



HERVÉ LE GUYADER

# Ma galerie de l'évolution

Le vivant de A à Z

Le Pommier



Ma galerie de l'évolution



Hervé Le Guyader

# Ma galerie de l'évolution

Le vivant de A à Z

Le Pommier

Cet ouvrage reprend les « Chroniques de l'évolution » d'Hervé Le Guyader parues dans *Pour la science*.

Les lettrines sont reprises de l'*Alphabet d'animaux* de Joseph Balthazar Silvestre (© Bibliothèque nationale de France).

ISBN 978-2-7465-2316-6

Dépôt légal – 1<sup>re</sup> édition : 2021, octobre

© Éditions Le Pommier / Humensis, 2021

170 bis, boulevard du Montparnasse, 75014 Paris

*À la mémoire de mon frère Jacques,  
médecin, amateur d'histoire  
et de géographie et friand des originalités  
de l'évolution.*



# Préambule

Comment porter un regard sur la biologie évolutive d'aujourd'hui ? Tous les ans, de par le monde, des centaines de travaux scientifiques de haut niveau approfondissent la dynamique évolutive du vivant. Publiés dans des revues spécialisées, ils restent pour la plupart ignorés du grand public. Certes, paraissent régulièrement des ouvrages sur l'évolution biologique, en retraçant les grands principes ; certes, la presse se fait l'écho de certains résultats majeurs... pourtant, la biologie évolutive moderne paraît échapper aux curieux de science. Comment faire ? Une solution existe, celle que l'on suit quand on donne des cours de haut niveau à l'université : prendre des articles récents, les décortiquer avec les étudiants et les resituer dans le cadre conceptuel de l'évolution biologique.

C'est ainsi que je me suis rendu compte que j'avais déjà en main tous les ingrédients pour résoudre ce problème : un aperçu synthétique d'une quarantaine d'articles cruciaux et récents de biologie évolutive et un panorama actualisé de la théorie de l'évolution. En effet, au printemps 2017,

la rédaction de la revue mensuelle *Pour la Science* me proposait de tenir une « chronique de l'évolution ». Il s'agissait, chaque mois, de choisir et d'expliquer un résultat récent (de moins de deux ans) et important en biologie évolutive. J'acceptai avec enthousiasme, car c'était vraiment l'occasion de présenter au grand public les avancées théoriques et expérimentales concernant aussi bien la classification phylogénétique, la fluidité du génome que l'écologie évolutive. Le choix des sujets répondait à un cahier des charges que je m'étais fixé. Il fallait varier les organismes (animaux, végétaux, unicellulaires...), les approches (moléculaire, anatomique, phylogénétique, paléontologique), mais également illustrer la modernité de ces dernières, surtout lorsqu'il s'agissait de celles qui sont peu traitées dans la presse généraliste, car considérées comme trop difficiles.

Chacune de la quarantaine des chroniques rassemblées dans le présent ouvrage constitue donc le fragment d'un grand puzzle qu'il s'agit de déchiffrer. Chaque entrée se caractérise par la question scientifique à laquelle elle tente de répondre, par la technique utilisée et aussi par le ou les organismes sous étude. Par souci de simplicité, nous avons choisi de tenir compte de ce dernier critère pour les classer et les sérier par ordre alphabétique, allant de l'amibe au zèbre, en passant par la girafe, la levure, le moustique, la rose, le tardigrade... et l'homme.

*A priori* indépendantes les unes des autres, ces chroniques trouvent facilement leur place quand on a en tête le cadre théorique général de la biologie évolutive. Alors, comme muni d'un fil d'Ariane, chacune de ces parcelles prend toute sa dimension. Il fallait donc donner au lecteur cette clé. Pour ce faire, j'ai réuni deux articles synthétiques que la

rédaction de *Pour la Science* m'avait demandés. « La théorie de l'évolution revisitée » a été publié dans le dossier 63 d'avril 2009 : *L'Évolution, rien ne l'arrête*. « Les mutations de la théorie de l'évolution » a été rédigé pour fêter le n° 500 de juin 2019 : *Le Renouveau des grandes théories*. Chacune de ces synthèses présentait la trame classique de l'évolution biologique, ainsi que les éléments conceptuels les plus récents. Le lecteur trouvera donc les bases théoriques indispensables, anciennes comme nouvelles, et, pour être certain d'être compris, un glossaire, en fin d'ouvrage, explique les termes techniques de la biologie moderne.

Entre l'exposé théorique et le glossaire, les chroniques pouvaient prendre leur place facilement, sans réellement suivre un fil directeur visible. Peu importe la manière dont on attaque les morceaux d'un puzzle. On peut les prendre dans l'ordre du livre ou les picorer suivant l'attrait des titres. Le panorama final sera le même, mais comme celui d'un kaléidoscope toujours recomposé.

\*  
\*      \*

L'auteur tient à remercier la rédaction de *Pour la Science* pour la confiance qu'elle lui a témoignée, avec une mention spéciale pour Marie-Neige Cordonnier, douée du don d'améliorer et d'embellir tout article.



## INTRODUCTION

# Les mutations de la théorie de l'évolution

La théorie de l'évolution ne cesse d'évoluer depuis sa première formulation par Darwin, en 1859. Aujourd'hui, on s'aperçoit que d'un organisme à un autre, d'une génération à la suivante, le matériel génétique varie d'une façon que l'on ne soupçonnait pas il y a peu. Gigantesque Lego où tout est modulaire, il donne prise à la sélection naturelle... ou non.

« Rien n'a de sens en biologie, si ce n'est à la lumière de l'évolution », en version originale: *Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution*. C'est par cet essai, au titre devenu célèbre, qu'en 1973 le généticien américain Theodosius Dobzhansky, l'un des fondateurs de la théorie synthétique de l'évolution, a répondu aux attaques créationnistes de l'époque. Plus de quarante ans plus tard, cette phrase est plus que jamais d'actualité. Comme la génétique, la théorie de l'évolution a envahi toutes les disciplines

de la biologie, des plus anciennes, comme la classification, aux plus récentes, comme la génomique ; décrypter un génome ne peut se faire que par les outils issus de la biologie évolutive. Enfin, de nombreuses applications, que ce soit en génétique humaine ou en lutte biologique, en découlent.

Notre vision de la théorie de l'évolution, cependant, a elle-même bien évolué ces dernières décennies, et Dobzhansky serait sans doute surpris. Le génome est beaucoup plus fluide qu'on ne le pensait : il subit au fil des générations bien plus de modifications que de simples mutations ponctuelles. Même la sélection naturelle est tombée de son piédestal : elle n'est plus le principal moteur de l'évolution, comme la théorie synthétique de l'évolution le postulait. Aujourd'hui, l'évolution est plutôt vue comme un processus multifactoriel ayant pour matière première l'étonnante plasticité du matériel génétique.

## **Comment classer le vivant ?**

Pourtant, la théorie synthétique de l'évolution, que Dobzhansky a contribué à élaborer, avait déjà effectué une sérieuse avancée en accordant la théorie de l'évolution de Charles Darwin avec la génétique naissante. Darwin avait été le premier à répondre clairement, en 1859, dans *De l'origine des espèces*, aux deux questions fondamentales que se posaient les premiers transformistes tels que les philosophes Pierre Moreau de Maupertuis et Denis Diderot au XVIII<sup>e</sup> siècle, puis le naturaliste Jean-Baptiste Lamarck à l'aube du XIX<sup>e</sup> : quelle logique doit-on suivre pour établir une véritable classification naturelle des organismes vivants ? Quels processus sont à la source de la transformation des

organismes vivants ? À la première, Darwin avait répondu par le principe de descendance avec modification : *descendance* des caractères héréditaires, qui sont transmis de génération en génération, et *modification* de ces caractères, qui peuvent acquérir un nouvel état, lui aussi héréditaire. Ce principe a pour corollaire l'existence d'une « généalogie » des espèces : la classification naturelle doit être le reflet de cette histoire, de ces apparentements que l'on fait émerger en décelant des caractères homologues, c'est-à-dire hérités d'un ancêtre commun.

Conjointement avec le naturaliste britannique Alfred Wallace, Darwin avait aussi proposé la sélection naturelle comme processus majeur de l'évolution : dans une même espèce, certains individus ont une plus grande descendance que d'autres, et donc leurs caractères sont plus (ou moins) représentés à la génération suivante, suivant les conditions de vie. En quelque sorte, l'environnement opère un tri parmi la diversité d'une même espèce. Darwin insistait sur le fait que la sélection naturelle n'était certainement pas le seul mécanisme de l'évolution. Toutefois, à une époque où la biologie était encore balbutiante, il ne pouvait guère aller plus loin. L'avancée déterminante a été réalisée lorsque les concepts majeurs de la génétique de la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle ont rejoint les déjà riches descriptions de la zoologie, de la botanique et de la paléontologie.

La génétique a pris son essor à l'aube du xx<sup>e</sup> siècle avec la redécouverte, en 1900, des lois de l'hérédité du moine morave Gregor Mendel, à laquelle s'était ajoutée la théorie des mutations, que le botaniste hollandais Hugo de Vries avait présentée à la même époque. Cette théorie donnait corps au principe de modification de Darwin : selon elle, cette

# Table des matières

PRÉAMBULE .....	7
INTRODUCTION	
<b>Les mutations de la théorie de l'évolution.....</b>	<b>11</b>
Comment classer le vivant ?, 12 – Joindre la génétique à la théorie de l'évolution, 14 – Une nouvelle cladis- tique, 19 – Un génome très mobile, 24 – Des transferts de gènes, 28 – Et l'embryologie ?, 29 – Un mariage inespéré, 31 – Un Lego géant, 33 – Le rôle de l'héritage culturel, 40 – Vers des boucles étranges ?, 43	
AMIBE	
<b>L'amibe, le ver et l'escargot.....</b>	<b>45</b>
Un escargot parasité, 46 – Une amibe grégaire, 47 – Du temporel au spatial, 50	
ANIMAL	
<b>Quand les protéines des animaux travaillent au noir..</b>	<b>53</b>
De vulgaires chaperons, rien de plus, 54 – Trans- parentes par hasard, 57	

BALEINE

- Les gènes perdus des baleines** ..... 59  
À la recherche de gènes perdus, 62 – Des poumons plus élastiques, 63 – Des gènes perdus indépendamment, 64

BLÉ

- Comment le blé est devenu tendre** ..... 65  
Une mutation qui favorise la spéciation, 66 – Sur la piste des 42 chromosomes du blé tendre, 69 – Une plus grande faculté d'adaptation, 71

BRACHIOPODE

- Des brachiopodes portent les plus vieux parasites du monde**..... 73  
Sur de vieux brachiopodes chinois, 75 – Un parasite cleptomane, 77

BUPLÈVRE

- Le buplèvre en faux : quand les plantes gravissent les montagnes** ..... 79  
Des plantes grimpent, d'autres descendent..., 81 – La piste épigénétique, 83

CACATOÈS

- Un cacatoès à la frontière invisible de l'archipel malais** ..... 85  
Entre Sunda et Sahul, 87 – La ligne... n'en est pas une, 90

CACHALOT

- Le bizarre sonar du grand cachalot** ..... 93  
Un nez à moteur, 95 – Deux miroirs et un matelas, 97

CHAUVE-SOURIS	
<b>Des chauves-souris et des virus</b> .....	99
Un système immunitaire singulier, 102 – Des gènes perdus en vol ?, 104	
CHÉTOGNATHE	
<b>Les chétognathes trouvent enfin leur place!</b> .....	107
Proches des cordés ?, 108 – L'étrange groupe des gnathifères, 109 – Les chétognathes, des gnathifères ?, 111	
CICHLIDÉ	
<b>Le déclic évolutif des cichlidés du lac Victoria</b> .....	113
Une évolution rapide, 115 – Un essaim d'hybridation, 117	
CROCODILE	
<b>Sur les bords du Nil, espèces de crocodiles!</b> .....	119
Le crocodile de Geoffroy Saint-Hilaire, 122 – L'ADN des momies de crocodiles, 123	
DINOSAURE	
<b>Les dinosaures changent d'arbre</b> .....	125
Curieux ornithischiens, 126 – Les théropodes, frères des ornithischiens ?, 129	
DYTIQUE	
<b>Les dytiques mâles ne manquent pas d'air</b> .....	131
La bulle du dytique, 132 – Une course aux armements entre mâle et femelle, 133 – Un accouplement néfaste, 135	

ÉLÉPHANT

- Comment l'éléphant trompe le cancer** ..... 137  
Le secret de longévité de la baleine boréale, 138 –  
Les 20 boucliers de l'éléphant d'Afrique, 140 – Le  
réveil du gène zombie, 142

ESCHERICHIA COLI

- Escherichia coli* l'évolution en marche**..... 145  
Des mutations aléatoires ?, 147 – Des erreurs lumi-  
neuses, 148

FÉLIN

- Les félins, rois de l'hybridation**..... 151  
D'étranges génomes, 153 – Vers une histoire plus  
cohérente des félidés, 155

GIRAFE

- Girafes et lamantins : l'énigme des 7 vertèbres** ..... 157  
Une paire de côtes en plus, 160 – Un gène, plusieurs  
traits, 161

GUÊPE

- La guêpe émeraude : comment une blatte devient  
zombie**..... 165  
La guêpe prend les commandes, 166 – Dans le venin  
de la guêpe, 169

HELICONIUS

- Le succès du mime *Heliconius*** ..... 171  
*Heliconius*, champions de l'imitation, 173 – Paral-  
lélisme ou convergence ?, 175

## L'HOMME (DE L'ÂGE DE BRONZE)

- L'homme de l'âge de bronze: Du pot au lait à la mucoviscidose** ..... 177  
 Une mutation sélectionnée ?, 179 – Un avantage contre la diarrhée sécrétoire, 181

## L'HOMME (DU NÉOLITHIQUE)

- L'homme du Néolithique s'est-il autodomestiqué ?...** 183  
 Les renards de Belyaev, 185 – La clé: la crête neurale, 187

## LEVURE DE BOULANGER

- La levure de boulanger vient de Chine** ..... 191  
 Une phylogénie de 1011 levures!, 192 – Des cousines en Asie, 193 – Une forte empreinte de la domestication, 194 – Une levure synthétique évolutive, 195

## MAÏS

- Pourquoi le maïs vient du pop-corn** ..... 199  
 Acte I. La nature véritable de *Zea mays*, 200 – Acte II. Où l'on explore les chromosomes, 201 – Acte III. L'énigme des cinq gènes, 202 – Acte IV. La ténacité de John Doebley, 204 – Acte V. Le mutant du maïs qui ressemblait à la téosinte, 206

## MOUCHE

- La mouche de l'aubépine s'est pommée** ..... 209  
 Une fenêtre de quatre semaines, 210 – Vers une nouvelle espèce ?, 211 – Un choix à l'odeur, 214

## MOUSTIQUE

- Comment le moustique vous repère** ..... 217

De la drosophile au moustique, 218 – Suivre la chaleur... en évitant le froid, 221

MYXINE

**La myxine un vertébré sans vertèbres** ..... 223

Les vertèbres, postérieures aux myxines ?, 224 – Un fossile remarquable, 227

OISEAU

**Comment les oiseaux chanteurs ont conquis le monde**..... 229

Une origine gondwanienne, 230 – L'originalité génétique des oscines, 233

ORANG-OUTAN

**La leçon de l'orang-outan de Tapanuli**..... 235

En quête d'espèces, 236 – Des animaux interfertiles au sein d'un même genre, 239 – L'influence de la culture, 242

OURS POLAIRE

**Comment l'ours polaire a conquis l'Arctique**..... 245

Un tissu adipeux... normal, 247 – Un gène « anti-malbouffe » ?, 250

PARESSEUX

**Un paresseux géant au fond des mers**..... 251

Parmi phoques et dauphins, 253 – Os denses et gros poumons, 255

PIEUVRE

**La pieuvre, un éditeur hors pair** ..... 257

Des substitutions dans l'ARN, 258 – Le cas de la pieuvre à deux points, 259 – Le système nerveux particulièrement édité, 261

POISSON DES GLACES

- Sur les traces des poissons des glaces** ..... 265  
 Une grande variété chromosomique, 266 – Le rôle clé des transposons, 269

RÂLE DE CUVIER

- Le rôle de Cuvier : et l'évolution frappa deux fois**.... 271  
 Un atoll plusieurs fois submergé, 272 – La particularité du rôle de Cuvier, 275

ROSE (DE CHINE)

- La rose de Chine dévoile son génome** ..... 277  
 Plusieurs fois venue d'Asie, 278 – Floraison continue : une histoire de transposons, 281

SERPENT À SONNETTES

- L'impénétrable venin des serpents à sonnettes**..... 283  
 Un crotale, deux venins, 285 – Le rôle de la température, 286 – Un complexe de gènes, 287 – Et toujours la température, 288

TARDIGRADE

- Le tardigrade, une tête sur pattes** ..... 289  
 Cousin des arthropodes ?, 291 – Une tête sur pattes, 294

TÉTRA MEXICAIN

- Comment le tétra mexicain a perdu la vue**..... 297  
 Une destruction programmée, 298 – De la rétine à l'hypothalamus, 301

TORTUE GÉANTE

- Comment les tortues géantes ont conquis Les Galápagos**..... 303

Pas une, mais quinze espèces, 305 – Une sœur sur le continent, 307 – Pas si solitaire, George ?, 309

**VERTÉBRÉ**

<b>Le Lego de la coagulation sanguine des vertébrés .....</b>	<b>311</b>
Une cascade d'enzymes, 312 – Des exons qui s'emboîtent, 315 – Des modules acquis au fil du temps, 316	

**VIVANT**

<b>Le vivant : l'eau, moteur de son évolution .....</b>	<b>317</b>
La leçon de Mars, 318 – Garder son eau, 319 – De l'eau dans un diamant , 321	

**ZÈBRE**

<b>Pourquoi les zèbres sont-ils zébrés ? .....</b>	<b>323</b>
La piste des mouches, 325 – Une question de polarisation, 327	

<b>Glossaire .....</b>	<b>331</b>
------------------------	------------

<b>Bibliographie .....</b>	<b>367</b>
----------------------------	------------







