreuses interactions. Tout d'abord, les espèces ont des relations de parenté très anciennes. Par exemple, le chimpanzé, le gorille et *Homo sapiens* (l'homme) sont trois primates cousins qui partagent un ancêtre commun. Ensuite, depuis l'apparition de la vie il y a environ 3,8 milliards d'années, les espèces n'ont pas cessé d'interagir les unes avec les

autres (prédation, parasitisme, coopération, entraide...) mais aussi d'interagir avec leur milieu de vie. La notion d'interaction est donc centrale pour appréhender la biodiversité. Enfin, additionner les espèces qui nous entourent nous conduit trop souvent à oublier que nous, *Homo sapiens*, faisons partie du tissu vivant de la planète.

2 Comment l'évolution des espèces permet-elle de comprendre la biodiversité actuelle ?

R. B. : Parler de biodiversité, c'est nécessairement se placer dans le contexte de l'histoire du vivant. En effet, les millions d'espèces qui existent aujourd'hui sont le fruit d'une longue évolution sur des échelles de temps qui nous paraissent incommensurables*. Il faut donc prendre en compte l'évolution à la fois comme cadre théorique et comme vaste phénomène de diversification du vivant. L'analyse des processus

qui animent cette évolution est particulièrement importante, notamment au travers de l'étude des interactions évoquées précédemment.

Pourquoi la vie a-t-elle duré si longtemps et continue-t-elle de durer ? Parce qu'elle s'appuie sur une colossale diversité d'espèces, sur une bonne diversité génétique et sur une considérable diversité d'organisation entre les espèces (ce que l'on appelle les écosystèmes, par exemple les lacs, les forêts tropicales, les savanes...). La diversité est donc à la base de l'adaptation du vivant aux changements que la terre subit à grande échelle (glaciations, éruptions volcaniques, émergence des chaînes de montagne...) comme à petite échelle (incendies, inondations...). ●●●

* L'apparition de notre espèce, *Homo sapiens*, est datée d'environ 200 000 ans, ce qui très récent au regard des premières formes de vie connues, apparues il y a environ 3,8 milliards d'années et des premiers organismes à plusieurs cellules, il y a entre 900 et 800 millions d'années.

3 Quels liens unissent agriculture et biodiversité ?

R. B. : Les agricultures sont le résultat d'une coopération entre *Homo sapiens* et de nombreuses espèces végétales et animales qui ont été domestiquées et dont l'évolution a été orientée en fonction de nos propres intérêts. La composante agricole s'inscrit donc dans le vaste champ de la diversité du vivant. Pour résumer, nous sommes partis d'une variabilité qui existe dans la nature sauvage et nous l'avons orientée, amplifiée par un travail de sélection (dite artificielle car exercée par l'espèce humaine) à l'origine d'une grande diversité,

que ce soit les nombreuses races domestiques, les innombrables variétés agricoles...

Avec l'industrialisation de l'agriculture, on a tendance à parler d'agriculture au singulier comme si c'était la seule façon de cultiver des plantes ou d'élever des animaux ! Or, la diversité est aussi dans les pratiques agricoles, les pratiques d'élevage... et les cultures des populations qui s'y adonnent. C'est d'autant plus nécessaire de le rappeler que l'agriculture intensive a des effets pervers dans la mesure où elle tend à uniformiser les cultures et donc à réduire la diversité. De plus, elle ne fonctionne

qu'à condition d'utiliser des pesticides qui sont certes efficaces mais dont les doses ou la virulence doivent être augmentées car les espèces nuisibles évoluent et s'adaptent. Or, ces pesticides qui tuent des insectes, des plantes, des champignons ne sont pas très sains non plus pour les consommateurs des plantes ainsi cultivées.

Il faudrait donner davantage d'attention aux alternatives à l'agriculture intensive et appliquer la philosophie que l'on peut tirer des leçons que nous donnent la biodiversité. La vie a réussi depuis si longtemps parce qu'elle est diversifiée. Si nous, humains, souhaitons un développement durable, nous devons nous appuyer sur la diversité des variétés agricoles et sur un bon équilibre entre les variétés agricoles et les variétés sauvages qui les entourent et rendent de nombreux services. Il faut, par exemple, s'appuyer sur les espèces sauvages qui servent de régulateurs naturels biologiques pour contrôler les ravageurs et qui évitent autant que possible l'utilisation de molécules chimiques dangereuses. ■

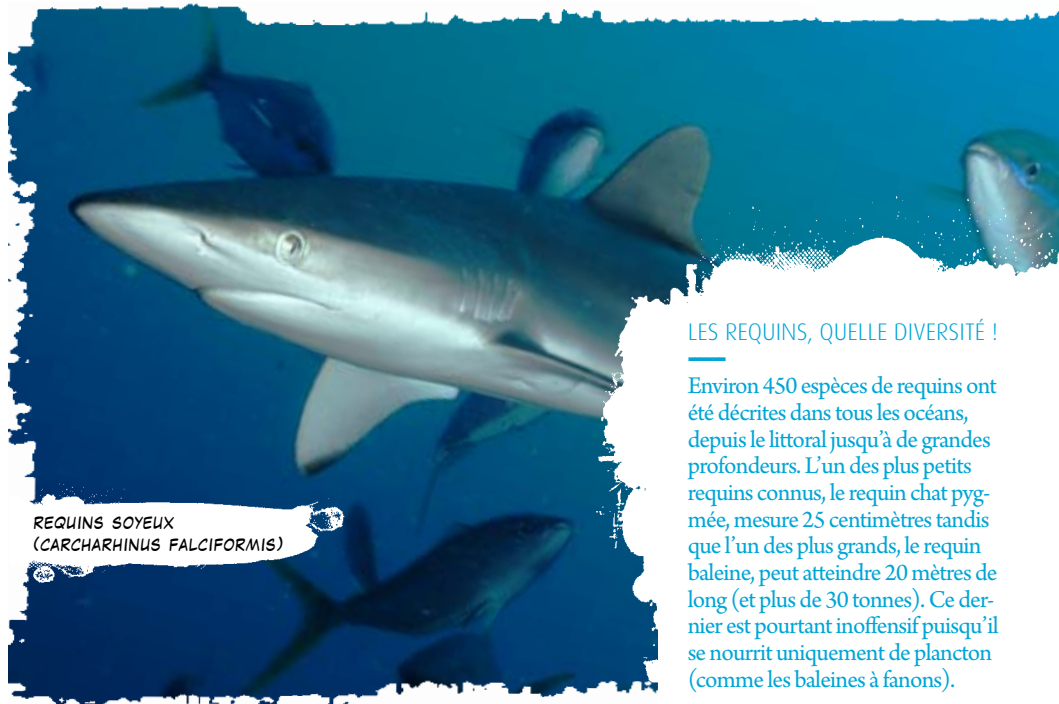


LES INTERACTIONS au cœur de la biodiversité

En quoi la prise en compte des liens entre les êtres vivants est-elle nécessaire pour étudier la biodiversité ?



Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) nourrissant son jeune sur le dos de l'autre parent



LES REQUINS, QUELLE DIVERSITÉ !

Environ 450 espèces de requins ont été décrites dans tous les océans, depuis le littoral jusqu'à de grandes profondeurs. L'un des plus petits requins connus, le requin chat pygmée, mesure 25 centimètres tandis que l'un des plus grands, le requin baleine, peut atteindre 20 mètres de long (et plus de 30 tonnes). Ce dernier est pourtant inoffensif puisqu'il se nourrit uniquement de plancton (comme les baleines à fanons).

REQUINS SOYEUX
(*CARCHARHINUS FALCIFORMIS*)

DES PRÉDATEURS très utiles

Les grands requins se sont beaucoup raréfiés, ce qui a entraîné la multiplication de certaines raies et de petits requins, d'où l'effondrement des proies de ces derniers.

Sur la côte est des États-Unis, onze espèces de requins ont vu leurs populations diminuer de 87% à 99%, à cause d'une pêche excessive durant les 35 dernières années. La raréfaction de ces grands prédateurs a favorisé leurs proies, notamment de petits requins et 12 espèces de raies,

dont certaines ont constitué des populations considérables. La mouline américaine, ou raie pastenague, a ainsi vu ses effectifs multipliés par 20 depuis 1970, jusqu'à atteindre 40 millions d'individus. Cette explosion démographique a provoqué l'effondrement des proies des raies, et en particulier des co-

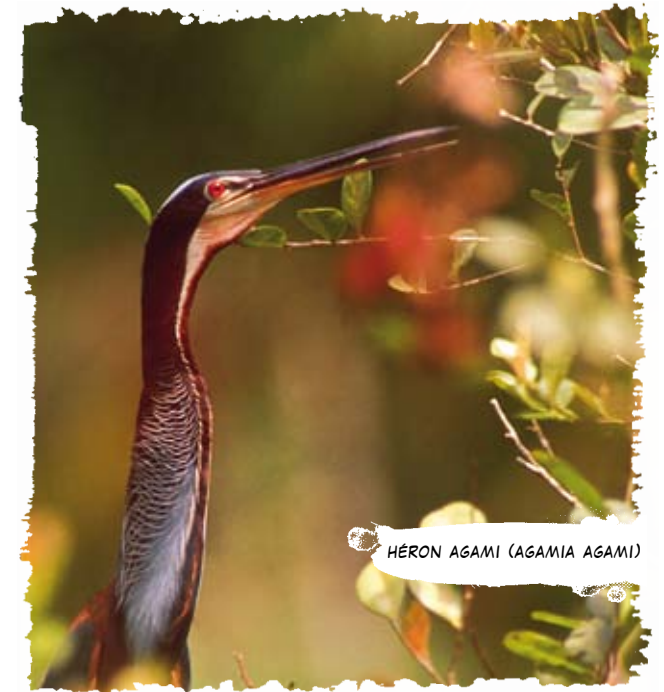
quilles Saint-Jacques et des pa-lourdes. Ainsi, en Virginie et au Maryland, la production annuelle de coquillages est passée de 840000 tonnes en 1970 à 300 tonnes en 2003 ! Ce problème est mondial ; presque toutes les espèces de grands requins (plus de 50 espèces) connaissent un déclin alarmant. ■

L'énigme du CAÏMAN NOIR



Les hérons agamis nichent au cœur du marais de Kaw, en Guyane, mais s'alimentent à l'extérieur. Grâce à ces déplacements, ils apportent, par leurs fientes, les matières nutritives nécessaires au fonctionnement de cet écosystème remarquable.

Le marais de Kaw, en Guyane, est la plus vaste zone humide française, étendue sur plus de 100000 hectares. En 2002, une équipe de l'IRD (Institut de recherche pour le développement), dirigée par Daniel Guiral, a installé une plateforme héliportée sur une trouée dans la végétation flottante qui recouvre l'ensemble du marais, permettant ainsi de découvrir ce milieu jusqu'alors inaccessible et donc inconnu. Comme ils s'y attendaient, les chercheurs ont trouvé, lors de leur première visite, en saison des pluies, un écosystème pauvre en matière nutritive à cause de son isolement (pas d'apport des crues ou de la mer). Ils furent donc très surpris de découvrir que cette mare abritait une centaine de caïmans noirs, parfois de grande taille. La faune piscicole s'avéra également riche et diversifiée, avec près d'une vingtaine d'espèces. D'où pouvait donc provenir cette profusion de vie dans un contexte de totale pauvreté nutritive ?



HÉRON AGAMI (*AGAMIA AGAMI*)

La réponse fut apportée au cours de nouveaux séjours sur la plateforme. On découvrit alors que les arbres bordant la mare constituaient une aire de reproduction pour plus de deux mille couples de hérons agamis, une espèce rarissime, dont la plus grande colonie mondiale connue jusqu'à

ce jour, au Costa Rica, ne comptait que 12 couples ! La présence de cette colonie de plus de 8000 oiseaux, adultes et poussins, favorise en outre l'arrivée et la nidification d'autres espèces rares : hérons cocoi et savacous, anhingas... À Kaw, les hérons agamis, nocturnes, s'alimentent bien ●●●

au-delà du marais où les poissons sont inaccessibles à cause de la végétation flottante. Ils apportent à la mare une quantité très importante de matière nutritive par leurs déjections. Cette importation explique, en fin de saison des pluies, une forte richesse nutritive qui sera ultérieurement mise à profit, en saison sèche et de fort éclaircissement, pour produire

des algues et du zooplancton. À la pauvreté de la saison des pluies succède alors une abondance de proies qui permet à cette mare de constituer une véritable frayère et éclosion pour tous les poissons du marais, en voie d'assèchement à cette saison.

Avec le retour de la saison des pluies, le niveau d'eau monte et

l'ensemble des poissons adultes et juvéniles quitte la mare, suivi par l'essentiel des caïmans, pour rejoindre le marais alors à nouveau en eau. Par un étonnant retour des choses, les nombreux caïmans qui s'alimentent essentiellement de poissons « remercient » les hérons de leur rôle de fertilisation en limitant la présence des prédateurs possibles

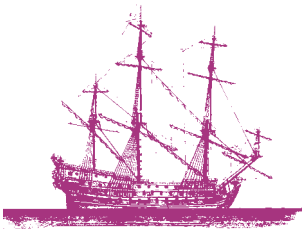
des oiseaux, comme les singes... Ce rôle de fertilisation par la faune se retrouve dans d'autres milieux, par exemple pour les eaux à proximité des îles qui hébergent des colonies de phoques ou de morses s'alimentant au large ou au fond des océans ou sur les étangs qui ont la chance d'accueillir une colonie de mouettes ou une héronnière. ■

UN SITE RECONNU PAR L'UNESCO

Les marais de Kaw sont inscrits en site Ramsar (convention portant sur la désignation de zones humides d'importance internationale) depuis 1992 ; une reconnaissance inter-

nationale qui complète les mesures de protection et de gestion existantes, en particulier la réserve naturelle des marais de Kaw-Roura (créée en 1998).

La puissance maritime DU CHAT



À partir des observations de Darwin sur les interactions entre espèces,

l'allemand Haeckel expliquait avec humour que les chats jouaient un rôle dans la puissance maritime de l'Angleterre. Quel était son raisonnement ?

Le Royaume a besoin de grandes quantités de viande de bœuf pour alimenter les marins au cours de leurs longs voyages ; les bœufs se nourrissent principalement de trèfle ; le trèfle ne peut être fécondé que par le bourdon ; les populations de bourdons sont contrôlées par celles de mulots qui consomment leurs nids ; s'il y avait moins de chats, il y aurait plus de mulots, donc moins de bourdons, moins de trèfle et donc moins de viande pour les marins ! Thomas Huxley prolongea le raisonnement en considérant que les vieilles filles



anglaises, du fait de leur passion pour les chats, ont contribué à la puissance de la marine de leur pays ! Et enfin, certains bouclèrent la boucle : ils remarquèrent que le développement de la marine anglaise, en obligeant de très nombreux hommes à quitter leur pays, expliqua le grand nombre de vieilles filles amoureuses de leur chat ! Comme cette histoire fonctionne en boucle, elle peut être racontée en commençant en n'importe quel point... ■

LOUTRE DE MER
(ENHYDRA LUTRIS)

QUI MANGE QUI sur les côtes de l'Alaska ?

L'appellation de réseaux trophiques a remplacé celle de chaîne alimentaire dans le langage des écologues. Ces réseaux relient les prédateurs et leurs proies ; ils peuvent être complètement déséquilibrés par l'action de l'homme sur un seul de ses maillons. L'histoire de la loutre de mer illustre un tel mécanisme.

Les êtres vivants qui partagent un espace ne sont pas indépendants les uns vis-à-vis des autres ; au contraire, ils forment entre eux de véritables réseaux. À chaque nœud, une population, animale, végétale ou microbienne ; chaque maille entre deux nœuds est une interaction entre mangeur et mangé, c'est-à-dire un flux de matières organiques allant du mangé au mangeur, d'où l'expression de réseaux alimentaires.

Intéressons-nous, par exemple, à la loutre de mer qui, le long des côtes de l'Alaska, menait la vie heureuse d'une espèce protégée.

Il y a quelques années, sa population s'effondre. Les chercheurs ont fini par repérer un premier coupable, l'orque, qui a récemment accentué sa prédation sur les loutres. Mais il y a un second coupable, l'homme, qui en raréfiant les poissons par la surpêche a obligé les orques à rechercher de nouvelles proies. Touchez à une maille de ces réseaux et ils se délitent de partout ! Ainsi, presque débarrassés de ces loutres qui, autrefois, les mangeaient assidûment, les oursins se mirent à pululer... Au grand dam des algues géantes qui forment dans cette région de véritables forêts sous-

C'EST QUOI UNE POPULATION ?

En biologie, une population désigne l'ensemble des individus d'une même espèce qui vivent, à un moment donné, sur un même territoire.

marines appréciées par de nombreuses espèces de poissons, de mollusques et de crustacés, les utilisant qui comme abri, qui comme source de nourriture.

Voilà ce que nous racontent les réseaux alimentaires qui intéressent tant les écologues. Orques, loutres, phoques, oursins, algues et tous ceux qui en vivent, êtres libres ou parasites, forment un réseau trophique. Avec leur environnement physique, ici la mer, la côte, les fonds marins et toutes les particules qui y circulent, les réseaux trophiques participent au fonctionnement des écosystèmes. ■

Sauterelle ponctuée (*Leptophyes punctatissima*)
sur de la bruyère cendrée (*Erica cinerea*)

L'ÉVOLUTION de la biodiversité

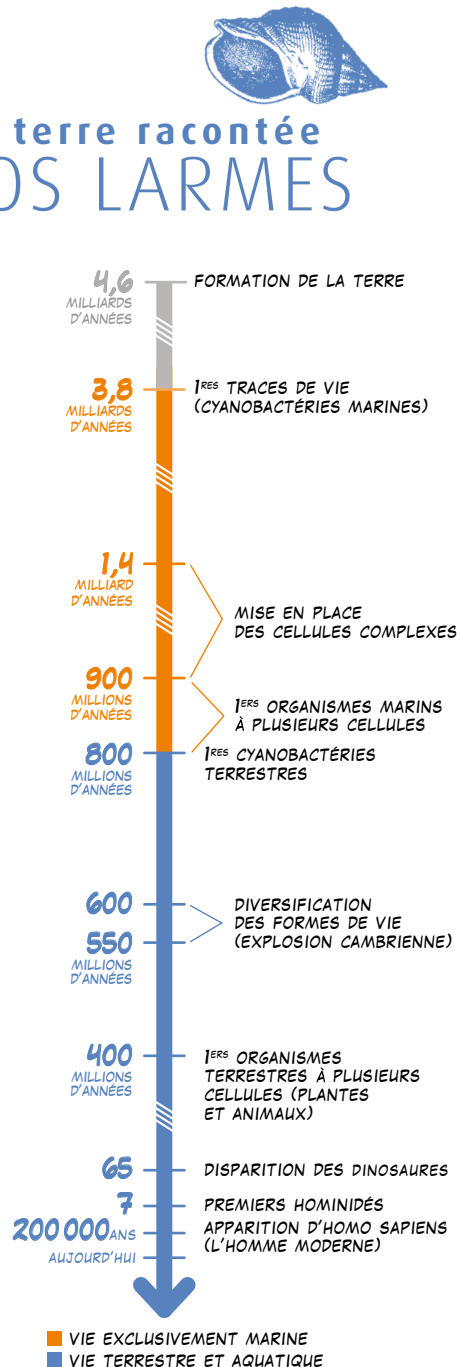
Comment l'évolution des espèces permet-elle de comprendre la biodiversité actuelle ?

La longue histoire de la terre racontée PAR NOS LARMES

Les océans ont permis l'apparition de la vie sur Terre, il y a près de quatre milliards d'années, et les principales étapes de l'évolution du monde vivant. Les animaux et végétaux ne sont sortis de l'eau qu'il y a 400 millions d'années.



La vie s'est développée rapidement sur la Terre. Formée il y a 4,6 milliards d'années, notre planète s'est refroidie, puis a vu se constituer des océans. Dès lors, le hasard aidant, la vie a pu apparaître il y a près de quatre milliards d'années. La vie est restée exclusivement océanique durant au moins trois milliards d'années avant que les premières cyanobactéries ne parviennent à sortir de l'eau de mer, vers 800 millions d'années (MA). Ces bactéries n'en étaient pas à leur premier exploit, puisqu'elles avaient déjà été les premières à se développer dans l'océan primitif. De leur côté, les végétaux et animaux ne sortirent de l'eau qu'il y a 400 millions d'années. Dans l'océan ancestral, s'est constituée la structure du vivant à l'échelle planétaire : mise en place des cellules complexes entre 1400 et 900 MA, apparition des organismes pluricellulaires entre 900 et 800 MA... Le sel de nos larmes est l'un des témoins de cette longue histoire marine qui est aussi la nôtre. ■



À CHAQUE THYM son parfum

La composition chimique des plantes peut varier selon les spécimens, pour des raisons génétiques. Cela peut avoir des conséquences économiques, par exemple en ce qui concerne la valorisation des huiles essentielles de thym.

Crainte d'un début d'angine... deux gouttes d'huile essentielle de thym sur un sucre. Ce geste simple cache une histoire complexe et largement méconnue. Les huiles essentielles de plantes sont souvent composées majoritairement d'une unique molécule, accompagnée de dizaines d'autres en très faible concentration.

Les molécules majoritaires diffèrent généralement selon les espèces de plantes. Plus curieusement, l'huile essentielle d'une même espèce peut être compo-

sée de molécules différentes selon les spécimens ; cette variabilité a une origine génétique. Ainsi, chez le thym commun, on note de fortes variations de l'abondance de ces molécules selon les régions et les habitats qu'exploite cette espèce. On peut les expliquer par la diversité des climats et des sols ; les spécimens dont l'huile essentielle est composée d'une certaine molécule sont plus sensibles que d'autres aux gels hivernaux, d'où leur moindre fréquence dans des zones à hiver rigoureux (en montagne, dans des cuvettes).

Par ailleurs, des recherches récentes sur cette espèce, qui est souvent très abondante dans les garrigues du Midi, ont montré que la variabilité chimique des individus peut avoir des conséquences sur les relations de cette espèce avec d'autres et même induire des réponses adaptatives chez d'autres espèces de végétaux, suite à la libération des molécules dans le sol.

La compréhension de ces mécanismes représente des enjeux importants sur le plan économique, car elle concerne des végétaux largement valorisés pour la parfumerie, l'aromathérapie ou la cuisine. Jusqu'à présent, seule une petite partie de la variabilité chimique des thyms a été valorisée, alors que la nature offre une très grande diversité d'odeurs et de goûts. Cela supposera d'apprendre à cultiver des variétés qui poussent aujourd'hui naturellement en dehors des zones de production de thym, situées en plaine et en montagne sèche. ■



DES MILLIONS D'ANNÉES de chantier



Les coraux ont non seulement colonisé certains espaces marins, mais ils ont véritablement construit les écosystèmes gigantesques que constituent les récifs. Des dizaines de milliers d'espèces sont totalement dépendantes de cet habitat.

Planète bleue : telle est la Terre vue de l'espace, avec 71% de sa surface couverte par de l'eau salée. Dans cette immensité, les récifs coralliens n'occupent qu'une toute petite surface, à peine 0,16 % de la surface totale des océans ; pourtant, ils abritent au moins 30 % de toute la faune marine connue à ce jour. Certains chercheurs avancent le chiffre de 93 000 espèces dans les récifs, sur un total de 274 000 espèces marines connues. Ces espèces appartiennent à 32 des 34 embranchements animaux existant ; en comparaison, la forêt tropicale humide héberge neuf embranchements animaux !

Pourquoi une aussi grande diversité dans un aussi petit espace, d'autant que la caractéristique des eaux tropicales est l'absence de matière organique dissoute ? Ce paradoxe s'explique par l'association d'un animal, le corail (un cnidaire), et d'une micro-algue, la zooxanthelle, que le corail héberge dans ses tissus, à l'intérieur même de ses cellules. La zooxanthelle,

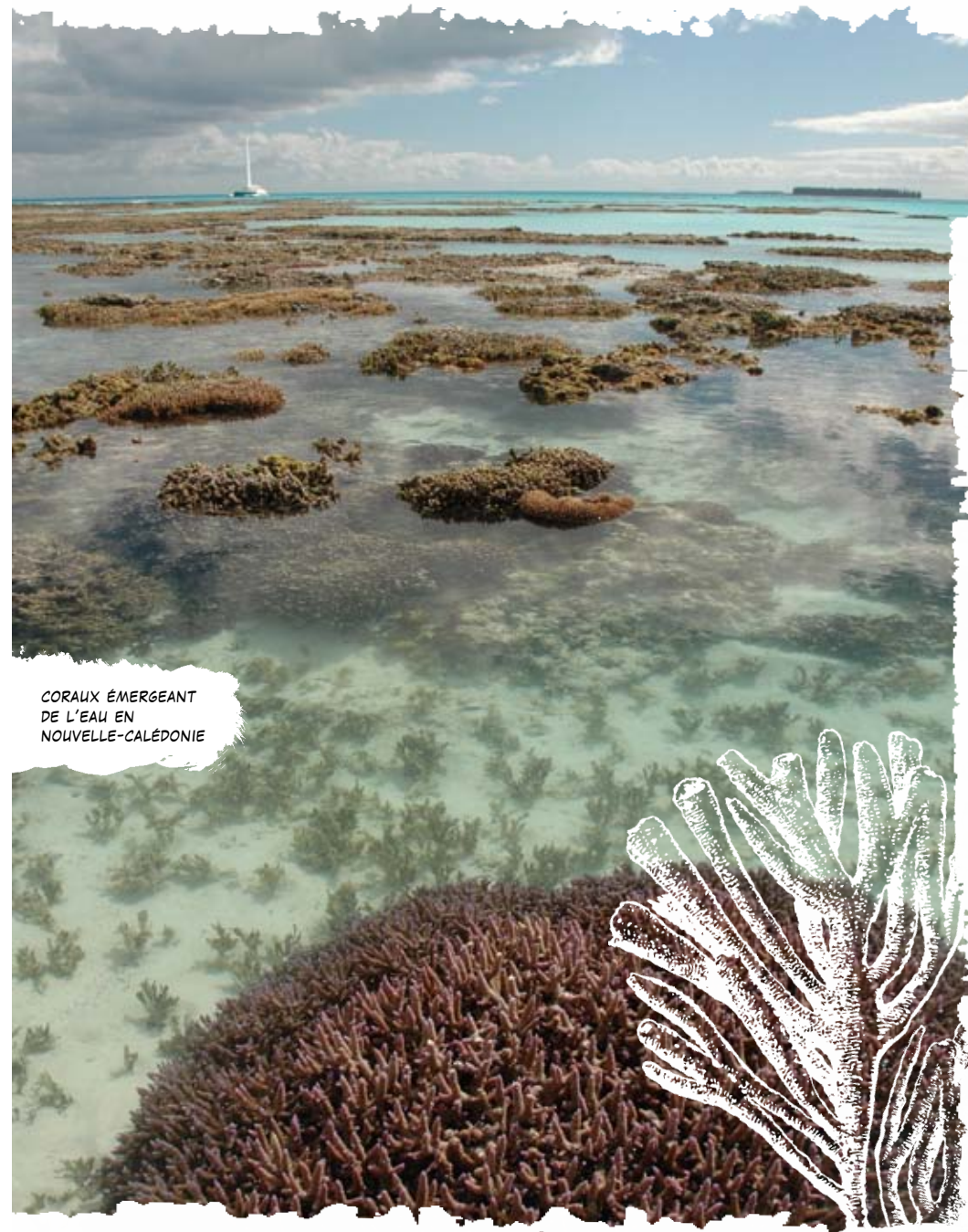
comme toute algue, produit, par la photosynthèse, des sucres qui nourrissent son hôte corail. En échange, celui-ci fournit à l'algue tout ce qui lui faut pour prospérer, en particulier des composés azotés. Ainsi, les deux partenaires ont-ils mis en place un développement durable parfait, en recyclant au sein de leur association l'ensemble de leurs produits organiques ; on appelle cette relation une symbiose, c'est-à-dire une association à bénéfices réciproques.

À une échelle supérieure, d'autres associations vont se mettre en place, et les produits organiques secrétés par le corail au sein du récif vont servir à nourrir d'autres organismes, y compris les poissons, l'ensemble de ce petit monde vivant en vase clos par rapport au reste de l'océan. Cet écosystème est protégé par une véritable forteresse : le récif corallien. Constitué à partir du squelette du corail, accumulé couche après couche sur des millions d'années, les récifs sont formés de carbonate de calcium (calcaire) et peuvent

atteindre des épaisseurs de près de 1300 m et des longueurs de 2000 km.

Si la biodiversité est évidente à l'échelle de l'écosystème corallien, elle est aussi importante à l'échelle du corail lui-même, par la multiplicité des adaptations mises en place par cette association symbiotique. Peut-on imaginer un animal absorbant et concentrant le gaz carbonique au lieu de le rejeter ? Peut-on imaginer un animal absorbant les déchets azotés que l'on rejette normalement ? Peut-on imaginer un animal tolérant une atmosphère contenant de l'oxygène pur ?

Cette diversité biologique est indispensable aux hommes. En effet, les récifs coralliens constituent une source de revenus pour de nombreux pays (tourisme, pêche), une protection physique des côtes contre l'érosion, mais également une source encore largement inexploree de molécules d'intérêt pharmacologique et de modèles biologiques. ■



CORAIL ÉMERGEANT DE L'EAU EN NOUVELLE-CALÉDONIE

Prise de bec aux GALÁPAGOS



UN PINSON DE DARWIN, DIT
GÉOSPIZE À BEC CONIQUE
(GEOSPIZA CONIROSTRIS)
SUR L'ÎLE D'ESPAGNOLA

À partir d'une espèce venue du continent voisin, les pinsons se sont fortement diversifiés sur les Galápagos, par une évolution liée au caractère de chaque île. La reconstitution de cette histoire par Charles Darwin a largement contribué à faire comprendre le phénomène de l'évolution des espèces.

En 1835, le bateau anglais nommé *Beagle* (fouineur), fait escale aux îles Galápagos, archipel de l'Océan Pacifique au large de l'Équateur. Il a à son bord un jeune naturaliste britannique qui étonnera le monde, Charles Darwin. Celui-ci recueille aux Galápagos de nombreux spécimens de passereaux. Il les confie à son retour à l'ornithologue John Gould, qui y reconnaît treize espèces de pinsons. Celles-ci sont

distinguées essentiellement par la forme de leur bec et leur régime alimentaire.

Darwin fut profondément intrigué par ce jeu complexe de ressemblances et de différences entre espèces peuplant des îles séparées par quelques kilomètres seulement et offrant des conditions écologiques à peu près identiques. Pourquoi de telles dissemblances ? Cette réflexion

lui permit de reconstituer généralement le scénario de l'évolution : colonisation de l'archipel par quelques individus provenant du continent, puis diversification sur chaque île. C'est ce que l'on appellera plus tard la radiation adaptative.

L'espèce ancêtre a évolué pour donner 13 espèces étroitement apparentées mais très diverses dans leur écologie alimentaire

et leur physiologie. Certaines vivent au sol, où elles se nourrissent de graines ; leur bec est proche de celui de notre pinson des arbres, épais et propre à saisir et écraser des graines. D'autres espèces sont arboricoles et se nourrissent d'insectes ; elles sont pourvues de becs beaucoup plus fins, comme celui des fauvettes

insectivores qui fréquentent nos jardins. D'autres encore s'apparentent à des pics, par leur forme et leur comportement.

Les connaissances se sont améliorées depuis Darwin et l'on sait désormais que la compétition entre individus pour les ressources alimentaires et l'oc-

cupation de l'habitat constitue la pression sélective majeure qui a abouti à l'évolution de l'espèce ancêtre. La diversification et la coexistence des 13 espèces sont le résultat d'un ajustement progressif de leurs niches écologiques, réglé par la sélection naturelle. ■

LE BONHEUR n'a pas toujours été dans le pré

Les prairies sont apparues sur Terre depuis seulement deux millions d'années, à la faveur de changements environnementaux : évolution climatique, multiplication des incendies, des grands herbivores et des hommes.

Les milieux naturels que nous connaissons aujourd'hui ont une histoire. Prenons le cas de la prairie. Chacun sait, depuis *Jurassic Park*, que l'herbe n'existait pas du temps des dinosaures ; les graminées sont apparues il y a 30 millions d'années. Savanes et zones herbeuses ont commencé à se répandre sous les tropiques, il y a 10 à 12 millions d'années, avant de recouvrir de larges surfaces voilà 5 millions d'années. Les prairies proprement dites ne sont apparues qu'il y a 2 millions d'années, à l'époque d'*Homo erectus*.

Pourquoi les prairies se sont-elles formées à l'époque ? Le développement de climats plus secs et plus froids peut avoir joué un rôle mais il semble que la végétation s'est surtout transformée du fait du développement des perturbations : multiplication des incendies favorisée par des plantes facilement inflammables (hautes graminées tropicales ou arbustes à feuilles étroites), développement des populations de grands mammifères herbivores puis des humains, avec leur feu, leurs haches et leurs troupeaux. ■

PRAIRIE

Une prairie est une formation végétale dominée par des plantes herbacées, notamment des graminées. En zone tempérée, les prairies sauvages peuvent être constituées de centaines d'espèces végétales. Les prairies cultivées ou destinées à l'élevage sont généralement moins riches en espèces. On y rencontre, par exemple, le trèfle, le lotier, le sainfoin, le pâturin, le ray-grass...



Cueillette de légumes dans un jardin partagé en agriculture biologique.



CULTIVER la biodiversité

Quels liens unissent agriculture et biodiversité ?

BÉTAIL FRANÇAIS : vaches orientales et porcs gaulois



La plupart de nos animaux domestiques proviennent du grand foyer de domestication proche-oriental du Néolithique. Vaches, moutons, chèvres, mais aussi chevaux, chats et chiens résultent de cette histoire. Seuls nos porcs sont principalement issus de la domestication des sangliers européens.

Les archéologues ont montré que moutons, chèvres, bœufs et porcs ont été domestiqués au Proche-Orient et au Moyen-Orient, il y a 10 000 à 11 000 ans (un autre foyer de domestication existe dans l'Himalaya). Le bétail français est-il issu de ce cheptel ? La génétique permet aujourd'hui de répondre à cette question, avec quelques surprises.

Les chèvres et les moutons, absents des parois de Lascaux, de Niaux ou de Chauvet, ne faisaient pas partie de la faune européenne. Ils ont été amenés du Proche-Orient par les éleveurs, dès le Néolithique. Les choses étaient beaucoup moins claires pour le bœuf et le porc, qui possèdent tous deux des ancêtres sauvages potentiels en Europe, l'aurochs et le sanglier. Des chercheurs ont montré que les vaches ont été massivement importées du Proche-Orient. Très peu de lignées, voire aucune, sont issues de la domestication locale d'au-



RACE CHAROLAISE

LE SAVIEZ-VOUS?

Une lignée désigne un ensemble d'individus descendant les uns des autres.

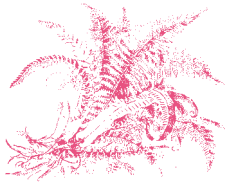
rochs européens. L'extinction des derniers aurochs européens, au XVII^e siècle, a donc entraîné la perte de leur diversité génétique, tandis que les gènes des aurochs du Proche-Orient sont encore bien vivants dans nos vaches normandes !

L'histoire du porc a commencé de la même façon, avec transfert du Moyen-Orient vers l'Europe ; en revanche, à partir du V^e mil-

lénaire avant notre ère, les paysans d'Europe centrale et d'Italie ont domestiqué des sangliers locaux. Ces lignées indigènes ont rapidement supplanté les lignées moyen-orientales initialement introduites, au point que les cochons européens actuels sont majoritairement issus de sangliers européens. ■



Histoire d'une POIGNÉE DE TERRE



La terre des sols de nos cultures ou de nos forêts résulte de milliers d'années d'évolution. Elle se constitue à partir de la roche, par l'action du climat et surtout d'organismes vivants microscopiques (bactéries...) ou visibles (lombrics...). Il s'agit d'un véritable patrimoine qu'il convient de préserver pour les générations futures.



CHAMPIGNONS SUR
UN SOL FORESTIER

Un peu de terre, quoi de plus banal, mais quoi de plus utile ? Un sol est un concentré de biodiversité ; on estime qu'un seul gramme de terre abrite un milliard d'organismes unicellulaires (bactéries principalement) et plusieurs millions d'organismes pluricellulaires, représentant au total plusieurs milliers d'espèces ! Toute l'agriculture dépend étroitement de la fertilité de ce support. Mais d'où nous vient ce sol généreux ?

Au commencement est la matière minérale, roche ou sédiments ; ce substrat, lorsqu'il est découvert, par exemple par l'érosion, est nu, dur, incultivable... mais dégradable ! Ses premières transformations résultent de l'action du climat : le gel, la chaleur, l'eau et l'oxygène interagissent avec certains éléments de la roche pour la transformer et la dégrader, donnant naissance entre autres aux argiles. Les végétaux

exercent une action physique et chimique sur la roche, par les racines qui se glissent dans le moindre interstice et par leurs sécrétions qui dégradent les minéraux. Lentement, la roche se disloque et se transforme. Les produits de dégradation minérale se mêlent aux produits de dégradation végétale pour former un sol, mélange de minéraux et de matière organique.

Ce sol ne cesse ensuite d'évoluer sous l'influence des végétaux de plus en plus grands qu'il peut porter. L'évolution des sols dépend du climat local, de la nature du substrat et des végétaux qu'ils portent. Rien de commun entre les sols d'une forêt d'épicéas sur un granite et d'une forêt de hêtres sur un sédiment calcaire. Les micro-organismes, les champignons et les animaux jouent dans les sols un rôle considérable de transformations physicochimiques. Les animaux assurent le broyage initial de la nécromasse (l'ensemble des fragments d'or-

ganismes morts qui tombent à la surface du sol comme des branches ou des feuilles mortes). Les vers de terre assurent à leur tour le transport de débris dans les couches les plus profondes du sol ; ils garantissent aussi la circulation de l'oxygène qui permettra une intense vie microbienne jusque dans ses horizons profonds.

La fertilité du sol résulte de l'accumulation durable de matière

organique sous la forme de molécules complexes qui constituent l'humus. Il a fallu des milliers d'années pour élaborer ce milieu dont le rôle est exceptionnel : c'est un réservoir de nutriments pour les plantes et sa structure et son fonctionnement assurent une extraordinaire stabilité aux écosystèmes forestiers. Mis à nu par l'homme pour exploiter sa fertilité, le sol devient fragile, exposé à l'érosion de l'eau et du vent.

Sa fertilité ne peut alors se maintenir qu'au prix de soins particuliers comme l'amendement et la fumure organique ou minérale. Le sol est un héritage, un patrimoine commun, que l'homme peut faire fructifier ou dilapider très rapidement. ■

Quand le croissant était FERTILE

Une grande partie des végétaux utilisés pour notre alimentation provient du Moyen-Orient où ils ont été domestiqués il y a 9 000 à 10 000 ans.

Le bassin Méditerranéen, notamment sa partie orientale et plus particulièrement le Croissant fertile – c'est-à-dire l'ancienne Mésopotamie, située entre le Tigre et l'Euphrate – fut le plus important centre d'origine des plantes utilisées pour l'alimentation humaine. Dès 1925, le biologiste russe N.I. Vavilov fit une étude célèbre sur l'origine et la géographie des plantes cultivées. Il fut frappé par les centaines de variétés de blé qui couvraient des

milliers d'hectares. On estime, d'après ses données et les inventaires réalisés depuis, que près de 500 espèces et variétés de fruits, légumes divers, condiments et arbres fruitiers ont été domestiquées et sélectionnées dans cette région du monde, qui correspond aux actuels Irak, Iran et Arménie.

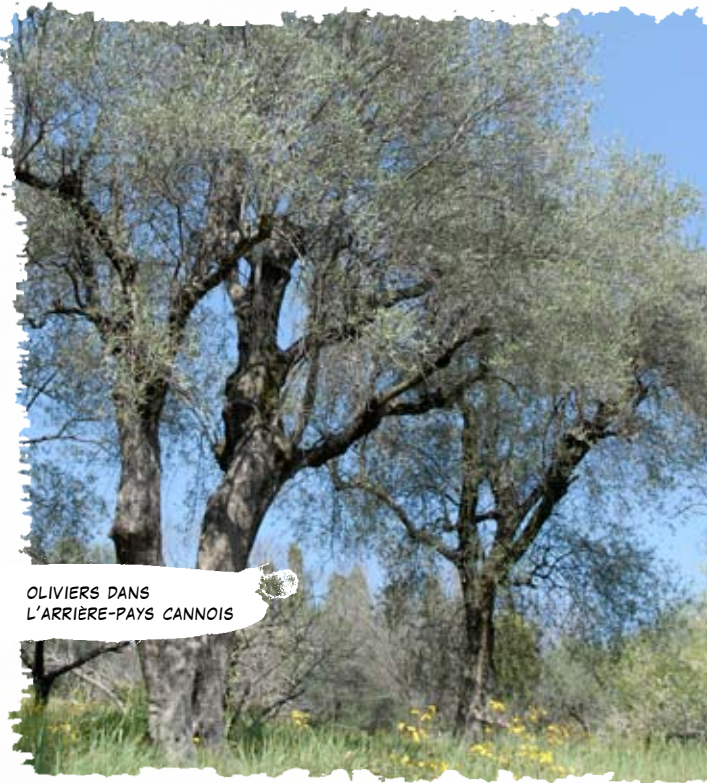
Le processus de domestication des plantes et des animaux débuta il y a 9 000 à 10 000 ans dans cette région ; il a été le dé-



clencheur de la révolution néolithique qui permit, grâce à la possibilité de faire des réserves et des échanges, la sédentarisation puis l'urbanisation. Les premières sociétés agraires se sont développées en Arménie autour de villages permanents aux IV^e et III^e millénaires avant notre ère ; elles furent à l'origine d'un très fort accroissement démo- ●●●

graphique. C'est à partir de ces régions que l'expansion des plantes et des animaux domestiqués s'est faite en direction de l'Europe.

La sélection par les sociétés humaines de variétés adaptées à l'extraordinaire diversité des conditions écologiques locales s'est traduite par un enrichissement considérable de la biodiversité. On estime par exemple qu'il existe dans le bassin Méditerranéen quelques 800 variétés d'olivier. ■



OLIVIERS DANS
L'ARRIÈRE-PAYS CANNOIS



Voyez LA VIE EN BLEU

Les fromages sont le résultat du travail des hommes et de la nature : bétail, flore des pâturages, micro-organismes des fermentations et des moisissures. Leurs spécificités et leur qualité proviennent de la biodiversité, mais aussi de la diversité des savoirs et des pratiques des hommes qui les produisent.

Les fromages de tradition, éléments forts de la culture française, ont une histoire où se mêlent la vie des hommes qui les élaborent, les

paysages façonnés par leur activité et des organismes vivants aux qualités remarquables. L'histoire du fromage, comme celle de la plupart des aliments et des

boissons, résulte de l'inventivité des hommes. Dans ce cas, il a fallu passer, grâce à l'animal, de l'herbe et des fleurs fugaces au lait, puis au fromage. L'existence

avérée d'une relation entre la diversité floristique des pâturages et la richesse aromatique de certains fromages confirme que la diversité des prairies pourrait être l'une des questions clés de la problématique des terroirs en matière de fromages alpins.

Cela dit, le terroir ne se réduit pas à un ensemble complexe de relations biologiques ou chimiques entre l'animal, son milieu et un produit. L'identité d'un fromage repose aussi sur des processus sociaux : des manières de produire, des savoirs et des pratiques. Prenons l'exemple des bleus : qu'il s'agisse du bleu d'Auvergne ou de la fourme d'Ambert, ces fromages ont, à l'origine, été produits dans des fermes ne disposant que d'un petit troupeau. Leur originalité repose sur la mise en œuvre d'un agent très puissant d'aromatisation et d'affinage : la moisissure bleue, *Penicillium roqueforti*. Diverses souches de cette moisissure sont présentes dans les caves humides des aires de production, éléments constitutifs du terroir de première importance : sans les grottes naturellement réfrigérées de Banière, le bleu d'Auvergne n'aurait pas pu voir le jour ; sans les cavités karstiques des plateaux calcaires et les échanges thermiques qui régulent leur température, le

bleu des Causses n'aurait pas été produit.

D'une manière plus générale, dans les phases de fabrication et d'affinage, la production des AOC du Massif central met en œuvre des flores microbiennes très variées apportées par l'ensemencement naturel du lait et de la surface des fromages. Le capital biologique qu'elles constituent fait partie intégrante du terroir. Terroirs, paysages, diversité floris-

tique des prairies et diversité des microflores, races laitières fruits d'un long processus de domestication et de sélection, pratiques et savoirs locaux... Que de chemin parcouru depuis l'approvisionnement de l'aurochs, il y a quelque dix mille ans, entre le Tigre et l'Euphrate ! Et quel bel exemple de liens étroits entre hommes, plantes et animaux, entre nature et culture, sous le signe de la coopération. ■



AFFINAGE DE ROQUEFORT
DANS UNE CAVE

RANDONNÉE EN FORÊT
DE FONTAINEBLEAU

À DÉCOUVRIR

D'autres brochures de la collection biodiversité



La biodiversité se raconte,
24 pages



La biodiversité s'explique,
28 pages



Rencontre avec les
pollinisateurs, 32 pages

→ PDF accessibles dans la salle de lecture sur le site du ministère du Développement durable
www.developpement-durable.gouv.fr

LE MINISTÈRE EN QUELQUES CLICS

 Rejoignez la communauté ministère du Développement durable sur **Facebook !**
www.facebook.com/ministeredudeveloppementdurable

 Suivez le ministère sur **Twitter !**
Twitter : @Ministere_DD

 Retrouvez toutes les vidéos du ministère sur **Dailymotion**
www.dailymotion.com/developpement-durable

 Toute l'actualité du Grenelle en ligne
tous les 15 jours !
www.planete-grenelle.developpement-durable.gouv.fr

 Site du ministère
www.developpement-durable.gouv.fr

Ressources, territoires, habitats et logement

Énergies et climat Développement durable

Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

**Ministère de l'Écologie, du Développement durable,
des Transports et du Logement**

Secrétariat Général

Tour Pascal A

92055 La Défense Cedex

Tél. 33 (0)1 40 81 21 22