

Atlas **de** **phylogénie**

**La classification du vivant
en fiches et en images**

Daniel Richard
Romain Nattier
Gaëlle Richard
Thierry Soubaya

DUNOD

Illustrations de couverture: Pinson des Galapagos © mdmworks – fotolia.com;
Piranha © dennisjacobson – fotolia.com; Abeille © Ludmila Smite – fotolia.com;
Orang-outan © Stéphane Bidouze – fotolia.com;
Étoile de mer © vilainecrevette – fotolia.com

Nous avons fait tout ce qui était en notre pouvoir pour obtenir les autorisations de reproduction nécessaires pour cet ouvrage. Toute omission qui nous sera signalée se verra rectifiée dans le prochain tirage.

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage. Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements	d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).
--	--



DANGER

**LE PHOTOCOPIAGE
TUE LE LIVRE**

© Dunod, 2014
2016, nouveau tirage corrigé
5 rue Laromiguière, 75005 Paris
www.dunod.com
ISBN 978-2-10-070445-3

70445-(II)-CSB135-PCA-JME
Dépôt légal: mai 2014, suite du tirage: juin 2016
Imprimé en Espagne par Graficas Estella S.L.

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), 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 ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Sommaire

Avant-propos	5
Remerciements	6
1. L'évolution du vivant	
Fiche 1 La notion d'évolution au XIX ^e siècle	9
Fiche 2 L'apport de la génétique au XX ^e siècle	11
Fiche 3 La théorie de l'évolution aujourd'hui	13
Fiche 4 Les principaux concepts remis en cause	15
Fiche 5 Quelques grands moments de l'histoire du vivant	17
2. La génétique et les bases des transformations du vivant	
Fiche 6 L'expression de l'information génétique	19
Fiche 7 Un exemple d'expression des gènes	21
Fiche 8 Le contrôle post-transcriptionnel de l'expression génétique eucaryote	23
Fiche 9 La réplication de l'ADN	25
Fiche 10 Les systèmes de réparation de l'ADN	27
Fiche 11 Les mutations génétiques	29
Fiche 12 Les origines des mutations génétiques	31
Fiche 13 Les recombinaisons génétiques	33
Fiche 14 La transposition	35
Fiche 15 L'apport des symbioses	37
Fiche 16 L'épigénétique	39
3. La classification phylogénétique du vivant	
Fiche 17 Les grands principes de classification phylogénétique des espèces	41
Fiche 18 La taxonomie, une discipline incontournable de la biologie	43
Fiche 19 La notion d'espèce	45
Fiche 20 La spéciation	47
Fiche 21 Comment reconstruire les liens de parenté entre espèces	49
Fiche 22 Méthodes et approches utilisées dans l'analyse phylogénétique	51
Fiche 23 Représenter la parenté entre les espèces	53
Fiche 24 Les groupes définis par un arbre phylogénétique	55
Fiche 25 Les datations moléculaires et les arbres phylogénétiques	57
Fiche 26 Choix et obtention des caractères en phylogénie moléculaire	59
4. Les principaux groupes vivants actuels	
Fiche 27 Le monde vivant	61
Fiche 28 Les Eucaryotes	63
Fiche 29 Les Opisthocontes	65
Fiche 30 Les Eumycètes	67
Fiche 31 Les Métazoaires	69
Fiche 32 Les Eumétazoaires	71
Fiche 33 Les Bilatériens	73
Fiche 34 Les Protostomiens	75

Fiche 35	Les Eumollusques	77
Fiche 36	Les Viscéroconques	79
Fiche 37	Les Ecdysozoaires	81
Fiche 38	Les Euarthropodes	83
Fiche 39	Les Pancrustacés	85
Fiche 40	Les Malacostracés	87
Fiche 41	Les Hexapodes	89
Fiche 42	Les Ptérygotes	91
Fiche 43	Les Eumétaboles	93
Fiche 44	Les Chélicériformes	95
Fiche 45	Les Échinodermes	97
Fiche 46	Les Cordés	99
Fiche 47	Les Gnathostomes	101
Fiche 48	Les Actinoptérygiens	103
Fiche 49	Les Néoptérygiens	105
Fiche 50	Les Téléostéens	107
Fiche 51	Les Clupéocéphales	109
Fiche 52	Les Sarcoptérygiens	111
Fiche 53	Les Tétrapodes	113
Fiche 54	Les Amniotes	115
Fiche 55	Les Mammifères	117
Fiche 56	Les Euthériens	119
Fiche 57	Les Archosauriens	121
Fiche 58	Les Néognathes	123
Fiche 59	Les SAR	125
Fiche 60	Les Plantes	127
Fiche 61	Les Chlorobiontes	129
Fiche 62	Les Embryophytes	131
Fiche 63	Les Hémitrachéophytes	133
Fiche 64	Les Euphylliphytes	135
Fiche 65	Les Spermatophytes	137
Fiche 66	Les Angiospermes	139
Fiche 67	Les Eudicotylédones	141

5. Fiches pédagogiques

Fiche 68	Le vivant à l'école primaire	143
Fiche 69	Étude de l'environnement et approche de l'évolution au collège	145
Fiche 70	La biodiversité, résultat et étape de l'évolution, en classe de seconde	147
Fiche 71	Génétique et évolution en classes de première et terminale	149
Fiche 72	La vie fixée chez les plantes, résultat de l'évolution, en classe de terminale S	151
Fiche 73	Les apports d'une découverte	153

Glossaire	155
----------------------------	-----

Bibliographie	157
--------------------------------	-----

Index	158
------------------------	-----

Crédits iconographiques	160
--	-----

Avant-propos

L'action de regrouper de façon scientifique et organisée les organismes commence dès l'Antiquité avec Aristote, qui le premier proposa une classification des animaux et des végétaux. Les premières visions du monde et des organismes vivants étaient néanmoins «fixistes», visions dans lesquelles les espèces ont été créées par Dieu et n'évoluent pas.

Cette première vision fixiste fut bouleversée au XVIII^e siècle avec l'idée selon laquelle les espèces ne sont pas immuables et se transforment au cours du temps. Dans cette vision évolutionniste de la nature, proposée ensuite par Darwin, la succession des espèces et leurs transformations au cours du temps constitue une «phylogénie» (terme proposé par Haeckel). La classification naturelle doit donc reposer sur ce principe de descendance avec modification. Depuis les années 1950, et sous l'impulsion de Hennig, la classification phylogénétique du vivant s'est largement développée. Elle a pour atout essentiel de prendre en compte l'évolution dans la description des espèces, de faire ressortir leurs liens de parenté et de nous permettre de mieux appréhender l'évolution elle-même. De plus, les progrès récents de la génétique et de la biologie moléculaires ont permis de pouvoir compléter les données morphologiques et anatomiques jusqu'ici seules utilisées dans les méthodes de classification du monde vivant.

Il nous a donc paru essentiel de présenter dans cet ouvrage, d'une part les principaux aspects historiques concernant les théories de l'évolution, et d'autre part les aspects modernes de génétique moléculaire. Ces derniers éléments sont développés sous forme de fiches richement illustrées présentant les principales données de génétique moléculaire qui permettent de comprendre les mécanismes biologiques qui sous-tendent l'évolution.

La partie suivante aborde les grands principes de classification phylogénétique du vivant. Après une première approche générale des notions essentielles (taxonomie, espèce, spéciation), la prise en compte des liens de parenté et de leur représentation permet de développer les aspects plus spécifiques de la phylogénétique. Les aspects moléculaires, indispensables à l'heure actuelle dans les recherches, sont ici présentés.

L'essentiel de cet ouvrage est ensuite consacré à la description des principaux groupes vivants actuels et de leurs relations phylogénétiques. Pour chaque groupe, l'étymologie et le nombre d'espèces actuelles (approximatif pour les grands groupes) sont présentés. Dans un second encadré, les principaux caractères dérivés propres à ce groupe sont définis et explicités. Chaque fiche est richement illustrée, permettant à la fois de mieux comprendre les caractères dérivés cités et de visualiser certaines des espèces appartenant au groupe traité.

L'ensemble de ces fiches est structuré selon un arbre phylogénétique allant des premières aux dernières fiches. Cet arbre phylogénétique général est repris sur le rabat de couverture de gauche, permettant une navigation facile entre les fiches. Par ailleurs, le rabat de droite reprend la totalité de deux groupes souvent abordés : les Plantes et les Cordés.

Une dernière partie, pédagogique, reprend les extraits des programmes d'enseignement allant de l'école primaire à la classe de terminale de lycée ayant trait à la classification phylogénétique du vivant. Les aspects à développer sont présentés en fonction de ce programme et du développement cognitif de l'élève. Il s'agit donc d'un outil précieux pour les enseignants.

Cet ouvrage devrait permettre au lecteur de mieux comprendre les fondements de la classification phylogénétique, son apport à la compréhension de l'évolution et la manière dont elle peut être explicitée aux différents âges scolaires et universitaires.

Remerciements

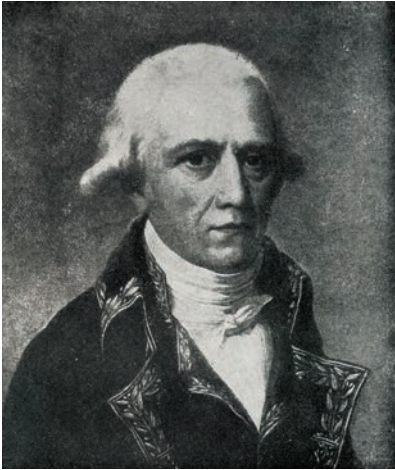
Nos remerciements vont tout d'abord à Patrick Laurenti, maître de conférences à l'université Paris Diderot, qui a été notre conseiller scientifique pour l'ensemble de cet ouvrage.

Nos remerciements s'adressent également à nombre de personnes qui, à divers titres, nous ont permis de réaliser cet atlas de phylogénie.

- Annie Balay, ancienne professeur de lycées et collèges
- Nicolas Bekkouché, étudiant en thèse à l'université de Copenhague
- Alain Canard, professeur émérite, université de Rennes 1
- Maël Ceillier, photographe, Rennes
- Audrey Chambet, assistante de collections aux herbiers (REN) de l'université Rennes 1
- Alain Dubois, professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris
- Sandrine Heusser, professeur agrégé à l'ENS de Lyon
- Edouard Hue, ingénieur, membre de Wikimedia France
- Bernard Le Garff, ancien maître de conférences, université de Rennes 1
- Frédéric Legendre, maître de conférences au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris
- Séverine Masson, étudiante en thèse à l'INRA
- Dominique Perisse, faculté des sciences et techniques d'Épinal
- Fabienne Pradère, professeur agrégé à l'EFPE de Toulouse
- Jean-Pierre Richard, ancien ingénieur d'étude, université de Rennes 1
- Martine Sache-Vella, IEN - circonscription de Champigny/Marne II (18^e)
- Laure Turcati, chargée de mission Flore et Vigie-Nature École à NatureParif
- Frédéric Ysnel, maître de conférences, université de Rennes 1

La culture ce n'est pas avoir le cerveau farci de dates, de noms ou de chiffres, c'est la qualité du jugement, l'exigence logique, l'appétit de la preuve, la notion de la complexité des choses et de l'aridité des problèmes. C'est l'habitude du doute, le discernement dans la méfiance, la modestie d'opinion, la patience d'ignorer, la certitude qu'on n'a jamais tout le vrai en partage; c'est avoir l'esprit ferme sans l'avoir rigide, c'est être armé contre le flou et aussi contre la fausse précision, c'est refuser tous les fanatismes et jusqu'à ceux qui s'autorisent de la raison; c'est suspecter les dogmatismes officiels mais sans profit pour les charlatans, c'est révéler le génie mais sans en faire une idole, c'est toujours préférer ce qui est à ce qu'on préférerait qui fût.

Jean Rostand, *Le droit d'être naturaliste*, 1963.



Jean-Baptiste de Lamarck (1744-1829)

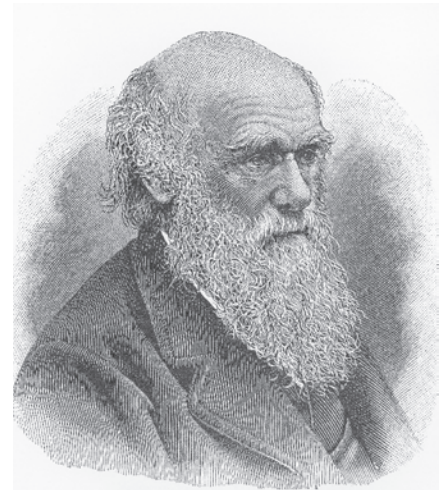
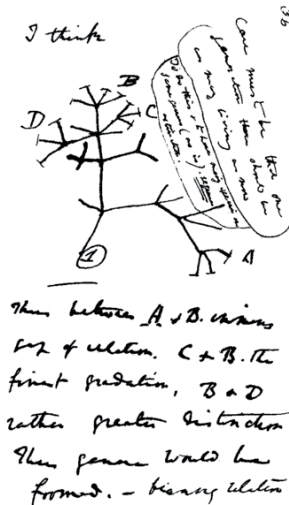


Girafe se nourrissant de feuilles d'Acacia

Texte de J.-B. de Lamarck - Extrait de Philosophie zoologique

« Relativement aux habitudes, il est curieux d'en observer le produit dans la forme particulière et la taille de la girafe (*camelopardalis*) : on sait que cet animal, le plus grand des mammifères, habite l'intérieur de l'Afrique, et qu'il vit dans des lieux où la terre, presque toujours aride et sans herbage, l'oblige de brouter le feuillage des arbres, et de s'efforcer continuellement d'y atteindre. Il est résulté de cette habitude, soutenue, depuis longtemps, dans tous les individus de sa race, que ses jambes de devant sont devenues plus longues que celles de derrière, et que son col s'est tellement allongé, que la girafe, sans se dresser sur les jambes de derrière, élève sa tête et atteint à six mètres de hauteur (près de vingt pieds). »

Première esquisse par Darwin d'un arbre phylogénétique
tirée de son livre
First Notebook
on Transmutation of Species
(1837).



Charles Darwin (1809–1882)

Résumé de sa propre théorie par Darwin - Extrait de L'Origine des espèces

« Comme il naît beaucoup plus d'individus de chaque espèce qu'il n'en peut survivre, et que, par conséquent, il se produit souvent une lutte pour la vie, il s'ensuit que tout être, s'il varie, même légèrement, d'une manière qui lui est profitable, dans les conditions complexes et quelquefois variables de la vie, aura une meilleure chance pour survivre et ainsi se retrouvera choisi d'une façon naturelle. En raison du principe dominant de l'hérédité, toute variété ainsi choisie aura tendance à se multiplier sous sa forme nouvelle et modifiée. »