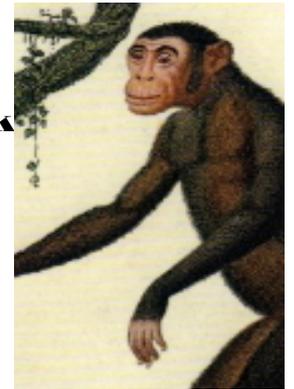


Les fondements de la biologie

Le XIXe siècle de Darwin, Pasteur et Claude Bernard

par Paul Mazliak



Accessible sur cette page :

[| table des matières](#) | [| avant-propos](#) | [| introduction](#)
[| copyright illustration ci-jointe](#) | [| revue de presse](#) |

Table des matières

Avant-propos

Introduction

LE GRAND DÉBAT ENTRE CUVIER ET GEOFFROY SAINT-HILAIRE

EXISTE-T-IL UN PLAN D'ORGANISATION COMMUN À TOUS LES ANIMAUX ?

Une grande amitié entre deux jeunes anatomistes

- ▶ Geoffroy Saint-Hilaire devient professeur au Muséum à vingt-et-un ans
- ▶ Cuvier entre à l'Académie des sciences à vingt-sept ans
- ▶ Premiers travaux communs et premières divergences d'orientation

L'œuvre considérable de Georges Cuvier

- ▶ Les leçons d'anatomie comparée
- ▶ Esquisse du "principe des corrélations"
- ▶ Les analogies anatomiques
- ▶ Les quatre embranchements du Règne animal
- ▶ Le "principe de la corrélation des formes" et l'essor de la paléontologie des Vertébrés

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, le visionnaire

- ▶ La "théorie des analogues" et la "philosophie anatomique"
- ▶ Le principe des connexions
- ▶ Le principe du balancement des organes
- ▶ Le "type commun" d'organisation

Le grand débat public de 1830

- ▶ L'amorce de l'opposition entre fixisme et évolution

Résurrection, au XXe siècle, de la "philosophie zoologique" de Geoffroy Saint-Hilaire

LA THÉORIE CELLULAIRE

Les intuitions de Lorenz Oken (1779-1851)

La cellule végétale pour le botaniste Mathias Jacob

Schleiden (1804-1881)

La cellule animale pour le physiologiste Théodore Schwann (1810-1882)

L'origine biologique des cellules pour le pathologiste Rudolf Carl Virchow (1821-1902)

La théorie cellulaire de la fécondation par Oscar Hertwig (1849-1922)

Conclusion : Esquisse de la biologie cellulaire du XXe siècle

LA THÉORIE DE L'ÉVOLUTION. CHARLES DARWIN (1809-1882)

Les premières années de Charles Darwin

- ▶ Une famille de bourgeois libéraux aisés
- ▶ Shrewsbury - Édimbourg - Cambridge

Le Voyage d'un naturaliste autour du monde (1831-1836)

- ▶ L'émerveillement du voyageur
- ▶ Géologie
- ▶ Paléontologie
- ▶ Variété des comportements animaux (éthologie)
- ▶ La création de nouvelles espèces par isolement géographique
- ▶ Les îles Galápagos
- ▶ Les faunes des deux parties du continent américain

Vingt ans de réflexion

- ▶ La question religieuse
- ▶ L'évolutionnisme avant Darwin
- ▶ L'uniformitarisme (ou actualisme) géologique
- ▶ Interrogations darwiniennes
- ▶ Les carnets de notes (1837-1842)
- ▶ Le rôle du hasard dans la théorie darwinienne
- ▶ Les brouillons successifs de L'Origine des espèces (1842-1859)

L'Origine des espèces (1859)

- ▶ Analyse préliminaire
- ▶ La variation
- ▶ La lutte pour l'existence
- ▶ La sélection naturelle
- ▶ L'Évolution
- ▶ Le principe de divergence des caractères
- ▶ La question de la barrière génétique entre espèces
- ▶ La création de nouveaux organes au cours de l'évolution
- ▶ La réutilisation de structures homologues pour de nouvelles fonctions
- ▶ Le type commun à tous les animaux
- ▶ La question des "instincts sociaux" des insectes
- ▶ La distribution géographique des espèces
- ▶ Phylogénie et classification

L'accueil de la théorie darwinienne par les contemporains

- ▶ Encart : Les créationnistes modernes

La Descendance de l'Homme (1871)

- ▶ Encart : Le darwinisme social. Eugénisme et racisme

Le darwinisme au XXe siècle

- ▶ La théorie synthétique de l'évolution
- ▶ La théorie neutraliste
- ▶ La théorie des équilibres ponctués
- ▶ Conclusion : Importance de la théorie de l'Évolution pour la biologie
- ▶ Encart : Ni Dieu ni gène, par J. J. Kupiec et P. Sonogo. Plaidoyer pour une génétique darwinienne

NAISSANCE DE LA MICROBIOLOGIE. LOUIS PASTEUR (1822-1895)

- ▶ Présentation conventionnelle de Pasteur, gloire nationale et bienfaiteur de l'humanité

Pasteur chimiste : la recherche fondamentale

- ▶ Le fils d'un tanneur du Jura
- ▶ La formation d'un jeune scientifique
- ▶ La thèse de doctorat en chimie et cristallographie
- ▶ Le laboratoire

Passage à la biologie : le vitalisme de Pasteur

Vers la recherche appliquée : les fermentations. Premier énoncé de la "théorie des germes"

- ▶ La question du pouvoir rotatoire de l'alcool amylique
- ▶ L'observation d'une fermentation accidentelle d'acide

paratartrique

- ▶ La nomination à Lille
- ▶ Premier énoncé de la "théorie des germes"

Le débat entre Pasteur et Pouchet sur la "génération spontanée"

- ▶ L'approche scientifique contemporaine de la question des origines de la vie

Les maladies contagieuses et la vaccination

- ▶ Les maladies des vers à soie
- ▶ Les maladies contagieuses
- ▶ Le choléra des poules
- ▶ Le charbon des ruminants
- ▶ L'expérience de Pouilly-le-Fort
- ▶ La vaccination contre la rage

L'Institut Pasteur ; le groupe des Pastoriens à la fin du XIXe siècle

Conclusion : Le rôle des microbes dans la nature

LA PHYSIOLOGIE, AUTONOME ET CONQUÉRANTE. CLAUDE BERNARD (1813-1878)

- ▶ La "révolution physiologique" au XIXe siècle

Une vie entièrement consacrée à la physiologie

Recherches sur les sucs digestifs

- ▶ Les théories chimiques de la nutrition
- ▶ Débat entre chimistes et physiologistes sur l'origine des graisses animales
- ▶ La thèse de doctorat en médecine de Claude Bernard : "Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition"
- ▶ Recherches physiologiques sur la digestion antérieures à celles de Claude Bernard
- ▶ Recherches de Claude Bernard sur le suc gastrique
- ▶ Recherches sur le suc pancréatique

La fonction glycogénique du foie

Le "milieu intérieur"

Recherches sur le système nerveux

- ▶ Le contrôle de la digestion par le système nerveux
- ▶ Le diabète artificiel
- ▶ Les nerfs vasomoteurs
- ▶ Les effets du curare

L'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale

- ▶ Claude Bernard et la philosophie d'Auguste Comte
- ▶ La méthode expérimentale

► L'application de la méthode expérimentale à l'étude des êtres vivants

Les Principes de médecine expérimentale

Conclusion : Les Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux

CONCLUSION

- La première révolution industrielle
- Le scientisme
- A la fin du XIXe, la biologie s'inscrit en grande partie

dans le courant scientifique, dominant en Europe

► Mais, à la fin du XIXe, l'unité des sciences de la vie ne peut pas encore se réaliser

Annexes

- Les grandes lignes de recherche en biologie végétale
- Bibliographie
- Chronologie
- Index des noms d'auteurs

Avant-propos

Le XXe siècle fut un véritable feu d'artifice de découvertes en biologie. Paul Mazliak, dans un précédent ouvrage, nous a fait revivre ces grandes avancées qui ont profondément changé notre quotidien et bouleversé notre conception de l'homme et du vivant. A travers les interrogations des biologistes du XIXe siècle, se construisent, pour l'essentiel, les fondements de la biologie en tant que discipline scientifique individualisée. A l'issue de ce siècle, pour la science : le monde vivant est cohérent et distinct de l'inanimé, les espèces vivantes, Homme compris, sont toutes parentes, leur évolution résulte de mécanismes identifiables ; avec la connaissance du monde microbien, la médecine prend un vrai tournant, les organismes naissent les uns des autres et non par génération spontanée ; les mêmes mécanismes fondamentaux animent chaque organisme, la physiologie est une science cartésienne et expérimentale ; les grands problèmes pour le siècle suivant sont dans l'ensemble clairement définis, la science de la vie ne saurait plus se limiter à une attitude descriptive, ses ambitions sont définitivement explicatives ; elle n'est pas pour autant libérée de tout recours au mystère, de tout vitalisme, manquant encore d'un support matériel pour l'hérédité.

Paul Mazliak, dans une langue aussi rigoureuse qu'accessible à tous, a su choisir les faits les plus significatifs, les itinéraires essentiels, sans se laisser tenter par la dispersion que la richesse de la période choisie aurait pu induire. Il a conçu un ouvrage original tant par ses objectifs que par son point de vue d'auteur. Son propos, articulé autour de quelques personnages incontournables, est sans rapport avec les classiques biographies ; c'est un récit qui donne à voir la construction des bases de la biologie moderne, avec ses acquis solides, ses hésitations, ses faiblesses.

Un tel ouvrage, sur ce siècle qui commença, ce n'est pas un hasard, avec l'apparition du terme de biologie, permet de comprendre comment a émergé et s'est construite cette science et ses relations aux autres disciplines expérimentales. Ce livre oblige à penser, à se poser de nouvelles questions. En montrant les tâtonnements de cette période clé, il montre clairement ce qu'est la démarche scientifique et permet de mieux comprendre les grandes avancées du XXe siècle et pourquoi les chercheurs contemporains soucieux de vulgariser "leur" science font sans arrêt référence à Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire, Darwin, Claude Bernard et Pasteur au point que leurs noms sont devenus familiers à tous.

Alain PREVOT,
professeur de biologie et géologie,
membre des éditions Adapt-Snes

Illustration de couverture

Planche gravée (détail) en couleurs extraite d'une réédition des oeuvres de Buffon. Précisons que dans ces éditions du milieu du XIXe, "enrichies", les dessins originaux de Buffon ont été adaptés au goût de l'époque (passage à la couleur ...) et des sujets nouveaux (voire plus anciens mais non présents dans l'oeuvre initiale) ont été ajoutés. Cette gravure est ainsi significative du XIXe et non de l'époque de Buffon (fin XVIIIe siècle).

Introduction

“L’histoire d’une science manquerait sans doute son objectif si elle ne réussissait pas à représenter la succession de tentatives, d’impasses et de reprises qui a eu pour effet la constitution de ce que cette science tient aujourd’hui pour son objet propre. Or, à la différence de géométrie ou d’astronomie, termes plus que millénaires, biologie n’est pas encore bi-centenaire... Dans le cas de la biologie, l’invention du terme et du concept répondait à l’ambition de qualifier par récurrence, de façon plus pertinente, l’objet d’une discipline qui ne se coupait pas de son passé.”

Le terme “biologie” a été rendu public pour la première fois aux alentours de 1802, simultanément et indépendamment, à Paris sous la plume du zoologiste français Jean-Baptiste Lamarck (dans un ouvrage intitulé *Hydrogéologie*) et à Göttingen dans l’ouvrage du naturaliste allemand Gotfried Treviranus : *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforscher und Ärzte* (Biologie et philosophie de la nature vivante pour le naturaliste et le médecin). L’apparition du terme biologie marque bel et bien une rupture dans les sciences de la vie.

“Jusqu’à la fin du XVIIIe siècle, en effet, la vie n’existe pas. Mais seulement des êtres vivants. Ceux-ci forment une ou plutôt plusieurs classes dans la série de toutes les choses du monde... On a l’habitude de répartir toutes les choses du monde en trois classes : les minéraux... , les végétaux... et les animaux. [Linné disait : “les minéraux existent, les végétaux existent et croissent, les animaux existent, croissent et sentent”.] La vie ne constitue pas un seuil manifeste à partir duquel des formes entièrement nouvelles du savoir sont requises. Elle est une catégorie de classement... comme toutes les autres, soumises à certaines imprécisions... De même que le zoophyte est à la frange ambiguë des animaux et des plantes, de même les fossiles, de même les métaux se logent à cette limite incertaine où on ne sait s’il faut ou non parler de la vie. Mais la coupure entre le vivant et le non-vivant n’est jamais un problème décisif. Comme le dit Linné, le naturaliste - celui qu’il appelle Historiens naturalis [l’Historien de la nature] - “distingue par la vue les parties des corps naturels, il les décrit convenablement selon le nombre, la figure, la position et la proportion, et il les nomme”. Le naturaliste, c’est l’homme du visible structuré et de la dénomination caractéristique. Non de la vie.”

Après le zoologiste français Jean-Baptiste Lamarck, tout change. Lui reconnaissait, à la fin du XVIIIe siècle, une césure majeure dans la série des corps naturels : d’un côté les corps vivants, de l’autre côté les corps bruts, inanimés. C’est la vie qui sépare ces deux ordres de corps, c’est-à-dire une propriété cachée, enfouie au plus profond de l’être, qu’il faut travailler à découvrir. Ainsi, dans une note manuscrite retrouvée en 1950, par le Professeur Grassé, au Muséum, Lamarck déclarait : “C’est à ces corps singuliers et vraiment admirables qu’on a donné le nom de corps vivants... Ils offrent en effet, en eux et dans les phénomènes qu’ils présentent, les matériaux d’une science particulière qui n’est pas encore fondée, qui n’a pas même de nom, dont j’ai posé quelques bases dans la philosophie zoologique, et que je nommerai Biologie”.

Dès 1812, le cours de Lamarck au Muséum a pour titre : *Biologie ou considérations sur la nature, les facultés, les développements à l’origine des corps vivants*. En 1815, Lamarck écrivait dans son *Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres* :

“Tout ce qui est généralement commun aux végétaux et aux animaux, comme toutes les facultés qui sont propres à chacun de ces êtres sans exception, doit constituer l’unique et vaste objet de la biologie : car les deux sortes d’êtres dont je viens de parler sont tous essentiellement des êtres vivants et ce sont les seuls êtres de cette nature qui existent sur notre globe. Les considérations qui appartiennent à la biologie sont donc tout à fait indépendantes des différences que les végétaux et les animaux peuvent offrir dans leur nature, leur état et les facultés qui peuvent être particulières à certains d’entre eux.”

Les premières questions que se posent les vrais biologistes sont donc celles-ci : qu’est-ce qui différencie un corps brut minéral d’un être vivant organisé ? Quelles sont les propriétés communes, au-delà de leurs différences, aux végétaux et aux animaux ? Qu’est-ce qui “anime” un organisme ? Qu’est-ce qui donne sa sensibilité à la fibre nerveuse, sa contractilité à la fibre musculaire, sa force à l’animal qui se déplace, sa capacité d’assimilation et de croissance à la plante qui se développe en milieu entièrement minéral ? Ces

questions ne sont pas tout à fait nouvelles : Aristote et Galien se les ont posées et tous deux y ont répondu en introduisant dans les organismes (sous une forme invisible) des âmes (végétative, sensitive, motrice...) qui leur confèrent leurs propriétés, un “principe igné” qui en réchauffe le cœur, etc. Les médecins arabes de la pré-Renaissance, les grands anatomistes italiens, tout en décrivant minutieusement les organes du corps humain, conservent les forces occultes des naturalistes de l’Antiquité, les vertus cachées qui expliquent les facultés du vivant. Les alchimistes, Paracelse, puis plus tard Stahl, Van Helmont en rajoutent.

Descartes, en revanche, s’efforce de purger “La description du corps humain” de toutes ces forces occultes, de ces âmes cachées, de ces principes ignés, de ces “archées” mystérieuses... Il s’en tient, pour rendre compte du fonctionnement de la “machine animale” aux lois de la mécanique et de l’hydrodynamique. Reprenant totalement la grande découverte du médecin anglais William Harvey, il considère avant tout, dans cette machine, le sang qui circule dans les vaisseaux, qui s’échauffe et “fermente” dans le cœur (le faisant ainsi se dilater périodiquement et envoyer, à chaque dilatation, le sang dans les artères) ; Descartes suit, à la sortie immédiate du cœur, le sang qui s’évapore en partie, pour donner, à travers le crible des artères carotides, des particules infiniment subtiles qui montent au cerveau, formant ainsi les esprits animaux qui circulent à leur tour dans les nerfs et font gonfler les muscles, “comme le vent enfle les voiles” des navires. En présentant ces mécanismes cachés, enfouis au sein de la “machine animale”, Descartes, un des premiers, quitte l’histoire naturelle descriptive pour aller vers la biologie. Lamarck, dans sa Philosophie zoologique de 1809, se déclare nettement cartésien.

Ainsi, au début du XIXe siècle, la biologie cherche à s’individualiser en science autonome, affirmant ses problématiques particulières, ses méthodes propres d’exploration du contenu caché des organismes, ses procédés spéciaux de révélation du vrai “fond vital” des êtres organisés ; il faudra cependant encore un siècle et demi (jusqu’à la découverte de la structure de l’ADN, en 1953) pour que l’on puisse véritablement parler de la biologie comme d’une science accomplie, débarrassée quasi-totalement de tout contenu irrationnel. En effet, les naturalistes de l’époque classique ont bien commencé l’étude des propriétés du vivant en s’efforçant de n’utiliser que les lois de la mécanique des fluides ou des solides mais ceux du XVIIIe siècle ont fini leurs travaux sur un constat d’échec : ils ne pouvaient rendre compte mécaniquement ni de l’hérédité, ni de l’embryogenèse, ni de l’harmonie globale du fonctionnement d’un organisme assurant sa survie en conditions défavorables. Malgré les beaux travaux des chimistes (Lavoisier, Priestley) qui avaient étudié la respiration (assimilée à une combustion), la “purification” de l’atmosphère par les plantes exposées à la lumière et dégagant de l’oxygène, malgré les recherches de Galvani et de Volta sur l’électricité animale, ou bien celles de Haller sur l’irritabilité des fibres nerveuses, malgré celles de Sénequier, de Willis, de Bordeu, de Bichat, etc., les médecins, naturalistes ou physiologistes du Siècle des Lumières s’avouent incapables de saisir rationnellement “le mouvement secret des choses” au fond des êtres vivants. Le XVIIIe siècle qui commença sous les auspices d’un mécanisme triomphant dans toutes les sciences de la nature s’est donc achevé en plein vitalisme dans les sciences de la vie.

Le XIXe siècle progressera beaucoup dans l’établissement des fondements rationnels de la biologie. De nombreux concepts manquant aux naturalistes des époques précédentes pour déceler “les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux”, comme dira Claude Bernard, furent élaborés entre 1830 et 1880. L’anatomie comparée va prendre un grand essor et les deux protagonistes de la célèbre controverse scientifique des années 1830 : Georges Cuvier d’un côté et Geoffroy Saint-Hilaire, de l’autre, vont chacun apporter leur pierre à l’édifice. En comparant entre eux, dans tout le Règne animal, les dispositifs anatomiques permettant d’assurer les grandes fonctions vitales (circulation, respiration, nutrition, sensibilité, mouvement...), Georges Cuvier attira l’attention sur les fonctions elles-mêmes plus que sur les dispositifs anatomiques variés utilisés pour les rendre effectives. De même, la profonde réflexion de Cuvier sur les corrélations nécessaires entre toutes les fonctions pour que se réalise un organisme cohérent, susceptible de se maintenir et de se développer dans un milieu souvent hostile, introduisit, dans les sciences biologiques, une première esquisse des régulations internes à un organisme et souligna le caractère indissociable de tout être vivant et de son environnement. Geoffroy Saint-Hilaire de son côté, démasqua d’autres aspects cachés des organismes : les homologies importantes qui se retrouvent dans les plans d’organisation de tous les animaux, d’abord parmi les espèces d’une même classe, puis ensuite parmi les représentants des diverses classes. Sur ces bases anatomiques et physiologiques nouvelles, Charles Darwin put étudier longuement la variation au sein des espèces, l’adaptation des êtres vivants aux différents milieux, les homologies entre fossiles des espèces éteintes et représentants des groupes actuels ; il en tira la magnifique théorie de la sélection naturelle donnant la clé rationnelle de

l'Origine des espèces et de l'Évolution. Une parenté incontestable entre toutes les classes d'êtres vivants se dégage avec force de tous ces travaux : les sciences naturelles auparavant éclatées vont faire place désormais à une biologie réunifiée.

D'autres travaux de spécialistes des sciences de la vie dévoileront aussi progressivement l'unité du vivant au XIXe siècle. La difficile élaboration de la théorie cellulaire réunifiera dans un cadre unique d'organisation, unicellulaires et pluricellulaires. Les 21 sortes de tissus fondamentaux distingués par Bichat dans l'organisme humain (auxquels il confiait 21 sortes de "propriétés vitales" particulières) se trouveront réunies par leur architecture commune reposant sur une association de cellules spécialisées. Les physiologistes dévoileront dans tous les tissus, puis dans toutes les cellules, les mêmes constituants organiques fondamentaux, les mêmes réactions chimiques fondamentales représentées par les combustions respiratoires, la même intervention des ferments ou diastases. Pasteur peuplera les milieux extérieurs de micro-organismes, ces "microbes" observés au microscope depuis deux siècles, mais dont il étudie pour la première fois les énormes capacités de transformation chimique dans les fermentations ou les putréfactions. Sa "théorie des germes" s'étendra ensuite à l'origine des maladies infectieuses et voilà que vers la fin du siècle, avec Claude Bernard, la pathologie et la thérapeutique (bref, la médecine) se rattachent à la biologie, par le truchement de la physiologie, pour former la Médecine expérimentale.

Cependant à la fin du XIXe siècle, la biologie n'est pas encore entièrement constituée : la science de l'hérédité (la génétique) notamment, lui fait cruellement défaut ; mais la plupart des fondements scientifiques de la discipline sont solidement posés.

Revue de presse

L'Humanité, 19/12/2002

" (...) cette aventure que l'auteur nous conte : l'oeil rivé sur les débats, les conflits, les erreurs qu'il sait bien plus utiles à l'orientation d'un parcours intellectuel que la mécanique bien huilée et reconstruite après coup de catégories censées se déduire logiquement les unes des autres. (...)

l'auteur nous guide dans les laboratoires, pointe les difficultés, refait pour nous les démarches et les expériences, nous invite surtout à resituer les généalogies dans leur époque, condition essentielle pour mieux comprendre structures et cheminements, et enjeux philosophiques des disciplines. (...) en messager et interprète d'uen science qui a bouleversé et continue de bouleverser nos conceptions du monde."

Lucien Degoy

Inter-CDI, 11-12/2002

"Malgré l'absence de la génétique, la plupart des fondements scientifiques de la biologie moderne sont déjà solidement posés."