



Les cahiers de
la biodiversité

PACES (UE 7, UE spécifique Pharmacie)

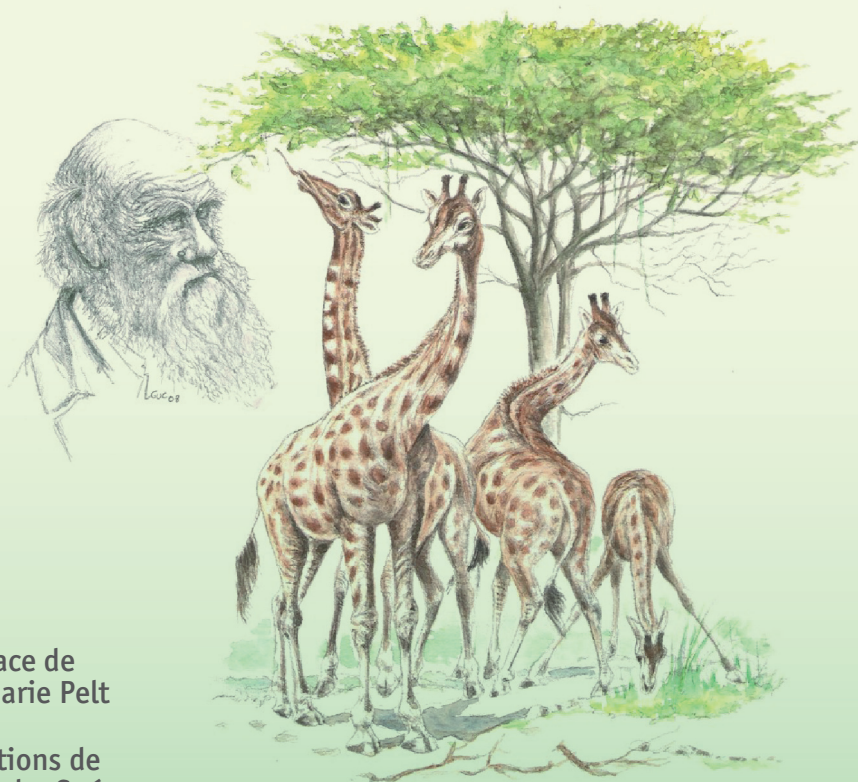
Pharmacie

Biologie

Capes-Agrégation

Biodiversité et évolution du monde vivant

David Garon, Jean-Christophe Guéguen, Jean-Philippe Rioult



Préface de
Jean-Marie Pelt

Illustrations de
Jean-Christophe Guéguen

edp sciences

**Les cahiers
de la biodiversité**

Biodiversité et évolution du monde vivant

David Garon
Jean-Christophe Guéguen
Jean-Philippe Riolt



Préface de Jean-Marie Pelt

Illustrations : Jean-Christophe Guéguen

edp sciences

Cet ouvrage s'adresse aux étudiants en première année commune des études de santé (PACES) ; aux étudiants suivant un cursus pharmaceutique, scientifique ou médical ; aux élèves-ingénieurs ; aux candidats au CAPES, à l'agrégation et aux enseignants en SVT.

Il est destiné aussi à un plus large public, curieux du monde vivant qui nous entoure...

Illustration de couverture : Les girafes et la sélection naturelle, dessin de J.-C. Guéguen.

Imprimé en France

ISBN : 978-2-7598-0838-0

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2013

Les auteurs

David Garon est docteur en pharmacie, docteur de l'Université Joseph Fourier – Grenoble, maître de conférences habilité à diriger des recherches à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques de l'Université de Caen Basse-Normandie. Il enseigne la biodiversité, les sciences végétales et fongiques. Ses travaux de recherche en santé-environnement ont d'abord porté sur la biodépollution de sols contaminés puis il s'est orienté vers l'étude de l'écologie, la diversité et la toxicité des moisissures issues de matrices végétales et de bioaérosols.

Jean-Christophe Guéguen est docteur en pharmacie, pharmacien industriel, diplômé de la Faculté de Pharmacie Paris V René Descartes. Il a travaillé sur la recherche de substances naturelles (microbiennes, végétales et animales) d'intérêt pharmacologique. Il est conférencier dans plusieurs universités où il enseigne la chimie des substances naturelles et la biodiversité. Il est auteur, co-auteur et illustrateur de plusieurs ouvrages sur la botanique, les plantes médicinales et les plantes à parfum.

Jean-Philippe Rioult est docteur en pharmacie, docteur de l'Université de Caen Basse-Normandie, maître de conférences à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques de l'Université de Caen Basse-Normandie. Il enseigne la biodiversité, les sciences végétales et fongiques. Après des travaux de recherche en chimie thérapeutique et en mycologie, il s'est orienté vers l'étude de la mycodiversité et des champignons destructeurs des bois ouvrés.



À gauche : Jean-Christophe Guéguen.
Au centre : David Garon. À droite : Jean-Philippe Rioult.

Vj ku' r ci g' l p v g p v k q p c m f ' i g h v' d r e p m

Sommaire

Préface	VII
Avant-propos	IX
Introduction générale	1
Le monde vivant	9
Généralités	10
Les origines du monde vivant	19
La vie : la quête d'un répliqueur universel	19
La vie : plusieurs scénarios	21
La vie : une succession de victoires	26
Répartition du vivant	34
La difficile notion d'espèce	40
Diversité des modes de vie	45
En résumé	50
Document annexe	51
Évaluation des connaissances	52
Éléments de bibliographie	54
Biodiversité	57
Définition et aspects multiformes	58
Les enjeux de la biodiversité	60
Des enjeux sociétaux	60
Des enjeux économiques aux questions philosophiques	65
L'écologie : science des écosystèmes	67
Naissance et rayonnement d'une discipline	67
L'écosystème : un système dynamique	69

Perturbations des écosystèmes	73
Définition.....	73
Les extinctions de masse dans l'histoire de notre planète.....	74
Les changements globaux.....	80
Conclusion.....	84
En résumé.....	84
Document annexe.....	86
Évaluation des connaissances	86
Éléments de bibliographie.....	89
Classer le vivant : la longue route vers l'évolution.....	91
Introduction.....	92
Premières ébauches de classification.....	92
La Préhistoire	92
L'Antiquité	95
Le Moyen Âge	98
La Renaissance	99
Vers les classifications modernes	102
Premières approches scientifiques	102
Les naturalistes sur le terrain.....	103
Et l'invisible devient visible	107
L'évolution entre en scène.....	117
Darwin : évolution ou révolution ?	125
Haeckel et l'arbre du vivant	136
En résumé.....	143
Document annexe	144
Évaluation des connaissances	146
Éléments de bibliographie.....	148
Classer le vivant après Darwin	151
Les héritiers de Darwin	152
Gradualisme et équilibres ponctués.....	152
Co-évolution.....	162
L'exaptation	166
Contingence et décimation	168
La contestation de l'évolution : 150 ans de controverses.....	173
Classification phylogénétique.....	177
Introduction.....	177

Retracer l'histoire du monde vivant grâce aux caractères	178
Méthodes de classification	179
Des fossiles bien vivants	182
L'arbre phylogénétique du vivant	185
La place de l'homme	188
En résumé	195
Document annexe	196
Évaluation des connaissances	197
Éléments de bibliographie	199
Index	201

Les auteurs remercient Madame Natacha Heutte et Monsieur Cyrille Guéguen pour leur aide à la réalisation des graphiques, ainsi que Madame Bénédicte Hoppenot pour son aide lors de la relecture du manuscrit.

Préface

Les ouvrages consacrés à la biologie, notamment à l'évolution et à la biodiversité, sont nombreux et se suivent à un rythme étonnant, souvent en langue anglaise. Pourtant celui-ci se détache du lot. N'ayons pas peur des mots : il est exceptionnel ; exceptionnel par le degré d'érudition de ses auteurs, par la qualité des textes et des illustrations, par la précision et l'actualité des informations qu'il nous livre.

En termes simples, les auteurs savent nous rendre compréhensibles des notions difficiles comme celles concernant les nouveaux modes de classification des êtres vivants par exemple. C'est à travers la diversité des angles d'approche que ce challenge s'avère un plein succès. Il s'agit tantôt de rétrospectives historiques comme celle consacrée aux origines de la vie, tantôt de textes courts de lecture facile dans la mesure où ils se focalisent sur un point précis comme l'histoire de « l'amadou et de la maîtrise du feu » ou encore celle du « rat, de la puce, de la peste, de l'homme... et du bubon ». Le texte est émaillé de citations d'auteurs connus, judicieusement choisies pour éclaircir les notions auxquelles elles se réfèrent et de définitions remarquablement bien mises en page par des encarts appropriés. Les illustrations enfin sont de la plus grande qualité souvent pleines d'humour et allègent la lecture.

Ce livre sera un guide précieux entre les mains des étudiants, de la licence jusqu'à la thèse, mais aussi pour des personnes concernées ou intéressées par ces notions modernes : l'évolution et la biodiversité. Est-il encore besoin de consulter d'autres ouvrages ou de naviguer sur internet puisque l'essentiel est dit ici et je n'imagine pas qu'on eût pu mieux faire.

Je ne doute pas un seul instant que le lecteur ne partage mes sentiments car ce livre m'apparaît comme une référence incontournable, une sorte de livre culte qu'on tient à portée de sa main. Je forme donc le vœu qu'il connaisse le plein succès qu'il mérite.

Jean-Marie PELT
Président de l'Institut Européen d'Écologie
Professeur Honoraire de l'Université de Metz

Vj ku' r ci g' k p v g p v k q p c m f ' i g h v' d r e p m

Avant-propos

« C'est probablement une exigence de l'esprit humain d'avoir une représentation du monde qui soit unifiée et cohérente. Et il faut bien reconnaître qu'en matière d'unité et de cohérence, l'explication mythique l'emporte de loin sur la scientifique. Car la science ne vise pas d'emblée à une explication complète et définitive de l'Univers. Elle n'opère que localement. Elle procède par une expérimentation détaillée sur des phénomènes qu'elle parvient à circonscrire et définir. Elle se contente de réponses partielles et provisoires. »

François Jacob (1920-2013), biologiste.
Le jeu des possibles. Essai sur la diversité du vivant (1981).

Biodiversité, un mot à la mode

Depuis des millénaires, les hommes s'interrogent sur le monde vivant, ses origines et sa diversité. Au cours des siècles et dans toutes les civilisations, on a tenté de décrire, classer, inventorier, compter, nommer les espèces. À la lumière des archives paléontologiques, puis des travaux de la biologie moléculaire, on a commencé à décrypter les principaux mécanismes ou moteurs de l'évolution. De nombreuses questions restent actuellement sans réponses en ce qui concerne les origines de la vie, ce qui suscite encore de nos jours, autant de recherches que de controverses.

Alors que l'on estime à environ 20 à 30 millions le nombre d'espèces vivantes sur la planète, seulement 1,9 million d'espèces ont été décrites scientifiquement. La surexploitation des ressources animales et végétales, la destruction de milieux naturels, l'urbanisation excessive et la pollution sont aujourd'hui autant de facteurs qui déséquilibrent le monde vivant et

pourraient engendrer la perte de pans entiers de notre « bibliothèque du vivant ». À l'heure où nous écrivons ces lignes, alors que l'homme vient à peine de prendre conscience de l'extraordinaire richesse de son environnement, il fait dans le même temps le constat que de nombreuses espèces sont menacées d'extinction.

C'est dans l'objectif d'une gestion mondiale des ces ressources vivantes que le troisième **Sommet de la Terre** s'est tenu à Rio de Janeiro en 1992. Son objectif principal visait à régler l'accès aux ressources biologiques naturelles. À l'occasion de cette rencontre, un mot nouveau a été popularisé, celui de **biodiversité**, contraction de « **diversité biologique** ». Il peut se définir comme « *la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes* ».

Malgré la complexité de cette définition, chacun perçoit l'importance et la vulnérabilité de la biodiversité face à la poussée de notre démographie et à la détérioration de l'environnement. Dans son sens le plus large, la biodiversité est constituée par l'ensemble des êtres vivants. Ce mot est quasi synonyme de « vie sur terre », il est devenu un mot à la mode que les médias accommodent à toutes les sauces, alors qu'il cache un véritable enjeu de société. C'est dans cet esprit de connaissance, valorisation et respect des ressources du vivant, que nous avons voulu inscrire ces **Cahiers de la Biodiversité**.

Cette nouvelle collection s'adresse donc aux étudiants de première année commune des études de santé (PACES) ainsi qu'à tous ceux qui suivent ensuite un cursus médical, pharmaceutique ou scientifique. Les professionnels de santé, les candidats au CAPES et à l'Agrégation, les professeurs du second degré, pourront également trouver dans ces ouvrages, des indications précises sur les diverses ressources du vivant et les applications dans des domaines variés (environnement, écologie, agro-alimentaire, applications industrielles, biotechnologies, santé humaine, innovation technologique, biomimétisme...).

Cette collection est aussi destinée aux ingénieurs, chercheurs et techniciens. Elle pourra intéresser également un plus large public, moins spécialisé, mais tout aussi attentif à la diversité du vivant et ses implications dans notre vie quotidienne et future.

Ces ouvrages sont une invitation à découvrir et mieux comprendre le monde vivant qui nous entoure.

Les Cahiers de la Biodiversité

Le sujet traité étant très vaste, nous proposons au lecteur une collection constituée par un ensemble de cahiers indépendants, mais complémentaires, et présentant **un panorama global de l'extraordinaire richesse du monde vivant, tout en privilégiant une approche pluri et transdisciplinaire**. Ces ouvrages porteront sur les thèmes suivants :

La biodiversité et l'évolution du monde vivant

L'objectif de ce premier volet est de présenter un panorama général des êtres vivants qui constituent la biodiversité. Notre connaissance du monde vivant est récente, elle s'est forgée il y a 150 ans avec la découverte que les espèces se sont transformées au cours des temps géologiques. En rompant avec des croyances fixistes, force a été de constater que le « livre de la vie » avait une histoire presque aussi longue que celle de notre planète Terre. Après de brefs rappels sur les origines de la vie, et la répartition du vivant, l'ouvrage fait le point sur les grandes étapes des classifications scientifiques. La place de l'homme, une espèce comme les autres dans le processus de l'évolution, y est redéfinie à travers les découvertes les plus récentes de la biologie évolutive. Un chapitre entier est consacré à l'étude de la biodiversité, depuis une approche globale, jusqu'à ses différents niveaux (gènes, espèces, écosystèmes). Un accent est mis sur les enjeux stratégiques que représente la préservation de la biodiversité pour l'avenir de l'humanité.

La biodiversité végétale

Ce volet est consacré au monde végétal et ses implications, au quotidien, pour l'espèce humaine. C'est grâce à la photosynthèse que les végétaux captent le dioxyde de carbone de l'air et produisent des composés organiques. Depuis la nuit des temps, l'homme puise dans la diversité végétale. Il utilise la plante pour s'abriter, se chauffer, se soigner ou se vêtir. Confrontées à l'éternel impératif d'une quête de nourriture, les populations ont appris, et souvent à leurs dépens, à différencier les plantes dangereuses, des plantes utiles et comestibles. Dans ce volet, le lecteur retrouvera des notions de bases du monde végétal, comme l'autotrophie ou le métabolisme secondaire. La plante sera déclinée sous ses principaux aspects en relation avec les programmes des cursus de santé, des études scientifiques ou des formations d'ingénieur. Un chapitre est consacré à la plante source de médicaments (pavot et morphine, quinquina et quinine...). Un chapitre décrit également la plante comme source d'intoxications ou d'allergies (Aracées, aconit, belladone, Poacées...). Les plantes, sources d'épices et de matières premières parfumées sont aussi abordées.

La biodiversité fongique

Qu'ils soient macroscopiques ou microscopiques, les champignons constituent un monde encore mal connu. La diversité fongique est un élément incontournable, tant pour la biosphère que dans notre vie quotidienne. Les champignons saprotrophes sont aussi indispensables aux processus d'humification en décomposant de la matière organique du sol. Leurs associations symbiotiques avec les racines des plantes (mycorhizes) sont au cœur du fonctionnement de nombreux écosystèmes. Certaines espèces seront redoutées pour leur pouvoir pathogène et leur capacité de parasitisme. Dans cet ouvrage, le lecteur trouvera des notions de base sur le monde fongique. Un chapitre est consacré aux champignons, producteurs de médicaments majeurs pour l'industrie pharmaceutique (antibiotiques, antifongiques, hypocholestérolémiants, vasoconstricteurs...). Un chapitre décrit les principales intoxications fongiques (macromycètes responsables de syndromes, moisissures productrices de mycotoxines...). Leur rôle dans notre alimentation et plus particulièrement l'utilisation industrielle des levures ou moisissures (fromages, vin, bière...) y sont développés, ainsi que leur place dans le domaine des biotechnologies.

La biodiversité microbienne

Le monde microbien, inconnu il y a 150 ans, va prendre son essor grâce aux progrès de la microscopie et aux travaux de Louis Pasteur qui mettent fin à la notion de génération spontanée. Une nouvelle science voit le jour, la microbiologie. Les micro-organismes sont des éléments clés de la biodiversité. Ils sont à la base de nombreux processus écologiques et à l'origine de la majorité des maladies infectant l'homme, les animaux et les plantes. Ce réservoir énorme de diversité reste encore mal connu, même si les micro-organismes sont des producteurs d'un arsenal chimique de métabolites bioactifs commercialisés aujourd'hui. Un chapitre est consacré à l'étude des micro-organismes comme producteurs de médicaments (antibiotiques, antifongiques, anticancéreux...). Un chapitre traite également de leur utilisation comme outils en biotechnologies (diagnostic, production de protéines recombinantes...).

La biodiversité animale

Ce volet traite de la diversité animale et de ses implications. C'est peut-être l'un des aspects les plus difficiles à appréhender dans ces « cahiers », car notre propre espèce, *Homo sapiens*, fait partie de cette diversité animale. Elle a la lourde tâche d'inventorier les autres espèces mais aussi de les protéger, ce qui constitue un enjeu majeur pour le futur. Avec plus de sept milliards d'humains, nous ne pesons « pas lourd » devant les lombrics qui représentent une des plus grosses biomasses animales de la planète. Un chapitre est consacré aux médicaments et réactifs que l'on peut extraire d'organismes animaux (analgésiques, antiviraux, anticancéreux, hémolymphe de limule pour la détection des endotoxines...). Un chapitre traite également des venins et toxines sécrétés par des

animaux (amphibiens, serpents, arthropodes...) et de leurs applications pharmacologiques.

Les espèces invasives, espèces bio-indicatrices, espèces bioremédiatrices

Ce cahier aborde trois sujets où la biodiversité est directement liée aux activités humaines.

Chaque année, en France métropolitaine et dans les DOM-TOM, on assiste à l'installation d'espèces invasives animales ou végétales. Ces dernières, une fois installées dans une niche écologique, tirent leur épingle du jeu et augmentent leur pression sur les écosystèmes. Cette menace sur la biodiversité est donc amenée à s'accroître, tant par le développement des activités humaines, que par l'accélération des moyens de transports. Tous les écosystèmes sont concernés, et plus particulièrement le milieu marin, avec le déballastage des cargos qui amènent sur nos côtes des dizaines d'algues et d'invertébrés exotiques. Une fois installée, l'espèce va modifier l'écosystème, et il est alors le plus souvent, impossible de l'éradiquer. Un premier chapitre fait le point sur les espèces végétales invasives (renouée, robinier, ambroisie, algues...). Un deuxième chapitre traite des espèces animales (crépide, moule zébrée, ragondin, frelon asiatique, moustique tigre...). Ces nouvelles espèces, en plus de l'érosion de biodiversité qu'elles occasionnent, sont souvent vectrices de maladies virales, bactériennes ou fongiques.

Les espèces bio-indicatrices sont souvent considérées comme des alliées de l'homme dans la surveillance et préservation de la biodiversité. La présence, la diversité et la fluctuation de ces espèces sont un indicateur des conditions environnementales locales et de l'état sanitaire de l'écosystème. Ces indicateurs peuvent être des plantes, des animaux, des champignons, des micro-organismes, des organismes symbiotiques comme les lichens. Les espèces bio-indicatrices étudiées sont différentes selon les milieux et les polluants dont on souhaite évaluer l'impact.

L'utilisation d'espèces bioremédiatrices est en plein développement pour la décontamination de milieux pollués à l'aide de micro-organismes (bactéries, moisissures), d'invertébrés ou de plantes. Ces techniques de bioremédiation et phytoremédiation permettent de traiter les eaux usées, les déchets agricoles et industriels, les sols contaminés.

Nous avons choisi une présentation enrichie de citations et abondamment illustrée pour faciliter la compréhension des concepts développés dans ces cahiers. Certaines illustrations ont été volontairement simplifiées pour aider à la compréhension du texte. Plusieurs niveaux de lecture sont proposés avec :

- les notions essentielles à connaître ;
- des encadrés présentant les définitions majeures. Quatre types de pictogrammes accompagnent les définitions :

	<p>Définition dans le domaine de la biologie moléculaire.</p>
	<p>Définition généraliste dans le domaine de la biologie, de la chimie, de la géologie...</p>
	<p>Définition dans le domaine de la biologie des micro-organismes.</p>
	<p>Définition dans le domaine de la biologie végétale ou animale.</p>

- un résumé de chaque chapitre ;
- un document annexe encourageant la réflexion.

À la fin de chaque chapitre, le lecteur pourra évaluer ses connaissances sous la forme de questions à choix multiples (QCM), et trouvera des éléments de bibliographie pour l'encourager à aller plus loin dans ses investigations.

Le but de ces cahiers est aussi d'apporter aux étudiants destinés à observer et manipuler du vivant tout au cours de leurs études, des notions de base indispensables, tout en suscitant leur curiosité et leur esprit critique. Le monde vivant qui nous entoure ne doit pas être considéré comme une simple préoccupation réservée à des cercles restreints, il est l'affaire de tous et notre passeport pour le futur.

« L'homme n'est pas le seul animal qui pense, mais il est le seul qui pense qu'il n'est pas un animal. »

Pascal Picq, paléanthropologue au Collège de France.

Chapitre

1

« Rien n'a de sens en biologie, si ce n'est à la lumière de l'évolution. »

Théodosius Dobzhansky (1900-1975), généticien.

Introduction générale

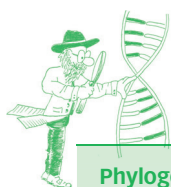


L'homme acteur dans la connaissance de son environnement

L'esprit des Cahiers de la Biodiversité est de présenter le **monde vivant** dans des cursus divers sans oublier de le relier aux **sciences humaines**. Selon leur parcours de formation au collège puis au lycée, les étudiants qui se destinent à des études médicales, paramédicales, de biologie, d'ingénieur ou à l'enseignement des sciences du vivant, n'ont pas tous reçu la même formation sur des notions de base sur les origines de la vie, la classification des êtres vivants, l'évolution des espèces et la place de l'homme dans le « buisson de l'évolution ».

Dès leur entrée au collège, les enseignements de sciences de la vie et de la Terre (SVT) mettent en œuvre la classification **phylogénétique***, en n'évoquant l'évolution que tardivement (en classe de troisième). Dans les classes scientifiques de première et terminale, si les travaux relatifs à la génétique et la biologie moléculaire (Mendel, Morgan, Watson et Crick...) sont présentés, il est rarement question d'évoquer Charles Darwin et les bases de l'histoire de la théorie de l'évolution ainsi que ses détracteurs au cours du XX^e siècle. Les récentes tentatives des percées des mouvements créationnistes en France ont montré cependant qu'une vigilance devait être de mise dans la communauté scientifique française.

Depuis des millénaires, et selon les connaissances scientifiques de son époque, l'homme a toujours cherché à nommer, classer, décrire et comprendre la **biodiversité*** du monde vivant. Selon ses convictions morales, religieuses ou philosophiques, il a essayé d'interpréter sa place et son rôle au sein des autres espèces qui l'entouraient. Chez de nombreux peuples anciens et selon leurs traditions, on retrouve une mythologie liée à la **création du monde**. Nombreux sont les récits et textes cosmogoniques qui font intervenir la notion de création, avec l'intervention de dieux fondateurs. On y retrouve toujours un chaos primordial où, un ou plusieurs dieux créateurs, apportent la lumière



Phylogénétique

Qui traduit des relations de parenté, c'est-à-dire des relations de groupes-frères. La phylogenèse (du grec *phulon*, tribu et *genesis*, origine) est l'histoire de l'évolution d'une espèce ou d'un groupe d'espèces apparentées.

Biodiversité

Diversité du monde vivant à tous les niveaux : diversité génétique au sein d'une même espèce, diversité des espèces, diversité des milieux (écosystèmes), diversité des paysages.



DÉFINITIONS

après avoir transformé le néant en paradis. La Terre apparaît ainsi comme une « œuvre suprême » offerte aux hommes, qui doivent régner sur cet héritage et le protéger. L'homme est considéré comme une « création à part », dont le rôle privilégié est de régner sur les autres espèces qui lui sont assujetties. Cette vision mythologique aux multiples dimensions philosophiques nous amène ici, à l'exercice difficile d'envisager l'approche du monde vivant et de l'homme, dans le cadre des sciences humaines et sociales.

L'étude de la biodiversité du monde vivant se place donc au carrefour des sciences biologiques telles que la botanique, la mycologie, la zoologie, l'écologie, mais aussi des sciences humaines consacrées à l'homme dans son environnement comme l'ethnologie, l'anthropologie ou l'éthologie.

De nouvelles disciplines comme l'ethnobotanique, l'ethnomycologie et l'ethnozoologie sont nées de cette convergence. Elles mettent en évidence les nombreuses applications innovantes du monde vivant, en particulier, dans le domaine médical et pharmaceutique, montrant au passage l'importance et l'implication des espèces microbiennes, végétales, fongiques et animales dans le développement de l'humanité.

Ce cahier intitulé « Biodiversité et évolution du monde vivant » a donc pour objectif de présenter, de façon simple et synthétique, les notions de biodiversité et de vivant, la notion d'espèce et ses mécanismes évolutifs ainsi que l'évolution des classifications et des représentations du monde vivant dans notre société.

À travers trois exemples un peu anecdotiques, mais représentatifs de cette approche transdisciplinaire, nous allons essayer d'illustrer le caractère indissociable de **l'homme et de son environnement**.

L'amadou, l'homme et la maîtrise du feu

Le polypore amadouvier (**Figure 1-1a**), champignon parasite de divers feuillus affaiblis (hêtre, peuplier...), est nommé scientifiquement *Fomes fomentarius* (L.) Fr. De sa chair, on extrait depuis des millénaires, une substance combustible, l'amadou.

Du point de vue des **sciences de la nature**, ce champignon, en forme de sabot, présente une multitude de petits trous sur sa face inférieure d'où son appartenance au groupe des polypores. Dès que ce champignon apparaît sur un arbre, il signe la condamnation de son hôte. En coupe, la chair compacte de ce champignon, de couleur brune, est constituée d'une multitude de filaments microscopiques appelés hyphes (**Figure 1-1b**).

Convergence, 178
 Création, 174, 175-176
Cuvier, 123, 144, 147
 Cyanobactéries, 28, 29, 33

D

Darwin, 2, 21, 40-41, 51, 54, 123-126, 135-136, 144-145, 147-149, 153, 160, 173-174, 199
 Décimation, 171
De l'Ecluse, 102
 Denisova, 158
 Dénomination binomiale, 105
Dobzhansky, 152
 Dodo, 77
 Drosophile, 140-142

E

Écologie, 60, 67-70
 Écosystèmes, X-XI, XIII, 2, 16, 34, 58-59, 65, 67-70, 73, 76, 78-79, 81-82
 Effet de serre, 80
El Albani, 31
Eldredge, 160, 195, 197
 Endosymbiose, 29, 50, 53
 Équilibres ponctués, 154-155, 159-161, 195, 197
 Érosion génétique, 74-75
Erwin, 36-37, 53
 Eucaryotes, 13-14, 17-18, 27, 29, 31, 33, 50, 52-53, 186, 188, 196, 199
 Exaptation, 155, 195
 Exobiologie, 24
 Explosion radiative, 191
 Extinctions de masse, 74, 76

F

Faune de Burgess, 32, 169, 172
 Faune d'Ediacara, 31-32, 169
 Fixisme, 96, 98, 146
 Fossiles, 153, 155, 156, 157, 160, 176, 190, 192, 198
 Fossiles vivants, 185, 196, 198

Fox, 22
Fuchs, 101-102, 146

G

Gecko, 60-61
 Génération spontanée, 108-109, 143, 146
 Gènes homéotiques, 140-141, 143
 Géohopanoïdes, 25
Gessner, 100-101, 104
Gilbert, 20
 Ginkgo, 184, 196
Goodall, 95
Gould, 157, 160, 170-171, 175, 195, 197
 Gradualisme, 160, 197

H

Haeckel, 136-140, 142, 144, 148
 Haie, 71-72
Haldane, 22-23
Hallé, 38
Hansma, 26
 Hasard, 170-171, 175, 195
Henning, 180
Henslow, 125
 Hétérotrophe, 46, 52
 HOM, 141-142, 144
 Homéobox, 141
 Homéodomaine, 141
 Hominidés, 194, 196
 Homme, 155-159, 173-174, 188-189, 194-196, 199-200
 Homologie, 122
Hooke, 108-110, 143
 Hox, 141-142, 144
Huxley, 173

I

Intelligent Design, 125, 175-177
 Invasions biologiques, 83
 Invertébrés, XIII, 34, 38-39, 53
 Isotopes du carbone, 27

L

Lamarck, 10, 104, 123, 144, 147, 148

Leeuwenhoek, 108-109, 143, 146, 148

Le Guyader, 41

Lépidoptères, 198

Limule, 184, 196

Linné, 100, 103-107, 143, 146, 148-149

Lombrics, 59

Lotus, 63

LUCA, 14, 51, 53, 187, 196, 199

M

MADS-Box, 142

Malpighi, 110

Mammifères, 162, 170, 179, 181, 189-193, 196

Margulis, 29

Martin-pêcheur, 61

May, 38

Mayr, 41, 43, 51, 54

Mégacéros, 76

Mendel, 147, 195, 197

Mesohippus, 155, 156

Métazoaires, 31, 33

Météorite, 24

Micro-organismes, XII-XIV, 5, 13, 15, 39, 50

Microscope, 108-110, 143

Miller, 22, 23, 53

Mimivirus, 187-188

Minéral, 10, 21, 26, 53

Monarque, 72, 73

Monde à ARN, 20

Monilia, 69

Monophylétique, 181, 189-190

Mutualisme, 49

N

Naturalistes, 99, 100, 103, 146

Nautile, 184

Néandertal, 157-158

Niches écologiques, 44, 67, 76, 154, 172, 191

Notion despèce, 40, 44-45, 54

O

Oparin, 22-23

Opisthokonta, 189

Orchidée, 195

Organique, XI, 10, 21, 25-26, 46

Ornithorynque, 145, 167, 183

Orthologues, 179

Ourisson, 25

Ours brun, 66

Oviraptor, 192

Ozone, 80-81

P

Paley, 124, 147, 175

Papillon, 195

Paralogues, 179

Parapatricque, 154

Paraphylétique, 181, 198

Parasitisme, 49, 52

Péripatrique, 154

Peste, 5-6, 16, 52, 54

Phagocytose, 29

Phalène du bouleau, 133-134, 147, 148

Phénétique, 179-180, 195, 198

Phénogramme, 180

Phylogénétique, 2, 14-15, 42, 54

Phylogénie, 156, 177-178, 198

Pics, 64

Pigeon migrateur, 77

Pikaïa, 170-171

Pinsons, 126-127, 144

Plans d'organisation, 170, 172

Pline, 97-100

Pollinisation, 65

Polyphylétique, 181

Pomme, 69-70

Pomme de pin, 6-7

Primates, 94