



ENJEUX SCIENCES

# L'ÉVOLUTION, QUESTION D'ACTUALITÉ ?

*Nouvelle édition augmentée*

GUILLAUME LECOINTRE



éditions  
**Quæ**



# L'ÉVOLUTION, QUESTION D'ACTUALITÉ ?

*Nouvelle édition augmentée*

GUILLAUME LECOINTRE

Éditions Quæ

Éditions Quæ  
RD 10  
78026 Versailles Cedex  
[www.quae.com](http://www.quae.com)

Première édition : éditions Quæ © 2014  
Deuxième édition : éditions Quæ © 2023

ISBN (papier) : 978-2-7592-3672-5  
ISBN (PDF) : 978-2-7592-3673-2  
ISBN (epub) : 978-2-7592-3674-9  
ISBN (livre audio) : 978-2-7592-3709-8  
ISSN : 2267-3032

Le code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation des éditeurs ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris.

*À François Cavanna, que l'évolution fascinait  
et qui adorait le Muséum national d'Histoire naturelle.*

## Collection Enjeux sciences

### *Les virus marins.*

*Simple parasites ou acteurs majeurs des écosystèmes aquatiques?*  
Stéphan Jacquet (coord.), Anne-Claire Baudoux, Yves Desdevises,  
Soizick F. Le Guyader, 2023, 112 p.

### *Le moustique, ennemi public n° 1 ?*

Sylvie Lecollinet, Didier Fontenille,  
Nonito Pages, Anna-Bella Failloux  
2022, 168 p.

### *Feux de végétation. Comprendre leur diversité et leur évolution*

Thomas Curt, Christelle Hély, Renaud Barbero,  
Jean-Luc Dupuy, Florent Mouillot, Julien Ruffault  
2022, 136 p.

### *Les zoonoses*

Gwenaél Vourc'h, François Moutou, Serge Morand, Elsa Jourdain  
2020, 172 p.

### *Les mondes de l'agroécologie*

Thierry Doré, Stéphane Bellon  
2019, 176 p.

## Remerciements

L'auteur remercie  
Véronique Vêto et Anne-Lise Prodel des éditions Quæ,  
Anne Roussel-Versini, Cécile Martin et Alix Veilhan du MNHN,  
et Annabelle Kremer, pour leurs relectures attentives.

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	9
<b>Chapitre 1. Qu'est-ce que l'évolution ?</b> .....	11
Qu'appelle-t-on « évolution » ? .....	11
Quels sont les moteurs de l'évolution ?.....	13
Qu'est-ce que la sélection naturelle ? .....	15
Qu'est-ce qui se transmet à la génération suivante ? .....	20
À force d'évoluer, une espèce devrait être parfaite, non ?.....	23
Est-ce que j'évolue ? .....	26
Que veut dire « lutte pour la vie » ? .....	27
Que veut dire « survie du plus apte » ? .....	27
L'évolution est-elle basée sur l'entraide ou la compétition ? .....	28
Faut-il mourir pour vivre ? Évoluer pour ne pas mourir ?.....	29
Qu'est-ce que le hasard ?.....	30
Qu'est-ce que l'adaptation ? .....	32
Y a-t-il des stratégies adaptatives ?.....	32
Si l'adaptation est efficace, ne devrait-on pas avoir une seule espèce en un lieu donné ?.....	33
Sans alliance, pas de vie ?.....	34
Qu'est-ce qu'un individu ?.....	35
Comment situer la pensée individuelle ? .....	36
Qu'est-ce qu'une espèce ?.....	37
Peut-on observer une espèce en train d'évoluer ?.....	40
Quelle est la durée de vie d'une espèce ? .....	41
Existe-t-il beaucoup d'espèces qui n'ont pas évolué ?.....	42
Qu'est-ce qu'une race ? .....	43
Darwin, et après ?.....	45
Y a-t-il une évolution progressive ?.....	47
L'évolution peut-elle simplifier ? faire régresser ?.....	48
Y a-t-il de la place pour le superflu ? .....	49
Va-t-on perdre notre petit doigt de pied ?.....	51
La nature a-t-elle horreur du vide ? .....	52
L'évolution est-elle parcimonieuse ?.....	52
Y a-t-il des espèces, des races supérieures à d'autres ? .....	53
Pourquoi certaines espèces « moins évoluées » continuent-elles d'exister ? .....	54
Quels sont les organes qui ont le plus évolué ? .....	54
Peut-on éviter le parasitisme ? .....	55
Qu'est-ce que la coévolution ? .....	58



<b>Chapitre 2. Dans l'intimité du vivant</b> .....	61
Quel est le rôle des mutations génétiques ? .....	61
Que font les gènes ? .....	63
Quel est le rôle des capacités d'apprentissage dans l'évolution ? .....	65
La sexualité a-t-elle accéléré l'évolution ? .....	67
Fidélité, infidélité, homosexualité, infanticides : absurdités de l'évolution ? .....	70
L'attention parentale est-elle un fait d'évolution ? .....	71
La société est-elle un super-organisme ? .....	73
La technologie est-elle le propre de l'homme ? .....	74
L'agriculture a-t-elle été inventée par les termites ? .....	75
Un monde sans violence est-il viable ? .....	76
Pourquoi les femmes sont plus petites que les hommes ? .....	79
D'où vient le genre ? .....	80
Pourquoi notre cerveau est-il si important ? .....	82
L'épigénétique signifie-elle le retour de Lamarck ? .....	83
<b>Chapitre 3. Une brève histoire du vivant</b> .....	87
Qu'est-ce qu'être vivant ? .....	87
À quoi ressemblait le premier être vivant ?	
À de l'ARN ? de l'ADN ? .....	89
Qu'est-ce que l'histoire ? .....	89
Luca a-t-il vraiment existé ? .....	91
Existe-t-il encore des lieux qui ressemblent à la Terre primitive ? .....	92
Les règnes du vivant : mythe ou réalité ? .....	93
Les virus ont-ils beaucoup évolué ? .....	94
Le développement d'un embryon raconte-t-il l'évolution ? .....	95
Comment sait-on qu'une espèce va s'éteindre ? .....	96
Les fossiles sont-ils nos ancêtres ? .....	97
Si les ancêtres communs ont existé, pourquoi s'obstiner à les dire hypothétiques ? .....	97
L'évolution aime-t-elle les catastrophes ? .....	98
Y a-t-il une « crise de la biodiversité » ? .....	99
L'humain va-t-il disparaître ? .....	101
Avec ses progrès techniques, l'homme n'a-t-il pas stoppé son évolution ? .....	102
Avec le transhumanisme, l'homme ne va-t-il pas dévier son évolution ? .....	103
Les champignons nous survivront-ils ? .....	105
Quelles sont les espèces les plus résilientes ? .....	106
Sauver des espèces, à quoi ça sert ? .....	106

<b>Chapitre 4. L'évolution, les sciences et au-delà</b> .....	109
Quelles sont les recherches actuelles en évolution ? .....	109
S'il y a un programme génétique, qui l'a programmé ? .....	111
Les langues évoluent-elles ? .....	114
La culture évolue-t-elle ? .....	114
Quel rapport entre vieillissement et cancer ? .....	117
Peut-on lutter contre le cancer avec l'évolution ? .....	119
La pandémie de Covid-19, un exemple d'évolution ?.....	120
L'homme est-il vraiment un animal ? un singe ?.....	122
L'homme est-il plus évolué que les autres espèces ? .....	124
L'évolution est-elle désolante ? .....	124
L'évolution est-elle finie ? .....	125
Peut-on vraiment obtenir un œil par hasard ? .....	125
Mais l'œil n'est-il pas fait pour voir ? C'est que c'était prévu !.....	126
Sans les chaînons manquants, comment sait-on que l'évolution est vraie ? .....	127
Si l'évolution est vraie, quelle place reste-t-il à Dieu ?.....	128
Si l'évolution est une théorie, pourquoi devrions-nous l'accepter ? .....	129
Mais pourquoi croire à l'évolution ?	
On est en démocratie, non ?.....	130
Pourquoi les sciences nient-elles les vérités de la religion ?.....	131
Darwin n'a-t-il pas mené au nazisme ? .....	131
Y a-t-il une nouvelle théorie de l'évolution ?.....	132



# Introduction

Parler d'évolution au grand public lors de conférences ou de débats est une activité passionnante. Cela fait partie de la mission de diffusion des connaissances de l'auteur, professeur du Muséum national d'Histoire naturelle. Elle nous donne la mesure des malentendus possibles. En effet, l'évolution est contre-intuitive par bien des aspects.

Tout d'abord, le mot lui-même peut signifier plusieurs choses, et c'est là que les difficultés commencent. Ne parlons ici que du processus par lequel le vivant change, et se maintient tout en changeant. Or, ce processus n'est pas directement visible. La stabilisation des changements est une affaire de populations, alors que nous aimons raisonner en termes d'individus. De plus, les populations qui changent vite sont si petites qu'on ne les voit pas à l'œil nu. Et les espèces visibles ont des temps de génération plus longs, de sorte que leur évolution est difficilement perceptible le temps d'une vie humaine.

L'évolution est aussi mise en lumière par plusieurs types de raisonnements : des raisonnements d'historiens, et des raisonnements d'expérimentateurs. Telle qu'elle a été conçue par Charles Darwin, elle admet tranquillement le hasard des changements ; mais nous avons horreur du hasard : nous voudrions partir de ce qui nous semble régulier et visible (les espèces, les individus) et assigner à tout cela un chemin tout tracé. Nous aimons plier le monde à notre volonté, et pour cela un déterminisme prédictible nous est plus confortable. Nous aimerions y projeter un avenir, mais l'évolution n'assigne aucun destin. Nous pensons que l'efficacité d'un outil résulte de la conception qu'en a fait le fabricant (ce qui est vrai), mais la sélection naturelle montre comment la performance des organes (au demeurant toute relative) est obtenue sans concepteur. Nous pensions avoir compris la sélection naturelle, et voilà qu'on apprend que la majorité des changements ne lui donnent pas prise : la plupart des changements génétiques sont neutres. Qu'elle ne donne pas des perfections, mais des compromis. Que son lieu d'action n'est pas seulement celui de populations d'individus, mais aussi de



populations de cellules de notre propre corps. Lesquelles sont loin d'être identiques, même génétiquement. Nous croyons que l'évolution est là pour expliquer le changement des espèces ; mais l'évolution, et plus précisément la sélection naturelle, est également là pour expliquer la régularité des espèces *malgré* le changement. Nous aimons nous raconter le déroulement d'une histoire (dont nous sommes l'aboutissement héroïque), mais l'évolution par son mécanisme nous enseigne que l'histoire aurait pu être toute autre.

L'évolution n'arrête pas de nous prendre à rebrousse-poil. Elle nous surprend toujours, même lorsqu'on en fait son métier. Ce livre propose d'explorer quelques-unes de ces surprises à partir de questions naïves ou faussement naïves posées par tout un chacun après des conférences. L'auteur y répond dans un format court, y mêle des questions d'actualité et de société que l'évolution peut éclairer d'un point de vue inédit.



# CHAPITRE 1

## QU'EST-CE QUE L'ÉVOLUTION?

### QU'APPELLE-T-ON « ÉVOLUTION » ?

L'évolution est-elle un progrès? Vieillir, est-ce de l'évolution? L'embryon évolue-t-il? Le changement climatique fait-il évoluer? Évolution provient du latin *volvere* qui désigne la variation d'un système au cours du temps, un « déroulement » dont on peut suivre les étapes. Au XII<sup>e</sup> siècle, le mot donne « révolution » en astronomie, et au XVII<sup>e</sup> siècle, il nomme un changement politique brutal. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, Charles Bonnet utilise le mot pour désigner le développement organique de l'individu, ce qu'on appelle aujourd'hui son développement embryonnaire. Mais son « évolution » signifie alors le déploiement de ce qui est déjà contenu en germe. Typiquement, un petit humain était considéré comme déjà préformé dans les spermatozoïdes ou dans les ovules. Il ne demandait qu'à se déployer dans la « matrice nourricière » de la mère. Par ailleurs, le géologue Charles Lyell utilise le terme en géologie dès 1832. En ce qui concerne la biologie, le botaniste français Frédéric Gérard (1806-1857) utilise dès 1845 le terme de « théorie de l'évolution des êtres organisés » dans le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* (publié en 16 volumes entre 1841 et 1849). Le sens qu'il donne au mot est bien celui d'un changement, et non d'un déploiement. C'est ensuite et surtout Herbert Spencer qui le généralise après 1860, y compris pour parler de la « transmutation » de Charles Darwin. L'évolution n'est alors plus un « déploiement » prévisible de ce qui est déjà contenu en germe. Au contraire, dans les éditions tardives de *L'Origine des espèces* de Charles Darwin, le phénomène d'évolution a pour mécanisme principal de nombreuses variations imprévues, fortuites, permanentes et pas nécessairement bénéfiques à leurs porteurs, lesquelles sont triées par le milieu. Et ce milieu subit lui-même des modifications contingentes, et donc imprévisibles.



Dans le langage de tous les jours, le mot « évolution » s'applique au changement d'un certain système : d'une maladie, de la société, de la conjoncture, de la Terre, du climat... Changement que l'on cherche à tracer, à suivre, à surveiller dans son cours, sans souhaiter nécessairement en expliquer les mécanismes. En ce sens très général, l'évolution s'applique à tout : notre monde réel est en mouvement perpétuel. La montagne que nous regardons est en train de perdre des particules par l'action du ruissellement et du vent ; en respirant, je perds des atomes de carbone, d'oxygène et d'hydrogène ; je perds des cellules en permanence tout en les renouvelant ; les générations se suivent et ne se ressemblent pas complètement... Le terme « évolution » au sens de « changement » est donc très imprécis. Il désigne la dynamique même de la matière. Il s'applique universellement, de l'évolution de l'univers à celle d'une réaction chimique ou celle d'une décroissance radioactive. Cependant, il est souvent confondu avec « récit ». En parlant d'évolution de la vie, ou de l'univers, nous nous référons en effet le plus souvent à une histoire à raconter, pas à un processus de changement en cours. Il y a donc confusion entre connaissance des mécanismes du changement et reconstitution des événements passés. Il s'agit là de l'une des confusions les plus générales et c'est pourquoi nous distinguerons bien l'« évolution » de l'« historicité ».

Si l'on récapitule la somme des variantes dans l'usage qui est fait aujourd'hui du mot « évolution », on doit faire face à une série de concepts mélangés :

- un processus particulier par lequel les espèces biologiques se transforment (on fait allusion souvent à la sélection naturelle) ;
- la théorie générale de la biologie, de l'anthropologie et de la paléontologie ;
- le déroulement de l'histoire de la vie (et éventuellement celle de la Terre, plus rarement incorporant celle de l'univers) ;
- l'image d'un arbre montrant le déploiement généalogique du vivant ;
- la marche vers le progrès.

Bien évidemment, nombre de dialogues se compliquent parce que chacun des interlocuteurs campe sur un sens différent (et la liste n'est probablement pas exhaustive). Sans compter que,

tout au long de cette liste, on glisse progressivement du discours scientifique au discours des valeurs. Car curieusement, le verbe « évoluer », appliqué au champ sociopolitique, est généralement teinté de positivité. Quand on dit que quelqu'un « n'a pas évolué », c'est souvent pour souligner un retard regrettable.

Pour des professionnels des « sciences de l'évolution », l'évolution n'est pas seulement un déploiement ou un changement. Celle-ci est — plus restrictivement — le nom usuel que l'on donne à la théorie générale de la biologie, de l'anthropologie et de la paléontologie. Parmi les outils de cette théorie, les professionnels disposent de processus particuliers de stabilisation temporaire des changements acquis : ceux, par exemple, de la dérive génétique (dans certaines conditions), et de la sélection naturelle.

## QUELS SONT LES MOTEURS DE L'ÉVOLUTION ?

Il est courant de penser que le rôle des « sciences de l'évolution » serait d'expliquer le changement biologique. « Raconte-moi l'évolution ! » reviendrait à demander « Raconte-moi comment les espèces changent ! ». Ce n'est pas faux. Mais il y a là-dessous deux paradoxes. Le premier, c'est que le début de la réponse se situe dans la physique et la chimie... pas en biologie ! En effet, la matière change sans arrêt. Le clou rouille. La montagne s'érode. Le plastique devient cassant. Et si nous passons à la biologie, l'altération se produit là aussi : nous vieillissons.

La biologie n'a donc pas besoin d'expliquer le changement : celui-ci est déjà inscrit dans la matière. La bonne question serait alors, pour le biologiste : comment un chaton peut-il ressembler à sa maman alors que la matière n'arrête pas de changer ? La théorie générale de la biologie aurait donc — au moins — pour charge d'expliquer non pas « comment ça change » mais au contraire « comment ça ne change pas... malgré le changement » !

La sélection naturelle est un mécanisme qui, dans un milieu stable pour un temps, génère du semblable, du régulier, temporairement stabilisé. La raison ? La vie est un formidable jeu d'essais-erreurs que nous ne voyons pas : seules certaines combinaisons autorisant la vie sont possibles dans ce milieu-là. La sélection naturelle est le mécanisme qui, sur le court terme, explique la



ressemblance entre individus d'une même espèce. Il se produit alors le second paradoxe. La notion d'évolution, qui signifie le changement, a pour mécanisme central un principe qui explique d'abord la ressemblance, le maintien ! Mais ce paradoxe est vite résolu si l'on considère le long terme : si le milieu vient à changer, alors les combinaisons propices à la survie ne seront plus les mêmes : la moyenne de l'espèce va se déplacer par sélection naturelle ; il y aura eu changement.

Pendant fort longtemps, on a enseigné que le rôle de la sélection naturelle était d'expliquer le changement de l'espèce. Ce n'était pas faux, mais c'était incomplet : on occultait son rôle d'explication de la ressemblance. C'est que nous prenions comme point de départ rassurant les régularités du monde réel. Ainsi, les chiens font des chiens et les chats font des chats. Les organes sont « bien faits » : ils ont des formes adéquates aux fonctions qu'ils remplissent. Ainsi, si l'ordre du monde était considéré comme premier, il n'y avait nul besoin de l'expliquer mais il fallait en revanche expliquer comment et pourquoi ça change dans ce vivant que nous croyions bien ordonné. Si bien ordonné que l'évolution en deviendrait presque gênante. D'ailleurs elle l'est : il est bien des populations de divers pays qui contestent son enseignement à l'école. Et pourtant, la régularité biologique ne se maintient que grâce à la variation permanente, un flot continu de changements premiers. Ce flot renouvelle les combinaisons parmi lesquelles vont vivre et prospérer « celles qui trouvent convenance », comme le disait déjà Pierre-Louis Moreau de Maupertuis en 1751.

Pour comprendre la théorie moderne de la biologie, renversons alors celle des 50 dernières années : ce qui est premier dans le monde réel n'est pas l'ordre, mais le changement. Il est déjà inscrit dans les lois de la physique et de la chimie, il se manifeste en tout temps, en tout lieu, à toutes les échelles de la matière et de ses propriétés émergentes. Le changement fait office de loi. Le rôle de la sélection naturelle, et par extension celui de la biologie, n'est pas tant d'expliquer le changement — la physique et la chimie s'en chargent déjà aux échelles qui les concernent. Leur rôle est au contraire d'expliquer comment, en dépit des changements, on enregistre tout de même des régularités à certaines échelles, comme celle des développements

embryonnaires, ou celle des individus d'une même population à court terme, puis du changement à l'échelle des populations, sur un temps plus long. C'est la façon dont Charles Darwin questionnait les êtres biologiques ; et le processus de sélection naturelle (qui parlait de variations fortuites) était chez lui la source de régularités autant que de changements. D'ailleurs, le sous-titre de son maître-livre de 1859 parle de *préservation*, pas de transformation, ni d'évolution, ni de transmutation : « L'origine des espèces par le moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie » (race est à comprendre au sens de variant, et lutte au sens d'effort). Mais nous l'oublions régulièrement. La variation produite par le changement est le carburant de l'évolution, l'héritabilité du semblable est son moteur.

### QU'EST-CE QUE LA SÉLECTION NATURELLE ?

L'idée de génie de Charles Darwin, c'est que les changements de la matière se font au hasard. Darwin n'a pas pour programme d'expliquer les causes de chaque menue altération de la matière, chaque petite variation entre individus. Il lui suffit de constater qu'elles surviennent. Il s'intéresse à leurs résultats à l'échelle de la population. Les variations produites n'ont pas de rapport avec les besoins des individus qui les subissent et qui les portent. Cela signifie qu'elles peuvent leur être défavorables, neutres, ou favorables dans les conditions du moment. C'est le principe de *variabilité fortuite*. Ainsi, pour la science d'aujourd'hui, toute population de cellules, d'êtres vivants, et même toute population de protéines est porteuse de diversité. L'identique n'existe pas en biologie. Seul le semblable existe. Par ailleurs, il existe une propriété essentielle aux êtres biologiques. L'individu, ou la structure changeante, a la capacité, au moins potentielle, de transmettre le changement subi à un individu ou à une structure semblable. C'est le principe d'*héritabilité*. Il faut prendre ici l'héritabilité au sens le plus large possible, au sens de *transmission*. Les petites mouches drosophiles transmettent à leur descendance la couleur de leurs yeux. L'apprentissage d'une langue ou de traditions culinaires représente aussi une forme d'héritabilité, terme qu'on remplacera par transmission pour bien signifier que la conception est beaucoup plus large que l'héritabilité génétique.



Arrivés là, dans la population des êtres ou des choses semblables, il ne faut s'attendre à aucune stabilisation d'une version particulière de ce qui varie (par exemple, stabilisation des yeux rouges). La variation indéfiniment produite se manifeste par des fluctuations de fréquence des multiples versions d'un trait. Par exemple, si le trait est, chez les mouches drosophiles, la couleur des yeux, les versions seront « rouge », « jaune », « brun », etc. Les individus portant ces versions du trait sont qualifiés de « variants ».

Pour qu'une nouvelle régularité s'établisse, qu'un variant se stabilise, c'est-à-dire atteigne une fréquence de 100 % au détriment des autres variations au même trait, il faut deux conditions alternatives :

– soit l'effectif de la population est minime. On peut alors voir un variant atteindre une fréquence de 100 % (et les variants alternatifs s'éteindre) juste par hasard. Ce sont les effets imprévisibles des fluctuations de fréquence en effectif réduit. Ce phénomène n'entre pas sous le terme de « sélection naturelle ». Cela s'est produit par exemple dans les vallées de l'île de Madère, où des souris s'installèrent en deux vagues, la première apportée par des drakkars vikings voici 1 000 ans, et la seconde par les frégates portugaises voici 500 ans. Les souris ont formé de petites populations dans les vallées, coupées les unes des autres par des montagnes que les souris n'aiment pas fréquenter. Des variations se sont produites dans les formules chromosomiques de certaines, notamment des fusions de chromosomes. Elles sont passées plusieurs fois d'une formule ancestrale à 40 chromosomes, à une formule à 22 chromosomes. Dans certaines vallées, la nouvelle formule est devenue celle de toute la population, uniquement parce que celle-ci est d'effectif réduit. C'est ce qu'on appelle la « dérive ». Si l'effectif des souris avait été grand, les fréquences des différentes formules chromosomiques auraient aussi dérivé mais en fluctuant de génération en génération indéfiniment (voir encadré ci-dessous) sans qu'aucune ne se fixe à 100 % ou ne s'éteigne ;

– soit la version du trait favorise le nombre de descendants des variants qui la portent. Cette faveur n'est pas l'obole d'une main invisible. Il s'agit juste des contraintes physiques, chimiques, biologiques du milieu. Si la contrainte apporte un avantage au porteur en nombre de descendants, la fréquence du variant

augmentera aussi longtemps que la contrainte durera, jusqu'à atteindre 100%. Par exemple, certains poissons téléostéens des eaux marines antarctiques ont exprimé fortuitement dans leur foie des enzymes digestives qui normalement ne l'étaient que dans le pancréas. La structure de ces enzymes empêchait la formation des noyaux de cristaux de glace. Exprimées dans le pancréas, elles étaient relarguées dans le tube digestif où elles empêchaient les liquides de geler. Rappelons qu'un poisson téléostéen possède une température interne qui est la même que celle de l'eau dans laquelle il est. Exprimées dans le foie, ces enzymes furent libérées dans le sang et empêchèrent donc celui-ci de geler, ce qui constitua un avantage certain durant l'hiver antarctique. Ces poissons téléostéens qui ont exprimé fortuitement ces enzymes dans le foie ont pu mieux vivre dans des eaux marines dont la température est parfois proche de  $-1,8\text{ S}^{\circ}\text{C}$  (l'eau de mer gelant à  $-1,86\text{ S}^{\circ}\text{C}$  en raison du sel qu'elle contient). Aujourd'hui, c'est plus d'une centaine d'espèces de téléostéens antarctiques qui présentent dans leur sang ces protéines « anti-gel ». Cela va sans dire, pour que ce phénomène d'*adaptation* ait lieu, il faut que la variation soit héritable. Si la contrainte est défavorable à la capacité de transmission pour l'une des versions (l'un des variants), alors le variant transmettra moins ses traits à la descendance que les variants alternatifs au même trait et finira par disparaître. La couleur du pelage d'une souris réalise par exemple ces variants : blanc, gris, brunâtre, gris foncé. Les souris blanches échappées d'élevages en laboratoire ne survivent pas dans les jardins, ni dans la campagne. Par leur blancheur elles se font immédiatement repérer par les prédateurs qui chassent à vue, tels les chats, les belettes, les rapaces diurnes. Leur probabilité de s'accoupler et de faire des petits est donc plus faible. Ce fait bien connu a été testé dans la nature sur des souris sauvages du Nebraska, chez lesquelles il existe des variants de la couleur du pelage, clair ou foncé, et qui vivent dans une région, les Sand Hills, aux terrains de couleurs contrastées. Dans deux enclos, l'un au sol clair, l'autre au sol foncé, les chercheurs avaient mis sur chacun un effectif de souris initiales constitué de 50% de variants clairs et 50% de variants foncés. Il a été montré que les souris au pelage clair sur sol foncé et inversement les souris foncées sur sol clair subissaient, statistiquement, davantage la prédation, notamment celle des chouettes. Au bout de 14 mois,



c'est-à-dire quelques générations, la population sur parcelle claire fut globalement 1,44 fois plus claire que la population initiale et sur la parcelle foncée, la population fut 1,98 fois plus foncée que la population initiale.

N'oublions pas, au demeurant, que toute nouveauté stabilisée n'est jamais définitivement acquise. Rien n'empêche la variation spontanée de se manifester à nouveau et remplacer localement ce qui semblait acquis. Rien n'est figé. Reste à savoir si la nouvelle version sera aussi avantageuse que la précédente. Et il en va de même pour le milieu : parfois c'est lui qui change. Et ce qui était avantageux hier peut ne plus l'être aujourd'hui. Par exemple, les dodos, sorte de gros pigeons de l'île Maurice, tirèrent avantage à ne plus voler. Sur une île sans prédateurs, ils purent se contenter de marcher, et de pondre à terre. Jusqu'à ce qu'un prédateur arrive — l'humain — et amène avec lui son cortège d'autres prédateurs, rats, chiens... et qu'ensemble ils fassent disparaître l'étrange oiseau. Autre exemple, la forme du bassin humain est avantageuse pour un bipède dont la colonne vertébrale est verticale : il porte le buste, les bras et la tête. Mais de ce fait, il ne peut s'ouvrir en partie inférieure que dans certaines limites. Cela ne pose pas de problème tant qu'on a une petite tête. Les australopithèques, parmi les premiers hominidés à être des bipèdes permanents, tirèrent pleinement profit de leur bipédie sans problème d'accouchement : leur volume crânien était petit (moins de 500 cm<sup>3</sup> chez l'adulte). Seulement voilà, il y a un million d'années le volume de l'encéphale se mit à croître très vite chez leurs descendants, toujours bipèdes, jusqu'aux limites imposées par le bassin. Résultat, nous sommes l'une des espèces de mammifères chez qui l'accouchement reste le plus compliqué, avec mort maternelle potentielle. Aujourd'hui, ce sont chaque jour 1 500 femmes dans le monde qui meurent de leur accouchement. Au Niger, une femme sur sept meurt des complications de la grossesse. Ce bassin de bipède, avantageux voici 4 millions d'années, ne semble plus l'être autant aujourd'hui.

La sélection naturelle est susceptible de se manifester dès qu'une forme de transmission est couplée à la variation, dans un système de contraintes. Par exemple, en biologie, nous avons longtemps été rétifs à reconnaître la variabilité génétique au sein même du