



PIERRE-HENRI  
**GOUYON**

LES HARMONIES  
DE LA NATURE À L'ÉPREUVE  
DE LA BIOLOGIE

Évolution et biodiversité



# Les harmonies de la Nature à l'épreuve de la biologie

## Évolution et biodiversité

*Pierre-Henry Gouyon*

Une conférence-débat organisée par le groupe  
*Sciences en questions*

Paris, Inra, 23 mars 2000

La collection « Sciences en questions » accueille des textes traitant de questions d'ordre philosophique, épistémologique, anthropologique, sociologique ou éthique, relatives aux sciences et à l'activité scientifique.

Directeurs de collection :  
Raphaël Larrère et Catherine Donnars

Le groupe de travail Sciences en questions a été constitué à l'Inra en 1994 — devenu INRAE le 1<sup>er</sup> janvier 2020 — à l'initiative des services chargés de la formation et de la communication. Son objectif est de favoriser une réflexion critique sur la recherche par des contributions propres à éclairer, sous une forme accessible et attrayante, les questions philosophiques, sociologiques et épistémologiques relatives à l'activité scientifique.

Ce texte a été mis en forme par l'auteur avec la collaboration d'Isabelle Savini et de François Rodolphe, à partir de l'enregistrement de la conférence.

© Inra, 2001, pour la première édition

ISBN : 2-7380-0994-8

© éditions Quæ, 2020

ISSN : 1269-8490

ISBN papier : 978-2-7592-3169-0

ISBN PDF : 978-2-7592-3170-6

ISBN ePub : 978-2-7592-3171-3

Éditions Quæ  
RD 10, 78026 Versailles Cedex

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 proposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France.

# Sommaire

<b>Préface.....</b>	<b>5</b>
<b>Les harmonies de la Nature</b>	
<b>à l'épreuve de la biologie .....</b>	<b>13</b>
L'évolution des perceptions de la nature.....	14
Linné et la vision linnéenne de la biodiversité .....	17
Darwin et la vision darwinienne de la biodiversité .....	19
Les visions de l'hérédité .....	21
Théories et débats actuels .....	26
La théorie neutraliste.....	26
Génétique et écologie.....	29
L'exemple du sexe du thym .....	30
La cible de la sélection.....	33
L'horloge moléculaire .....	35
La question de l'altruisme.....	39
Génétique et société .....	41
Le sexe .....	43
L'ADN égoïste .....	45
Que reste-t-il de l'harmonie de la nature ?.....	47
<b>Discussion .....</b>	<b>55</b>
<b>Pour en savoir plus .....</b>	<b>85</b>



# Préface

*Si le Seigneur Tout-Puissant m'avait consulté avant de s'embarquer dans la création, je lui aurais conseillé de faire plus simple.*

Alphonse X le Sage, roi de Castille et de Léon  
(1221-1252-1284)

Le plaisir m'échoit aujourd'hui de présenter Pierre-Henri Gouyon, que beaucoup d'entre vous connaissent ou ont vu à la télévision, en particulier ces derniers temps puisque les journalistes le sollicitent dès qu'ils cherchent un scientifique critique sur l'usage qui est fait, ou qu'il est envisagé de faire, des organismes génétiquement modifiés. Pierre-Henri, je voudrais d'abord te remercier, au nom de l'Inra, d'avoir accepté cette invitation.

C'est sous l'influence de Georges Valdeyron, professeur de génétique, qu'en 1975, sortant de l'« Agro », tu t'es orienté vers la génétique et la théorie de l'évolution.

Le contexte scientifique était favorable. En 1960, Motoo Kimura avait publié ses premiers articles sur la théorie neutraliste de l'évolution, qui explique le polymorphisme génétique des populations comme résultant d'un compromis entre le processus aléatoire des mutations, qui augmente la diversité, et la dérive génétique, due exclusivement au hasard de la reproduction entre les individus, qui la diminue. Ce polymorphisme commençait à être observé plus finement grâce à la biochimie. En comparant ce qui se produit selon que les mutations sont neutres ou non, en termes de sélection, Kimura a montré que le polymorphisme neutre était commun, ce qui a ouvert de nouvelles perspectives en génétique des populations. Les recherches qui sont menées actuellement sur la biodiversité sont les héritières de cette théorie. À peu près simultanément, John Maynard Smith avait publié ses premiers travaux sur la modélisation de conflits évolutifs par la théorie des jeux, j'aurai l'occasion d'y revenir.

On est donc à l'époque où la théorie de l'Évolution s'immisce avec succès dans différents domaines de la biologie et fait émerger ce que l'on appelle aujourd'hui la biologie évolutive. Ton premier sujet de recherche porte sur l'étude des structures génétiques des populations de thym. Le polymorphisme des terpènes (les molécules des arômes du thym) constitue un outil commode pour l'étude de ces structures. Dans une démarche typique de l'écologie de ces années, il s'agissait de détecter les déterminants de la répartition spatiale des différents types chimiques. Le modèle de ce type de recherche était l'étude qui avait été réalisée en Angleterre sur le mélanisme de la phalène du bouleau, ce papillon devenu célèbre car, habituellement gris clair, comme les troncs des bouleaux qu'il fréquente, il est noir comme eux dans les zones industrielles, mimétisme qui le protège des prédateurs.

De fait, les travaux de l'équipe de génétique écologique du Centre d'études phytosociologiques et écologiques, au sein de laquelle tu effectues tes recherches, montreront bien qu'il existe des facteurs qui sélectionnent les types chimiques de thym (facteurs environnementaux, comme l'insolation ou la sécheresse, facteurs biotiques comme les préférences gastronomiques des escargots et des limaces). Mais dans le détail, la répartition spatiale est très complexe. Il faudra aussi faire entrer en jeu l'instabilité des conditions du milieu : des populations sont détruites par les herbivores, le piétinement ou les incendies, et l'espace qu'elles occupaient est recolonisé. Les aléas de ces recolonisations contribuent au maintien de la multiplicité des chémotypes et brouillent leur répartition spatiale.

Cette représentation dynamique du milieu est associée au concept de métapopulation (ensemble interconnecté de populations qui n'ont chacune qu'une durée de vie limitée), concept qui apparaît alors et joue aujourd'hui un rôle central en biologie des populations. Cette question n'a pas seulement un intérêt académique, dans la mesure où elle débouche sur l'idée selon laquelle la gestion des ressources biologiques doit organiser, contrôler et même éventuellement provoquer les perturbations dans le but de maintenir la biodiversité, idée qui

se heurte à une résistance farouche, même chez les partisans de l'écologie.

Les recherches sur le thym, demandant une étude précise de la démographie et de l'écologie de cette espèce, t'ont conduit à t'intéresser à la sexualité. Le sexe est si j'ose dire un terrain d'exercice fertile de la théorie de l'évolution. En 1982, complétant du même coup ta collection de thèses, tu soutiens sur ce sujet une thèse d'État, avec pour modèle le thym, une bien modeste plante pour laquelle tu t'es finalement beaucoup décarcassé.

La sexualité du thym : aux âmes innocentes, ce sujet pourrait paraître bien anodin. Que nenni ! La sexualité du thym est torride, comme l'ont si bien montré tes brillants travaux. Le problème posé par le thym est la coexistence, dans toutes les populations mais en proportions extrêmement variables, de plantes femelles et de plantes hermaphrodites. À court terme, le problème est le suivant : les plantes femelles ont besoin des hermaphrodites pour se reproduire, et elles transmettent donc des gènes d'hermaphroditisme dans leur descendance. Les modèles montrent que les plantes femelles doivent produire beaucoup plus de graines que les hermaphrodites pour se maintenir. Chez le thym, elles sont effectivement plus fécondes, et cette plus grande fécondité se manifeste pleinement lors des recolonisations qui succèdent aux destructions de populations (où l'on retrouve la métapopulation). D'un point de vue évolutif, c'est-à-dire sur le long terme, la coexistence de plantes femelles et de plantes hermaphrodites est intermédiaire entre l'hermaphroditisme (auquel on peut aboutir par disparition des femelles) et la coexistence de mâles et de femelles (à laquelle on peut aboutir par spécialisation des hermaphrodites en mâles). Cette situation était considérée comme instable, idée que tu as invalidée. Il y a en fait une scène de ménage permanente entre des gènes cytoplasmiques de stérilité mâle et des gènes nucléaires de restauration de la fertilité mâle. Ce conflit, qui peut ne pas connaître de fin, constitue un très bel exemple de conflit intragénomique et une illustration concrète de l'apport de la théorie des jeux à celle de l'évolution. En effet, les gènes cytoplasmiques (c'est-à-dire les gènes des mitochondries et des

chloroplastes) n'étant transmis que par la voie femelle, ceux d'entre eux qui orientent leur hôte vers la fonction femelle sont mieux transmis et sont donc sélectionnés. En revanche, les gènes nucléaires sont transmis par les deux voies, mâle et femelle, et ce sont ceux qui favorisent la fonction la plus rare dans la population qui sont sélectionnés. Il y a bien conflit. Dans un orchestre, chaque musicien joue sa partition en fonction d'un projet commun ; dans un génome, chaque gène joue sa musique, l'ensemble fonctionne, mais il n'y a ni projet ni chef d'orchestre. Ces recherches sur l'évolution du sexe ont été poursuivies et ont donné lieu à un foisonnement de travaux à l'animation desquels tu prends une part importante.

En 1985, tu prends la direction du groupe d'évolution des systèmes génétiques du CNRS à Montpellier, tout en demeurant l'enseignant que tu as toujours été depuis le début de ta carrière scientifique. Tu avais en effet été recruté dès 1976 comme assistant de Génétique et amélioration des plantes à l'Institut national agronomique. Tu seras nommé professeur à l'université d'Orsay en 1988, responsable du laboratoire d'Évolution et systématique des végétaux. Ton enseignement s'y déroule essentiellement en second et troisième cycles ; ton activité y est si multiple que j'ai été obligé de sélectionner sévèrement ce dont je parlerai !

Une vision unificatrice de la biologie évolutive est au cœur de ton enseignement. Elle est exposée dans un ouvrage intitulé *Les avatars du gène*<sup>1</sup>, que tu publies en 1997 avec Jacques Arnould et Jean-Pierre Henry, et que vous dédiez à Georges Valdeyron en reconnaissance de son enseignement. D'autres disciplines de la biologie ont aussi une très grande valeur unificatrice, je pense évidemment à la biologie moléculaire, dont la vertu unificatrice procède de l'universalité de mécanismes considérés comme élémentaires, que l'on peut voir comme autant de réponses à des questions qui commencent par « comment ? ». La théorie de l'évolution fournit une autre unification, qui se rattache à des questions qui commencent par « pourquoi ? ». Ces questions, qui ne se posent avec insistance, en dehors de la biologie, que dans le champ des sciences de l'univers, portent

---

1. P.-H. Gouyon, J.-P. Henry, J. Arnould, 1997.

directement sur le sens du déterminisme génétique et de l'évolution. Tu n'as pas cherché à masquer dans ton enseignement ces interrogations téléologiques qui sont depuis longtemps présentes dans ta réflexion, puisque tu avais éprouvé dès 1984 le besoin de t'inscrire au DEA de Philosophie à Montpellier.

Aborder la philosophie dans l'enseignement supérieur scientifique est assez rare en France. C'est une marque forte de ton enseignement qui est sans doute pour beaucoup dans les réactions des étudiants, jamais neutres, et très majoritairement positives ! Ton indépendance d'esprit t'a conduit aussi à défendre la sociobiologie comme théorie scientifique, à une époque où cette attitude était considérée par beaucoup en France, y compris dans le milieu scientifique, comme entachée de sympathie envers le national-socialisme. Je rappelle que la sociobiologie est née du paradoxe qu'offrent à un regard darwinien les insectes sociaux : comment diable l'évolution peut-elle aboutir aux sociétés d'abeilles dans lesquelles les ouvrières se donnent tant de mal pour élever des petits abeillons qui ne sont pas leurs enfants ? La sociobiologie explique ces formes d'altruisme et leur apparition par l'apparement génétique au sein des sociétés d'insectes. Dans le même esprit, la modélisation génétique a été étendue, avec plus ou moins de bonheur, à beaucoup d'autres comportements animaux, et finalement aux sociétés humaines, avec beaucoup moins de bonheur ; beaucoup ont alors jeté le bébé, qu'ils connaissaient mal, avec l'eau du bain, qui était parfois très sale.

Tes recherches, qui portent sur l'évolution des systèmes génétiques des végétaux dans leur milieu écologique naturel ou artificiel, touchent à tous les mécanismes fondamentaux de la biologie des végétaux : nutrition, défense, reproduction, dispersion... Mécanismes fondamentaux sur lesquels l'homme est intervenu prioritairement pour adapter les plantes et les milieux à l'agriculture. Tu as constamment cherché à faire comprendre aux étudiants en quoi un enseignement théorique était utile pour qui s'intéresse aux applications, et réciproquement, ce que la théorie pouvait tirer de ces dernières. C'est ce que tu fais au sein du DEA Biodiversité, à la création

duquel tu as participé en 1991, pour pallier le manque de formation de troisième cycle à la génétique des populations et à l'étude de la biodiversité.

Une autre originalité de ton enseignement est la place qu'il accorde à la modélisation mathématique, soit comme outil indispensable pour trancher des questions qui demandent une réponse quantitative, soit comme moyen de produire des idées de mécanismes fondamentaux. La biologie des populations est en effet un terrain privilégié de l'interaction entre biologie et mathématiques. L'introduction des mathématiques dans un enseignement de biologie n'est déjà pas aisée dans les écoles d'ingénieurs et ne l'est pas du tout à l'université. Pour surmonter les réticences des étudiants, tu as toujours intégré les mathématiques dans un contexte qui en faisait des modèles de problèmes biologiques. Ruse que tu as jointe à une pédagogie active fondée sur la participation, la prise d'initiative et la réflexion personnelle.

En 1994, tu es nommé maître de conférences à l'École polytechnique et en 1998, professeur consultant à l'INA PG. Ton intérêt pour les interactions entre disciplines différentes, toujours guidé par la biologie, t'a conduit à mettre sur pied à l'École polytechnique, conjointement avec des chimistes, des économistes et des mathématiciens, un module d'enseignement pluridisciplinaire d'écoscience, qui connaît depuis sa création un grand succès.

Pour achever cette présentation, je dirai quelques mots de ton engagement. Un engagement dans l'animation et le fonctionnement des institutions universitaires et scientifiques qui fait de toi un homme de l'appareil. Un engagement plus personnel, mû par la conviction que la responsabilité du scientifique résulte de la liaison indéfectible entre science, technique et éthique ; tu as fait partie du Comité opérationnel d'éthique dans les sciences de la vie du CNRS, tu as participé au groupe parlementaire qui a travaillé sur le principe de précaution, et tu es actuellement membre du Comité de biovigilance du ministère de l'Agriculture. Un engagement aussi par le choix, en plus de recherches typiquement académiques, de sujets de recherche plus impliqués dans

l'action, comme la gestion des ressources génétiques ou l'étude anticipée des risques associés aux manipulations génétiques ; tu les animes au sein du laboratoire d'Écologie et systématique des végétaux, en collaboration notamment avec l'Inra et l'INA P-G. Un engagement enfin dans le débat social, à travers de nombreuses interventions dans les médias (presse, radio, télévision) et d'autres activités de vulgarisation (comme le débat citoyen sur les OGM) qui visent toutes à éclairer les enjeux des avancées de la biologie pour notre société.

*François Rodolphe, mathématicien,  
maître de conférences à l'université Pierre-et-Marie-Curie,  
directeur de recherche à l'Inra*