

HISTOIRE DE LA NOTION DE VIE

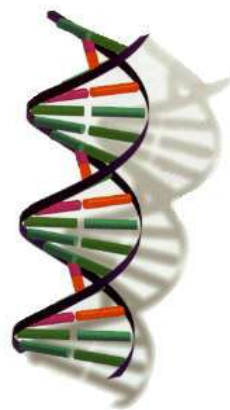


Table des matières

1. Introduction.....	4
2. L'antiquité.....	5
2.1 Egypte.....	5
2.2 Hippocrate (460-370 av JC) et Platon (420-347 av JC).....	6
2.3 Aristote (384-322 av Jc).....	7
2.3.1 Biologie aristotélicienne.....	7
2.3.2 Physiologie aristotélicienne.....	8
La nutrition:.....	8
La respiration:.....	9
La reproduction:	9
Le mouvement:.....	9
2.4 Galien (129-200 après JC).....	10
L'utilité des parties:.....	10
Les facultés naturelles.....	10
L'âme.....	11
3. Le XVII et XVIII siècle.....	11
3.1 La chimie.....	12
3.1.1 Principes chimiques.....	12
3.1.2 Physiologie de Van Helmont.....	13
3.1.3 L'âme.....	13
3.2 William Harvey et la circulation du sang (1578-1657).....	13
3.3 René Descartes et le mécanisme (1596-1650).....	14
3.3.1. La physique de Descartes.....	14
3.3.2 La biologie Cartésienne.....	15
3.3.3 Physiologie Cartésienne.....	15
La nutrition.....	15
Le mouvement.....	16
Le langage et la vie de relation.....	16
La reproduction	16
3.4 Le Vitalisme.....	17
3.4.1. Le vitalisme de Bichat (1771-1802).....	18
Les propriétés vitales.....	18
L'impossible physiologie de Bichat.....	18
3.5 Lavoisier (1743-1794) et la respiration.....	19
4. Le XIX siècle.....	20
4. Le XIX siècle.....	20
4.1 Lamarck (1744-1822, France).....	20
L'invention de la biologie.....	20
Le transformisme.....	21
4.2 Claude Bernard et l'expérimentalisme (1813-1878).....	22
4.3 Darwin (1809-1882) et le darwinisme.....	23

5. Conclusions.....24
6. Bibliographie.....26

HISTOIRE DE LA NOTION DE VIE

1. Introduction

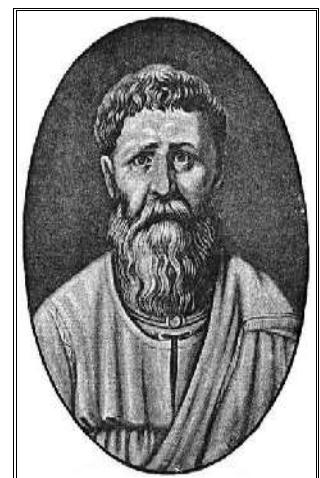
Le mot biologie provient du grec bios (βίος) signifiant vie et logos (λογος) signifiant connaissance. La biologie est donc la science de la vie. Derrière ce nom général, la biologie recouvre plusieurs réalités: Elle étudie, en effet, les être vivants à différents niveaux et avec une multitude d'approches techniques différentes. Par exemple, la biologie dite cellulaire s'intéresse aux mécanismes de fonctionnement de la cellule en empruntant différents concepts et outils à la physique et à la chimie. La biologie des populations s'intéresse au comportement et au devenir des différents groupes d'animaux en interaction. Elle emprunte des concepts à la génétique mais aussi à l'éthologie et à l'écologie. Enfin, la biologie peut s'intéresser aux comportements conscients ou inconscients et à ce niveau elle se rapproche de la psychologie. La biologie occupe donc une position centrale dans les sciences, quelque part entre la physique et la psychologie.

Cette diversité pose plusieurs questions. La première, qui sort un peu du cadre de ce cours, est de savoir si ces différents niveaux d'observation (molécule, cellule, organisme, animal, population) sont réductibles les uns aux autres. Dit autrement est-ce que la connaissance d'un niveau permet d'expliquer ou de prédire le fonctionnement à un autre niveau? Par exemple, est-ce que connaître la séquence moléculaire d'un gène ou plusieurs gènes permet d'expliquer un comportement individuel ou social?

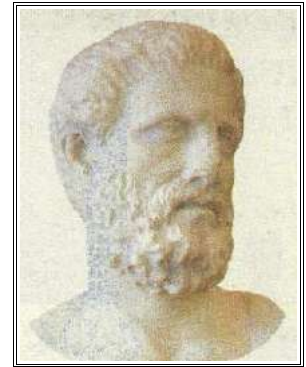
La deuxième question est de savoir comment est définie la notion de vie. Étant données les différences d'approches expérimentales, on peut en effet se demander si la vie est bien la même chose pour un biochimiste, un physicien, un éthologiste ou un psychologue. Pour beaucoup de gens la vie est une sorte d'évidence, le contraire de la mort. C'est peut être dû au fait que la notion de vie est difficile à cerner. D'un côté le monde physique est présent à nos sens de manière " objective ", de l'autre le domaine psychologique fait appel à notre expérience intime que l'on peut ressentir. La vie quant à elle, même si elle nous concerne ne se prête pas à l'introspection ou à l'auto-analyse. Nous nous savons vivants mais nous ne pouvons expliquer pourquoi, de manière claire et objective.

Saint-Augustin disait à propos de la notion de temps: " *Qu'est-ce que le temps? Si personne ne me le demande, je le sais; mais si on me le demande et que je veuille l'expliquer, je ne sais plus (Confessions, Livre IX, Ch. 4)* ". On peut le paraphraser, à propos de la biologie, en remplaçant le temps par la vie.

Pour contourner cette difficulté, nous allons essayer d'esquisser l'histoire de la notion de vie. L'approche historique devrait nous permettre de comprendre les dessous et les enjeux de cette notion. Nous verrons qu'en fonction des outils utilisés et des contextes philosophiques, politiques ou spirituels, la notion de vie a oscillé entre une vision sacrée ou une vision purement matérialiste. Ces deux visions extrêmes continuent à co-exister, y compris chez les scientifiques, même si la première, plus liée à la tradition



religieuse, n'est plus directement revendiquée. Elle est à la base des pratiques médicales dites naturelles¹ et fait écho à la philosophie orientale. La vision, d'apparence plus rationnelle, réduit le vivant à un objet d'observation, sans autonomie réelle car entièrement déterminé. Bien que très populaire, on la trouve surtout chez les scientifiques travaillant au niveau moléculaire. Elle est à la base, de toutes les théories qui visent à expliquer les comportements voire l'intelligence par un déterminisme physico-chimique fort. On verra que d'un point de vue historique, elle n'est également pas nouvelle non plus.



Le cours sera découpé en 4 grandes périodes historiques: L'antiquité, le XVII^e et XVIII^e siècle et le XIX^e et le début du XX^e siècle. Nous aborderons enfin, les définitions actuelles de la vie qui essaient d'échapper, non sans mal, au poids de l'histoire.

2. L'antiquité

L'antiquité désigne la période des civilisations de l'écriture autour de la Méditerranée, après la Préhistoire, avant le Moyen Âge. Traditionnellement, l'antiquité est commencée au IV^e millénaire av. J.-C. (-3500, -3000) avec l'écriture, et terminée durant les grandes migrations eurasiennes autour du V^e siècle (300 à 600).

On considère Aristote comme le père fondateur de la biologie². En fait, bien avant lui les hommes avaient commencé à s'intéresser aux phénomènes biologiques notamment à travers la pratique de la médecine, de l'agriculture ou de l'élevage. En Mésopotamie (Irak actuel), elle était liée à la magie et à la mythologie alors qu'en Grèce, elle faisait partie de la philosophie et en particulier de la physique (science de la nature).

2.1 Egypte

Une des premières description du corps humain nous est donnée par le papyrus égyptien d'Ebers (1550 av J-C) qui décrit le corps humain comme traversé par des tuyaux. Ces tuyaux véhiculent différentes substances (sang, air urine, aliment, etc..) mais aussi et surtout des souffles de vie et de mort et des " mauvais souffles " lancés par les démons ou sorciers et responsables des maladies. On peut déjà noter à l'époque le concept de mauvaises humeurs, que l'on retrouvera plus tard, jusqu'au Moyen Age. Dans cette biologie, c'est le coeur qui parle aux différentes parties du corps par l'intermédiaire



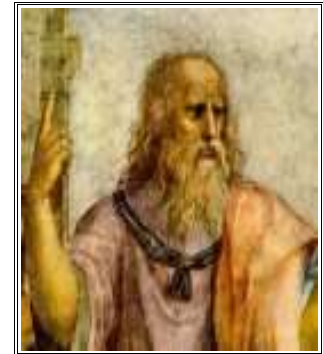
1 Il ne s'agit pas ici d'une critique de l'efficacité de ces approches " naturelles ". Cependant, nous constaterons que ces approches ne sont pas sans rappeler les conceptions vitalistes ou énergétiques des siècles précédents.

2 Le terme de biologie ne fut inventé que beaucoup plus tard au début du XIX^e siècle par 3 scientifiques de manière indépendante: Un naturaliste français Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, plus connu sous le nom de Lamarck (1802), et deux allemands Gottfried Reinhold Treviranus (1802) et Karl Friedrich Burdach (1800).

des vaisseaux.

2.2 Hippocrate (460-370 av JC) et Platon (420-347 av JC)

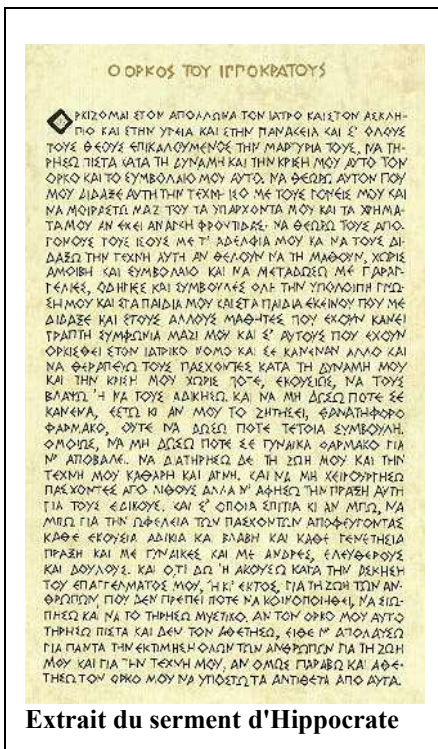
Hippocrate était médecin et il nous a laissé un très grand nombre de traités rédigés par lui-même ou par ses élèves. Ces traités décrivent les maladies et les remèdes de manière essentiellement empirique. On y trouve toutefois une tentative d'élaborer certaines théories biologiques. La plus connue est la théorie des humeurs: Dans cette théorie, le corps est constitué de 4 humeurs (le sang, la pituite ou phlegme, la bile jaune et la bile noire) dont la production varie suivant les saisons. La santé correspond à l'équilibre des ces humeurs et la maladie au déséquilibre. Le sang est rattaché au coeur, la pituite au cerveau, le foie à la bile jaune et la rate à la bile noire. Suivant la prédominance d'une de ces humeurs, il définit plusieurs tempéraments (voir tableau).



Pour Hippocrate, ces quatre humeurs [sont maintenues et alimentées les unes par les autres; De la nature

Humeur	Elément	Saison	Organe	Tempérament
Sang	Air	Printemps	Coeur	Sanguin
Bile noire	Terre	Eté	Rate	Mélancolique
Bile jaune	Feu	Automne	Foie	Cholérique
Phlegme	Eau	Hiver	Cerveau	Phlegmatique

des Hommes, Oeuvres VI]. La théorie des humeurs est proche des théories physiques de l'époque qui faisaient intervenir les quatre éléments, la terre, l'eau, l'air et le feu. Ce rapprochement laisse penser que pour Hippocrate, il n'y avait pas d'opposition entre le vivant et le non-vivant.



Cette théorie a perduré jusqu'au XVIII et XIX siècle et elle est la base de l'humorisme, la théorie de l'équilibre des humeurs. En cas de maladie, la saignée était couramment pratiquée afin d'éliminer les mauvaises humeurs et rétablir l'équilibre.

Dans la biologie d'Hippocrate, le coeur joue un rôle central. Il possède, en effet, un feu inné localisé dans le ventricule gauche. L'air inspiré par les poumons arrive par la veine pulmonaire, se réchauffe à ce feu et est envoyé par les artères aux différents organes afin de les réchauffer.

La reproduction est vue comme la fermentation des semences mâles et femelles mélangées. Cette fermentation produit de la chaleur et du gaz. La chaleur fait coaguler les semences pour former les parties dures (os par exemple). Le gaz est en fait un "souffle" qui sert à pousser les différents composants qui s'assemblent ensuite spontanément suivant leur ressemblance. Ainsi

les parties denses se rejoignent, les parties dures aussi, les molles également. Il compare d'ailleurs le développement du fœtus à la formation du pain (Hippocrate; De la nature de l'enfant Oeuvres VII).

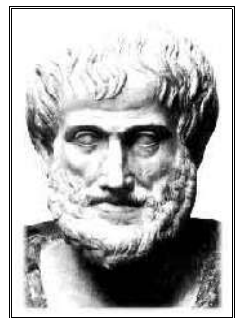
Au delà des aspects qui peuvent faire sourire, il faut retenir le fait que Hippocrate naturalise la notion de vie. Il ne fait pas appel à des notions magiques ou religieuses. Il essaie de construire une théorie physique ou physico-chimique de la vie en s'appuyant sur l'observation et la comparaison avec des phénomènes naturels comme par exemple la fabrication du pain.

Pour Platon, la biologie est plutôt une science de l'âme c'est à dire étymologiquement une psychologie. Pour lui, l'être vivant est formé d'un corps fait de terre, d'eau, d'air et de feu et d'une âme immortelle. L'âme et le corps sont des entités distinctes, ce qui fait que l'âme peut changer de corps. En fait, il distingue une âme immortelle responsable de la pensée et logée dans le cerveau, une âme mortelle responsable des fonctions vitales (respiration, nutrition) localisée dans le foie et une âme intermédiaire localisée dans le coeur et responsable de transmettre les ordres de l'âme pensante aux parties du corps. Là encore, le coeur est le centre d'un feu inné qui est refroidi par la respiration. Le feu sert à digérer les aliments, ce qui les transforme en sang qui est ensuite véhiculé dans le corps via les vaisseaux. La maladie est vue comme un déséquilibre entre les quatre éléments ou comme un déséquilibre entre l'âme et le corps. Cette dernière conception renforce la séparation entre l'âme et le corps et est en ce sens une théorie dualiste que l'on retrouvera plus tard chez Descartes en particulier.

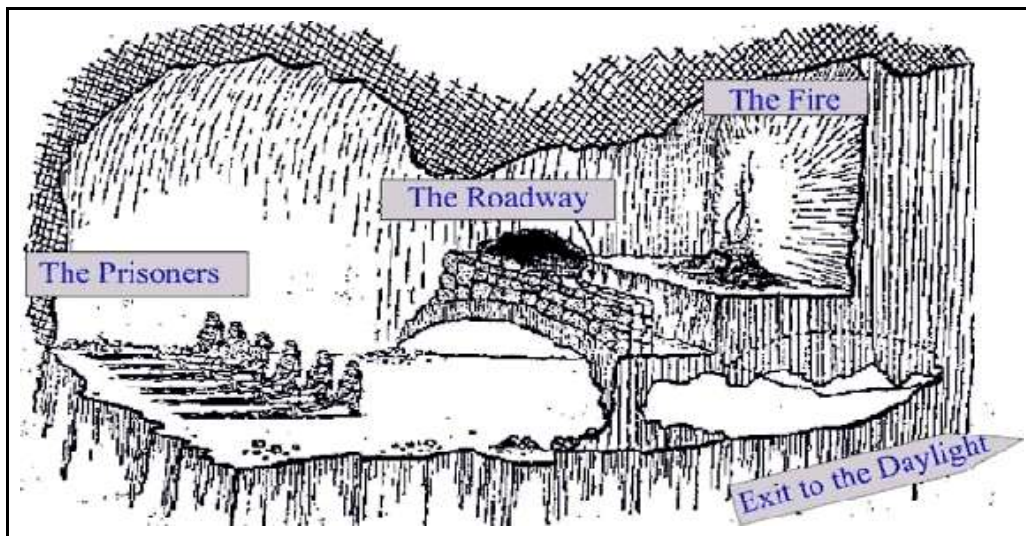
2.3 Aristote (384-322 av Jc).

2.3.1 Biologie aristotélicienne

Pour Aristote, les objets inanimés et les êtres vivants sont constitués par les mêmes éléments naturels, par la même matière; la nature constitue un tout. La qualité d'être vivant est donc à rechercher dans la forme. Par ailleurs, la vie se caractérise par le mouvement (mobilité et la transformation) autonome. Les êtres vivants sont donc animés c'est à dire qu'ils possèdent une âme (anima en latin). Ceci est résumé dans la phrase célèbre d'Aristote pour lequel *"L'âme c'est la forme"*. La forme n'est pas simplement la forme géométrique (morphologie) mais inclut également les qualités des différentes parties (os, muscle, liquide). Par ailleurs, et contrairement à la matière inerte, l'âme permet le mouvement et la transformation de la matière pour aboutir à la forme finale de l'adulte. Il y a donc la notion de cause finale ou de finalisme dans le sens que l'âme produit le mouvement-transformation de la matière vers une forme déterminée au départ. On peut ici faire un rapprochement entre ce finalisme et la philosophie de Platon dont Aristote a été le disciple. Pour Platon, il y a deux mondes: le monde des idées dans lequel vivent toutes les idées ou toutes les abstractions représentant la vérité; le monde sensoriel dans lequel ces idées prennent corps mais toujours de manière imparfaite. C'est l'allégorie de la caverne dans laquelle les prisonniers n'ont accès qu'à l'ombre de la réalité. Les Idées sont en fait le moule dans lequel sont fabriqués les objets du monde sensible.



De manière comparable, le corps est donc l'instrument de l'âme. Par exemple , l'âme rend la main vivante en lui donnant la forme de main mais surtout la fonction de main. Les organes ne sont vivants que



dans la mesure où ils accomplissent une fonction déterminée par l'âme. Contrairement aux idées de Platon, le corps et l'âme ne peuvent pas être séparés; ils ne sont pas distincts. Le corps est en fait l'action de l'âme sur la matière. Dans cette théorie, l'âme devrait être localisée dans tout le corps. Or, Aristote la place au niveau du coeur, ceci afin qu'elle soit protégée de la maladie grâce à la cage thoracique et au diaphragme.

Pour Aristote, l'âme a en fait plusieurs fonctions qui correspondent aux différentes âmes platoniciennes: une fonction nutritive et de reproduction, une fonction sensori-motrice (motricité, sensibilité mais aussi désir et appétit cad tout ce qui nous fait " bouger "), une fonction rationnelle qui est propre à l'homme (psyché). Selon une échelle de perfection croissante, les animaux possèdent une âme dotée d'une, de deux ou des trois facultés.

Une des particularités des êtres vivants, c'est le mouvement autonome ou spontané, mouvement qui inclut la transformation. Là encore c'est l'âme qui est responsable de ce mouvement. La deuxième particularité est la présence de chaleur innée chez les êtres vivants, du moins chez les animaux à sang chaud. La chaleur est l'instrument de l'âme au moyen de laquelle elle modifie la matière et la fait bouger. La chaleur est dans le coeur et elle réchauffe le corps par l'intermédiaire du sang.

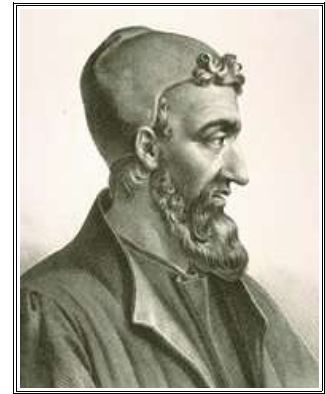
2.3.2 Physiologie aristotélicienne

Pour essayer de comprendre la manière donc Aristote définissait la vie, il convient de se pencher sur sa physiologie. En effet, si l'on sort du domaine de la psychologie spécifiquement humaine, du moins à l'époque, la vie se distingue de l'inanimé par des fonctions de motricité mais surtout de nutrition, de respiration et de reproduction. La physiologie d'Aristote est fortement finaliste: " *la nature ne fait rien en vain* " est une expression courante chez lui. Toutes ces fonctions ont un seul but qui est de conserver la vie.

La nutrition:

Elle est sous le contrôle de l'âme nutritive. Sur le principe, la nourriture ne sert pas à alimenter le

feu inné comme un combustible. En fait le feu est permanent (sauf à la mort) et il sert à cuire les aliments pour les transformer et les mouvoir dans le corps. En fait, l'aliment est transformé en sang puis ce dernier donnera les différents tissus. La digestion commence donc dans l'estomac et se finit dans le cœur, siège de la chaleur. La formation de la chair à partir du sang est expliquée par une analogie agricole. Le sang en arrivant au bout des plus petits vaisseaux provoque leur "embourbement", un peu comme les petits canaux qui après une forte pluie disparaissent masqués par la boue. Cette boue qui s'accumule forme la chair.



La respiration:

Le cerveau est pour Aristote un organe froid chargé de la réfrigération. En effet, la chaleur innée doit être plus ou moins constante et est donc soumise à une régulation³. Le sang chaud y monte sous forme de vapeur ou d'exhalaisons par les veines jugulaires et retombe, une fois refroidi et condensé comme la vapeur d'eau donne la pluie, vers le reste du corps. Si le refroidissement est trop fort, il donne le rhume (de cerveau) ce qui produit du mucus sortant par le nez. Le cerveau n'a donc aucun rôle dans la pensée et la sensibilité. Les trépanations pratiquées chez les guerriers avaient en effet montré l'insensibilité du cerveau. La ventilation sert aussi à refroidir le sang pour modérer la chaleur innée. Ce refroidissement se passe en partie dans les poumons et en partie dans le cœur. L'air réchauffé dans le cœur s'appelle le *pneuma*. Il transite ensuite par les artères vers les différents tissus qu'il vivifie et permettant ainsi leurs mouvements. Pour les animaux ne respirant pas, le souffle vital ou *pneuma* serait inné.

La reproduction:

Par la reproduction l'être se reproduit semblable à lui-même. L'immortalité est donc atteinte au niveau de l'espèce. La forme est conservée au fil des générations c'est donc bien une reproduction. La forme d'une espèce est donc immuable, théorie que l'on retrouvera plus tard, chez Cuvier en particulier, et qui sera balayée par les théories de Lamarck puis celles de Darwin (transformisme et évolution).

Le mouvement:

Aristote distingue trois types de mouvements: le mouvement volontaire, le mouvement non-volontaire comme la respiration et le mouvement involontaire ou accidentel comme celui du cœur. Tous ces mouvements sont autonomes c'est à dire qu'il n'ont pas besoin de causes extérieures. Les mouvements sont expliqués par le *pneuma* et ils sont donc impulsés dans le cœur. L'impulsion serait ensuite transmise aux membres par les tendons qui tirent sur les os et jouent le rôle de ficelles ou de ressorts comme sur des marionnettes. On note ici une conception très mécanique du mouvement avec tout un système d'armature et de cables.

³ On peut voir ici une prémisse de la notion d'homéostasie développée plus tard. Cela est en accord avec la notion d'autonomie de l'être vivant.

2.4 Galien (129-200 après JC)

Pendant pratiquement cinq siècles, les conceptions en biologie n'évoluent guère alors que les mathématiques et la physique se développent rapidement, grâce notamment à Euclide et Archimède. Galien naît à Pergame (Turquie actuellement) et eut une carrière de médecin à Rome auprès de l'empereur Marc-Aurèle. Il fût d'abord médecin des gladiateurs, d'où ses connaissances de l'anatomie humaine. Il pratiqua largement la dissection et la vivisection sur les animaux. Ses nombreux écrits inspirèrent la médecine jusqu'à la Renaissance. A noter également qu'il était stoïcien⁴ et monothéiste (nous sommes après JC).

Pour Galien, le corps est découpé en parties relativement indépendantes dont chacune a une utilité particulière. L'être vivant est donc vu comme une machine construite par le Créateur. C'est donc déjà une vision très mécanique du vivant qui prévaut chez Galien.

L'utilité des parties:

Un de ses ouvrages les plus connus s'appelle "*De l'utilité des parties*". Il y traite des différentes parties du corps et de leur fonction. Sa manière de procéder est très particulière: Il cherche d'abord la fonction de la partie (par ex la main), il montre en quoi cela est utile à l'être vivant (prendre un objet) et il montre que la structure de la main est parfaitement adaptée à sa fonction (doigts flexibles, etc.). en fait, sa vision est extrêmement finaliste. La fonction de la main est définie bien avant que la main n'apparaisse, elle crée l'organe en quelque sorte. Autre exemple, l'oeil sert à voir c'est donc pour cela qu'il a ses caractéristiques d'oeil. Le besoin de voir ou de prendre existe donc avant la formation de la main ou de l'oeil. Les parties du corps sont coordonnées entre elles par la *sympathie*. Cette notion est assez mal définie par Galien et relève plus de la magie que d'autre chose. En fait, chez Galien si la fonction prime sur l'organe c'est parce que l'organe à été créé par Dieu dans le but d'assurer la fonction.

Les facultés naturelles.

A première vue, les conceptions de Galien apparaissent mécanistes. Chaque partie du corps a été créée par le Créateur pour une tâche bien définie. Leur forme et leur fonctionnement sont parfaitement adaptés à l'acte à accomplir comme la scie l'est pour débiter du bois. Elles sont reliées entre elles par la sympathie et le corps pourrait donc ressembler à une machine ou un robot si ce terme n'était pas anachronique. En fait, pour Galien, les parties exercent leurs fonctions non pas à la manière d'une machine mais grâce à leurs facultés naturelles. Ces facultés sont très nombreuses et dépendent des organes. On distingue ainsi des facultés attractrices, répulsives, nutritives, augmentatives, expulsives etc... Ces facultés sont quasiment magiques et servent d'explication en elles-mêmes. Par exemple, pour la digestion, il y a des capacités attractives pour l'aliment, rétentrice pour une partie de celui-ci et expulsive pour se débarrasser des substances non assimilables. L'estomac a donc une capacité attractive pour la nourriture comme l'aimant pour le fer.

⁴ On peut résumer cette doctrine à l'idée qu'il faut vivre en accord avec la nature et la raison pour atteindre la sagesse et le bonheur. La science n'est qu'un auxiliaire pour aider le philosophe à comprendre la cause des choses naturelles.

L'âme

Le fait de séparer le corps en partie plus ou moins autonomes dotées de facultés naturelles va déplacer le rôle de l'âme. Galien reprend la notion des trois âmes de Platon (rationnelle, végétative et animale) mais seule la rationnelle logée dans le cerveau a un rôle dirigeant. Par ailleurs, ce qui est nouveau, il propose que cette âme puisse être influencée par la composition de l'encéphale. Il argumente en disant que certaines substances comme l'alcool par exemple ou la maladie peuvent modifier les comportements qui dépendent de l'âme rationnelle en modifiant la matière de l'encéphale. Il prétend ainsi que le tempérament du corps influence l'âme. Par exemple un tempérament sanguin, c'est à dire une personne grosse et rouge, aura un caractère très irritable alors qu'un tempérament bilieux, c'est à dire une personne maigre et jaune, aura un caractère grincheux.

Contrairement à Aristote, il fait jouer à l'encéphale et à l'âme rationnelle le rôle de centre de commandes pour les mouvements et la sensibilité. Ce contrôle s'exerce grâce à un pneuma psychique élaboré au niveau des cavités du cerveau appelées ventricules. Au niveau du cerveau, il distingue une partie impliquée dans le mouvement: le cervelet et une partie impliquée dans la sensibilité: les deux hémisphères cérébraux.

Cette conception, bien que fautive, reste très moderne pour l'époque. Elle se comprend facilement dans la mesure où Galien attribuait à chaque partie du corps une fonction précise. Il attribue la faculté de sensibilité aux hémisphères car leurs tissus sont plus mous que ceux du cervelet. Ils sont donc facilement impressionnables dans le sens premier du terme (une pression laisse une marque) d'où leur sensibilité. Les nerfs sensitifs sont d'ailleurs pour Galien les nerfs les plus mous.

En conclusion, tout en s'inspirant de la physiologie d'Aristote, Galien sépare l'âme rationnelle c'est à dire la pensée du corps. Les autres âmes font appel à des facultés naturelles, mal expliquées, mais qui ne sont pas différentes des autres phénomènes présents dans la nature et le monde inanimé. Le corps n'est donc plus autonome par rapport aux principes de la nature, seule l'âme rationnelle garde une certaine autonomie. On voit donc apparaître une distinction entre ce qui ressort de la pensée ou du psychologique et ce qui ressort du domaine physique (naturel étymologiquement). Cette distinction se retrouvera beaucoup plus tard, chez Descartes notamment, et donnera naissance à un courant de pensée appelé le dualisme.

3. Le XVII et XVIII siècle

Les conceptions biologiques de Galien se sont perpétuées jusqu'au Moyen Age et à la Renaissance. Elles commencent à être remises en cause à ce moment là, en particulier par Rabelais (1494-1533) dans ses livres et seront ensuite ridiculisées, le siècle d'après, par Molière, en particulier dans le malade imaginaire avec la fameuse vertu dormitive de l'opium. Le candidat médecin dit en effet: "*Quia est in eo virtus dormitiva cujus est proprietas sensus assoupire*" ce que l'on peut traduire par "l'opium fait dormir car il a des propriétés dormitives". Cette phrase reprend quelque part la notion de facultés naturelles de Galien pour expliquer un phénomène: L'opium fait dormir car il a des facultés naturelles à endormir comme l'oeil qui voit car il a des facultés naturelles pour voir.

L'évolution de la biologie va se faire en fait grâce aux alchimistes qui sont les précurseurs de nos chimistes. Parmi ces alchimistes, on doit noter l'apport important de Van Helmont médecin belge (1579-1644) et de la chimie. Pour la chimie, tous les phénomènes physiologiques et pathologiques sont dus à des réactions chimiques.

3.1 La chimie



Van Helmont critique de manière très dure les théories d' Aristote et de Galien. Pour lui, ce sont des niaiseries que l'on ne devrait pas enseigner. Il propose à la place de remplacer ces théories dites scolastiques par l'expérimentation en laboratoire d'alchimie. On peut donc considérer que Van Helmont est un des premiers vrais biologistes dans le sens où il accorde une importance majeure à l'expérience et à son interprétation. Cependant, il prétend définir une science chrétienne en s'appuyant sur les connaissances définies dans la Bible plutôt que celle décrites par Aristote et les scolastiques. Il remplace ainsi la logique grecque (la logique ne veut pas

dire que les grecs avaient raison, il s'agit plutôt d'un exercice intellectuel d'expliquer la nature de manière cohérente, par la révélation biblique.

3.1.1 Principes chimiques

Pour Van Helmont, l'élément premier est l'eau conformément à la Bible et à la création du monde par Dieu. Dans la bible, Dieu est censé avoir séparé les eaux du bas des eaux du haut au deuxième jour puis avoir créé la terre à partir des eaux du bas au troisième jour (Genèse, 1). Pour Van Helmont, tout vient donc de l'eau et pour démontrer cela, il réalise une expérience célèbre et fort convaincante à l'époque. Il prend une pousse de saule qu'il pèse, puis la plante dans un pot de terre sèche, pesée elle aussi. Il arrose pendant 5 ans le sol avec de l'eau de pluie ou distillée. Au bout de ce temps, il pèse à nouveau le saule qui a grandi et la terre séchée. Le poids de la terre n'ayant presque pas bougé, il conclut que c'est uniquement l'eau qui a permis la croissance de l'arbre. L'eau s'est donc transformée en matière. Il ignorait bien évidemment la photosynthèse. Il ne suffit donc pas de faire des expériences pour faire de la science.

"Au commencement, c'était le tohu-bohu" . . .

Et Dieu dit "Que la lumière soit" et la lumière fut.

Dieu vit que la lumière était bonne.

Dieu sépara la lumière des ténèbres.

Dieu appela la lumière "jour",

et la ténèbre, il l'appela nuit.

Il y eut un soir, il y eut un matin, premier jour...

Et Dieu dit: qu'il y ait un firmament

qui sépare les eaux d'en haut et celles d'en bas.

Et il en fut ainsi. Et Dieu vit que cela était bon.

Il y eut un soir, il y eut un matin, deuxième jour...

Et Dieu dit: " que les eaux d'en bas se rassemblent

en un seul lieu, et que le continent apparaisse.

Il appela le continent "Terre";

et l'amas des eaux, il l'appela "mer".

Et Dieu vit que cela était bon

Il y eut un soir, il y eut un matin... troisième jour.

.....

La Bible, premier livre:

Genèse, premier chapitre

La transformation de l'eau se fait sous l'influence de ferments (comme celui de la bière ou le levain du pain). Les ferments ne sont pas définis chimiquement et ont été créés par Dieu. Le principe actif de ces ferments est appelé l'archée. C'est lui qui porte le plan ou l'image de ce que doivent faire les ferments pour transformer l'eau en matière et forme. C'est donc à nouveau une vision finaliste de la biologie pour laquelle, l'idée de l'organe pré-existe à l'organe.

3.1.2 Physiologie de Van Helmont

Sa physiologie utilise donc l'eau, les ferments et l'archée comme principes généraux. Pour Van Helmont, la nutrition occupe une place centrale. Il décrit six digestions successives respectivement dans l'estomac, le duodénum, le foie, le coeur et enfin les différentes parties du corps. Ces digestions sont entièrement chimiques ou alchimiques, l'estomac étant en quelque sorte un tube à essai ou la cornue de l'alchimiste. Par des expériences, il décrit déjà à l'époque, une digestion acide dans l'estomac, puis alcaline dans le duodénum grâce à deux ferments différents. La troisième a lieu dans le foie et permet grâce à un nouveau ferment la fabrication du sang. La quatrième et la cinquième se déroulent dans le coeur et fabriquent le pneuma vital ou l'esprit de vie. La dernière se fait dans tout le corps et sert à fabriquer les tissus.

3.1.3 L'âme.

Pour Van Helmont, l'âme rationnelle est située à l'entrée de l'estomac. Elle joue un rôle similaire à l'âme de Galien en contrôlant le corps. Sa nature est psychologique et elle n'est pas altérée par les substances du corps contrairement à ce que dit Galien. C'est donc plutôt une âme religieuse immortelle liée à la tradition biblique et semblable à l'âme de Platon. Il existe deux autres âmes mortelles (sensitive et raisonnable) imbriquées dans l'âme rationnelle. Ces dernières sont sous la commande de la première et sont sensibles à l'état du corps ce qui explique les maladies. On voit ici une ébauche des théories psychosomatiques.

En conclusion, bien que Van Helmont propose des théories parfois assez farfelues pour essayer de coller à la religion, il est un des premiers à avoir proposé l'expérimentation comme moyen de faire avancer la science. Sa chimie, bien que fautive, est en fait un précurseur des théories physico-chimiques contemporaines de la vie.

3.2 William Harvey et la circulation du sang (1578-1657)

la découverte de la circulation du sang par William Harvey a été d'une importance considérable en biologie. C'est en effet, une des premières démonstrations scientifiques vraiment rigoureuses en biologie. Par ailleurs, la circulation sanguine va devenir la base de toutes les conceptions de la vie développées plus tard.

Sa démonstration est extrêmement simple mais solide. Il constate



qu'en une demi-heure , la quantité de sang que le coeur envoie du ventricule gauche dans l'aorte est très supérieure à la quantité totale de sang présente dans le corps entier (mesurée par ex-sanguination). Par conséquent, il conclue que le sang doit revenir rapidement au coeur dans un mouvement circulaire par l'intermédiaire de l'oreillette droite. Le sang passe ensuite dans la circulation pulmonaire poussé par la contraction du ventricule droit et revient enfin au coeur par l'oreillette gauche.

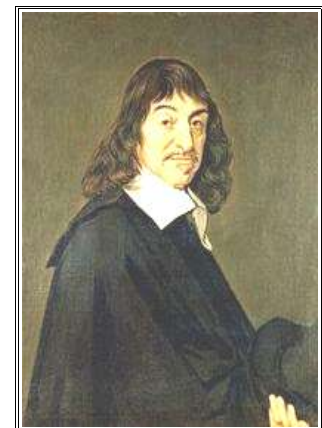


Pour Harvey, le coeur est bien un muscle dont la contraction chasse le sang dans les artères. Il démontre cela en montrant que si on coupe les artères la sang

jaillit au rythme des contraction cardiaques. Il montre également que les valves cardiaques ne permettent le passage du sang que dans le sens oreillettes-ventricules-artères. Enfin, il montre qu'un garrot qui bloque les veines provoque le gonflement de celles-ci; ce qui indique bien une circulation du sang.

3.3 René Descartes et le mécanisme (1596-1650)

René Descartes est connu pour avoir été un grand philosophe et un mathématicien, inventeur de la géométrie analytique. Il fût également un physicien et il développa une biologie basée sur sa physique. La philosophie de Descartes est dualiste: Il y a deux substances: la substance étendue des corps de nature physico-chimique et la substance pensante de l'âme humaine de nature divine.



3.3.1. La physique de Descartes

Pour Descartes, la physique est fondée sur la géométrie des corps (taille et forme) et leur mouvement. Les autres caractéristiques des objets sont dérivées des deux premières. Par exemple, la chaleur est due au mouvement rapide des particules. Pour cela il s'inspire de la constatation que le frottement de deux morceaux de bois produit de la chaleur. Plus on frotte vite, plus la chaleur est forte. De manière similaire, le goût est expliqué par la forme des substances: le goût salé est dû à la forme pointue des particules de sels et le goût sucré à la forme arrondie. L'avantage de cette approche est qu'elle peut être entièrement écrite sous forme mathématique. Par ailleurs, Descartes étant croyant, les lois de la physique sont créées par Dieu et donc immuables donc elles doivent pouvoir être mises sous forme d'équations mathématiques.

Le mouvement d'un objet est toujours relatif à un autre. Par exemple, si le mouvement parfait est la ligne droite, les mouvements s'écartant de la ligne droite impliquent pour Descartes des frottements avec d'autres objets, parfois invisibles (comme l'air) qui les font dévier de la trajectoire rectiligne.

3.3.2 La biologie Cartésienne

La biologie de Descartes ne s'intéresse qu'au règne animal et quasiment uniquement à l'homme. Il étudie le corps et l'âme de manière indépendante. En ce sens, il va plus loin que Galien, car il considère que le corps n'a pas d'âme et qu'on peut le considérer comme un automate. Il compare souvent l'homme à une horloge dont le ressort serait la chaleur localisée dans le cœur. Son fonctionnement se réduit donc à une suite de réactions physiques complexes mais entièrement explicables dans le cadre de sa théorie physique. La vie, en dehors de la pensée ou du psychisme, ne fait pas appel à des mécanismes différents de ceux qui régissent le monde inerte. L'âme n'intervient en fait que dans la pensée et dans les mouvements volontaires.

Galien avait "machinisé" l'être vivant en le découpant en différentes parties, chacune ayant leur fonction utile. Descartes reprend ce découpage mais il fait fonctionner les parties selon les lois de la physique de l'époque et non pas par des facultés naturelles largement mystiques.

3.3.3 Physiologie Cartésienne

La nutrition

Comme chez Aristote, Galien et Van Helmont, la nutrition a une place importante pour Descartes. Les aliments sont bien digérés au niveau de l'estomac sous l'action de la chaleur. Contrairement à Van Helmont, il n'y a pas intervention de ferments magiques mais le mouvement rapide des particules sous l'action de la chaleur ce qui explique leur transformation. Cette agitation permet de séparer les particules suivant leur taille, les plus petites passant au travers les petits trous de la paroi de l'intestin, les plus grosses étant évacuées dans les selles, un peu comme du sable mélangé à des cailloux sur un tamis. Il n'y a donc plus rien de magique dans ce processus, il est entièrement mécanique. Les petites particules gagnent ensuite le foie ou elles sont transformés en sang suite à un passage à travers de nombreux filtres. Le sang va ensuite au cœur et il s'y réchauffe au contact de la chaleur cardiaque. Cet échauffement provoque sa dilatation et son mouvement et assure ainsi la circulation du sang. Descartes ne reprend donc pas l'idée juste de Harvey sur le rôle de pompe pour le cœur. En effet, ne connaissant pas les causes de la contraction du muscle, il ne pouvait que proposer une explication mécanique du mouvement du sang sans faire appel à des facultés cardiaques qu'il ne pouvait expliquer. La chaleur suffit donc à expliquer la dilatation des ventricules. On retrouve ici une conception proche de celle d'Aristote bien que la chaleur de Descartes soit tout à fait naturelle. Il garde néanmoins le principe général de la circulation sanguine développé par William Harvey.

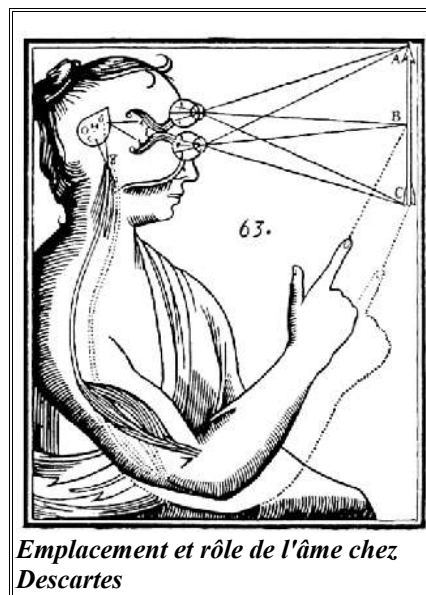
Le mouvement

Au système circulatoire qui assure la nutrition de l'animal, Descartes ajoute un système hydraulique qui assure la vie sensible et motrice. Le moteur de ce second système est le cerveau alimenté par le cœur.

En fait, des particules très fines et rapides remontent du coeur vers le cerveau pour d'une part le nourrir mais aussi former un vent ou une flamme subtile appelée les esprits animaux. Pour Descartes, le sens du mot esprit n'est pas religieux. Il s'agit du sens étymologique (spiritus= pneuma) qui signifie souffle ou fluide. Ces esprits sont en perpétuelle agitation et peuvent passer par les nerfs moteurs pour aller " gonfler " les muscles et provoquer ainsi le mouvement. Les nerfs sensitifs sont vus comme de petites ficelles. Lorsque l'on tire dessus, ils ouvrent des clapets au niveau du cerveau ce qui permet aux esprits animaux de passer par les nerfs moteurs et de gonfler les muscles. C'est pratiquement une théorie du mouvement réflexe. Bien sûr le cerveau peut directement agir sur les clapets des nerfs afin de produire un mouvement volontaire.

Le langage et la vie de relation

" *Le langage est le propre de l'homme* ". Cette phrase célèbre de Descartes signifie que, pour lui, l'homme ne peut être entièrement considéré comme une machine. En effet, il n'est pas possible d'imaginer un automate capable de parler de manière cohérente. C'est donc l'âme qui n'est présente que chez l'homme qui commande la pensée mais aussi le langage et les mouvements volontaires. Elle est donc greffée sur le système nerveux dont elle tire les ficelles à la manière d'un marionnettiste. L'âme doit donc siéger dans le cerveau et c'est au niveau de la glande pinéale⁵ ou épiphyse que Descartes la situera. La pensée n'est pas produite par la circulation des esprits animaux, elle est due uniquement à l'âme au sens chrétien du terme. Il n'y a pas chez Descartes d'explication mécanique de la pensée. Ce sont seulement ses manifestations physiologiques (mouvement) qui sont mécaniques. Il y a donc bien séparation entre l'âme ou la pensée et le reste du corps. Il s'agit donc bien d'un dualisme.



La reproduction

Pour Descartes, la reproduction chez les animaux sexués commence par le mélange des semences mâles et femelles qui va ensuite produire une fermentation, un peu comme l'imaginaient Galien et Aristote). La fermentation produit de la chaleur et cette chaleur permet le mouvement des particules qui vont former tout d'abord le coeur, puis le cerveau, la moelle épinière et enfin le reste du corps. Le processus est entièrement chimique. La chaleur agite les particules qui vont former du sang et ce sang induit une augmentation de pression qui permet à l'embryon de se développer un peu comme un ballon que l'on gonfle. Pour Descartes, le plan de construction est entièrement déterminé par la nature des particules

⁵ La glande pinéale ou épiphyse est une petite glande endocrine conique, médiane, attachée à la partie postérieure du troisième ventricule, située dans le cerveau. Elle sécrète entre autres la mélatonine et la sérotonine. Elle est impliquée dans la régulation des rythmes biologiques.

présentes dans les semences. Pour lui : *" si on connaissait....toutes les parties de la semence ... on pourrait déduire de cela, ... par des raisons entièrement mathématiques, toute la figure et conformation de chacun des membres ...et réciproquement "* (Descartes, *Description du corps humain*, AT XI).

En conclusion, la biologie de Descartes est en fait de la physique. La notion de vie y est complètement absente. Seule la pensée par l'intermédiaire de l'âme échappe encore à sa mécanisation c'est à dire à sa propre disparition en tant que mécanisme différent de ceux qui régissent le monde inerte. Le XVII^e siècle est donc le siècle où la vie disparaît en tant que telle de la biologie pour laisser la place à des explications purement physiques physico-chimiques. Les êtres vivants sont donc vus comme de simples robots sans autonomie et sans liberté. Seuls les hommes, et encore les hommes blancs, possédant une âme échappent encore à cette dé-sacralisation. En réaction à cela, le vitalisme tentera de réintroduire la vie entre l'âme pensante et le fonctionnement mécanique des organes.

3.4 Le Vitalisme

Très rapidement, la biologie de Descartes fût critiquée notamment par l'école anglaise sous l'influence de Newton. Elle est en effet purement théorique et n'est pas basée sur l'expérimentation contrairement à celle de Van Helmont. Sa biologie est donc vue comme un roman philosophique plutôt que comme une science réelle. Par ailleurs, les théories de Newton concernant l'attraction universelle entre deux objets à distance influence profondément les scientifiques. Certains biologistes, comme Bichat, essaient de construire une biologie sur le même modèle en créant des propriétés inexplicables (comme l'attraction) nécessaires à la vie. Cette biologie, vue aujourd'hui comme un archaïsme était en fait très moderne pour l'époque. La vision mécaniste de Descartes était peu tenable car elle n'expliquait pas comment l'être vivant pouvait se maintenir dans sa structure s'il était le simple jeu des lois de la physique. Les théories vitalistes, même si elles ont échoués, ont permis de faire progresser la biologie en posant la question de la spécificité du vivant.

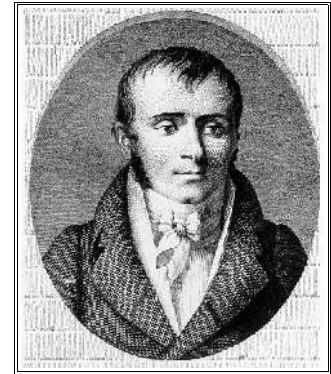
Le vitalisme est surtout une conception française dont les représentants sont Barthez, Bordeu et Bichat⁶. Toutes les théories vitalistes attribuent à l'être vivant un principe vital qui lutte contre les lois de la physique. Ce principe est mal défini mais il ne correspond jamais à l'âme pensante et il n'est pas régi par les lois physico-chimiques. En fait, cette théorie est d'une part une réaction contre le mécanisme mais aussi une tentative d'expliquer comment le vivant résiste à la dégradation et au principe d'inertie qui caractérise le monde inerte (le monde inerte ne bouge pas et petit à petit se dégrade sous l'effet de l'érosion).

6 Pasteur (1822-1895) sera un défenseur du vitalisme au XIX^e siècle grâce à ses fameuses expériences sur la génération spontanée.

3.4.1. Le vitalisme de Bichat (1771-1802)

Les propriétés vitales

Pour Bichat *la vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort*. L'être vivant est sans cesse agressé par la nature ou par les lois physiques qui en interne le dégradent. Il existe donc un principe vital ou des forces vitales s'opposant à cela. Ce principe n'est pas défini et pour Bichat n'est même pas définissable car il varie suivant les circonstances. C'est pour cela, d'après lui, que l'explication mécaniste de la vie a échoué car la vie ne peut s'expliquer à l'aide d'équations. Bichat distingue la vie organique et la vie animale. La première s'occupe des fonctions vitales (digestion, respiration, excrétion, etc...) et la deuxième de la vie de relation (activités motrices et intellectuelles).



On retrouve donc la séparation entre facultés psychologiques et facultés organiques comme dans la théorie des âmes d'Aristote.

Pour Bichat la sensibilité et la contractilité sont le propre de la vie. Il distingue la sensibilité animale et la sensibilité organique en relation avec la vie animale et la vie organique. La sensibilité animale se situe dans le cerveau et elle disparaît brusquement à la mort. La sensibilité organique est localisée dans chaque organe et ne disparaît pas tout de suite après la mort ce qui explique en fait les réflexes que l'on peut déclencher par stimulation des muscles même chez un animal mort depuis peu. La sensation animale est consciente et l'organique inconsciente. La différence entre les deux n'est qu'une question d'intensité. La sensibilité animale étant plus forte, elle est véhiculée par les nerfs jusqu'au cerveau. La réponse des organes à la stimulation de leur sensibilité, c'est la contraction. Pour Bichat tous les organes se contractent de manière plus ou moins visible. Là encore, il distingue la contractilité animale et la contractilité organique c'est-à-dire la motricité volontaire et les phénomènes moteurs involontaires (ex muscles viscéraux). La différence entre les deux est due au fait que la motricité volontaire dépend du cerveau et l'autre pas.

L'impossible physiologie de Bichat

En partant de ces concepts sensibilité-contractilité, Bichat essaie de bâtir une physiologie. Bichat part du principe qu'il y a deux types d'êtres, les vivants ou organiques et les inertes ou inorganiques. Les premiers possèdent les propriétés vitales de sensibilité et de contractilité. Ces propriétés ne sont pas expliquées pas plus que n'est expliquée à l'époque le mécanisme de l'attraction universelle de Newton. Sa physiologie est donc l'étude de ces propriétés vitales dans les différents tissus. Il convient de rappeler que Bichat était un très grand anatomiste et c'est en fait lui qui a créé l'histologie c'est à dire la méthode expérimentale d'étude des tissus. Ainsi, il caractérise vingt et un types de tissus différents chez l'animal. Ces tissus sont ainsi considérés comme les briques élémentaires pour construire les différents organes. Les tissus jouent le rôle des composés chimiques simples pour la chimie. Bien sûr chaque tissu possède sa propre

sensibilité et contractibilité et c'est le mélange de différents tissus qui confèrent à l'organe ses propriétés physiologiques. Par ailleurs, les propriétés vitales des tissus ne sont pas stables et varient selon différentes conditions (âge, sexe, saison, etc...).

La grande variabilité des propriétés vitales va en fait s'opposer à la création d'une science basée sur ces principes. Comme le dit lui-même Bichat: « *On ne peut rien prévoir, rien prédire, rien calculer pour les phénomènes vitaux* (Bichat, *Anatomie Générale I*) ». La physiologie de Bichat n'est pas quantifiable ni modélisable, elle est donc réfractaire à l'expérimentation contrairement à la physique de Newton dont elle semble s'inspirer (on peut mesurer l'attraction même si elle est inexpliquée). Elle ne peut donc devenir une science.

3.5 Lavoisier (1743-1794) et la respiration

Antoine-Laurent de Lavoisier est plus connu comme chimiste mais ses travaux sur la respiration ont profondément marqué la physiologie et sont à la base de la théorie du milieu intérieur de Claude Bernard. Les travaux de Lavoisier permirent de résoudre deux problèmes: un problème physique, la nature de la chaleur qui joue un rôle important en physiologie et un problème biologique celui du rôle de la ventilation considérée à l'époque comme servant à modérer la chaleur innée du corps. Il faut se rappeler qu'à l'époque la chaleur était encore considérée comme un élément au même titre que l'eau ou le fer.



Brièvement, son expérience célèbre compare l'effet de la calcination (chauffage sans flamme, ce n'est pas une combustion) du mercure à la respiration d'un oiseau sur la quantité et la qualité de l'air. Dans le premier cas, il constate que le volume d'air diminue fortement d'environ 20 %, ceci est dû à la fixation de l'oxygène par le mercure lors de sa calcination. Dans le deuxième cas, le volume d'air consommé est moindre. De plus, cet air est capable de troubler l'eau de chaux ce qui indique la présence de gaz carbonique. Lavoisier conclut que la respiration, non seulement élimine l'oxygène mais le remplace par du gaz carbonique. Il va donc comparer la respiration à la combustion du charbon qui donne le même résultat. Pour Lavoisier, c'est le sang qui fournit la matière à brûler et cette combustion s'effectue au niveau des poumons. Cette matière est ensuite remplacée grâce à l'alimentation. La combustion fournit en échange du CO₂, de l'eau et de la chaleur appelée calorique. Ce calorique est ensuite distribué dans tout le corps par la circulation.

Lavoisier a établi ainsi le lien essentiel entre respiration, transpiration, chaleur animale et nutrition, annonçant le concept moderne d'énergétique biologique: "*On voit que la machine animale est principalement gouvernée par trois régulateurs principaux: la respiration, qui consomme de l'hydrogène et du carbone et qui fournit du calorique; la transpiration, qui augmente ou diminue suivant qu'il est nécessaire d'emporter plus ou moins de calorique; enfin la digestion, qui rend au sang ce qu'il perd par la respiration et la transpiration.*" (Lavoisier, *Oeuvres, II, p. 700*).

En conclusion, la biologie devient chimique et plus tard sera biochimique. C'est le début de la

biologie moderne.

4. Le XIX siècle

Le XIX siècle est vraiment le siècle où la biologie moderne se construit. Trois grands auteurs ont marqué cette époque: Lamarck, Claude Bernard et enfin Darwin.

4.1 Lamarck (1744-1822, France)

Dans sa biologie, Lamarck donne une place de choix à l'observation et à l'expérience. Par ailleurs, il est un farouche partisan du mécanisme de Descartes. La nature est donc régie par les lois de la physique. Cependant, contrairement à Descartes qui voyait une nature immuable à l'image de Dieu, Lamarck insiste sur les circonstances dans lesquelles sont mises en jeu ces lois. Selon les circonstances, comme, par exemple l'état du milieu extérieur, les mêmes lois donneront des effets différents. Les circonstances pouvant évoluer, Lamarck introduit donc la notion de temps et d'histoire dans la biologie c'est à dire une vision évolutive de la nature. Il s'oppose ainsi au vitalisme et dépasse



la vision mécanique (hydraulique) de Descartes. Il explique ainsi l'évolution des espèces par un passage du simple au complexe au cours du temps et au gré des circonstances. La nature ne connaît donc que des lois et des circonstances. Il n'y a plus de plan pré-établi, plus de finalisme chez Lamarck. Néanmoins, c'est le Créateur qui a mis en place ces lois et ensuite a laissé la nature évoluer. On peut se demander si cette mise à l'écart de Dieu tout en faisant de lui l' " Etre Suprême " ne répond pas à des préoccupations politiques ou spirituelles pour ne pas avoir à froisser l'Eglise ou ses propres convictions religieuses.

L'invention de la biologie.

Lamarck fût l'inventeur du mot biologie⁷ et l'inventeur de la biologie en tant que science autonome. Pour lui, c'est la science qui doit définir ce qui distingue le vivant de l'inanimé. Il ne s'intéresse donc pas à la physiologie qui est la science du fonctionnement des êtres vivants. Il distingue donc d'un côté les êtres vivants et de l'autre les objets inanimés. Cependant, il n'est pas vitaliste car les phénomènes biologiques doivent tous être expliqués par la physique ou la chimie. C'est en fait très cohérent avec son principe de lois et de circonstances, qui stipule qu'une même cause donne différents effets selon les circonstances. C'est donc l'organisation de ces circonstances qui vont canaliser ou orienter les effets de lois de la nature. La vie va donc dépendre de l'organisation des êtres vivants. Il faut souligner que cette vision des choses est très en avance sur son époque. Elle sera en fait plus ou moins oubliée sous l'influence du Darwinisme.

⁷ Le terme de biologie fût inventé par 3 scientifiques de manière indépendante: Un naturaliste français Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, plus connu sous le nom de Lamarck (1802), et deux allemands Gottfried Reinhold Treviranus (1802) et Karl Friedrich Burdach (1800).

Lamarck va donc définir les êtres vivants par opposition aux objets inertes. Les êtres vivants sont caractérisés par: l'individualité, l'hétérogénéité de leur composition, leur forme, ils ne sont jamais complètement solides, les parties sont interdépendantes, la croissance se fait par nutrition, la naissance et la mort. Les êtres vivants sont donc différents par leurs caractères physiques et leurs conséquences. Ses différentes caractéristiques permettent d'établir les concepts de base de la biologie. Enfin Lamarck révolutionne la biologie en déclarant que les êtres vivants ne sont pas immuables. Le vivant évolue, se transforme.

Le transformisme

Pour Lamarck, l'être vivant n'est pas figé mais en perpétuelle évolution. Les fluides qui le traversent modèlent et complexifient sa structure, du moins de l'embryon à l'adulte. Ces modifications permanentes modifient donc les circonstances dans lesquelles les lois physico-chimiques sont appliquées. La mort correspond à une rigidification des tissus de telles sortes qu'ils ne peuvent plus se transformer.

Dans ce cadre où la notion de temps et d'histoire sont importants, Lamarck propose la théorie du transformisme pour expliquer l'apparition des nouvelles espèces. Pour lui à partir de la matière inerte et en fonction des circonstances, des êtres simples apparaissent et au fil des générations, ils deviennent de plus en plus complexe. Ce phénomène est continu c'est à dire qu'il se produit aujourd'hui comme hier. Dans les théories actuelles, si on admet que le vivant provient du non vivant, il y a des dizaines de milliers d'années, on considère que ce n'est plus possible actuellement. Pour Lamarck, il n'y a pas de lutte pour la survie entre les différentes espèces. La prédation entre animaux sert uniquement à assurer un équilibre écologique, elle ne favorise pas le plus apte comme chez Darwin.

En conclusion, le travail de Lamarck a été très important pour la biologie. En particulier, la prise en compte du temps et des circonstances a été un véritable avancée insuffisamment reconnue. Sa conception de la biologie s'écarte du modèle de la machine tout en intégrant les lois physico-chimiques. Les théories actuelles re-découvrent petit à petit ces notions. On reproche souvent à Lamarck d'avoir défendu l'hérédité des caractères acquis ce qui est inexact. Lamarck pensait que certains caractères acquis suivant les circonstances (l'environnement) pouvaient à terme (plusieurs dizaines de générations) se fixer dans la population et être transmis.

En fait, à son époque tout le monde défendait ce principe, y compris Darwin lui-même qui proposa même une théorie pour cela, ce que ne fit jamais Lamarck. Il semblerait donc que l'oubli des travaux de Lamarck au profit de ceux de Darwin soit dû à la meilleure diffusion de la science anglo-saxonne et aussi au fait que, à l'époque, les théories de Darwin étaient plus en adéquation avec la vision politique de la société. En particulier Malthus (un pasteur économiste⁸) et Hobbes (un philosophe) avaient déjà théorisés au niveau des sociétés humaines, la notion de guerre permanente entre individu et la nécessité d'éliminer les plus faibles. Ces notions seront, en quelque sorte, naturalisées par Darwin dans sa théorie de formation des espèces⁹. Cependant, la théorie de la formation des espèces de Darwin n'est pas à rejeter même si de nos

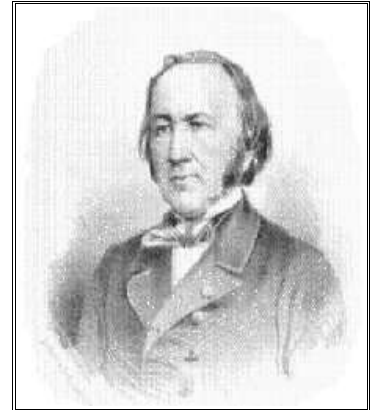
8 Essay on the principle of population. Malthus (1798)

9 En fait, il semble que, en ce qui concerne l'espèce humaine, Darwin ait sur le tard reconnu que les facteurs de

jours des corrections ont été proposées. Elle fournit une base imparfaite pour comprendre l'évolution du vivant si l'on prend garde à en expurger les a priori culturels.

4.2 Claude Bernard et l'expérimentalisme (1813-1878)

La science de Bernard se rapproche de la science moderne. La tradition fait de lui l'inventeur de la méthode expérimentale en physiologie que l'on peut résumer par la suite suivante: observation-hypothèse-expérience-résultat-interprétation. En fait, l'expérimentation existait bien avant C. Bernard et son apport à la biologie a surtout été de nature théorique.



Sa théorie est celle du maintien de la constance du milieu intérieur ou homéostasie. Pour lui: " La fixité du milieu intérieur est la condition d'une vie libre et indépendante ". Avant C. Bernard, on essayait d'expliquer la vie par le principe de persévérance de l'être vivant dans son être. Cette persévérance était plus ou moins reliée à un principe vital, soit une âme soit des facultés naturelles à ne pas mourir. Pour Bernard, il existe des mécanismes physico-chimiques qui maintiennent le milieu intérieur constant. Dans sa théorie, le milieu intérieur représente aussi bien le liquide intracellulaire que le sang ou la lymphe chez les mammifères.

Cette théorie est intéressante car d'une part elle donne une base conceptuelle pour expliquer la vie mais surtout elle permet de fonder une approche scientifique du vivant car on peut alors mesurer les différents paramètres physico-chimiques du milieu intérieur pour voir leur évolution dans le temps. Le maintien de la constance ne fait appel qu'à des réactions chimiques ce qui permet d'évacuer tout vitalisme. Par ailleurs et c'est là toute son originalité, Bernard interroge la notion même de vie. Il a bien compris que la physique de Descartes et son mécanisme ne peuvent expliquer la fonctionnement de l'être vivant par rapport à l'inanimé. D'ailleurs, Claude Bernard confesse combien est difficile l'application de la méthode expérimentale aux êtres vivants. "*Le corps vivant, dit-il, surtout chez les animaux élevés, **ne tombe jamais en indifférence physico-chimique avec le milieu extérieur**, il possède un mouvement incessant, une évolution organique en apparence spontanée et constante, et bien que cette évolution ait besoin des circonstances extérieures pour se manifester, elle en est cependant indépendante dans sa marche et dans sa modalité.*" Et il conclut : "*En résumé, c'est seulement dans les conditions physico-chimiques **du milieu intérieur** que nous trouverons le déterminisme des phénomènes extérieurs de la vie.*" (introduction à la médecine expérimentale, 1865). Il est clair dans ce texte que l'indifférence physico-chimique dont parle Bernard signifie la mort d'un point de vue thermodynamique (l'entropie maximale du deuxième principe). Rappelons que à la même époque, le thermodynamique commençait à se constituer en tant que science en particulier grâce au travaux Rudlof Clausius (1822-1888) qui venait de re-découvrir les travaux de Nicolas

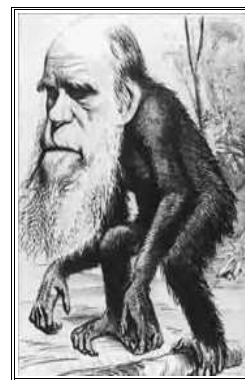
sociabilité (entraide, amitié altruisme, la descendance de l'homme) pouvaient s'opposer, en partie, à la sélection naturelle. Le néo-darwinisme qui prône l'élimination des plus faibles chez l'homme serait en fait une lecture exagérée ou orientée de Darwin. Galton et Herbert Spencer ont été les plus ardents défenseurs de la thèse néo-darwinienne qui permis de naturaliser l'eugénisme.

Léonard Sadi Carnot (Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance, 1824). Cela lui permis d'élaborer en 1850 le second principe de la thermodynamique et la loi de l'entropie en 1865. Claude Bernard avait bien compris que l'explication matérialiste était nécessaire. Il écrivait ainsi: " *la connaissance médicale découle de l'observation rationnelle des phénomènes spontanés ou provoqués [...] tout phénomène biologique [étant] régi par des lois naturelles et prévisibles*". Cependant, il avait compris que si les objets inanimés se trouvaient en équilibre avec leur environnement ce n'était certes pas le cas des êtres vivants **qui ne tombent jamais en indifférence avec le milieu extérieur**. Un être vivant est en effet un système qui en permanence crée de l'ordre en consommant et dissipant de l'énergie; de ce fait il viole en permanence le second principe de la thermodynamique.

Claude Bernard peut être donc considéré comme matérialiste. Cependant, sa théorie de la constance du milieu intérieur a cherché à dépasser les contradictions du cadre matérialiste imposé par la physique toute puissante. L'équilibre physiologique n'est jamais l'équilibre thermodynamique. Cette notion mystérieuse pour l'époque semble avoir posé problème à Claude Bernard. En effet, alors que l'homéostasie peut être compris comme une chaîne de réactions chimiques plus ou moins complexes assurant une certaine constance, le problème se pose lorsque justement on veut expliquer des changements brusques du milieu intérieur qui peuvent se produire dans des conditions pathologiques ou loin de la norme. Pour expliquer ces changements du milieu intérieur, C. Bernard réintroduit ici la notion de forces vitales métaphysiques. Par exemple, le développement de l'embryon est expliqué par la présence d'un germe vital au niveau du noyau des cellules et d'une force organisatrice qui détermine les plans d'organisation. Ce germe sera ensuite remplacé par le génome considéré comme tout puissant. Il y a donc, chez C. Bernard, une conception de la science (une épistémologie) assez bancal. Il est parfois très mécaniste et matérialiste lorsqu'il s'occupe de mesurer la constance du milieu intérieur et parfois vitaliste lorsqu'il s'intéresse à la formation du vivant. Malgré ces contradictions, souvent oubliées mais toujours présentes chez de nombreux biologistes, C. Bernard reste un des plus grands physiologistes du XIX siècle qui a inspiré des générations de chercheurs. Il a contribué ainsi à l'essor de la biochimie en ramenant l'étude de la vie à celle d'une composition physico-chimique régulée. Par ailleurs, il a bien pré-senti la contradiction qui existait entre les théories physico-chimiques et l'organisation même du vivant et c'est un des rares biologistes à l'avoir fait¹⁰.

4.3 Darwin (1809-1882) et le darwinisme

La théorie de l'évolution de Darwin établit que tous les individus d'une population sont différents les uns des autres. Certains d'entre eux sont mieux adaptés à leur environnement que les autres et ont, de ce fait, de meilleures chances de survivre et de se reproduire. Ces caractéristiques avantageuses sont héritées par les générations suivantes et, avec le temps, deviennent dominantes dans la population.



10 De manière quasi-paradoxe, ce problème de la vie ne sera interrogé que par deux physiciens au XX^e siècle: Schrödinger puis son élève Ilya Prigogine vont développer l'étude des systèmes hors équilibres.

Cette théorie s'inscrit dans le contexte politique de l'époque et notamment s'appuie sur les travaux de Malthus mais aussi de Galton et de Spencer. Dans ce contexte historique, la lutte pour la survie et l'élimination des plus faibles sont avant tout des options philosophiques et politiques que Darwin réussit à naturaliser dans sa théorie. Cela explique en partie, la réussite du darwinisme et sa grande influence parmi l'élite scientifique. Néanmoins, le modèle d'évolution proposé est cohérent . Il est en particulier basé sur la notion de variation spontanée des espèces sur laquelle la sélection naturelle s'effectue.

La théorie de Darwin n'est pas vraiment de la biologie mais son influence a été si forte qu'elle a été

L'amélioration du bien-être de l'humanité est un problème des plus complexes. Tous ceux qui ne peuvent éviter une abjecte pauvreté pour leurs enfants devraient éviter de se marier, car la pauvreté est non seulement un grand mal, mais elle tend à s'accroître en entraînant à l'insouciance dans le mariage. D'autre part, comme l'a fait remarquer M. Galton, si les gens prudents évitent le mariage, pendant que les insouciantes se marient, les individus inférieurs de la société tendent à supplanter les individus supérieurs. Comme tous les autres animaux, l'homme est certainement arrivé à son haut degré de développement actuel par la lutte pour l'existence qui est la conséquence de sa multiplication rapide; et, pour arriver plus haut encore, il faut qu'il continue à être soumis à une lutte rigoureuse. Autrement il tomberait dans un état d'indolence, où les mieux doués ne réussiraient pas mieux dans le combat de la vie que les moins bien doués. Il ne faut donc employer aucun moyen pour diminuer de beaucoup la proportion naturelle dans laquelle s'augmente l'espèce humaine, bien que cette augmentation entraîne de nombreuses souffrances. Il devrait y avoir concurrence ouverte pour tous les hommes, et on devrait faire disparaître toutes les lois et toutes les coutumes qui empêchent les plus capables de réussir et d'élever le plus grand nombre d'enfants. Si importante que la lutte pour l'existence ait été et soit encore, d'autres influences plus importantes sont intervenues en ce qui concerne la partie la plus élevée de la nature humaine. Les qualités morales progressent en effet directement ou indirectement, bien plus par les effets de l'habitude, par le raisonnement, par l'instruction, par la religion, etc., que par l'action de la sélection naturelle, bien qu'on puisse avec certitude attribuer à l'action de cette dernière les instincts sociaux, qui sont la base du développement du sens moral.

De la descendance de l'homme. Darwin 1891

reprise par les biologistes dans leur conception de la vie. La redécouverte des lois Mendel, la théorie des mutations de Hugo de Vries puis la mise en évidence de l'ADN comme support de l'hérédité ont permis de créer une théorie dite synthétique qui intègre une partie du Darwinisme. Dans cette théorie dite unifiée, l'être vivant est le plus souvent vu comme un animal-machine entièrement explicable par des réactions physico-chimiques y compris pour ce qui concerne la pensée. L'ADN fournit le support théorique et biochimique pour expliquer l'évolution et la formation des êtres vivants. La notion de programme génétique reste ambiguë dans la mesure où elle se rapproche

des théories anciennes qui voulaient que l'essence de l'être existait avant l'être lui-même.

5. Conclusions

Au travers de ce rapide et incomplet parcours à travers les siècles, on peut retenir deux grandes idées. La première est que la science en général n'avance pas de manière linéaire. On retrouve souvent des théories qui reviennent simplement agrémentées de nouvelles approches expérimentales. Il y a certes une avancée des idées mais on ne passe pas forcément de l'ignorance totale à la clarté absolue comme les mythes scientifiques tendent à le faire croire.

La deuxième idée relative à la biologie est que cette science de la vie a, en quelque sorte, complètement évacuée la notion de vie. Les approches d'abord physico-chimiques puis maintenant moléculaires en augmentant le nombre des détails ne se soucient guère de savoir pourquoi un être vivant est différent d'un objet inerte. La vision mécaniste d'un être-robot est peu tenable sur le long terme car elle ne peut rendre compte du caractère hautement improbable de l'organisation du vivant. La génétique

On avait l'habitude de penser que le rationnel était le certain, ce qui est déterministe. On voulait privilégier l'être par rapport au devenir, tandis que pour moi, c'est le devenir et non pas l'être qui est essentiel du point de vue ontologique. Je pense que la physique du nouveau siècle sera une physique de la détermination des mécanismes du devenir - mécanismes astrophysiques, biologiques - dont nous n'avons, aujourd'hui, qu'une très faible idée.

(Ilya Prigogine. La fin des certitudes, 1996)

darwinienne essaie de pallier ce problème en intégrant la notion de sélection et de mutation. L'information génétique serait en quelque sorte la mémoire de l'espèce. Cette mémoire pourrait orienter les lois physico-chimiques de manière à reproduire l'être vivant. Cette théorie est intéressante mais elle reste dans le cadre mécaniste classique comme si les réactions physico-chimiques observables in vitro se déroulaient de

manière linéaire et à l'équilibre in vivo. Les apports récents sur les systèmes dissipatifs hors-équilibre pourraient remettre en cause cette manière de voir.

La biologie, en évacuant toute référence à son objet d'étude, est devenue une bio-technique¹¹. On se soucie plus dans les laboratoires de savoir comment manipuler et transformer le vivant plutôt que d'essayer de comprendre la spécificité de la vie. Cette vision purement mécaniste et technique de la vie n'est pas sans conséquence puisqu'elle autorise toutes les manipulations du vivant devenu un objet comme les autres. La dimension philosophique de sens de la vie est évacuée parfois par peur de réintroduire en science des notions religieuses ou vitalistes. Ainsi, chaque avancée technique en biologie (OGM, procréation artificielle, médicaments génétiques) produit des interrogations philosophiques que les biologistes qualifient trop rapidement de délires obscurantistes, ce qui à l'avantage de refouler la question de la vie.

Pour Michel Morange¹², *le refus de définir la vie est la marque d'un appauvrissement intellectuel du milieu scientifique et elle signifie une coupure entre la science et la culture*. Cette démission à définir la notion de vie permet même aux biologistes les plus radicaux de défendre les manipulations génétiques de

11 Le terme de bio-technologie est plus usité. Cependant, la technologie c'est justement la connaissance de la technique c'est à dire la connaissance des concepts scientifiques et philosophiques que " contient " une technique. On parle souvent d'innovations technologiques alors que les innovations sont le plus souvent simplement instrumentales.

12 Docteur en sciences et en philosophie, spécialiste de l'ADN et auteur de la vie expliquée? Ed O. Jacob

tous les êtres vivants, y compris celles de l'homme, et donc de renouer avec la tradition eugéniste que l'on croyait avoir disparue¹³. Il faut souligner que cette philosophie d'amélioration des espèces et de la race humaine a servi de base idéologique à tous les racismes des siècles passés. De manière paradoxale, la notion de vie est une question qui commence à intéresser à nouveau les physiciens. Les théories physiques sur la complexité et la thermodynamique des états hors équilibre commence à ré-interroger la notion de vie notamment au travers de l'exobiologie ou astrobiologie¹⁴.

L'histoire de la biologie n'est donc pas finie....

13 Le désir de vouloir améliorer l'homme, y compris par des manipulations génétiques, n'est pas nouveau. On peut noter que cette philosophie est de plus en plus revendiquée par certains biologistes et de manière plus radicale par les raéliens qui prônent une société génocratique c'est à dire dirigée par les plus aptes.

14 Étude de l'origine et de l'apparition de la vie sur terre et dans l'espace.

6. Bibliographie

Georges CANGUILHEM (1962) Du développement à l'évolution au XIX siècle. Puf

Evelyn FOX-KELLER (2003) Le siècle du gène. NRF. Gallimard

Michel MORANGE (2003) La vie expliquée? 50 ans après la double hélice Ed O. Jacob.

André PICHOT (1991) La naissance de la science. Tome 1 : Mésopotamie, Egypte. Folio

André PICHOT (1991) La naissance de la science. Tome 2 : Grèce présocratique. Folio

André PICHOT (1993) Histoire de la notion de vie. Gallimard, 973 p

André PICHOT (1999) Histoire de la notion de gène. Flammarion.

Jean-Nicolas TOURNIER (2005) Le vivant décodé. EDP sciences.