

Peut-il y avoir un « Newton du brin d'herbe » ?

Introduction.

Il semblerait ridicule aujourd'hui, à propos de la biologie et de ce qu'on appelle plus vaguement « sciences de la vie », de se demander si ce sont vraiment des sciences, question qu'on peut en revanche légitimement se poser concernant les prétendues « sciences de l'homme ». Si nous reprenons les critères indiqués par Kant dans sa préface à la seconde édition de la *Critique de la raison pure*, il serait facile de montrer que les sciences du vivant ont trouvé « la voie sûre d'une science ». Les biologistes sont tous d'accord sur les principes : par exemple aucun biologiste sérieux ne doute aujourd'hui de l'évolution des espèces, ni du mécanisme de la respiration cellulaire ou de la photosynthèse. Ils sont capables de faire des prévisions fiables, par exemple sur l'évolution d'une maladie, ce qui ne veut évidemment pas dire que l'on sait tout prévoir.

Néanmoins, il est important de nous demander ce qui distingue ces sciences des sciences de la matière inerte. Bien sûr leur objet. Mais la question est de savoir si l'on peut étudier un objet vivant avec les mêmes méthodes qu'un objet mort ou inerte. Ou bien les phénomènes de la vie ont-ils quelque chose d'irréductible aux autres phénomènes, qui nécessite la mise en place de méthodes particulières pour leur connaissance ? Plus précisément, lorsqu'on étudie les parties d'un organisme, on associe à chaque organe ou chaque système d'organes une fonction : le cœur sert à faire circuler le sang, les poumons à respirer, les yeux à voir, etc. Or cette fonction implique l'idée de finalité. On pourrait dire aussi bien : « les yeux sont faits pour voir ». Mais justement l'idée de finalité fait partie de ces idées dont la physique et la chimie ont dû se débarrasser pour devenir des sciences. On peut donc se poser la question : la biologie doit-elle aussi se passer de l'idée de finalité, au risque de faire disparaître son objet (car un organe coupé de sa fonction n'est plus un organe, au sens étymologique du terme) ? Ou bien, au contraire, la notion de finalité est-elle légitime dans les sciences de la vie alors qu'elle ne l'est pas en physique ? Et dans ce cas quelle est la méthode qui permet à la biologie d'intégrer cette notion de finalité sans perdre son caractère scientifique ?

Ainsi conçue, la réflexion sur les sciences de la vie peut nous permettre de faire le lien entre les autres sciences de la nature et la connaissance de l'homme. Peut-être en effet que la biologie est le chaînon intermédiaire nous permettant de passer de l'étude de la matière inerte à l'étude de l'homme en adaptant chaque fois la méthode à l'objet étudié ? C'est la thèse d'Auguste Comte, selon lequel l'étude de la vie implique une véritable *conversion du regard*. Car elle fait prévaloir l'esprit d'ensemble. En effet, pour comprendre un système mécanique, il faut d'abord le réduire à ses parties les plus simples, et ensuite le recomposer. La méthode consiste donc à analyser un tout complexe en ses éléments simples, pour le recomposer ensuite, comme lorsqu'on démonte une machine. Auguste Comte soutient qu'on ne peut plus procéder de la même façon quand on veut comprendre les organismes vivants. Dans le cas des organismes, l'étude du tout doit précéder et orienter l'étude des parties. Par conséquent, d'une certaine manière, on ne s'élève plus du simple au complexe, mais on descend du complexe au simple. Par exemple, selon Auguste Comte, et conformément à la biologie de son temps, l'anatomie comparée doit commencer par l'étude du corps humain, et ensuite descendre le long de la série animale en commençant par les autres primates, dont l'organisation est la plus semblable à la nôtre, pour en arriver finalement aux organismes animaux les plus simples, tels les mollusques, les oursins et les étoiles de mer. En suivant une telle marche, on voit les organes se dégrader ou de simplifier progressivement : le système nerveux est de moins en moins développé, le cœur de moins en moins différencié (chez les animaux « inférieur », on n'a pas deux ventricules et deux oreillettes comme chez nous), etc. (c.f. *histoire de science 2 : de l'homme à l'éponge*)

Ainsi, dans la biologie l'esprit d'ensemble doit prévaloir sur l'esprit analytique. Comme le rappelle Jacques Muglioni dans son vigoureux ouvrage sur Comte, « Dans l'échelle encyclopédique, la biologie interrompt le mouvement allant des parties au tout, et elle finit par l'inverser. (*Auguste Comte, un philosophe pour notre temps*, « L'idée d'encyclopédie »). Et Auguste Comte lui-même écrit, dans l'Introduction de son *Système de politique positive* : « Sous l'ascendant de la nouvelle discipline philosophique, on cessera donc de définir un être vivant par l'assemblage de ses organes, comme si ceux-ci pouvaient exister isolés. Les biologistes n'ont contracté ces irrationnelles habitudes que d'après une servile imitation du régime logique propre à la culture préliminaire de la cosmologie [=astronomie, physique, chimie]. Dans cette première moitié de la philosophie naturelle, on ne peut d'abord connaître que les parties, et même l'appréciation objective du tout inorganique n'y saurait jamais devenir complète. Mais la marche est nécessairement inverse pour la saine biologie, où la notion générale de l'être précède toujours celle des parties quelconques. »

Cette affirmation a immédiatement une portée critique quand nous réfléchissons à la manière dont nous apprenons la biologie à l'école. On commence souvent par nous dire qu'un être vivant est composé de millions ou de milliards de cellules, c'est-à-dire que, non seulement on commence par la connaissance par oui-dire plutôt que par ce qu'on est capable d'observer, mais en plus on va des parties au tout, au lieu de commencer par nous donner une idée de l'ensemble de l'organisme animal. Et la plupart du temps l'élève apprend l'anatomie d'une cellule, qu'il n'aura jamais l'occasion de voir, sans qu'à aucun moment on lui enseigne à reconnaître les plantes, les insectes et les oiseaux qui composent son environnement naturel.

Elle a aussi une portée critique en ce qui concerne la formation des médecins. En médecine (qui n'est pas à proprement parler une *science*, mais *l'art* correspondant à cette *science* qu'est la biologie), il est permis de se demander si le médecin doit être seulement une sorte de garagiste (Comte disait « vétérinaire »), capable de changer ou de réparer une pièce quand notre machine se dérègle. Ne doit-il pas aussi, dans l'idéal, soigner l'organisme de son patient comme un tout dont les parties fonctionnent ensemble, le dérèglement de l'une n'étant donc pas pleinement compréhensible si on la coupe de ses rapports avec les autres ?

Comme l'esprit d'ensemble joue un rôle encore plus fondamental en sociologie, la biologie constituerait donc un point de passage essentiel entre les sciences de l'inerte, que Comte désigne dans le *Système* sous le nom de « cosmologie », et la connaissance de l'homme. Tel sera mon fil conducteur dans ce cours.

Mais, pour entrer dans notre problème, c'est Kant et non Auguste Comte que je prendrai d'abord pour guide. Je voudrais comprendre pourquoi et en quel sens Kant affirme, dans la *Critique de la faculté de juger*, qu'il n'y aura jamais de « Newton du brin d'herbe » (*CFJ*, §75, nous verrons plus loin la formulation exacte). C'est pour lui une manière de dire, non que la connaissance de la vie est impossible, mais que cette connaissance est d'un autre ordre que celle du mécanisme de la nature. Il affirme ainsi, de façon analogue à Auguste Comte, l'irréductibilité et la spécificité de la biologie. Toutefois, que veut-il dire exactement par cette formule ? Le développement ultérieur de la biologie ne lui a-t-il pas donné tort ? En effet, la première édition de la *CFJ* date de 1790 (il y en a une deuxième en 1793, une troisième en 1799). A cette date, la chimie est à peine en train de devenir une science grâce aux travaux de Lavoisier notamment – dont le *Traité élémentaire* date de 1789. C'est justement au cours du XIXe siècle que la biologie trouve « la voie sûre d'une science ». Lorsque Kant écrit, elle n'est même pas encore baptisée, Lamarck lui donnera son nom un peu plus tard.

Lamarck emploie ce mot dès 1802. Et il écrit, dans son *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815) : « 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 d'une science particulière qui n'est pas encore fondée, qui n'a même pas de nom, et à laquelle je donnerai le nom de biologie. »

Dès lors, faut-il parler d'une erreur de diagnostic de la part de Kant, comme on en trouve beaucoup chez Auguste Comte par exemple¹ ? Il est toujours dangereux pour un philosophe de se prononcer sur l'avenir d'une science, de dire que telle limite d'une science ne sera jamais dépassée. La chouette de Minerve, disait Hegel, ne prend son envol qu'à la nuit. Kant a-t-il fait une erreur semblable au sujet de la biologie, ou bien au contraire le développement ultérieur de la biologie permet-il de mieux comprendre et de vérifier ce qu'il enseigne au sujet de la connaissance de la vie ?

Comme mon propos n'est pas simplement de faire un cours sur la biologie, mais de réfléchir aux rapports qu'elle entretient avec toutes les autres sciences, il me faudra d'abord développer plusieurs idées sur les sciences de la nature en général, afin de pouvoir aborder ensuite plus rationnellement les problèmes spécifiques posés par la biologie.

I. En quel sens il ne peut pas y avoir de Newton du brin d'herbe.

Pour comprendre ce que Kant veut dire quand il affirme qu'il n'y aura pas de Newton du brin d'herbe, rappelons-nous d'abord tout ce que recouvre le nom de Newton lorsque Kant écrit cela, à la fin du XVIIIe siècle (en 1790 exactement).

1°/ La théorie de Newton : un « paradigme » pour la science des Lumières².

La théorie de la gravitation universelle de Newton est le meilleur exemple de ce que Thomas Kuhn appelle un « paradigme » dans la *Structure des révolutions scientifiques*. C'est, pour les hommes du XVIIIe siècle et, dans une moindre mesure, du XIXe siècle (peut-être jusqu'aux articles d'Einstein en 1905), le modèle de ce qu'une théorie scientifique doit être. Les *Principia* ne sont pas simplement des matériaux pour une science à venir, ils ne contiennent pas non plus l'édifice complet d'une science, mais, comme leur nom l'indique, ils posent des principes clairs, universels, irréfutables, et suffisants pour fonder une théorie scientifique complète, qui sera développée tout au long du XVIIIe siècle, par des mathématiciens comme d'Alembert, Clairaut, Lagrange, Laplace, etc. : les grands constructeurs de la mécanique céleste. Grâce à tous leurs travaux on peut expliquer parfaitement la structure du système solaire, peser les masses des planètes, connaître précisément leurs mouvements, et tout ceci en se fondant sur une seule et unique loi, qui semble entièrement universelle et est susceptible d'une formulation mathématique exacte : la gravitation.

Toutefois, cette théorie n'embrasse pas l'ensemble des phénomènes physiques. Elle porte uniquement sur les grandes lois du mouvement et sur une force fondamentale à l'œuvre dans la nature, cette force d'attraction qui existe entre toutes les parties de la matière et qu'on appelle gravitation. Elle laisse de côté bien d'autres phénomènes physiques : elle ne dit rien sur la nature de la lumière et du son (même si par ailleurs Newton a ses idées là-dessus et a également écrit un traité d'*Optique*), elle en dit encore moins sur la propagation de chaleur, sur l'électricité et le magnétisme. Par conséquent, le programme qui se présente aux physiciens du XVIIIe siècle prenant la suite de Newton, c'est non seulement de tirer les conséquences de sa théorie (ce qui est plutôt le fait des

¹ Auguste Comte jugeait l'astronomie sidérale impossible et oiseuse. Il pensait que jamais nous ne pourrions connaître la composition physico-chimique des planètes, etc. Ce qui n'enlève rien d'ailleurs à la pertinence de ses diagnostics, qui éclairent encore notre actualité d'une lumière crue.

² C'est avec réticence que j'emploie le mot de Kuhn, sans le suivre par ailleurs dans l'idéologie de la rupture qui caractérise son épistémologie superficielle.

mathématiciens et des astronomes), mais surtout d'étendre les méthodes de Newton aux autres domaines de la physique dont on ne connaît pas encore les lois.

Telle est l'œuvre effectivement réalisée par quelques grands savants français de la fin du XVIIIe siècle ou du début du XIXe. On peut retenir trois noms en particulier : Fourier, Coulomb, Ampère. Je vais entrer dans quelques détails pour fixer les idées sur ce point, avant de revenir à l'affirmation de Kant.

Fourier, sans faire aucune hypothèse sur la nature de la chaleur, parvient à écrire, au début du XIXe siècle, les lois mathématiques de propagation de la chaleur (1822 pour la publication définitive). Il s'inspire ainsi de Newton disant « Je ne feins pas d'hypothèses », et Auguste Comte lui rend hommage pour cela dans la 31^e leçon du *Cours de philosophie positive* : « je ne crains pas de prononcer, comme si j'étais à dix siècles d'aujourd'hui, que depuis la gravitation universelle, aucune création mathématique n'a eu plus de valeur et de portée que celle-ci, quant aux progrès généraux de la philosophie naturelle ».

Fourier : « On ne pourrait former que des hypothèses incertaines sur la nature de la chaleur, mais la connaissance des lois mathématiques auxquelles ses effets sont assujettis est indépendante de toute hypothèse ; elle exige seulement l'examen attentif des faits principaux que les observations communes ont indiqués, et qui ont été confirmés par des expériences précises. »

A comparer avec le *Hypotheses non fingo* qui apparaît dans le Scholie général de la seconde édition (1713) des *Principia* de Newton : « Je n'ai pas pu jusqu'à présent, en me fondant sur les phénomènes, découvrir à partir la raison de ces propriétés de la gravité. Or je ne feins pas d'hypothèses. »

Coulomb étudie les lois de l'électricité statique. Phénomène fondamental : attraction entre de la résine et du verre qu'on a préalablement frottés (on parle encore d'électricité « vitreuse » et « résineuse » pour positive et négative). Son mémoire date de juin 1785 : Kant le connaît sûrement quand il écrit la *CFJ*. Contrairement à Fourier, il fait une hypothèse sur la nature de l'électricité : il suppose que l'électricité négative et l'électricité positive correspondent à deux fluides qui traversent les corps. Toutefois il ne fonde pas non plus sa théorie là-dessus. Il écrit : "Comme ces deux explications [par un fluide ou par deux] n'ont qu'un degré de probabilité plus ou moins grand, je préviens [que] je n'ai d'autre intention que de présenter avec le moins d'éléments possibles, les résultats du calcul et de l'expérience, et non d'indiquer les véritables causes de l'électricité".

Tous ces savants ont donc la même démarche, caractéristique de l'esprit positif selon Auguste Comte : ils cherchent les lois et non les causes. Ils ne s'interrogent pas sur la nature des choses... c'est-à-dire qu'ils ont renoncé à faire de la physique au sens d'Aristote (*physis* = nature) !

Mais c'est surtout par les résultats qu'il obtient que Coulomb se rapproche de Newton. Grâce à sa *balance de torsion*, il établit que la force de répulsion entre deux corps chargés de la même électricité est inversement proportionnelle au carré des distances : loi parfaitement analogue à celle de la gravitation. « La force répulsive de deux petits globes électrisés de la même nature d'électricité est en raison inverse du carré de la distance du centre des deux globes. »

Différence essentielle avec Newton toutefois : c'est seulement un résultat expérimental, avec tout ce que cela peut avoir de contestable. Problème de l'induction à partir d'un cas particulier, nombreuses causes de perturbations qui font que l'expérience est difficile à reproduire. (pour un exemple biologique du problème de l'induction, *c.f. histoire de science 1 : Leibniz et le paresseux*)

Aussi n'est-ce pas Coulomb, mais *Ampère* plusieurs dizaines d'années plus tard, qui sera appelé le « Newton de l'électricité ». Car Ampère a développé une théorie mathématique très sophistiquée pour expliquer, non pas comme Coulomb les lois de l'électricité statique, mais les lois qui permettent

de mettre en relation les phénomènes magnétiques et les phénomènes électriques (relation découverte grâce à l'expérience d'Oersted en 1820 : voir *histoire de sciences 3, Oersted et la théorie matérialisée*). C'est le père de l'électromagnétisme. Cette théorie physique fondamentale (qui constituera un nouveau paradigme pour la physique de la fin du XIXe) a été portée à sa perfection par l'Écossais James Clerk Maxwell. C'est lui qui, dans son monumental *Traité d'électricité et de magnétisme*, qualifie Ampère de « Newton de l'électricité ».

Certains historiens des sciences ont comparé de même Lavoisier à Newton, et ont vu dans le *Traité élémentaire* du premier un équivalent pour la chimie de ce que les *Principia* furent pour la physique. Dès lors, il n'est pas étonnant qu'un philosophe de l'époque de Kant se demande si la science du vivant, qui est encore à naître, aura, elle aussi, son Newton. Et rétrospectivement, il est facile pour les historiens des sciences de décerner ce titre à tel ou tel savant ayant joué un rôle de premier plan en biologie. En France, par exemple, on n'a pas manqué de qualifier le médecin et biologiste Claude Bernard de « Newton de la biologie », ou même, reprenant exactement l'expression de Kant, de « Newton du brin d'herbe », comme le fait Alain Prochiantz dans un texte d'hommage à Claude Bernard écrit en 2013 (à l'occasion des deux cents ans de sa naissance). Alain Prochiantz est une autorité scientifique, professeur au collège de France, membre de l'Académie des sciences. Faut-il le prendre au pied de la lettre et considérer que Kant s'est trompé en affirmant péremptoirement, en 1790, qu'il était vain d'espérer la venue d'un « Newton du brin d'herbe » ?

Pour répondre à cette question en sortant des lieux communs associés à l'expression de « Newton de la biologie » et à toutes ses variantes, il nous faut maintenant lire Kant.

2°/ Il est plus facile de faire un monde que de faire une chenille.

Voilà donc ce qu'il écrit au §75 de la *CFJ* (traduction Ladmiral, Launay et Vaysse) :

« Il est en effet tout à fait certain que nous ne pouvons même pas connaître suffisamment les êtres organisés et leur possibilité interne selon de simples principes mécaniques de la nature et encore moins nous les expliquer ; et cela est si certain que l'on peut avoir l'impertinence de dire qu'il est absurde pour les hommes de s'attacher à un tel projet ou d'espérer que puisse naître un jour quelque Newton qui fasse comprendre la simple production d'un brin d'herbe selon des lois de la nature qu'aucune intention n'a ordonnées³ ; il faut au contraire absolument refuser cette intelligence aux hommes. »

Kant affirme donc ici que nous ne pouvons et ne pourrions jamais expliquer l'existence d'êtres organisés dans la nature « selon de simples principes mécaniques de la nature ». La difficulté est d'abord de comprendre cette expression de « principe mécanique ». *Mêchanê*, en grec, c'est la machine. Nous pouvons donc déjà en conclure que Kant refuse d'assimiler l'organisme à une machine, aussi compliquée soit-elle : c'est une question importante à laquelle nous reviendrons plus tard mais je vous recommande déjà, pour y réfléchir de votre côté, le chapitre de La Connaissance de la vie de Canguilhem intitulé : « Machine et organisme ».

D'autre part, une machine, à l'origine, c'est un assemblage de pièces qui permet de transmettre du mouvement : le mouvement est fourni par un moteur, et transformé ensuite par la machine en un mouvement différent qui lui permet de remplir sa fonction. Par conséquent, il suffit pour expliquer les machines de ce type de connaître les grandes lois du mouvement, telles que le principe d'inertie, ou l'égalité et l'action et de la réaction par exemple. C'est à ces lois que pense Kant

³ Dans la traduction citée, il est écrit « ordonné », mais c'est manifestement une faute de traduction. L'allemand de Kant est : « ... nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat ».

lorsqu'il parle ici des « simples principes mécaniques de la nature ». Elles ont déjà été en partie énoncées par Descartes, puis complétées notamment par Newton qui en a fait un usage décisif dans ses *Principia*. Il s'y réfère aussi, dans notre passage, comme à « des lois de la nature qu'aucune intention n'a ordonnée ». Ce n'est pas si évident, qu'aucune intention (divine) n'a ordonné les lois de la nature : un adepte des causes finales, comme Leibniz ou le jeune Kant lui-même, ne pourrait-il pas considérer que Dieu a justement ordonné les grandes lois du mouvement pour qu'elles permettent le développement d'une nature harmonieuse ? Mais Kant, lorsqu'il écrit la CFJ, est convaincu que les lois du mouvement sont des conséquences nécessaires des simples concepts de la matière et du mouvement, joints aux exigences *a priori* de notre intelligence (aux principes de l'entendement pur). Or ce qui ne pouvait pas être autrement n'est pas le résultat d'un choix : voilà pourquoi il dit « qu'aucune intention » n'a ordonné ces lois. Au contraire, le problème philosophique que posent les êtres vivants est qu'on ne peut pas les étudier sans faire intervenir l'idée d'une intention ou d'une finalité.

Ainsi Kant ne veut pas dire qu'on ne peut rien comprendre à la structure d'un brin d'herbe, mais qu'on ne sera jamais capable de montrer précisément par quel mécanisme pousse le moindre brin d'herbe. Pour comprendre, faisons une comparaison développée par Kant lui-même dans un texte de jeunesse (1755), la *Théorie du ciel*. Comparons la production d'un brin d'herbe à la formation du système solaire. A première vue, il semble bien plus difficile d'expliquer la formation du système solaire que la production d'un brin d'herbe, car le premier objet est immense et ne semble pas à notre portée. Pourtant, avec un peu de réflexion, on s'aperçoit que c'est exactement le contraire. Car ce qui importe n'est pas la taille des objets qui composent le système solaire, mais leur simplicité. Ils sont presque parfaitement circulaires. Ils ont des orbites permanentes, et dont la forme peut être étudiée géométriquement. La vitesse des planètes sur ces orbites, sans être constante, obéit néanmoins à des lois simples. Par conséquent, il n'est pas du tout absurde d'espérer pouvoir expliquer la formation du système solaire à partir des seules lois de la mécanique et de la loi de la gravitation universelle découverte par Newton. C'est ce que Kant se propose de faire dans sa *Théorie du ciel*. Il suppose simplement au départ que la matière est répartie dans l'espace avec des densités différentes, et cherche à montrer comme les lois fondamentales de l'attraction et de la répulsion doivent faire naître des tourbillons qui sont eux-mêmes à l'origine de systèmes semblables à notre système solaire. Cette hypothèse, qui a été ensuite reprise et développée par Laplace, fait encore aujourd'hui partie de la science sous le nom d'hypothèse de Kant-Laplace.

Théorie du ciel : « Il me semble que l'on pourrait dire ici sans témérité et dans le vrai sens des mots : *Donnez-moi de la matière et j'en ferai un monde*, c'est-à-dire, donnez-moi de la matière, je vais vous montrer comment un monde doit en sortir. Car si l'on a de la matière douée par essence de la force d'attraction, il n'est pas difficile de déterminer les causes qui peuvent avoir contribué à l'arrangement du système du monde considéré en général. »

Kant demande alors : « Pourrait-on se flatter du même espoir, s'il s'agissait de la moindre plante ou d'un insecte ? Est-on en état de dire : *Donnez-moi de la matière, je vais vous montrer comment on peut faire une chenille* ? N'est-on pas arrêté ici dès les premiers pas par l'ignorance des véritables propriétés intimes de l'objet et la complication des organes si variés qui le composent ? »

Il est infiniment plus difficile d'expliquer la formation d'une simple *chenille* d'après les lois de la nature que d'expliquer la formation du système solaire. Car le corps de la chenille est bien plus complexe que le corps sphérique d'une planète. Et, d'autre part, le développement d'un embryon de chenille (car Kant ne pense pas ici à un phénomène de génération spontanée) obéit à des lois qui sont encore totalement inconnues. Descartes, il est vrai, avait tenté d'expliquer mécaniquement le développement d'un organisme. Mais sa tentative, loin d'être un succès, permet plutôt de mesurer la

difficulté d'une telle tâche. Souvenons-nous par exemple que les spermatozoïdes ont été observés pour la première fois par Leeuwenhoek, après la mort de Descartes, et que le rôle de l'ovule et du spermatozoïde n'est pas encore connu à l'époque de Kant, où s'affrontent encore les théories du *préformationnisme* (l'œuf contient déjà tous les organes en petit) et *l'épigénèse* (les organes se forment mécaniquement au cours du développement de l'œuf).

Dans ce texte de 1755, Kant explique donc déjà ce qu'Auguste Comte dira bien après lui. Les phénomènes biologiques sont beaucoup plus compliqués que les phénomènes astronomiques, et par conséquent la science qui les étudie est plus difficile et ne pouvait naître que bien plus tard, alors même qu'elle porte sur des objets qui nous sont proches et familiers. Nous le savons, la familiarité en science est plutôt un obstacle qu'une aide (c.f. cours du début de l'année). Cela permet déjà de dire que le Newton du brin d'herbe ne pouvait venir que bien après le véritable Newton. Mais cela n'autorise pas à encore affirmer qu'un tel Newton du brin d'herbe ne viendra *jamais*. La difficulté ne vaut pas impossibilité. Et de fait Kant n'est pas aussi péremptoire dans la *Théorie du ciel* que dans la *CFJ*.

Théorie du ciel : « Il ne faut donc pas s'étonner si j'ose affirmer que le mode de formation des astres, la cause de leurs mouvements, bref, l'origine de la constitution présente de l'Univers, pourront être mis en lumière bien avant que l'on puisse expliquer clairement et complètement, par des causes mécaniques, la naissance d'une seule plante ou d'une seule chenille. »

[Avant de chercher à comprendre pourquoi, trente-cinq ans après, Kant va beaucoup plus loin et affirme qu'il n'y aura *jamais* de Newton du brin d'herbe, il n'est pas inutile de replacer dans son contexte la démarche qui est la sienne dans la *Théorie du ciel*.]

3°/ La notion de loi de la nature de Descartes à Newton.

Trente cinq ans après, dans la *Critique de la faculté de juger*, Kant va encre plus loin et soutient qu'il n'y aura *jamais* de Newton du brin d'herbe. Bien que son idée soit le prolongement et comme le fruit de celle qu'il avait exprimée dès 1755, elle ne repose donc pas sur les mêmes arguments. Mais, avant d'en venir à l'étude de ces arguments, il vaut la peine de s'arrêter un peu plus sur le projet qui était le sien dans la *Théorie du ciel*. C'est l'occasion pour nous de mieux comprendre la différence entre le « mécanisme » de Descartes et le « mécanisme » de Newton : on emploie le mot dans les deux cas, mais pourtant leurs méthodes sont très différentes. C'est l'occasion aussi la notion de *loi de la nature*, qu'on rencontre nécessairement quand on réfléchit sur la science.

La formule de Kant dans la *Théorie du ciel* : « Donnez-moi de la matière et j'en ferai un monde », est reprise de façon critique par Voltaire en 1768, dans son ouvrage sur les *Singularités de la nature*. Par une telle formule, il ne veut pas ici exalter l'œuvre de Newton, mais au contraire blâmer l'ambition pseudo-philosophique (à ses yeux) de Descartes.

Voici le texte de Voltaire dans les *Singularités de la nature* (ch33) :

« Si Newton a découvert cette clef de la nature, par laquelle une pierre, une bombe retombe en cherchant le centre de la terre, et les planètes marchent dans leurs orbites ; si cette loi de l'attraction agit, non en raison des surfaces, comme pourrait faire l'impulsion d'un fluide, mais en raison des masses ; si elle pénètre au centre de la matière en raison inverse du carré des distances, pourquoi cette loi n'agit-elle pas suivant les mêmes proportions dans les phénomènes de l'aimant, dans ceux de l'électricité, dans l'ascension des liqueurs à travers les tuyaux capillaires, dans la cohésion des corps, dans les rayons du soleil qui rebondissent d'une surface de cristal, sans toucher réellement cette surface ? On ne peut, dans aucun de ces cas, avoir recours aux lois du mouvement, à l'impulsion des

corpuscules intermédiaires. Il y a donc certainement des lois éternelles, inconnues, suivant lesquelles tout s'opère, sans qu'on puisse les expliquer par la matière et par le mouvement.

« Ces lois ressemblent à celles par lesquelles tous les animaux font agir leurs membres à leur volonté. Qui découvrira le rapport de la volonté d'un animal et du mouvement de ses jambes ? Il y a donc des lois qui ne tiennent en rien à la matière connue. La philosophie corpusculaire ne peut donc rendre aucune raison des premiers principes des choses. Descartes, en paraissant s'expliquer en philosophe, prononçait donc l'assertion la moins philosophique, quand il disait : Donnez-moi de la matière et du mouvement, et je vais faire un monde. »

Voltaire, chapitre 33

Le projet que critique ici Voltaire, c'est encore celui de Kant dans la *Théorie du ciel* ! Mais avec cette différence que Kant est newtonien comme Voltaire : bien que son projet ressemble à celui de Descartes, il s'inscrit dans un nouveau « paradigme ». Pour le comprendre, il nous faut revenir à Descartes lui-même.

Descartes n'a jamais prononcé la phrase que lui prête Voltaire. Mais plusieurs passages peuvent être à l'origine de l'idée. Il écrit dans le *Monde ou Traité de la lumière* (rédigé avant le *Discours de la méthode*, mais non publié notamment à cause de la condamnation de Galilée) :

« Car Dieu a si merveilleusement établi [les lois ordinaires de la Nature], qu'encore que nous supposions qu'il ne crée rien de plus que ce que j'ai dit [de la matière divisible et mobile en tous sens], et même qu'il ne mette en ceci aucun ordre ni proportion, mais qu'il en compose un Chaos, le plus confus et le plus embrouillé que les Poètes puissent décrire : elles sont suffisantes pour faire que les parties de ce Chaos se démêlent d'elles-mêmes, et se disposent en si bon ordre, qu'elles auront la forme d'un Monde très parfait, et dans lequel on pourra voir non seulement de la Lumière, mais aussi toutes les autres choses, tant générales que particulières, qui paraissent dans ce vrai Monde. »

Dans le *Discours de la méthode* (cinquième partie) :

« Même, pour ombrager un peu toutes ces choses, et pouvoir dire plus librement ce que j'en jugeais, sans être obligé de suivre ni de réfuter les opinions qui sont reçues entre les doctes, je me résolus de laisser tout ce Monde ici à leurs disputes, et de parler seulement de ce qui arriverait dans un nouveau, si Dieu créait maintenant quelque part, dans les espaces imaginaires, assez de matière pour le composer, et qu'il agitât diversement et sans ordre les diverses parties de cette matière, en sorte qu'il en composât un chaos aussi confus que les poètes en puissent feindre, et que, par après, il ne fît autre chose que prêter son concours ordinaire à la nature, et la laisser agir suivant les lois qu'il a établies. (...) De plus, je fis voir quelles étaient les lois de la nature ; et, sans appuyer mes raisons sur aucun autre principe que sur les perfections infinies de Dieu, je tâchai à démontrer toutes celles dont on eût pu avoir quelque doute, et à faire voir qu'elles sont telles, qu'encore que Dieu aurait créé plusieurs mondes, il n'y en saurait avoir aucun où elles manquassent d'être observées. Après cela, je montrai comment la plus grande part de la matière de ce chaos devait, en suite de ces lois, se disposer et s'arranger d'une certaine façon qui la rendait semblable à nos cieux ; cependant, quelques-unes de ses parties devaient composer une terre, et quelques-unes des planètes et des comètes, et quelques autres un soleil et des étoiles fixes... »

Ces textes de Descartes sont importants car ils sont à l'origine d'une notion absolument centrale pour la science, celle de *loi de la nature*. Quand nous lisons l'expression dans les textes de Descartes, elle nous semble familière. Mais c'est une fausse familiarité : il suffit de lire les textes de près pour voir à quel point sa notion de *loi de la nature* diffère de la nôtre. Dans le *Discours de la*

méthode, Descartes dit : « sans appuyer mes raisons sur aucun autre principe que sur les perfections infinies de Dieu ». Par conséquent, les lois de la nature qu'il invoque ne sont pas du tout des résultats de l'expérience, comme celles dont on parle le plus souvent dans la science actuelle. Elles sont déduites en particulier de l'immutabilité divine : ce sont des conséquences de la métaphysique cartésienne. Aussi n'ont-elles rien de contingent. Il s'agit de vérités nécessaires, comme semble bien le dire Descartes lorsqu'il écrit dans le même *Discours* : « elles sont telles, qu'encore que Dieu aurait créé plusieurs mondes, il n'y en saurait avoir aucun où elles manquassent d'être observées ». Est *nécessaire*, nous disent les logiciens, ce qui est vrai dans tous les mondes possibles (cela revient au même de dire plus classiquement : ce qui ne peut pas ne pas être)⁴.

Quelles sont donc les lois en question ? Il y a d'abord le principe d'inertie, que Descartes distingue toujours en deux aspects : conservation de la vitesse, conservation de la direction. Le premier aspect est distingué du second et énoncé, dans le *Monde*, sous une forme très générale : « La première est : Que chaque partie de la matière, en particulier, continue toujours d'être en un même état, pendant que la rencontre des autres ne la contraint point de le changer. C'est-à-dire que : si elle a quelque grosseur, elle ne deviendra jamais plus petite, sinon que les autres la divisent ; si elle est ronde ou carrée, elle ne changera jamais cette figure, sans que les autres l'y contraignent ; si elle est arrêtée en quelque lieu, elle n'en partira jamais, que les autres ne l'en chassent ; et si elle a une fois commencé à se mouvoir, elle continuera toujours avec une égale force, jusqu'à ce que les autres l'arrêtent ou la retardent. »

La seconde loi est celle de la conservation de la quantité de mouvement dans le choc : « Je suppose pour seconde Règle : Que, quand un corps en pousse un autre, il ne saurait lui donner aucun mouvement, qu'il n'en perde en même temps autant du sien ; ni lui en ôter, que le sien n'en augmente d'autant. »

Descartes remarque que ces deux règles ne sont pas contredites par l'expérience. Il ajoute toutefois : « Mais encore que tout ce que nos sens ont jamais expérimenté dans le vrai Monde, semblât manifestement être contraire à ce qui est contenu dans ces deux règles⁵, la raison qui me les a enseignées, me semble si forte, que je ne laisserais pas de croire être obligé de les supposer dans le nouveau que je vous décris. Car quel fondement plus ferme et plus solide pourrait-on trouver, pour établir une vérité, encore qu'on le voulût choisir à souhait, que de prendre la fermeté même et l'immutabilité qui est en Dieu ? Or est-il que ces deux Règles suivent manifestement de cela seul que Dieu est immuable, et qu'agissant toujours en même sorte, il produit toujours le même effet. »

La troisième et dernière loi de la nature correspond au second aspect du principe d'inertie : tout corps en mouvement tend à persévérer dans la même direction en ligne droite. « J'ajouterai pour la troisième : Que, lorsqu'un corps se meut, encore que son mouvement se fasse le plus souvent en ligne courbe, et qu'il ne s'en puisse jamais faire aucun, qui ne soit en quelque façon circulaire, toutefois chacune de ses parties en particulier tend toujours à continuer le sien en ligne droite. Et ainsi leur action, c'est-à-dire l'inclination qu'elles ont à se mouvoir, est différente de leur mouvement. »

Remarquez-le bien : il n'y en a pas d'autres. Descartes a découvert beaucoup d'autres choses que nous appelons aujourd'hui « lois de la nature », par exemple les lois de la réflexion et de la réfraction en optique. Mais jamais il ne les appelle ainsi, parce que ce sont des conséquences de la structure de l'univers, et non des principes qu'il est nécessaire de poser pour expliquer cette structure. Par exemple, la nature de la lumière s'explique selon Descartes par une sorte de pression qui se

⁴ Je laisse ici de côté la doctrine de la libre création des vérités éternelles chez Descartes, qui complique la question sur le plan métaphysique.

⁵ Comprendre : même si ces règles n'étaient pas en accord avec l'expérience...

propage du soleil jusqu'à nos yeux par l'intermédiaire de la « matière subtile ». Et c'est ensuite la connaissance de la nature de la lumière qui permet de déduire les lois de l'optique. Par conséquent, ces « lois » ne peuvent être justifiées en définitive que par la connaissance de tout le système du monde (c'est pourquoi du reste le traité de Descartes s'appelle *Le Monde ou Traité de la Lumière*). Il n'y aurait pas de lumière si le monde était agencé différemment. Les trois lois de la nature que nous venons d'énumérer, en revanche, sont entièrement indépendantes de l'organisation du monde (elles dépendent uniquement des perfections de Dieu et de l'essence de la matière) et permettent, en sens inverse, d'expliquer comment cette organisation a pu naître du chaos. Dans la Physique de Descartes, il n'y a rien de semblable par exemple à la loi de Coulomb : loi qui possède certes une forme mathématique exacte, mais qui est simplement tirée de l'expérience par généralisation, sans se fonder sur une connaissance de la nature de l'électricité. Le paradigme newtonien est déjà tout autre chose que le paradigme cartésien, bien que les historiens parlent souvent de « mécanisme » dans les deux cas.

Mais alors, si toute la constitution de l'univers découle uniquement de l'essence de la matière et des lois nécessaires de la nature, cela veut dire que l'univers dans lequel nous vivons n'est pas l'œuvre d'une intelligence divine, mais plutôt d'une nécessité aveugle : il n'a pas été choisi parmi d'autres mondes possibles, mais découle nécessairement de l'essence même de Dieu. Il n'y a plus qu'à identifier, comme le fait Spinoza, Dieu et la nature, pour tomber dans une forme d'athéisme⁶ : certes, on reconnaît à l'origine du monde un Être nécessaire, mais cela n'a aucun sens de dire que cet Être est bon, intelligent ou sage. Il ne reste de Dieu que sa toute-puissance. Si le *Monde* de Descartes était correct, alors la constitution de l'univers dans lequel nous vivons, l'harmonie du système solaire, etc. ne témoigneraient en rien de la sagesse du Créateur. Comme le souligne Descartes lui-même, les choses se seraient ordonnées de la même façon, sous l'effet de la seule nécessité des lois de la nature (qui elles-mêmes n'ont pas été choisies), même si Dieu avait commencé par créer un chaos. [C'est d'une certaine façon l'inverse du principe d'entropie si l'on comprend ce dernier comme l'affirmation d'un accroissement nécessaire et continu du désordre].

Seulement, le système de Descartes s'est révélé fragile : en particulier, si Descartes a bien la gloire d'avoir formulé le premier correctement le principe d'inertie, il s'est trompé en revanche quant à la conservation de la quantité de mouvement. Leibniz a rectifié les lois de Descartes, et a insisté sur le fait que les véritables lois de la nature sont contingentes⁷. Newton de même. Ainsi, lorsque Kant dit que toute la constitution de l'univers peut s'expliquer simplement à partir des lois de la nature, il ne pense pas exactement aux lois de la physique cartésienne, il pense aux lois de Newton. En particulier, le principe d'égalité de l'action et de la réaction ; le principe fondamental de la dynamique : une force exercée sur une masse est mesurée par l'*accélération* qu'elle lui communique ; et surtout la loi de la gravitation universelle. Or cette dernière, d'une part est directement contraire aux principes de la philosophie cartésienne car elle suppose une action immédiate à distance ; d'autre part elle est seulement tirée des « phénomènes », c'est-à-dire de l'expérience, en opposition complète avec la démarche cartésienne.

⁶ Plus exactement, la philosophie de Spinoza est un *déisme* : elle repose sur la preuve de l'existence de Dieu, mais ce Dieu n'est pas conçu comme une personne. En particulier il n'a pas de volonté. C'est ce qui fait traditionnellement la différence entre le *théisme* et le *déisme* (le théisme affirme l'existence d'un Dieu *personnel*).

⁷ Pour Leibniz, c.f. *Théodicée*, §345 : « J'ai découvert en même temps que les lois du mouvement qui se trouvent effectivement dans la nature, et sont vérifiées par les expériences, ne sont pas à la vérité absolument démontrables, comme serait une proposition géométrique ; mais il ne faut pas aussi qu'elles le soient. Elles ne naissent pas entièrement du principe de la nécessité, mais elles naissent du principe de la perfection et de l'ordre ; elles sont un effet du choix et de la sagesse de Dieu. »

Dès lors, Kant peut argumenter légitimement en disant : certes, tout découle des lois de la nature. Mais ces lois de la nature ne sont pas nécessaires, elles sont contingentes. Dieu aurait pu en établir d'autres. Le fait qu'il ait choisi justement les lois d'où découle la meilleure constitution du monde possible, celle qui permet l'émergence de la vie et d'êtres intelligents, est donc une preuve de sa sagesse. Ainsi semble-t-il bien argumenter dans la *Théorie du ciel* :

Il remarque d'abord que ceux qui éprouvent le besoin de faire agir Dieu en sens contraire aux lois de la nature en sont encore à une forme de *manichéisme* ; ils posent en dehors de Dieu une matière dotée d'une puissance indépendante, qui limite ainsi sa toute-puissance.

« On a l'habitude de signaler et de faire ressortir dans la nature les harmonies, la beauté, les fins des choses et la parfaite adaptation des moyens à ces fins. Mais tandis que de ce côté on glorifie la nature, en même temps d'un autre, on s'efforce de l'amoindrir. Toute cette belle ordonnance, dit-on, lui est étrangère ; abandonnée à ses lois générales, elle n'enfanterait que le désordre. Les harmonies dénoncent l'intervention d'une main étrangère, qui a su soumettre à un plan sagement ordonné une matière dépourvue de toute régularité. A cela je réponds : Si les lois générales de l'action de la matière sont toutes une conséquence des desseins du Très-Haut, elles ne peuvent apparemment pas avoir d'autre destination que de tendre à accomplir par elles-mêmes le plan que la divine Sagesse s'est proposé. S'il en était autrement, ne serait-on pas tenté de croire que la matière et ses lois générales sont indépendantes, et que la puissance souverainement sage, qui a su en faire un si glorieux usage, était grande sans doute, mais point infinie ; puissante sans doute, mais pourtant insuffisante à elle seule ? »

Au contraire, explique ensuite Kant, accomplir le projet de Descartes est la meilleure manière d'attester l'existence d'une Intelligence gouvernant le monde, Intelligence tellement sage qu'elle a établi des lois menant d'elles-mêmes, nécessairement, du chaos à l'ordre que nous connaissons :

« ... Je suppose la matière de tout l'Univers dans un état de décomposition générale, et j'en fais un véritable chaos. Je vois alors les éléments se façonner d'après les lois connues de l'*attraction*, et modifier leurs mouvements en raison de la *répulsion*. J'ai la satisfaction de voir surgir de ce chaos un tout bien ordonné, sous la seule action des lois connues du mouvement et sans l'aide d'aucune supposition arbitraire ; et ce tout est si semblable au système de l'Univers que nous avons devant les yeux, que je ne puis m'empêcher de l'identifier avec lui. (...) c'est la démonstration la plus magistrale de sa dépendance envers un Être préexistant, qui a en lui-même la source de tous les êtres et des lois primitives de leurs actions. »

Et encore un peu plus bas :

« ... Dans mon système, je trouve la matière soumise à des lois certaines et nécessaires. Je vois cette matière, décomposée en ses derniers éléments, se façonner successivement et sous l'empire de ces lois naturelles, en un tout admirablement ordonné. Ce n'est point là l'effet du hasard, c'est la conséquence nécessaire des propriétés naturelles de la matière. Et alors n'est-on pas forcé de se demander pourquoi la matière obéit précisément à des lois qui ont pour but une si merveilleuse ordonnance ? Serait-il possible que tant d'éléments, dont chacun a sa nature propre et indépendante, puissent d'eux-mêmes se prêter un concours tel qu'il en sortît un tout bien ordonné ; et s'ils agissent ainsi, n'y a-t-il pas là une preuve indéniable de la communauté de leur origine première, qui ne peut être qu'une Intelligence souveraine et toute-puissante, par laquelle les caractères divers des éléments ont été dessinés en vue de leurs combinaisons futures ?

« La matière, élément primitif de toutes choses, est donc astreinte à des lois déterminées, et librement abandonnée à ces lois, elle engendre nécessairement d'admirables combinaisons. Elle n'est

point libre de s'écarter du plan tracé par son Créateur. Puisqu'elle est ainsi soumise à des vues souverainement sages, il faut nécessairement qu'elle ait reçu ses propriétés si bien concertées d'une cause première supérieure : il existe un Dieu, précisément parce que le Chaos lui-même ne peut rien engendrer que l'ordre et la régularité. »

4°/ La finalité, principe régulateur indispensable dans l'étude des organismes.

La finalité, le jeune auteur de la *Théorie du ciel* l'aperçoit ainsi non seulement chez les êtres vivants, mais aussi dans le système de l'univers, dans les lois générales qui en expliquent la formation. Il semble entièrement d'accord à ce moment-là avec ce que dit Leibniz des lois de la nature (voyez la citation de la *Théodicée* dans le fichier précédent). Toutefois, Kant évolue sur ce point : au moment où il écrit la *CFJ*, il n'admet plus que l'ordre qui règne dans le système solaire soit une preuve de la sagesse divine. Même si les lois du mouvement ne sont pas celles indiquées par Descartes, elles n'ont rien de contingent. Elles s'expliquent par la structure même de notre intelligence (qui s'impose aux phénomènes, c'est-à-dire aux choses telles qu'elles nous apparaissent). C'est ce qu'il veut dire quand il écrit par exemple, *CFJ*, §72 :

« Dans la mesure où la raison a affaire à la nature comme ensemble des objets des sens externes, elle peut se fonder sur des lois que l'entendement prescrit en partie lui-même *a priori* à la nature, et qu'en partie il peut étendre à l'infini grâce aux déterminations empiriques qui se présentent dans l'expérience. Pour l'application du premier genre de lois, à savoir les lois *universelles* de la nature matérielle en général, la faculté de juger n'a besoin d'aucun principe particulier de la réflexion ; car elle est alors déterminante parce que, grâce à l'entendement, un principe objectif lui est donné. »

Ce principe objectif, qu'un Descartes trouvait dans les perfections divines, l'entendement le fournit en fait à travers les conditions de possibilité de l'expérience. Mais ainsi les lois correspondantes ne peuvent plus servir de preuves de l'existence de Dieu.

Quant aux lois particulières de la nature, leur contenu ne prouve pas l'existence de Dieu non plus car rien ne permet de prouver que l'ordre qu'elles instaurent dans l'univers est le plus parfait possible. Il n'y a, dans la nature, qu'un seul domaine où la notion de finalité est indispensable : c'est le monde du vivant. Mais, même sur ce point, Kant reste très prudent. Certes, on ne peut pas se passer de l'idée de finalité pour étudier les organismes, et c'est pour cette raison, comme nous allons le voir, qu'il n'y aura jamais de Newton du brin d'herbe. Mais le caractère indispensable de la finalité ne constitue pas pour autant une preuve de l'existence de Dieu, et c'est aussi cela que Kant veut dire dans le §75, que nous lirons cette fois directement au prochain cours.

C'est parce qu'on ne peut rendre raison des organismes vivants sans faire intervenir la notion de finalité que Kant affirme l'impossibilité d'un Newton du brin d'herbe. La thèse de Kant est la suivante. On ne peut pas étudier rationnellement les êtres vivants, les organismes, si l'on ne suppose pas une *intention de la nature*, donc une finalité. C'est là un besoin indispensable de notre intelligence. Mais Kant se refuse à en conclure que cette intention de la nature existe réellement, et que la présence des êtres vivants sur terre prouve l'existence de Dieu (comme créateur *intelligent* de la nature). Car il se pourrait que cette nécessité pour nous de penser la nature comme orientée par une intention soit une nécessité *subjective*, liée à la limitation de nos facultés de connaître, et non pas une nécessité objective, enracinée dans la nature des choses. Voici comment Kant s'exprime à ce sujet au début du §75 :

« Il nous est en effet indispensable de placer sous la nature le concept d'une intention, si nous voulons seulement l'étudier dans ses produits organisés par une observation suivie ; et ce concept est donc déjà pour l'usage expérimental de notre raison une maxime absolument

nécessaire. » Et il enfonce le clou quelques lignes plus bas : « en ce qui concerne les produits de la nature [les êtres vivants], qui doivent être jugés comme ayant été formés ainsi et non autrement de façon intentionnelle, cette maxime de la faculté de juger réfléchissante est essentiellement nécessaire pour obtenir ne serait-ce qu'une connaissance expérimentale de leur constitution interne ; parce que la pensée même de ces choses en tant que choses organisées est impossible, si on ne la rattache pas à la pensée d'une production intentionnelle ».

Kant a formulé le contenu précis de la maxime à laquelle il se réfère ici au §66 de la *CFJ* : « *un produit organisé de la nature est un produit dans lequel tout est fin et réciproquement aussi moyen. Rien en lui n'est gratuit, sans fin, ou imputable à un mécanisme naturel aveugle* ».

Voltaire a développé l'idée dans un français limpide (dans son *Histoire de Jenni*, ch8) :

« Portez à présent vos yeux sur vous-même ; examinez avec quel art étonnant, et jamais assez connu, tout y est construit en dedans et en dehors pour tous vos usages et pour tous vos désirs ; je ne prétends pas faire ici une leçon d'anatomie, vous savez assez qu'il n'y a pas un viscère qui ne soit nécessaire, et qui ne soit secouru dans ses dangers par le jeu continu des viscères voisins. Les secours dans le corps sont si artificieusement préparés de tous côtés qu'il n'y a pas une seule veine qui n'ait ses valvules, ses écluses, pour ouvrir au sang des passages. Depuis la racine des cheveux jusqu'aux orteils des pieds, tout est art, tout est préparation, moyen, et fin. Et, en vérité, on ne peut que se sentir de l'indignation contre ceux qui osent nier les véritables causes finales, et qui ont assez de mauvaise foi ou de fureur pour dire que la bouche n'est pas faite pour parler et pour manger : que ni les yeux ne sont merveilleusement disposés pour voir, ni les oreilles pour entendre, ni les parties de la génération pour engendrer : cette audace est si folle que j'ai peine à la comprendre. »

Mais Voltaire est moins prudent que Kant. Théiste, il en conclut hardiment que l'organisation des animaux prouve l'existence d'un Créateur intelligent : « Avouons que chaque animal rend témoignage au suprême Fabricateur. » A quoi il ajoute, anticipant sur la formule de Kant : « La plus petite herbe suffit pour confondre l'intelligence humaine ».

La maxime formulée par Kant, et illustrée ici par Voltaire, n'est pas à proprement parler une loi de la nature. Elle est à la fois moins et plus que cela. Elle est plus que cela parce qu'elle contient une forme de nécessité qu'elle n'aurait pas si elle reposait seulement sur l'expérience, comme la plupart des choses que nous appelons aujourd'hui « lois de la nature ». Mais elle est moins que cela car il s'agit d'une nécessité subjective, une nécessité pour notre intelligence qui ne nous autorise pas à dire comment est le réel en dehors de nous. Kant explique clairement dans ce paragraphe pourquoi l'observation en biologie ne peut pas se passer du fil conducteur de la notion de finalité :

« Ceux qui dissèquent les végétaux et les animaux pour explorer leur structure et pour pouvoir comprendre les raisons et les fins des parties dont ils sont dotés, ainsi que les raisons de la manière dont ces parties sont disposées et liées entre elles, c'est-à-dire de leur forme interne, admettent nécessairement cette maxime : que rien dans une telle créature n'est gratuit, et ils donnent à cette maxime la même valeur qu'au principe de la doctrine générale de la nature : rien n'arrive *au hasard*. En fait, ils ne peuvent pas plus renoncer à ce principe téléologique qu'au principe physique universel, parce que, de même que l'abandon de ce principe supprimerait l'expérience en général, de même l'abandon du principe téléologique supprimerait le fil conducteur pour l'observation d'une espèce de choses naturelles, que nous avons déjà pensées téléologiquement sous le concept de fins naturelles. »

Donnons quelques exemples. « Ceux qui dissèquent les animaux et les végétaux » ont remarqué que les animaux herbivores n'ont pas le même digestif que les carnivores : par exemple ils ont en général *plusieurs estomacs*. Evidemment ils n'ont pas attribué cette différence au hasard, mais ils l'ont expliquée comme une conséquence de la diversité des modes d'alimentation : c'est *en vue de* pouvoir digérer de la nourriture végétale en grande quantité que les herbivores ont plusieurs estomacs. Inversement, c'est *en vue de* pouvoir déchirer la viande dont ils se nourrissent que les carnivores sont pourvus de canines, absentes chez les herbivores. Ou bien encore, on constate que les poissons n'ont pas de poumons, car cela ne leur servirait à rien. Mais la nature leur a donné à la place des *branchies*, qui leur permettent de respirer grâce à l'air dissout dans l'eau. Ainsi toutes les particularités anatomiques des animaux et des végétaux s'expliquent d'après l'idée de la finalité ou, comme le dit Aristote, d'après l'idée que « La nature ne fait rien en vain. »

C'est bien d'après un tel principe qu'on peut saisir la connexion entre toutes les parties de l'organisme animal, comme le fait Cuvier dans ce passage remarquable (*Discours sur les révolutions de la surface du globe*) :

« Si les intestins d'un animal sont organisés de manière à ne digérer que de la chair, et de la chair récente, il faut aussi que ses mâchoires soient construites pour dévorer une proie ; ses griffes pour la saisir et la déchirer, ses dents, pour la couper et la diviser, le système entier de ses organes du mouvement pour la poursuivre et pour l'atteindre ; ses organes des sens pour l'apercevoir de loin ; il faut même que la nature ait placé dans son cerveau l'instinct nécessaire pour savoir se cacher et tendre des pièges à ses victimes... Nous voyons bien, par exemple, que les animaux à sabots doivent tous être herbivores, puisqu'ils n'ont aucun moyen de saisir une proie ; nous voyons bien encore que, n'ayant d'autre usage à faire que de soutenir leur corps, ils n'ont pas besoin d'une épaule aussi bien organisée : d'où l'absence de clavicule et d'acromion, l'étroitesse de l'omoplate... les régimes herbivores exigent des dents à couronne plate. »

Nous retrouvons le fameux principe de la corrélation des caractères, qui permet en principe de reconstituer tout le squelette d'un animal à partir d'un seul de ses os : voyez la fiche que je vous ai envoyée sur la sarigue de Cuvier.

Lisons maintenant la suite du §66 de Kant, qui est important mais difficile à comprendre :

« Car ce concept conduit la raison dans un tout autre ordre des choses que celui d'un simple mécanisme de la nature, qui ne nous satisfait pas ici. Une Idée doit se trouver au fondement de la possibilité du produit de la nature. Mais, parce que cette Idée est une unité absolue de la représentation, alors que la matière est une multiplicité de choses qui ne peut procurer pour elle-même une unité déterminée de la composition, il faut bien, si cette unité de l'Idée doit précisément servir de fondement pour la détermination *a priori* d'une loi naturelle de la causalité d'une telle forme de composition, que la fin de la nature soit étendue à *tout* ce qui se trouve dans son produit. Car si nous rapportons un tel effet dans *son ensemble* à un fondement de détermination suprasensible au-dessus du mécanisme aveugle de la nature, nous devons également le juger d'après ce principe ; et il n'y a aucun fondement pour admettre qu'une telle chose continue à dépendre partiellement de l'autre principe, car alors, dans ce mélange de principes hétérogènes, il ne resterait plus aucune règle sûre de jugement. »

Autrement dit, on ne peut pas expliquer un organisme à moitié mécaniquement et à moitié téléologiquement. Il faut choisir : soit l'on exclut complètement la finalité, et il faut alors poser en principe que tout peut s'expliquer mécaniquement dans la formation d'un organisme, et donc qu'il est possible en principe d'être le Newton du brin d'herbe. Ou bien l'on pose au fondement de l'existence d'un organisme une finalité de la nature qui gouverne son existence, mais alors tout doit être du ressort de cette finalité et il faut dire comme Aristote : « La nature ne fait rien en vain. »

Il faut encore comprendre pourquoi nous sommes obligés de considérer les organismes comme des « fins de la nature » obéissant à un tout autre ordre de choses que le simple mécanisme de la nature.

5°/ L'être vivant comme « fin de la nature » : pourquoi l'organisme n'est pas une machine.

Pour comprendre le mode d'être spécifique des organismes, il ne suffit pas d'invoquer la finalité. Car, quand nous étudions le fonctionnement d'une machine, nous sommes aussi guidés par l'idée de finalité : chaque pièce de la machine a une fonction, contribue au fonctionnement du tout. Il n'y a donc pas du tout d'opposition entre le point de vue finaliste et le fait de concevoir les animaux comme des machines (comme le souligne Canguilhem dans *La Connaissance de la vie*⁸). Mais ce qui intéresse Kant dans le cas des êtres vivants, c'est précisément ce qui les distingue de nos machines, aussi sophistiquées soient-elles. Ce qui les distingue, ce n'est pas le fait qu'ils ont organisés en vue d'une fin, mais la finalité *interne*. Les machines, elles, n'ont qu'une finalité *externe*. Dans une machine, les parties existent les unes *pour* les autres, mais elles n'existent pas les unes *par* les autres. Dans un organisme, les parties existent à la fois *pour* et *par* les autres. Voir *CFJ*, §65

« Dans un tel produit de la nature, chaque partie, de même qu'elle n'existe que *par* toutes les autres, est également pensée comme existant *pour* les autres et *pour* le tout, c'est-à-dire comme instrument (organe) ; mais cela ne suffit pas (car elle pourrait être aussi un instrument de l'art et n'être ainsi représentée comme possible qu'en tant que fin en général), et c'est pourquoi on la conçoit comme un organe *produisant* les autres parties (chacune produisant donc les autres et réciproquement). Aucun instrument de l'art [ne peut faire cela].

Dans une montre, une partie est l'instrument du mouvement des autres, mais un rouage n'est pas la cause efficiente de la production d'un autre rouage ; une partie est certes pour l'autre, mais elle n'est pas là par cette autre partie. C'est pour cette raison que la cause qui produit celles-ci et leur forme n'est pas contenue dans la nature (de cette matière), mais hors d'elle dans un être qui, d'après des idées, peut produire un tout dont il est la cause. C'est là la raison pour laquelle également, dans une montre, un rouage ne peut en produire un autre, pas plus qu'une montre ne peut produire d'autres montres, en utilisant (en organisant) pour cela d'autres matières ; c'est aussi la raison pour laquelle elle ne remplace pas non plus d'elle-même les parties qui lui ont été enlevées, ni ne compense leur défaut dans la première formation en faisant intervenir les autres parties, ni ne se répare elle-même quand elle est dérégulée : or, tout cela, nous pouvons l'attendre en revanche de la nature organisée. Un être organisé n'est donc pas une simple machine, car celle-ci dispose uniquement d'une *force motrice* ; mais l'être organisé possède en soi une *force formatrice* qu'il communique aux matériaux qui n'en disposent pas (il les organise)... »

⁸ "Bref, avec l'explication cartésienne et malgré les apparences, il peut sembler que nous n'ayons pas fait un pas hors de la finalité. La raison en est que le mécanisme peut tout expliquer si l'on se donne des machines, mais que le mécanisme ne peut pas rendre compte de la construction des machines. Il n'y a pas de machine à construire des machines..."

La finalité de l'organisme est interne parce que, d'une part, la cause de son organisation est en lui et non hors de lui, et que, d'autre part, il n'a d'autre but que de persévérer dans l'existence. Sur ces deux points il se distingue de la machine, conçue par une intelligence extérieure à elle-même en vue d'un but extérieur à elle-même. L'expression paradoxale de Kant qui rassemble ces deux aspects est qu'une fin naturelle est « cause et effet d'elle-même ».

-Cause et effet d'elle-même à l'échelle de l'espèce : tout individu vivant provient d'un autre individu vivant, *Omne vivum ex vivo*⁹ (contre la génération spontanée). La faculté à *se reproduire* distingue radicalement l'organisme de la machine.

-Cause et effet d'elle-même à l'échelle de l'individu : l'organisme a, contrairement à la machine, une *force formatrice* qui lui permet de *s'assimiler* la nourriture (nutrition et croissance).

-Il faut ajouter que l'organisme peut aussi se réparer lui-même, un organe peut remplir la fonction d'un autre si celui-ci est défaillant (vicariance). Une machine ne se répare pas elle-même. On retrouve ainsi l'idée que chaque partie n'existe que par et pour les autres.

« Je dirai provisoirement : une chose existe comme fin naturelle si elle est *cause et effet d'elle-même* (bien que ce soit en un double sens) (...). Nous allons éclaircir la détermination de cette idée de fin naturelle par un exemple, avant de l'analyser complètement.

Premièrement, un arbre produit un autre arbre selon une loi naturelle connue. Mais l'arbre qu'il produit est de la même espèce; et ainsi il se produit lui-même selon *l'espèce* dans laquelle, continuellement produit par lui-même d'une part comme effet, d'autre part comme cause, tout en ne cessant pas de se reproduire lui-même, il se maintient en permanence en tant qu'espèce.

Deuxièmement, un arbre se produit aussi lui-même comme *individu*. Nous nous contentons certes de nommer cette sorte d'effet *croissance*; mais il faut prendre cela en un sens tel que la croissance se distingue de tout accroissement selon les lois mécaniques, et il faut la considérer quoique sous un autre nom, comme semblable à une génération. La plante donne d'abord à la matière qu'elle assimile une qualité spécifique et particulière que le mécanisme de la nature ne peut fournir extérieurement, et elle continue ainsi à se former au moyen d'une substance qui est dans sa composition son produit propre. Car, bien qu'en ce qui concerne les éléments constituants qui proviennent de la nature brute, elle ne doive être considérée que comme éducation, on rencontre cependant dans l'analyse et dans la synthèse de cette matière brute une telle originalité du pouvoir de séparer et de former propre à ces êtres naturels, que tout art en demeure infiniment éloigné, s'il essaie de reconstituer ces produits du règne végétal à partir des éléments obtenus en les décomposant, ou bien à partir de la substance que la nature leur offre comme nourriture.

Troisièmement, une partie de cette créature se produit également d'elle-même, de sorte que la conservation d'une partie dépend de la conservation d'une autre et réciproquement. L'oeil d'une feuille d'arbre, enté sur le rameau d'un autre arbre, produit sur un pied étranger une plante de sa propre espèce, et de même la greffe sur un autre arbre. On peut donc sur un même arbre

⁹ Cette locution latine reste associée aux travaux de Pasteur, qui réfutent définitivement en 1864 la théorie de la génération spontanée. Mais on la trouve déjà sous la plume d'Auguste Comte (*Système de politique positive*, Introduction, III), lequel propose de modifier ainsi l'aphorisme très proche du grand médecin anglais Harvey (celui qui a découvert la circulation sanguine), qui avait écrit dès 1630 : *Omne vivum ex ovo*.

considérer chaque rameau ou chaque feuille comme simplement greffé ou écussonné sur celui-ci, donc comme un arbre existant pour lui-même, qui se contente de s'attacher à un autre arbre et se nourrit comme un parasite. Les feuilles sont à la fois les produits de l'arbre et ce qui le conserve; car un dépouillement répété des feuilles tuerait l'arbre, et sa croissance dépend de l'action des feuilles sur le tronc. Je vais ici me contenter de mentionner au passage certaines propriétés de ces créatures, bien que ces propriétés soient parmi les plus admirables des créatures organisées : il y a la vicariance naturelle des créatures qui lors d'une lésion compensent le manque d'une partie nécessaire à la conservation des parties voisines par les autres parties, et il y a aussi les monstruosité et les difformités dans la croissance, qui proviennent de ce que certaines parties, à cause de déficiences ou d'obstacles, se forment d'une manière tout à fait nouvelle, afin de conserver ce qui existe, et produisent ainsi une créature anormale. »

Kant, *Critique de la faculté de juger*, §64.

On comprend mieux dès lors pourquoi il ne sera jamais possible d'expliquer mécaniquement la production d'un brin d'herbe. Cela ne signifie pas que la biologie comme science est impossible, mais que les méthodes de la biologie ne peuvent pas être celles du mécanisme. La biologie ne peut pas se passer du principe aristotélicien « la nature ne fait rien en vain », comme d'un principe heuristique. Elle peut et doit prendre appui sur les lois de la physique et de la chimie mais, pour toutes les raisons que nous venons de voir, jamais les lois physiques et chimiques ne seront suffisantes pour comprendre le phénomène de la vie. L'inférieur porte le supérieur, comme dit Auguste Comte, mais le supérieur reste irréductible aux niveaux inférieurs. Et l'on peut définir le *matérialisme*, en général, comme la tendance à réduire le supérieur à l'inférieur.

Auguste Comte, *Système de politique positive, Discours préliminaire*, I : « L'esprit positif, longtemps borné aux plus simples études, n'ayant pu s'étendre aux plus éminentes que par une succession spontanée de degrés intermédiaires, chacune de ses nouvelles acquisitions a dû s'accomplir d'abord sous l'ascendant exagéré des méthodes et des doctrines propres au domaine antérieur. C'est dans une telle exagération que consiste, à mes yeux, l'aberration scientifique à laquelle l'instinct public applique sans injustice la qualification de *matérialisme*, parce qu'elle tend, en effet, à dégrader toujours les plus nobles spéculations en les assimilant aux plus grossières. (...) Ainsi toute science a-t-elle dû longtemps lutter contre les envahissements de la précédente (...). Un vrai philosophe reconnaît autant le matérialisme dans la tendance du vulgaire des mathématiciens actuels à absorber la géométrie ou la mécanique par le calcul, que dans l'usurpation plus prononcée de la physique par l'ensemble de la mathématique, ou de la chimie par la physique, surtout de la biologie par la chimie, et enfin dans la disposition constante des plus éminents biologistes à concevoir la science sociale comme un simple corollaire ou appendice de la leur. »

Ainsi la biologie matérialiste est celle qui prétend réduire la vie à un ensemble de phénomènes physico-chimiques.

Dans la querelle qui a opposé les tenants du vitalisme et les tenants du réductionnisme en biologie au XIXe siècle, les arguments de Kant tendraient donc à donner raison aux vitalistes (par exemple les médecins Bichat, Barthez, Flourens dans la première moitié du XIXe siècle). Mais n'oublions pas la prudence de Kant : notre impuissance à nous passer de l'idée de finalité ne prouve pas l'existence de Dieu, elle ne prouve même pas que tout n'est pas, en principe, explicable de façon mécanique dans la nature. Car notre impossibilité de trouver une explication tient peut-être aux limites de notre intelligence. Nous ne pouvons pas concevoir la vie d'un organisme autrement qu'en opposant

son organisation conforme à une fin au mécanisme aveugle de la nature inerte. Mais peut-être existe-t-il, dans la nature des choses, un principe d'unification du mécanisme et du finalisme ? Peut-être que, pour être omniscient, les deux modes d'explication ne s'excluent pas ? Nous ne pourrions jamais le savoir, parce que notre intelligence n'a pas accès aux choses en soi. C'est la raison pour laquelle le principe de finalité reste pour Kant un principe réfléchissant et non déterminant, subjectif et non objectif. Il est *réfléchissant*, c'est-à-dire qu'il sert de fil conducteur pour réfléchir sur nos observations particulières du monde vivant et trouver les règles générales qui les expliquent : c'est un principe *heuristique*¹⁰. Par exemple, en anatomie comparée, c'est en cherchant toujours à faire des corrélations entre l'organe et la fonction qu'on comprend de mieux en mieux le fonctionnement des êtres vivants. Et c'est un principe subjectif puisque l'impossibilité de nous en passer tient à la nature de notre esprit plutôt qu'à la nature des choses.

II. Progrès et Méthodes de la biologie depuis Kant

Malgré sa prudence, on pourrait se demander si Kant n'a pas été trop péremptoire en assignant d'avance à la biologie certaines limites indépassables. La biologie actuelle ne se passe-t-elle pas maintenant de toute idée de finalité ? N'est-elle pas parvenue ou en passe de parvenir à expliquer d'après les lois de la physique et de la chimie tous les secrets de l'organisme ? Plus précisément, on pourrait opposer aux arguments précédents les constatations suivantes :

Objection 1 : La finalité des organes des êtres vivants s'explique depuis Darwin par l'évolution des espèces, c'est-à-dire par le phénomène purement mécanique de la sélection naturelle.

Objection 2 : Il n'est plus impossible de fabriquer de la matière vivante en laboratoire : la synthèse de l'urée est réalisée pour la première fois dans la première moitié du XIXe siècle. Tout cela relève simplement de la « biochimie ».

Objection 3 : On connaît maintenant les mécanismes de la reproduction, les lois de l'hérédité. Donc même la capacité d'un organisme à se reproduire lui-même n'est plus si mystérieuse que cela.

Je voudrais, non pas répondre de façon exhaustive à ces objections, mais les utiliser comme un fil conducteur pour réfléchir aux méthodes et à la spécificité de la biologie. Ma thèse est que Kant a raison sur l'essentiel : c'est-à-dire que la spécificité du vivant (le sens qui est nécessairement attaché à la vie) oblige et obligera toujours la biologie à adopter d'autres méthodes que celles de la « cosmologie » (pour parler comme Comte) et du mécanisme. Ce qui ne fait pas d'ailleurs de la biologie une « sous-science », mais constitue au contraire son principal intérêt.

1°/ La définition de la biologie et l'idée de fonction.

Il est incontestable que l'idée de finalité sert de principe heuristique pour le développement de l'anatomie comparée, au moment où la biologie devient une science (début du XIXe siècle).

Regardons comment, à la naissance de la biologie comme science, est à l'œuvre la maxime dont parle Kant. L'idée est simple, et je n'y insisterai pas car nous l'avons déjà vue dans la première partie (c.f. *CFJ*, §66) : tout savant qui étudie l'anatomie d'un animal ou d'un végétal part du principe que les organes qu'il découvre en cours de dissection *servent à quelque chose*, qu'ils ont une fonction. Par exemple, c'est en se demandant à quoi servent le pistil et les étamines de la fleur qu'on a compris qu'ils permettaient à la plante de se reproduire. Si l'on se contentait de décrire les pièces qui

¹⁰ Kant appelle *réfléchissant* un jugement qui cherche à remonter du particulier au général, tandis qu'un jugement *déterminant*, en sens inverse, dispose déjà d'une règle générale qu'il applique à un cas particulier.

composent le corps d'une plante ou d'un animal, sans les rapporter à aucune fonction, ce ne serait pas encore de la science puisque rien ne serait expliqué. Ce qui donne sens à un organe, c'est sa fonction. On ne saurait donc se passer d'une telle notion en anatomie, or qui dit fonction dit « finalité », et ainsi nous sortons du strict domaine du mécanisme.

La notion de fonction est tellement fondamentale en biologie qu'elle peut servir à la définir. Le but de la biologie n'est pas simplement de décrire la diversité du monde vivant. Une simple description n'est jamais de la science, puisqu'elle ne saisit aucune loi, aucun rapport nécessaire entre les choses, et ne rend par conséquent capable d'aucune prévision. C'est pourquoi il convient de distinguer la *biologie* proprement dite de *l'histoire naturelle*. Mais le but de la biologie est bien plutôt de mettre en relation les organes des êtres vivants et leur fonction. Formulé comme un problème mathématique, il revient à cela : « étant donné l'organe, trouver la fonction ». Ou bien, inversement : « étant donné la fonction, trouver l'organe ». Exemple type du premier cas : à quoi sert le foie dans notre corps ? A quoi servent les reins ? Ou bien inversement : comment faisons-nous pour digérer la nourriture ? Quels sont les organes qui interviennent dans cette fonction biologique ? La nourriture est-elle seulement modifiée mécaniquement par ces organes, ou bien subit-elle aussi des modifications chimiques ?

2°/ L'expérimentation en biologie : un exemple historique.

Vous vous rappelez comment, selon Kant lui-même dans la préface à la seconde édition de la *Critique de la raison pure* (1787), la physique a fini par trouver « la voie sûre d'une science ». De même que Thalès, pour démontrer les propriétés du triangle isocèle, le construit d'abord dans l'intuition pure, de façon à ne mettre dans la figure que ce qu'il pense dans son concept, de même le physicien *prend les devants sur la nature*. Il n'observe pas passivement mais force pour ainsi dire la nature à répondre à sa question au moyen de l'expérimentation. C'est ce que fait Galilée lorsqu'il fait rouler ses boules sur un plan incliné dont il a déterminé préalablement la pente (c.f. cours sur la chute des corps), ou ce que fait Torricelli lorsqu'il renverse un tube rempli de mercure dans une cuve de mercure pour mettre en évidence la pression atmosphérique, en sachant à l'avance de combien sera la hauteur de la colonne de mercure dans le tube. Nous pouvons dire exactement la même chose des fondateurs de la biologie. Ils ne se sont pas contentés d'observer les êtres vivants et de décrire minutieusement les parties de leur corps, mais ils ont imaginé des expériences destinées à répondre à des questions fondamentales portant sur la vie de ces organismes. Or ces questions se ramènent bien à celles qui viennent de nous servir à définir la biologie : *étant donné l'organe, trouver la fonction*, ou l'inverse. Par exemple, dès le XVIIIe siècle, plusieurs expériences célèbres ont été conçues par le français Réaumur et l'italien Spallanzani en vue de répondre à une question précise sur le fonctionnement de la digestion : comment la nourriture est-elle transformée dans notre corps ? Est-elle seulement divisée et agitée mécaniquement par les muscles de l'estomac, ou bien subit-elle une action chimique ?

Développons cet exemple significatif.

Exemple des expériences de Réaumur et de Spallanzani sur la digestion.

Dans la seconde moitié du XVIIe siècle, dans le prolongement de la philosophie cartésienne qui dit qu'il faut étudier les animaux comme on étudie une machine, s'est développée, en France mais surtout en Italie, une école qu'on appelle les "iatromécaniciens". Selon eux il faut donc étudier le fonctionnement des êtres vivants comme celui de n'importe quelle machine, sans faire intervenir de mystérieuses forces qui seraient propres aux êtres vivants. Rappelez-vous que, selon Aristote, la fonction primordiale de l'âme (= cause de la vie ; l'âme c'est ce qui *anime*) n'est pas de penser, mais d'assurer l'assimilation de la nourriture et la croissance de l'organisme. Contre une telle intervention de l'âme dans la digestion, les iatomécaniciens soutiennent qu'on peut expliquer la transformation

de la nourriture par le système digestif de façon purement mécanique, c'est-à-dire d'après les mouvements en tous sens que les muscles de l'estomac et des intestins impriment au contenu de ces boyaux.

Mais d'autres savants, sans pour autant en revenir à l'âme telle que la concevaient Aristote et les scolastiques, soupçonnent qu'il doit y avoir une action proprement chimique du corps sur les aliments, laquelle n'est pas réductible à un mécanisme. Et c'est pour trancher la controverse que Réaumur, au milieu du XVIII^e s. (1752), réalise l'expérience suivante :

« Une buse, d'une grosse espèce et commune dans le royaume, à qui j'avais seulement arraché quelques plumes des ailes pour la laisser vivre en liberté dans mon jardin, fut destinée à des expériences auxquelles eût pu servir tout autre oiseau carnassier que j'eusse eu de même à ma disposition. La première épreuve à laquelle je mis son estomac, fut de lui donner à s'exercer sur un gros tube de fer-blanc (...). J'arrêtai donc dans le tube ouvert par les deux bouts, un morceau de viande qui l'égalait presque en longueur.

Le tube ainsi garni fut donné à la buse pour son premier déjeuner, à sept heures du matin ; dès que je l'eus introduit dans son gosier, mes doigts le saisirent par dehors au travers des plumes et des membranes du canal, pour le faire descendre peu à peu vers l'estomac. Je ne laissai pas passer ce jour-là sans aller voir bien des fois si la buse n'avait rien rejeté par le bec, ce ne fut que le lendemain au matin, sur les sept heures et demie, que je trouvais le tube qu'elle venait de rendre.

Il était précisément tel qu'il avait été donné, je veux dire qu'il avait toute sa rondeur, que sa forme n'avait été nullement altérée ; on ne découvrait sur sa surface extérieure aucune trace de frottements qu'il eût essuyé. Le morceau de viande arrêté dans le tube avait-il été digéré ? (...) Il avait été réduit à moins du tiers, peut-être au quart de son premier volume et de son premier poids ; ce qui en restait (...) était couvert d'une espèce de bouillie, venue probablement de celles de ces parties qui avaient été dissoutes. Après que la bouillie eut été enlevée, le reste de chair qui fut mis à découvert, parut avoir à peu près son ancienne couleur, peut-être néanmoins était-elle un peu plus blanchâtre ; mais cette chair avait perdu de la consistance (...) ; son odeur n'était pas celle de la viande pourrie, elle en avait pris une qui n'avait rien de désagréable. »

(...) Il est de toute évidence que si le morceau de viande est réduit en bouillie et digéré dans ce tube où il était isolé, et seulement accessible à de la liqueur, ç'aura été par un dissolvant. »

Réaumur, Sur la digestion, second mémoire.

L'expérience n'a guère besoin d'explication. Le fait que le tube de métal ne soit pas du tout abîmé montre qu'il n'a pas été soumis à de violents mouvements dans l'estomac de la buse. Et pourtant toute une partie de la viande qu'il contenait a été digérée. C'est donc la preuve que la digestion a des causes proprement *chimiques* dans notre organisme, et non pas simplement des causes *mécaniques*. Grâce à une expérience simple mais ingénieuse, nous avons la réponse à notre question initiale (réponse qui donne tort aux iatomécaniciens sur ce point). L'action du suc gastrique sur la nourriture a ainsi été mise en évidence dans cette expérience avant même qu'on n'ait réussi à le prélever (Réaumur lui-même y est parvenu peu de temps après en faisant avaler des morceaux d'éponge à sa buse).

Pourquoi Réaumur avait-il choisi la buse (apparemment il l'avait domestiquée lui-même) ? Pour deux raisons : d'une part la paroi stomacale de cet oiseau est pauvre en muscles, ce qui rendrait l'expérience d'autant plus probante (plus de chances que le tube sorte à peu près intact, je suppose). D'autre part Réaumur savait que la buse a tendance à régurgiter la portion non digérée de sa nourriture.

L'étape d'après, dans la compréhension de la digestion, ce seront les expériences de l'italien Spallanzani, contemporain de Kant (ces expériences datent de 1783). Il répète les expériences de Réaumur, cette fois sur des gallinacés. Mais il n'hésite pas à pratiquer aussi des expériences semblables sur lui-même, comme vous le voyez dans ce petit extrait.

« Il s'agissait de prendre par la bouche une petite bourse de toile contenant cinquante-deux grains [2,81 g] de pain mâché. (...) Je gardai cette bourse pendant vingt-quatre heures, sans éprouver aucun mal, elle ne contenait plus de pain, le fil avec lequel on avait cousu les deux parties de la bourse n'était ni rompu, ni gâté, de même que celui qui en fermait l'entrée. Il n'y avait pas la moindre déchirure de la toile, de sorte qu'il était évident qu'elle n'avait souffert aucune altération ni dans l'estomac, ni dans l'intestin. »

L. Spallanzani, *Expériences sur la digestion de l'homme et de différentes espèces d'animaux...*

Perfectionnant les procédés de Réaumur, il parvient lui aussi à extraire du suc gastrique en faisant avaler une éponge à une chouette. Et, à l'aide du suc gastrique, il réalise la première digestion *in vitro* de l'histoire !

Auguste Comte insiste dans son *Cours de philosophie positive* (toujours la 40^e leçon) sur les limites de l'expérimentation en biologie : il montre qu'elle ne peut pas être la méthode reine comme elle l'est en chimie, pour des raisons sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Il n'en fait pas moins l'éloge des expériences ingénieuses de Spallanzani : "Il faudrait, sans doute, être égaré par de bien puissantes préoccupations pour ne pas sentir vivement le profond mérite et la haute importance scientifique des expériences si simples de Harvey sur la circulation, de la lumineuse série d'essais de Haller sur l'irritabilité, d'une partie des expériences remarquables de Spallanzani sur la digestion et la génération..."

3°/ La définition de la biologie d'Auguste Comte fait-elle l'économie de la notion de finalité ?

C'est justement à Auguste Comte que j'empruntais la définition de la vie exposée dans la première partie : comme l'étude des corrélations entre l'organe et la fonction. Toutefois, à la différence de Kant, Auguste Comte ne met pas du tout en avant, dans sa définition, l'idée de finalité. Au contraire, on pourrait croire qu'il parvient à définir l'idée de fonction sans avoir recours à celle de finalité. Il faut donc regarder les choses de plus près. Lisons :

Auguste Comte, *Cours de philosophie positive*, 40^e leçon :

« D'après les notions précédentes, la biologie positive doit donc être envisagée comme ayant pour destination générale de rattacher constamment l'un à l'autre, dans chaque cas déterminé, le point de vue anatomique et le point de vue physiologique, ou, en d'autres termes, l'état statique et l'état dynamique. Cette relation perpétuelle constitue son vrai caractère philosophique. Placé dans un système donné de circonstances extérieures, un organisme défini doit toujours agir d'une manière nécessairement déterminée ; et, en sens inverse, la même action ne saurait être identiquement produite par des organismes vraiment distincts. Il y a donc lieu à conclure alternativement, ou l'acte d'après le sujet, ou l'agent d'après l'acte¹¹. Le système ambiant étant toujours censé préalablement bien connu, d'après l'ensemble des autres sciences fondamentales, on voit ainsi que le double problème biologique peut être posé, suivant l'énoncé le plus mathématique possible, en ces termes généraux : *étant donné l'organe ou la modification organique, trouver la fonction ou l'acte, et réciproquement.* (...) La vraie biologie doit tendre à nous permettre de toujours prévoir comment agira, dans des circonstances

¹¹ Ce que Comte appelle abstraitement « sujet » ou « agent », c'est en l'occurrence ici l'organe ou le tissu.

données, tel organisme déterminé, ou par quel état organique a pu être produit tel acte accompli. »

On voit que, même si le terme de « fonction » est présent dans la définition d'Auguste Comte, il n'est pas équivalent de celui de « finalité ». Car la fonction, identifiée à l'« acte », est plutôt ici interprétée de façon mécanique : c'est la manière dont un organe donné (ou un système d'organes) réagit aux stimulations du milieu. C'est l'effet d'un ensemble de causes, certaines internes à l'organisme, d'autres externes. Toutefois, il est clair que, lorsqu'on étudie la fonction d'un organe, on vise plus que cela : on suppose que la façon dont l'organe réagit au milieu a un intérêt pour l'organisme, qu'elle contribue à sa survie et à sa reproduction. Par exemple si, comme l'a fait Cuvier dans un mémoire postérieur de quelques années au texte de Kant, on étudie la production des cris et des chants des oiseaux grâce à leur double larynx (les oiseaux ont en fait, comme nous, un larynx en haut de leur trachée, mais aussi un autre larynx en bas de la trachée, et c'est essentiellement ce second larynx qui produit les sons), on procède à un travail qui rentre parfaitement dans le cadre indiqué par Comte : on cherche à mettre en corrélation la fonction et l'organe. Toutefois, le biologiste ne se contentera pas de cela, il se demandera aussi à *quoi servent* les chants des oiseaux. Et ainsi il mettra en évidence leur rôle important dans la compétition des mâles en période de reproduction. Donc *la fonction renvoie bien en définitive à une finalité, même si cela est peu explicite dans la définition de Comte.*

Il y a une autre idée importante à remarquer dans ce texte. Comte fait intervenir à juste titre un troisième terme en plus de l'organe et de la fonction : c'est celui du *milieu*. Car un organisme n'existe que dans un milieu, qui contribue de façon essentielle à son existence. On pourrait définir la vie par l'échange constant qui se fait entre l'organisme et le milieu : constamment de la matière et de l'énergie entre dans le corps des êtres vivants, constamment aussi de la matière ressort de leur corps, et ils dissipent de l'énergie¹². On pourrait presque dire en ce sens que la vie est moins la propriété intrinsèque de certains êtres qu'un phénomène qui concerne la relation de certains êtres à leur milieu. Je cite Comte : « Cette idée suppose, en effet, non seulement celle d'un être organisé de manière à comporter l'état vital, mais aussi celle, non moins indispensable, d'un certain ensemble d'influences extérieures propres à son accomplissement. Une telle harmonie entre l'être vivant et le *milieu* correspondant caractérise évidemment la condition fondamentale de la vie. » C'est pourquoi Auguste Comte critique toujours la célèbre définition de la vie donnée par le médecin Xavier Bichat (celui qui a donné son nom à un hôpital parisien) : « La vie est l'ensemble des fonctions qui résistent à la mort ». Cette définition donne l'impression que les circonstances extérieures tendent seulement à détruire l'organisme, alors que leur action sur l'organisme est au contraire indispensable à la prolongation de la vie, comme le montre un phénomène aussi simple que celui de la respiration. En insistant sur cet aspect de la vie, Comte anticipe, à un certain point de vue, sur les préoccupations écologiques actuelles (« l'environnement » est un synonyme de « milieu », ce qui est curieux si l'on pense au sens le plus courant du second mot).

La considération du milieu est aussi essentielle pour voir clairement à quel point la biologie dépend des sciences « inférieures » (les sciences de la matière inerte). Car, afin de comprendre la relation des organes au milieu, il faut connaître les propriétés physiques ou chimiques de ce milieu. Ainsi, pour reprendre l'exemple précédent, il est impossible de comprendre le fonctionnement du larynx si l'on

¹² Le biologiste Blainville propose cette définition très abstraite de la vie, qui met l'accent sur les échanges entre l'organisme et le milieu : un « double mouvement intestinal, à la fois général et continu, de composition et de décomposition » Auguste Comte a assisté aux cours de Blainville lorsqu'il séjournait à Montpellier (après s'être fait renvoyer de l'Ecole polytechnique).

ne sait pas comment le son se propage dans l'air, c'est-à-dire si l'on n'a pas étudié l'acoustique. De même, impossible de comprendre la physiologie de l'œil si l'on n'a pas d'abord étudié l'optique.

C'est pourquoi il serait absurde de vouloir étudier la biologie sans s'intéresser à la physique et à la chimie. Mais ça ne veut pas dire que la biologie peut être absorbée par ces sciences « inférieures » et qu'elle doit avoir les mêmes méthodes qu'elles. Comme dit Auguste Comte, l'inférieur porte le supérieur, mais le supérieur n'est pas réductible à ce qui le porte.

4°/ Kant et Darwin.

Mais justement, toute notre manière de concevoir les relations de l'organisme avec son milieu est « révolutionnée » par la publication, en 1859, de *l'Origine des espèces* par Charles Darwin. Darwin explique dans ce livre génial que c'est en quelque sorte l'environnement lui-même qui « sélectionne » les individus les plus adaptés et ainsi fait évoluer les espèces. Or ne nous y trompons pas : cette « sélection naturelle » n'en est pas vraiment une, il s'agit d'une métaphore. Darwin prouve que l'évolution des espèces et l'adaptation extraordinaire des espèces à leur milieu, qui a toujours fait l'émerveillement des naturalistes, peuvent s'expliquer sans faire intervenir *aucune intention de la nature*.

Alors, est-ce que les découvertes de Darwin ont donné tort à Kant ? Elles expliquent en effet l'adaptation des organismes au milieu de façon purement mécanique, car la « sélection naturelle » ne suppose aucune intention. Darwin a-t-il été ce « Newton du brin d'herbe » qui, selon Kant, ne devait jamais exister ?

Pour répondre, il faut déjà comprendre un peu mieux en quoi consiste la théorie de Darwin pour savoir tout simplement de quoi nous parlons.

Résumé de la théorie de Darwin.

Darwin affirme d'une part que, malgré leur apparente fixité, les espèces de plantes et d'animaux évoluent très lentement. Par exemple les animaux qui existent aujourd'hui sont les descendants d'autres espèces éteintes qui ont évolué. Il y a à l'heure actuelle deux espèces distinctes d'éléphants dans le monde : l'éléphant d'Afrique et l'éléphant d'Asie. Nous connaissons une troisième espèce assez semblable à ces deux autres, mais éteinte : c'est le mammouth. Eh bien la théorie de l'évolution dit que ces trois espèces sont cousines, qu'elles proviennent d'un ancêtre commun à partir duquel elles ont évolué de façon divergente. De même, les hommes, qui forment tous une seule espèce, ont un ancêtre commun avec les diverses espèces de singes.

Darwin affirme, d'autre part, que cette évolution n'obéit pas à une *intention*, elle se fait mécaniquement. Les espèces n'évoluent pas *pour* se perfectionner et être mieux adaptées à leur environnement. Elles évoluent à cause de mutations qui surviennent par hasard lors de la fécondation. Lorsque ces mutations sont défavorables à l'espèce, elles ont moins de chance de se transmettre puisque l'animal ou la plante qu'ils concernent a moins de chances de se reproduire. Au contraire, lorsque ces mutations sont favorables à l'espèce, les individus concernés ont plus de chance de survivre et de se reproduire, donc ces mutations ont plus de chance de se transmettre. Ainsi, sur une longue durée, ce sont seulement les mutations favorables à l'espèce qui se transmettent. C'est pourquoi l'espèce va évoluer vers une plus grande adaptation à son environnement, sans que pourtant personne n'ait voulu une telle adaptation. Ce que Darwin a appelé la « sélection naturelle » n'est justement pas une sélection. Le terme de « sélection » est purement métaphorique, comme je le disais plus haut.

Si Darwin a choisi cette métaphore pour nommer le mécanisme de l'évolution des espèces, c'est parce qu'il raisonne toujours par analogie avec la sélection des animaux domestiques (qui elle est bien sûr une sélection véritable). Voyez le chapitre IV :

« Rappelons-nous le nombre infini de variations légères, de simples différences individuelles, qui se présentent chez nos productions domestiques et, à un degré moindre, chez les espèces à l'état sauvage ; rappelons-nous aussi la force des tendances héréditaires. (...) Qu'on se rappelle aussi combien sont complexes, combien sont étroits les rapports de tous les êtres organisés les uns avec les autres et avec les conditions physiques de la vie [pensez au trèfle et au chat]. Faut-il donc s'étonner, quand on voit que des variations utiles à l'homme se sont certainement produites, que d'autres variations, utiles à l'animal dans la grande et terrible bataille de la vie [la fameuse *struggle for life* qui n'est pas une lutte à proprement parler], se produisent dans le cours de nombreuses générations ? Si ce fait est admis, pouvons-nous douter (il faut toujours se rappeler qu'il naît beaucoup plus d'individus qu'il n'en peut vivre) que les individus possédant un avantage quelconque, quelque léger qu'il soit d'ailleurs, aient la meilleure chance de vivre et de se reproduire ? J'ai donné le nom de *sélection naturelle* à cette conservation des différences et des variations naturelles favorables et à cette élimination des variations nuisibles. »

L'analogie entre la sélection intentionnelle, par l'homme, des variétés domestiques les plus utiles, et la sélection aveugle, par la nature ou le milieu, des variétés sauvages les plus adaptées, est bien expliquée par le philosophe A. A. Cournot (qui néanmoins rejette pour sa part l'essentiel de la théorie de Darwin, encore très controversée à la date où il écrit ce texte, i.e. en 1875) :

« Quand l'espèce est soumise à la domestication ou à la culture, le jeu des circonstances fortuites produit en tout sens des variétés individuelles, parmi lesquelles l'homme trie celles qui conviennent à son but [par exemple, si ce sont des moutons, il va choisir ceux qui ont la laine la plus épaisse], et qu'il réserve à la reproduction, en sacrifiant ou en consommant toutes les autres. En vertu de la disposition de tous les traits de l'organisme à se transmettre héréditairement, le caractère que l'on recherche aura plus de tendance à reparaître dans les produits d'une seconde génération ; et pour quelques-uns de ces produits le caractère sera plus prononcé et aussi plus affermi, c'est-à-dire doué de plus d'aptitude à se montrer dans les générations subséquentes. Ce sont ces exemplaires de choix que l'homme réserve pour être les producteurs d'une troisième génération, et ainsi de suite, jusqu'à ce que la race, définitivement constituée et consolidée, ne réclame plus que des soins d'entretien pour durer, sinon indéfiniment, du moins pendant un temps bien plus long que celui qu'il a fallu pour la créer. Or, le triage prolongé que l'homme opère avec préméditation, la Nature l'opère, nous ne dirons plus *instinctivement*, mais *machinalement*, par le seul effet de la concurrence vitale, d'où les termes de *sélection naturelle*, employés par Darwin pour désigner le fait auquel il attache une importance capitale. Si une variété accidentelle donne à l'individu qu'elle affecte plus de facilités pour vivre, pour se fortifier et se reproduire, elle devra, en vertu de la tendance héréditaire, se montrer à la seconde génération chez un plus grand nombre de sujets, aux dépens des variétés moins favorisées ; et chez quelques sujets elle se trouvera renforcée avec un surcroît de tendance à reparaître et à prévaloir dans une troisième génération ; et ainsi de suite. A la longue quelques variétés tranchées, adaptées à un tel genre de vie, de nourriture et d'habitat, auront étouffé toutes les variétés intermédiaires, indécises, sauf à se ramifier par le même procédé, si les circonstances s'y prêtent. »

Grâce à ce mécanisme, on peut non seulement expliquer comme se sont diversifiées les espèces d'un même genre (par exemple Darwin, lorsqu'il a voyagé en Amérique du Sud à bord du Beagle, a remarqué que chaque île des Galapagos, au large de l'Equateur, abritait une espèce de pinsons différente, dont la forme du bec était adaptée chaque fois au mode d'alimentation), mais aussi comment plusieurs genres ont pu évoluer à partir d'un ancêtre commun, et en remontant toujours plus haut dans l'arbre

« généalogique », concevoir un ancêtre commun aux animaux les plus différents. Il n'est dès lors plus nécessaire d'imaginer qu'à certains moments des animaux ont été créés à partir de rien, ou à partir de la matière inerte (ce qui relèverait du miracle), mais on peut concevoir qu'ils descendent tous, quelles que soient leurs énormes différences actuelles, d'un même organisme primitif. Je redonne la parole à Cournot, qui continue à résumer Darwin (mais on sent à partir de là qu'il a lui-même des réserves envers une théorie aussi audacieuse) : « Pour peu que l'esprit cède au besoin d'unité qui le sollicite, les distinctions mêmes d'embranchements et de règnes s'effaceront : à la faveur du temps indéfini dont la pensée dispose, il n'y aura plus rien d'étrange à soutenir que tous les êtres qui vivent ou qui ont vécu sur notre planète, végétaux et animaux, sont issus de la même cellule primordiale ou de cellules identiques, placées à diverses époques et en divers lieux dans des milieux différents. »

Examinons maintenant cette théorie, non pour la réfuter, mais pour voir si elle permet en effet de se passer de l'idée de finalité en biologie.

Darwin a-t-il été le « Newton du brin d'herbe » ?

D'abord, il faut être très clair sur ce point : au sens précis du terme, Darwin n'est certainement pas un « Newton du brin d'herbe », puisque la sélection naturelle ne permet pas d'expliquer mécaniquement la production d'un brin d'herbe. Ce n'est pas du tout son objet. La théorie de Darwin propose une hypothèse pour rendre raison de l'évolution des espèces, mais elle n'explique absolument pas comment un œuf de poulet, par exemple, se transforme en poulet, ou un embryon humain en homme. Darwin ne connaît pas les lois de la génétique : il constate la transmission héréditaire des caractères de l'espèce, il constate aussi que parfois cette transmission rate (ce qui produit des « monstruosité »), mais il ignore tout des mécanismes de l'hérédité. Mendel (un moine de Silésie) commence à la découvrir les lois correspondantes au XIXe siècle, mais Darwin ne connaît pas ces travaux, passés inaperçus à l'époque, et qui sont eux-mêmes d'ailleurs bien loin de révéler les mécanismes de l'hérédité (ce n'est qu'un premier pas dans cette direction).

Deuxièmement, il n'est même pas vrai que la théorie de l'évolution de Darwin permette de se passer du concept de fin pour expliquer les organismes, ou même simplement l'évolution des espèces. Car au contraire toutes les explications de type darwinien sont finalistes ! La théorie de l'évolution a donné une légitimité aux raisonnements finalistes en biologie, puisqu'elle permet toujours de traduire ces raisonnements finalistes en un processus mécanique de sélection naturelle dont on ignore (et probablement ignorera toujours) les détails.

Exemple : pourquoi les fleurs de certaines orchidées ressemblent-elles à des insectes ? Réponse de Darwin : parce qu'elles ont besoin d'attirer les insectes afin que ceux-ci transportent leur pollen sur les étamines d'autres fleurs. Les insectes confondent ces fleurs avec un autre insecte de leur espèce et entrent en elles dans l'intention de copuler avec ce qu'ils croient être un de leur congénère ! On pourra donc en conclure que la « sélection naturelle » a favorisé les fleurs d'orchidée qui ressemblaient le plus à des insectes, parce que cela augmentait leurs chances de polliniser d'autres fleurs et donc de se reproduire en masse. Mais vous voyez bien qu'un tel raisonnement fait usage du concept de finalité : on parvient à expliquer la ressemblance entre la fleur et l'insecte quand on comprend à *quoi sert* à cette ressemblance, *quel avantage* il procure à la plante dans la lutte pour l'existence. Au fond c'est même une bonne illustration de la méthode préconisée par Kant : l'idée de finalité a ici une grande valeur *subjective* (c'est elle qui nous permet d'expliquer), bien qu'elle n'ait pas de réalité *objective* (puisque'on sait qu'en fait le caractère de la fleur n'a été sélectionné par personne, n'est pas *réellement* le résultat d'une intention).

En revanche, la théorie de Darwin semble donner tort à Kant sur un point : lorsqu'il écrit que « nous ne pouvons fonder la possibilité de ces fins naturelles sur absolument rien d'autre que sur un

être intelligent ». Car la théorie de la sélection naturelle permet justement de fonder ce qu'il y a de final dans l'évolution des espèces sur un mécanisme, sans aucune nécessité de recourir à un être intelligent.

Toutefois, il faut insister sur le fait qu'expliquer l'évolution des espèces n'est pas la même chose qu'expliquer la possibilité d'un organisme comme fin naturelle. Comment des organismes sont-ils possibles dans la nature ? Cette question renvoie à l'origine de la vie. Et l'on n'a toujours pas de réponse au problème de la vie. On ne sait toujours pas expliquer la production et la conservation d'un être vivant de façon purement mécanique, et par conséquent le Newton du brin d'herbe n'est pas encore venu.

Au contraire, depuis qu'on a définitivement réfuté, semble-t-il, l'idée de *génération spontanée*, la barrière entre le monde inerte et le monde de la vie s'est encore accentuée : *omne vivum ex vivo*. Certes, la matière qui compose le corps des êtres vivants est exactement semblable à la matière des chimistes : pour l'essentiel, tous les êtres vivants sont composés de quatre éléments seulement, l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote. Presque toutes les substances que l'on trouve dans notre corps, sucres, graisses, protéines, etc., sont des composés de ces quatre éléments. Et ces éléments chimiques se retrouvent bien sûr dans les choses inertes, à commencer par l'air que nous respirons. Néanmoins, dans n'importe quel être vivant, même le plus simple, même un infusoire ou une bactérie, cette matière prend des propriétés toutes particulières, qu'on résume en parlant d'*être organisé* : ce sont ces propriétés que nous avons détaillées dans la partie précédente en parlant avec Kant de « fin naturelle ».

La question se pose donc : comment est-on passé, à l'origine de la vie, d'une matière sans organisation à une matière organisée ? Voilà la question à laquelle devrait pouvoir répondre le « Newton du brin d'herbe », et à laquelle la théorie de Darwin ne répond pas. (N'en faisons pas d'ailleurs le reproche à Darwin, car il ne l'a jamais prétendu.)

La difficulté est de savoir si c'est juste une question de temps, ou si les raisons pour lesquelles Kant juge cela radicalement impossible (pour un être humain) restent et resteront toujours valables.

Le problème posé par l'origine de la vie nous conduit à examiner l'objection 2 (voir début de cette partie) : est-il vrai que nous savons aujourd'hui fabriquer de la « matière vivante » en laboratoire ? Peut-on, à partir de réactions chimiques complexes, faire apparaître la vie ? Cette question sera examinée au prochain cours.

A propos de l'exemple des orchidées.

Il faudrait regarder plus en détail toutes les « stratégies » développées par les orchidées pour attirer les insectes (le mot même de stratégie suppose bien sûr un raisonnement finaliste) : par des couleurs vives, par leur odeur, en prenant l'apparence d'un abri naturel... Par exemple l'*Ophrys abeille* (voir photo ci-dessous), pollinisée par les abeilles solitaires. Son labelle (le pétale multicolore qui est comme la « lèvre » de la fleur) ressemble à une abeille femelle, ce qui attire le mâle vers la fleur. La fleur émet de plus une odeur particulière qui ressemble à celle de l'abeille femelle : cela constitue un leurre supplémentaire.

Darwin a écrit en 1870 tout un petit livre à ce sujet, intitulé *De la Fécondation des orchidées par les insectes*. Beaucoup de ses observations ont été faites dans son jardin.



5°/ Réductionnisme contre vitalisme.

Un « Newton du brin d'herbe », ce serait un scientifique capable d'expliquer le développement d'un brin d'herbe ou de n'importe quel autre organisme vivant à partir de causes seulement mécaniques. Nous avons vu pourquoi Kant juge cela impossible : la matière vivante a des propriétés d'*auto-organisation* qui semblent impossibles à expliquer d'après les lois du mouvement, et même plus largement d'après les lois de la physique et de la chimie. Toutefois, la physique et la chimie ont fait beaucoup de progrès depuis Kant. Leurs lois se sont énormément complexifiées : on est loin de la mécanique du levier et du plan incliné à laquelle pensaient les iatomécaniciens quand ils cherchaient des « modèles » pour comprendre le fonctionnement du corps (ce n'était pas idiot : pour comprendre la manière dont les muscles font mouvoir les os on peut effectivement penser à un levier). En particulier, nos connaissances sur l'électricité et les réactions chimiques se sont beaucoup étendues. Nous pouvons donc nous poser la question : les lois de la physique et de la chimie ne sont-elles pas suffisamment riches aujourd'hui pour qu'un puisse espérer expliquer grâce à elles la formation des

organismes ? N'est-ce pas simplement une question de temps avant que ne survienne un véritable Newton du brin d'herbe ? Spallanzani réalisait déjà des digestions *in vitro* au XVIIIe siècle, nous pratiquons la fécondation *in vitro* : est-ce qu'on ne parviendra pas un jour à faire surgir la vie elle-même de certaines réactions chimiques, perçant ainsi à jour le mystère de la vie, levant enfin le voile d'Isis pour reprendre la métaphore favorite des savants du XVIIIe-XIXe siècles ?

Cette question oppose depuis des siècles les tenants du *réductionnisme*, qui répondent oui, aux tenants du *vitalisme*, qui répondent non. Un biologiste réductionniste pense qu'on peut *réduire* les manifestations de la vie à des effets des lois physiques et chimiques, et même qu'on *doit* le faire car c'est ainsi qu'on les explique le mieux. Un biologiste *vitaliste* soutient au contraire qu'il y a dans les manifestations la vie quelque chose d'irréductible aux lois physico-chimiques, et que pour expliquer la vie il faut au contraire tenir compte de sa spécificité, sous peine de faire disparaître l'objet même qu'on voulait expliquer. Vous voyez l'analogie avec certains débats concernant les sciences humaines. Il y a ceux qui disent qu'il faut « traiter les faits sociaux comme des choses » avant de les ramener à des lois objectives, et ceux qui disent qu'en étudiant l'homme comme une chose, on fait disparaître ce qu'on voulait expliquer, à savoir l'humain en l'homme (qui suppose notamment que l'homme est libre). En général, en biologie, les réductionnistes parlent au nom de la *rigueur* : ils taxent d'irrationnel l'appel à une mystérieuse *force vitale* qui caractérise les vitalistes. Les vitalistes, quant à eux, font valoir la singularité des phénomènes vitaux (tout ce qu'on a déjà vu avec Kant), et taxent souvent les réductionnistes d'être *bassement matérialistes* (de fait, ils le sont au sens qu'Auguste Comte donne à ce terme : voir plus haut).

La controverse est très vaste : elle embrasse tous les aspects de la biologie. Plus on y réfléchit, plus on est effrayé par l'ampleur du problème. Je ne prétends donc pas l'épuiser ici, mais seulement en éclairer certains aspects. Comme souvent, c'est déjà beaucoup dans ce domaine, pour ne pas se laisser enfermer dans des débats stériles, de parvenir à poser plus clairement le problème.

Dans cette optique, il n'est peut-être pas inutile de commencer par dire nettement *qu'on ne sait pas fabriquer de la matière vivante, par exemple une bactérie, à partir de la matière inerte*. Si l'on savait le faire, ce serait un cas de *génération spontanée*. Or la génération spontanée n'existe pas, même en laboratoire. Ce qui peut créer la confusion dans les esprits, c'est qu'on est capable en revanche de synthétiser en laboratoire de la *matière organique*. Il faut donc faire une différence entre matière vivante et matière organique. La matière organique, par exemple le sucre ou l'urée, c'est une matière (ou une molécule si vous préférez) qui, dans les conditions ordinaires, n'est produite que par un organisme vivant. Par exemple c'est notre rein qui, à des fins d'excrétion, sécrète l'urée (le but est de concentrer les substances que notre organisme doit rejeter afin qu'on puisse toutes les éliminer ensuite sans perdre trop d'eau). Eh bien, comme toutes les molécules organiques ou presque sont composées uniquement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, on parvient à les synthétiser, dans les conditions artificielles du laboratoire, à partir de molécules plus simples. On parvient donc à produire la même chose qu'un être vivant sans passer par le vivant, mais c'est très différent de la capacité à produire de la matière vivante. Ni l'urée produite par notre rein¹³, ni l'amidon ou le sucre stockés dans les tissus des plantes et des fruits, ne sont des êtres vivants bien entendu ! De ce point de vue, le mot de « matière organique » prête à confusion ; malgré la racine commune, la matière

¹³ Je prends l'exemple de l'urée car c'est la première synthèse organique. Elle fut réalisée en 1828 par Wohler (jeune chimiste allemand de 28 ans), à partir de cyanate de plomb, d'eau et d'ammoniaque. Ce fut interprété comme une « défaite » des vitalistes, car beaucoup d'entre eux pensaient que ce genre de composés ne pouvaient être produits que par la « force vitale » au sein de l'organisme.

organique n'est pas de la matière *organisée* au sens exact que nous avons donné à ce concept (voir la notion de « fin de la nature » chez Kant).

On peut même être plus précis encore. Le sang n'est pas un organisme vivant évidemment ; mais il n'est pas non plus, comme l'urée, un simple constituant chimique de la vie, car il « ne doit son existence qu'au mouvement vital », comme dit Auguste Comte : s'il sort de l'organisme, il perd rapidement toutes ses propriétés. Il n'est donc pas comparable aux substances dites « organiques » qu'on est capable de produire en laboratoire, comme l'urée, qui sont encore plus éloignées de la matière proprement vivante. Auguste Comte déplore qu'on réunisse, sous le nom de « chimie organique », l'analyse du sang ou de la sève d'un côté, et l'analyse des acides organiques, de l'urée, etc., d'un autre côté : selon lui la première analyse doit être menée par des biologistes, et répondre à des questions proprement biologiques, tandis que la seconde doit être effectuée par des chimistes ; elle donne des informations utiles aux biologistes mais ne fait pas partie de la biologie. Il pense donc que la chimie organique est un exemple de science *mal découpée*, car à cheval entre la chimie et la biologie dont elle conduit ainsi à méconnaître la véritable limite. Voir *Cours de philosophie positive*, 38^e leçon :

« Parmi les divers composés indistinctement réunis aujourd'hui sous la vague dénomination d'organiques, les uns ne doivent leur existence qu'au mouvement vital, ils sont assujettis à des variations continuelles, et constituent presque toujours de simples mélanges : ceux-là ne sauraient appartenir à la chimie, et ils rentrent dans le domaine de la biologie, soit statique, soit dynamique, suivant qu'on étudie ou leur état fixe, ou la succession vitale de leurs changements réguliers ; tels sont, par exemple, le sang, la lymphe, la graisse, etc. Les autres, au contraire, qui forment les principes les plus immédiats des premiers, sont des substances essentiellement mortes, susceptibles d'une permanence remarquable et présentant tous les caractères de véritables combinaisons, indépendantes de la vie : ceux-ci ont évidemment leur place dans le système général de la science chimique, entre les substances inorganiques, dont ils ne diffèrent réellement sous aucun rapport important ; les acides organiques, l'alcool, l'albumine, l'urée, etc., en offrent des exemples incontestables. »

Cournot écrit de même, quelques dizaines d'années plus tard (dans *Matérialisme, Vitalisme, Rationalisme*), à propos de la *chimie organique* :

« Il ne faut pas se tromper sur le sens de cette expression, ni supposer que la chimie organique empiète en rien sur les sciences qui ont pour objet les phénomènes de l'organisation et de la vie. Les corps, tels que l'alcool et le sucre, dont les matériaux sont tirés du règne organique et que la chimie organique étudie, ne retiennent plus nulle trace d'organisation, sont absolument privés de vie, sont soumis à la loi des proportions définies¹⁴, à laquelle la Nature vivante ne s'assujettit point. La chimie organique se place, si l'on veut, aux confins des deux mondes inorganique et organique, mais sans cesser d'appartenir essentiellement au monde inorganique. »

Peut-on expliquer mécaniquement la croissance des êtres vivants ?

Malgré les progrès de la chimie, il y a donc toujours une séparation nette, un hiatus, entre la matière morte et la matière vivante : on ne sait faire de la vie qu'à partir de la vie. *Omne vivum ex vivo*, comme le disait déjà Auguste Comte. Il est vrai cependant que les plantes et d'autres organismes vivants sont capables de *s'assimiler* de la matière morte, de s'en nourrir. Mais justement c'est ce processus d'assimilation qui est mystérieux : comment l'organisme vivant fait-il pour rendre semblable

¹⁴ J'ai expliqué rapidement cette loi à la fin du cours sur les révolutions scientifiques quand j'ai pris l'exemple de la chimie : voyez la différence entre *mélange* et *composé* chimique.

(*ad-similare*) ce qui est autre¹⁵ ? pour transformer en lui-même ce qui est extérieur et étranger ? Car ce n'est pas simplement comme si les particules dont il se nourrit venaient se placer à côté des particules qui composent déjà son corps : elles changent vraiment de nature pour prendre la forme, la structure, de l'organisme qui les digère. La croissance même d'un être vivant semble donc receler un mystère, et les biologistes vitalistes ont longtemps invoqué la « force vitale » pour l'expliquer, sous-entendant ainsi que jamais on ne pourrait l'expliquer de façon purement mécanique.

Kant lui-même adopte une position « vitaliste » lorsqu'il écrit à ce sujet, au §64 de la *Critique de la faculté de juger* :

« Deuxièmement, un arbre se produit aussi lui-même comme *individu*. Nous nous contentons certes de nommer cette sorte d'effet *croissance* ; mais il faut prendre cela en un sens tel que la croissance se distingue de tout accroissement selon des lois mécaniques, et il faut la considérer, quoique sous un autre nom, comme semblable à une génération. La plante donne d'abord à la matière qu'elle assimile une qualité spécifique et particulière que le mécanisme de la nature ne peut fournir extérieurement, et elle continue ainsi à se former au moyen d'une substance qui est dans sa composition son produit propre. Car, bien qu'en ce qui concerne les éléments constituants qui proviennent de la nature brute, elle ne doive être considérée que comme éducation¹⁶, on rencontre cependant dans l'analyse et dans la synthèse de cette matière brute une telle originalité du pouvoir de séparer et de former propre à ces êtres naturels, que tout art en demeure infiniment éloigné, s'il essaie de reconstituer ces produits du règne végétal à partir des éléments obtenus en les décomposant, ou bien à partir de la substance que la nature leur offre comme nourriture. »

On comprend dès lors pourquoi Aristote considérait la *croissance* d'un organisme vivant, au même titre que sa *reproduction*, comme une fonction propre de l'âme, *psychê* : seul un être vivant est capable de croître en ce sens précis du terme, la croissance par simple juxtaposition comme on peut voir chez les stalactites ou les stalagmites par exemple n'étant pas de même nature. C'est toute la différence entre une croissance organique et un accroissement seulement mécanique. L'âme étant par définition la cause de la vie, elle doit donc être la cause de l'assimilation et de la croissance. C'est même là la fonction première de l'âme, car les autres fonctions (sentir, penser) ne peuvent exister sans elle, alors qu'elle peut exister seule (c'est le cas chez les végétaux) :

De l'Âme, II, 2 : « Nous posons donc, comme point de départ de notre enquête, que l'animé diffère de l'inanimé par la vie. Or le terme « vie » reçoit plusieurs acceptions, et il suffit qu'une seule d'entre elles se trouve réalisée dans un sujet pour que nous disions qu'il vit : que ce soit, par exemple, l'intellect, la sensation, le mouvement et le repos selon le lieu, ou encore le mouvement de nutrition, de décroissement et d'accroissement. – C'est aussi pourquoi tous les végétaux semblent bien avoir la vie, car il apparaît, en fait, qu'ils ont en eux-mêmes une faculté et un principe tel que, grâce à lui, ils reçoivent accroissement et décroissement selon des directions locales contraires. En effet, ce n'est pas seulement vers le haut qu'ils s'accroissent, à l'exclusion du bas, mais c'est pareillement dans ces deux directions ; ils se développent ainsi progressivement de tous côtés et continuent à vivre aussi longtemps qu'ils sont capables d'absorber la nourriture. – Cette faculté peut être séparée des autres, bien que les autres ne puissent l'être d'elle, chez les êtres mortels du moins. Le fait est manifeste dans les végétaux, car aucune autre faculté de l'âme ne leur appartient. »

¹⁵ C.f. Aristote, *De l'Âme*, II, 4 : « car, en tant que l'aliment n'est pas encore digéré, le contraire est nourri par le contraire ; mais, en tant que l'aliment est digéré, le semblable est nourri par le semblable. » Mais aussi Voltaire, *Sottisier* : « Un imitateur est un estomac ruiné, qui rend l'aliment comme il le reçoit. »

¹⁶ *Eduction* : je ne suis pas sûr de comprendre ce terme, qui semble seulement vouloir dire ici l'action de prendre les particules de la matière brute et de les introduire en soi.

On parle donc, au sujet de la croissance organique, de *vie végétative*, terme qui désigne non seulement la vie des plantes, mais aussi les fonctions vitales de tous les êtres animés qui sont relatives à la croissance et à la génération.

Toujours dans son traité *De l'Âme* (II, 4), Aristote discute les arguments de certains philosophes (sans doute présocratiques) qui croyaient au contraire qu'on pouvait expliquer la croissance des êtres vivants par une simple cause matérielle, le feu, sans faire intervenir l'âme entendue au sens d'un principe immatériel. L'argument par lequel Aristote réfute Démocrite est très intéressant car il met déjà en avant les propriétés d'auto-organisation ou auto-régulation caractéristiques des êtres vivants.

« Certains philosophes pensent, de leur côté, que la nature du feu est, au sens absolu, la cause de la nutrition et de l'accroissement ; car il apparaît, en fait, que c'est le seul des corps ou des éléments qui sa nourrisse et s'accroisse, et, dès lors, l'on serait tenté de supposer que, tant chez les plantes que chez les animaux, le feu est la cause opérative. – Mais s'il est, en un sens, une cause adjuvante¹⁷, il n'est pourtant pas la cause proprement dite : c'est plutôt l'âme qui joue ce rôle. En effet, l'accroissement du feu se fait à l'infini, aussi longtemps qu'il y a du combustible ; par contre, pour tous les êtres dont la constitution est naturelle, il existe une limite et une proportion de la grandeur comme de l'accroissement : or ces déterminations relèvent de l'âme mais non du feu, de la forme plutôt que de la matière. »

Autrement dit, il est vrai que certains phénomènes d'accroissement sont dus à des causes purement matérielles, comme l'extension d'un feu tant qu'il trouve du combustible. Mais, lorsque c'est le cas, ces phénomènes ne sont pas susceptibles de s'auto-réguler : l'accroissement se poursuit tant que les conditions matérielles sont réunies (tant qu'il y a du combustible dans le cas du feu), c'est un processus aveugle qui ne tend vers aucune fin. Au contraire, la croissance d'un être vivant tend vers une limite, vers un état adulte de l'organisme : une fois cet état atteint la croissance cesse, comme les ouvriers qui cessent de travailler quand la maison est achevée. Nous retrouvons la finalité : la croissance de l'organisme, à la différence de la croissance du feu, est un processus *finalisé*, et c'est pour cette raison en définitive qu'Aristote juge impossible de l'expliquer sans faire intervenir ce principe immatériel qu'est l'âme.

A ce genre d'arguments, d'un autre côté, les *réductionnistes* répondent qu'il n'est pas toujours impossible d'expliquer de façon purement mécanique des processus qui semblent finalisés. Car les traces de régularité et d'organisation existent même en dehors des corps vivants : on s'est depuis toujours émerveillé par exemple devant la beauté, la régularité et en même temps la variété des cristaux de neige à six branches. Kepler a écrit un joli petit livre à ce sujet, *L'Etrenne ou de la neige sexangulaire* (1611), où il demande : « Il doit y avoir une raison pour laquelle quand la neige commence à tomber, ses figures élémentaires montrent invariablement la forme d'une petite étoile à six branches. Si cela se produit par hasard, pourquoi ne tombent-elles pas avec cinq branches ou bien sept ? » De fait, cela peut faire penser à certaines régularités qu'on trouve chez les plantes, par exemple chez la famille des liliacées dont le nombre des pétales, des sépales, et des étamines est parfois trois, parfois six, mais jamais cinq ou sept : toujours un multiple de six (voyez la lettre de Rousseau sur les liliacées que je vous avais distribuée au début de l'année pour que vous alliez voir les colchiques des Beaux-Monts ; au printemps il suffit de sortir dans son jardin pouvoir des liliacées : tulipes, jonquilles, jacinthes, iris, etc.) Quelques dizaines d'années après Kepler, Descartes consacre toute une partie de son essai *Les Météores* à expliquer la formation de ces cristaux hexagonaux par des raisons purement mécaniques. Même si aujourd'hui l'on n'expliquerait plus les choses de la même

¹⁷ C'est-à-dire un instrument, comme le scalpel du chirurgien, qui n'est pas la cause de l'incision (la vraie cause, c'est plutôt la main du chirurgien), mais cause adjuvante.

manière (Descartes en particulier ne dit rien de tout ce qui est proprement *chimique* dans le phénomène, puisque la chimie à son époque n'existe pas encore comme une science autonome), sa tentative est suffisamment probante pour montrer qu'une telle explication n'a rien d'impossible en principe. En particulier, on démontre géométriquement qu'un cercle ne peut pas être en contact avec plus de six cercles de même taille que lui. Par conséquent, lorsque plusieurs disques (de glace par exemple), sont pressés les uns contre les autres, ils tendent d'eux-mêmes à se mettre dans une disposition où chacun est en contact avec six autres : ces six « nœuds » correspondent aux six bras de l'étoile de neige qui se formera à partir de ces disques.

Dans le même esprit, Buffon, un siècle après Descartes, se moque de ceux qui s'extasient devant la perfection des alvéoles des abeilles, elles aussi hexagonales (on peut démontrer en effet que c'est la forme la plus économique pour remplir une surface avec le minimum de cire), et se croient obligés d'invoquer un mystérieux *instinct* pour les expliquer.

Buffon, *Histoire naturelle*, IV, 100 (1753) : « ... on ne veut pas voir, ou l'on ne se doute pas, que cette régularité, plus ou moins grande, dépend uniquement du nombre et de la figure, et nullement de l'intelligence de ces petites bêtes ; plus elles sont nombreuses, plus il y a des forces qui agissent également et s'opposent de même, plus il y a par conséquent de contrainte mécanique, de régularité forcée, et de perfection apparente dans leurs productions. »

La « perfection apparente » des alvéoles des ruches viendrait seulement, selon Buffon, des « contraintes mécaniques » que les ouvrières exercent les unes sur les autres lorsqu'elles sont nombreuses à construire en même temps ces cellules. De nouveau, on voit qu'un processus qui paraît finalisé peut en fait s'expliquer de façon purement mécanique.

L'exemple de la neige nous fait également songer au monde des cristaux et des minéraux qui, sans être des organismes vivants, ont pourtant une croissance régulière et ordonnée : chaque cristal possède une *structure* qui peut servir à l'identifier, et il préserve donc cette structure au cours de sa croissance. Ne peut-on pas espérer, à mesure qu'on connaîtra mieux les lois physiques et chimiques ainsi que la structure microscopique des tissus des êtres vivants, parvenir à expliquer leur croissance comme on fait celle des cristaux ? C'est l'espoir d'un grand biologiste français du XIXe siècle, Jean-Baptiste Dutrochet, *Mémoires pour servir à l'histoire anatomique et physiologique des végétaux et des animaux*.

« La matière introduite dans l'être vivant par intussusception pénètre sa masse, mais elle ne peut s'agréger à cette masse qu'en finissant par adhérer à quelque surface. Ainsi, cette agrégation s'opère, par rapport à cette surface, de dehors en dedans comme cela a lieu pour les minéraux. Ces derniers, lorsqu'ils sont très poreux, sont quelquefois pénétrés jusque dans leurs parties intimes par une matière liquide dont le dépôt intercalaire augmente leur masse en devenant solide. Cette agrégation, qui est *intérieure* par rapport au minéral et qui est le résultat d'une véritable *intussusception*, est cependant véritablement *extérieure* par rapport aux surfaces sur lesquelles elle s'opère, et il en est de même de l'agrégation intercalaire qui a lieu chez les êtres vivants. Il résulte de là que les minéraux et les êtres vivants ne diffèrent point, comme on le pense généralement, par le mode d'agrégation des nouvelles molécules qui augmentent leur masse. »

Les détails de l'argumentation ne sont pas faciles à saisir dans ce passage, mais la thèse est clairement énoncée à la fin : la croissance des êtres vivants ne diffère pas essentiellement, selon Dutrochet, de celle des cristaux, et par conséquent il n'est nullement besoin d'avoir recours à une « âme » ou une « force vitale » pour l'expliquer. Voilà typiquement une position réductionniste.

On peut d'ailleurs noter que Dutrochet a beaucoup fait, par ses propres découvertes, pour expliquer comment certaines lois physiques interviennent dans le fonctionnement des êtres vivants¹⁸. Il a mis en évidence, en particulier, le phénomène de l'*endosmose* : quand deux cavités séparées par une cloison membraneuse (par exemple deux cellules) contiennent chacune de l'eau dans laquelle une substance se trouve dissoute (par exemple du sel ou du sucre), il y a toujours des échanges de liquide de part et d'autre de la paroi, l'eau contenue ayant tendance à passer de la cavité où la substance dissoute est la moins dense vers la cavité où elle est la plus dense – de sorte que les densités de part et d'autre de la cloison tendent à s'équilibrer¹⁹. Ce phénomène est une des raisons pour lesquelles la sève monte dans les plantes. En effet, la gravité tendrait à la faire descendre. Mais la sève est plus riche et plus dense au niveau des feuilles et des fleurs, où s'élabore la matière organique. Donc les cellules contenant le liquide le plus dense en matière organique se trouvent en haut de la plante. Comme, à cause de l'osmose, le liquide tend toujours à aller de la cellule où la matière dissoute est la moins dense vers la cellule où la matière est la plus dense, il s'établit ainsi dans les vaisseaux de la plante un courant ascensionnel, en sens inverse de la gravité. Voilà typiquement un phénomène vital qui aurait pu sembler contraire aux lois de la physique, et donc nécessiter l'invocation d'une force vitale, mais qui peut parfaitement s'expliquer grâce à une connaissance plus étendue des lois de la physique.

Annexe littéraire.

Tous les problèmes abordés dans cette partie du cours sont condensés de façon très suggestive dans ce passage du Docteur Faustus de Thomas Mann (il se situe à la fin du chapitre 3). Le narrateur y décrit les étranges recherches du père de son ami, Adrian Leverkühn (le père s'appelle Jonathan) :

Il prenait un égal plaisir aux fleurs de glace. Les jours d'hiver, quand les stalactites de cristal recouvraient les petites fenêtres paysannes de Buchel, il pouvait rester des heures entières à contempler leur structure, tantôt à l'œil nu et tantôt à la loupe. Je serais tenté de dire que tout aurait été parfait et l'on aurait pu passer à l'ordre du jour si les résultats s'étaient toujours cantonnés dans la rigueur symétrique et strictement mathématique des figures. Mais les stalactites reproduisaient la flore avec une certaine impertinence illusionniste : elles simulaient à merveille, de façon charmante, des éventails de fougères, des herbes, les calices et les étoiles des corolles, elles se livraient par leurs moyens propres, glacials, à une sorte de dilettantisme organique. Jonathan n'en prenait pas son parti et son hochement de tête un peu méfiant, mais admiratif, ne cessait pas. Ces fantasmagories, se demandait-il, présentent-elles les formes des végétaux par un phénomène de préfiguration ou d'imitation ? Aucun des deux, se répondait-il sans doute. C'étaient des formations parallèles. La nature rêveuse et créatrice faisait le même songe, ici et là, et si l'on pouvait parler d'imitation, ce ne pouvait être assurément que d'une imitation réciproque. Fallait-il voir les prototypes dans les authentiques enfants des prés, sous prétexte qu'ils possédaient une réalité organique, et les fleurs de glace n'étaient-elles que de simples apparences ? Celles-ci pourtant ne découlaient pas d'une moindre complication de coïncidences matérielles que chez les plantes.

Si je comprenais bien notre hôte, le problème qui l'occupait était l'unicité de la vie animale et de la vie dite inanimée, la pense que nous péchons contre celle-ci lorsque nous tirons une ligne de

¹⁸ Comme il le souligne d'ailleurs lui-même dans ses *Mémoires* : « Déjà j'ai tenté, et j'ose le croire avec quelque succès, de lier la physiologie à la physique, en appliquant le phénomène physique de l'endosmose à l'explication de certains phénomènes physiologiques, notamment chez les végétaux. »

¹⁹ « Entre deux solutions miscibles, inégalement concentrées, séparées par une membrane semi-perméable, il s'établit un courant d'eau de la solution la moins concentrée vers la plus concentrée. »

démarcation trop nette entre les deux ; en réalité, cette ligne est franchissable et il n'existe en somme aucune possibilité élémentaire absolument réservée aux êtres animés et que le biologiste ne puisse étudier également sur le modèle inanimé.

De quelle manière troublante les frontières se chevauchent en effet, la « goutte dévoratrice » nous l'enseigna, à qui maintes fois le père Leverkühn procura sous nos yeux la pâture. Une goutte de ce que l'on voudra, paraffine, huile d'éther, je ne me rappelle plus très bien la composition, du chloroforme, je crois ? Une goutte, dis-je, n'est pas un animal, pas même au stade primitif, pas même une amibe. On n'admet pas qu'elle convoite la nourriture, qu'elle conserve ce qui lui agrée et refuse ce qui ne lui convient pas. C'était pourtant précisément le cas de la nôtre. Elle était suspendue, isolée dans un verre d'eau où Jonathan l'avait placée, sans doute au moyen d'une fine aiguille. Il prenait ensuite avec des pinces un minuscule tube de verre, à proprement parler un fil de verre, enduit au préalable de gomme, et l'approchait de la goutte. A cela se bornait son intervention. La goutte faisait le reste. Elle projetait à sa surface une petite éminence, quelque chose comme une colline d'atterrissage, à travers quoi elle accueillait en elle le bâtonnet, dans le sens de la longueur. Elle-même s'allongeait verticalement, prenait la forme d'une poire pour contenir entièrement sa proie et que celle-ci ne la dépassât point par les extrémités ; puis, j'en donne ma parole, tout en s'arrondissant de nouveau en œuf, elle commençait à dévorer l'enduit de gomme du tube de verre et à se l'incorporer. Enfin redevenue sphérique, elle expulsait vers sa périphérie le corps étranger, léché et nettoyé, et le rejetait à l'eau environnante.

Je ne saurais affirmer que je prenais plaisir à ce spectacle, mais j'avoue qu'il me fascinait et sans doute Adrian aussi, bien qu'il fût très tenté de rire devant des exhibitions de ce genre et se contînt uniquement par égard pour la gravité paternelle. A la rigueur, on pouvait trouver comique la goutte dévoratrice ; mais j'éprouvais un sentiment tout autre devant certains invraisemblables et hallucinants produits naturels que le père avait réussi à élever après une culture fort singulière et qu'il nous permettait également de contempler. Jamais je ne les oublierai. Le vaisseau de cristal qui les contenait était aux trois quarts rempli d'un liquide légèrement vaseux, du silicate de potasse allongé d'eau, et sur le fond sablonneux s'agitait un grotesque petit paysage d'herbes diversement colorées, une confuse végétation de pousses bleues, vertes et brunes, rappelant les algues, les champignons, les polypes, la mousse, puis des coquillages, des épis, des branchettes d'arbrisseaux et jusqu'à des membres humains – le spectacle le plus remarquable que j'aie jamais eu sous les yeux. Remarque, non point tant à cause de son aspect assurément très singulier et troublant, qu'en raison de sa nature profondément mélancolique. En effet, le père Leverkühn nous ayant demandé ce que nous en pensions, nous répondîmes timidement que ce pouvaient être des plantes, sur quoi il déclara : « Non, il n'en est rien, elles font seulement semblant, mais leur mérite n'en est pas moindre. Précisément, le fait qu'elles le simulent et s'y efforcent de leur mieux est digne de toute notre estime. »

Il nous révéla que ces plantes étaient d'origine absolument inorganique, réalisées au moyen de substances provenant de la pharmacie « Aux Messagers célestes ». Avant d'y verser la solution liquide, Jonathan avait semé sur le sable, au fond du récipient, divers cristaux – du chromate de potasse et du sulfate de cuivre si je ne m'abuse ; et de cette semence avait germé, sous l'action d'un processus physique que l'on appelle la « pression osmotique », une végétation lamentable pour laquelle son éleveur réclamait notre sympathie avec un surcroît d'insistance. Il nous montra que ces tristes imitations de la vie étaient assoiffées de lumière, « héliotropiques », comme disent les sciences naturelles. Il exposait pour nous l'aquarium au soleil, en ayant soin de laisser trois de ses parois dans l'ombre. Alors, ô prodige, au bout d'un bref instant, toute la parentèle équivoque, les champignons, les tiges de polypes phalliques, les algues et arbrisseaux, ainsi que les embryons de membres humains

se tournaient du côté où pénétrait la lumière ; et dans un élan nostalgique vers la chaleur et la joie ils se cramponnaient à la vitre et s’y collaient.

- Pourtant, ils sont morts disait Jonathan et les larmes lui montaient aux yeux tandis qu’un rire réprimé secouait Adrian.

Le mouvement vital obéit-il à d’autres lois que les mouvements de la matière inerte ?

Si maintenant l’on passe des phénomènes de la vie végétative aux phénomènes de la vie animale, on trouve évidemment deux fonctions caractéristiques qui, selon Aristote et les vitalistes, impliquent une âme ou une force vitale : la sensation et le mouvement volontaire. Tous les corps, animés ou non, sont susceptibles de se mouvoir sous l’action de forces extérieures. Mais ce qui caractérise la matière inerte, c’est qu’elle ne se met jamais en mouvement d’elle-même : c’est, précisément, toujours sous l’action d’une force extérieure qu’elle se met en mouvement ou qu’elle cesse son mouvement. Vous retrouvez ici le *principe d’inertie*, dont le nom même est significatif puisqu’il donne en effet une sorte de définition de l’inerte. Ce qui, en revanche, semble caractériser les animaux, même les plus simples, c’est leur capacité à se mettre en mouvement ou bien à s’arrêter *spontanément*. Ils ont *en eux-mêmes* le principe de leur mouvement et de leur repos, et ce principe interne de mouvement et de repos est précisément ce qu’Aristote appelle la *nature (physis, de phuô : pousser, au sens où une plante pousse)*. De même que le végétal ne s’accroît pas seulement sous l’effet d’un accroissement mécanique et extérieur, mais en vertu d’un principe interne, de même l’animal ne se déplace pas seulement sous l’effet de forces extérieures comme la gravité, le vent ou les courants marins, mais aussi en fonction d’un principe interne de mouvement²⁰.

Là encore, le défi pour un biologiste *réductionniste* est donc de montrer que, contrairement à ce que pensait Aristote, on peut expliquer le mouvement volontaire des animaux de façon mécanique, ou en tout cas grâce aux seules lois de la physique ou de la chimie. Le défi est d’autant plus énorme qu’il paraît évident que les mouvements des animaux sont orientés vers une fin : typiquement, l’animal se dirige vers la nourriture qui lui convient, ou bien prend la fuite quand il aperçoit un danger, telle la présence d’un prédateur. Le sens de ces comportements est clair pour tout le monde. Comment les expliquer, sinon en faisant intervenir une âme analogue à la nôtre, qui éprouve le plaisir et la souffrance, qui a des désirs et des craintes, des passions en un mot ?

C’est pourtant un tel défi que prétend relever Descartes lorsqu’il soutient que tous les mouvements effectués par les animaux peuvent s’expliquer par une analyse mécanique de la structure de leur corps, exactement comme on explique le fonctionnement d’une machine, et donc sans leur supposer une âme. Telle est la thèse que les commentateurs appellent des « animaux-machines », bien que Descartes n’emploie jamais cette expression. Cette thèse est souvent mal comprise : à cause d’elle Descartes est une figure honnie par les défenseurs de la « cause animale », alors que c’est pourtant à elle qu’on doit les progrès spectaculaires de la biologie et de la médecine dans les temps modernes.

A très gros traits, voilà l’explication proposée par Descartes. Elle s’appuie sur la découverte de la circulation sanguine faite par le médecin anglais Harvey quelques années auparavant. Le principe de tous les mouvements qui se font dans notre corps, ce n’est pas l’âme, mais la chaleur ou le feu qui réside dans notre cœur (on retrouve le feu des présocratiques, même s’il ne s’agit plus, en tout cas plus seulement, ici, d’expliquer la croissance). Quand du sang veineux entre dans le cœur du fait de la

²⁰ Ne faudrait-il pas dans ce cas considérer comme *naturels* les seuls êtres vivants ? Non car rappelez-vous que, selon Aristote, les éléments eux-mêmes ont un principe interne de mouvement, par exemple la terre tend naturellement vers le centre de la nature. C’est pourquoi Aristote ne pouvait concevoir le principe d’inertie.

circulation sanguine, il est dilaté une première fois par la chaleur du cœur (loi purement physique : la chaleur augmente le volume des fluides), ce qui le fait passer dans les poumons, puis dans le côté gauche du cœur, où il est de nouveau dilaté. Cette nouvelle dilatation le propulse dans les artères : principalement les carotides, qui distribuent le sang vers le visage et le cerveau, et l'aorte, qui l'envoie dans tout le reste du corps. Le sang qui va vers le cerveau, pour des raisons purement mécaniques, ne peut pas rester liquide et il s'évapore, prenant la forme de ce qu'on appelle à l'époque de Descartes les « esprits animaux ». Le mot « esprit », dans cette expression, ne renvoie donc à aucun principe immatériel, il faut plutôt penser aux expressions comme « esprit de vin », « vin *spiritueux* », etc. Une fois dans le cerveau, ces esprits animaux qui s'agitent à une très grande vitesse se propagent dans les nerfs jusque vers les muscles, dont ils déclenchent le mouvement (ils les enflent simplement en rentrant dedans)²¹. La direction de ces esprits animaux dépend de la façon dont les parties du cerveau sont disposées, et celle-ci est modifiée par l'action des nerfs qu'on dirait aujourd'hui « sensitifs ». Descartes les conçoit comme des cordes tendues entre le cerveau et les organes des sens : lorsqu'une extrémité de la corde est agitée par l'objet qui frappe un de ces organes, l'autre extrémité transmet presque instantanément le mouvement au cerveau. C'est la raison pour laquelle les sensations des animaux orientent différemment leurs mouvements. Par exemple, la vision du prédateur dispose les parties du cerveau de telle sorte que les esprits animaux qui s'y trouvent sont aussitôt dirigés, entre autres, vers les muscles des pattes qui servent à prendre la fuite. Toute cette machinerie peut donc fonctionner d'elle-même, tant que l'animal trouve de quoi s'alimenter pour réparer les pertes de matière et entretenir la chaleur du cœur. A aucun moment on n'a besoin de l'âme pour expliquer les fonctions animales. De l'âme aristotélicienne, l'âme telle que Descartes la conçoit ne retient plus qu'une seule fonction : celle de penser. Elle n'est plus à proprement parler, malgré l'étymologie, la cause de la vie. Ainsi la mort d'un homme n'a-t-elle pas *en raison* de la séparation de son âme et de son corps, c'est l'inverse : la mort survient quand le corps se dérègle, comme une machine qui dysfonctionne, et alors l'âme se sépare du corps (sachant que l'union entre l'âme et le corps n'implique pas que l'âme soit *quelque part* dans le corps, ni dans le cerveau ni ailleurs, mais je laisse de côté ici cette question difficile).

A cet égard, les premiers articles des *Passions de l'âme* (à partir de l'article 3) sont particulièrement significatifs. Descartes commence par donner une règle pour savoir quelles fonctions il convient d'attribuer à l'âme, et quelles fonctions il faut rapporter au corps. C'est seulement au corps qu'on devra attribuer « tout ce que nous voyons aussi pouvoir être en des corps tout à fait inanimés », tandis qu'on réservera à l'âme « ce que nous ne concevons en aucune façon pouvoir appartenir à un corps ». Appliquant aussitôt ce principe, il en conclut qu'on a eu tort de faire intervenir l'âme pour expliquer la chaleur et le mouvement de nos membres :

« Ainsi, à cause que nous ne concevons point que le corps pense en aucune façon, nous avons raison de croire que toutes les sortes de pensées qui sont en nous appartiennent à l'âme. Et à cause que nous ne doutons point qu'il n'y ait des corps inanimés, qui se peuvent mouvoir en autant ou plus de diverses façons que les nôtres, et qui ont autant ou plus de chaleur (ce que l'expérience fait voir en la flamme, qui seule a beaucoup plus de chaleur et de mouvement qu'aucun de nos membres), nous devons croire que toute la chaleur et tous les mouvements qui sont en nous, en tant qu'ils ne dépendent point de la pensée, n'appartiennent qu'au corps. » (§4)

²¹ Les nerfs sont conçus par Descartes à la fois comme des tuyaux et des cordes. En tant que tuyaux, ils font la fonction de nerfs moteurs, transmettant les esprits animaux du cerveau vers les muscles. En tant que cordes, ils remplissent inversement la fonction de nerfs sensitifs. Evidemment, à l'époque de Descartes, on ignore tout du rôle de l'électricité dans le système nerveux.

« Au moyen de quoi nous éviterons une erreur très considérable, en laquelle plusieurs sont tombés, en sorte que j'estime qu'elle est la première cause qui a empêché qu'on n'ait pu bien expliquer jusques ici les Passions, et les autres choses qui appartiennent à l'âme. Elle consiste en ce que, voyant que les corps morts sont privés de chaleur, et ensuite de mouvement, on s'est imaginé que c'était l'absence de l'âme qui faisait cesser ces mouvements et cette chaleur. Et ainsi on a cru, sans raison, que notre chaleur naturelle et tous les mouvements de nos corps dépendent de l'âme : au lieu qu'on devait penser, au contraire, que l'âme ne s'absente lorsqu'on meurt, qu'à cause que cette chaleur cesse et que les organes qui servent à pouvoir le corps se corrompent. » (§5)

On peut difficilement être plus clair : l'âme, quoi qu'en disent Aristote et les philosophes scolastiques, n'est pas la cause de la vie²². Comme je l'indiquais de mon résumé, le « principe » de la chaleur et des mouvements de notre corps n'est qu'un principe matériel, à savoir « une chaleur continuelle en notre cœur, qui est une espèce de feu que le sang des veines y entretient » (§8). Ce feu du cœur est un *moteur* au sens exact où l'on parle du moteur d'une machine : il fournit de l'énergie à notre corps, énergie convertie en partie en chaleur et en partie en mouvement, exactement comme le moteur à explosion d'une voiture fournit du mouvement aux roues par l'intermédiaire des pistons, et aussi de la chaleur au radiateur de la voiture. Et de même qu'il faut de temps en temps faire le plein d'essence pour que la voiture continue de fonctionner, de même notre corps ne pourrait pas fonctionner longtemps si nous cessions de l'alimenter.

Il nous faut comprendre le sens de cette comparaison entre notre corps et une machine. Elle a pour but, chez Descartes, de montrer que la vie n'est pas une *exception* aux lois de la nature qui régissent les êtres inanimés : comme le dira Spinoza (qui a lu Descartes !), « l'homme n'est pas un empire dans un empire ». Comme nous l'avons vu avec Dutrochet, l'ascension de la sève dans les tiges des plantes ne contredit pas la loi de la gravité (pas plus d'ailleurs que le vol des avions ne la contredit) mais elle s'explique par l'organisation de la plante qui met en jeu d'autres lois physiques (comme l'endosmose). De même, tous les mouvements de nos membres, bien qu'ils obéissent à une cause interne, ne contredisent pas en fait le principe d'inertie ni le principe de conservation de l'énergie. Par exemple, votre volonté de lever le bras, aussi décidée qu'on la suppose, ne peut pas augmenter le moins du monde l'énergie dont dispose votre corps : si votre bras se lève effectivement, c'est parce qu'il y a suffisamment d'énergie disponible dans votre corps pour cela – sous forme de mouvements déjà commencés, de chaleur, ou encore d'énergie chimique.

Cette idée est devenue encore plus incontestable lorsque, vers la fin du XVIII^e siècle, on a découvert le mécanisme de la respiration. C'est là un des plus beaux exemples pour comprendre de quelle façon la biologie dépend des progrès de la chimie. A la fin du XVIII^e siècle donc, Lavoisier réalise l'analyse de l'air. Il démontre que l'air, contrairement à ce qu'on croyait depuis au moins Aristote, n'est pas un *élément*²³ au sens propre du terme, mais un mélange de plusieurs *gaz* (c'est lui qui popularise le mot en français). En particulier, on peut dissocier d'un côté « l'air vital », baptisé *oxygène* par Lavoisier parce que la plupart des acides se forment à partir de lui, et d'un autre côté un air impropre à la vie. Lorsqu'on remplit une cloche de ce second gaz et qu'on place une chandelle à l'intérieur, elle s'éteint aussitôt. Si l'on y place une souris, la souris meurt. C'est pourquoi un tel gaz sera baptisé *azote* par Lavoisier (de *zoe*, la vie en grec, précédée du *a* privatif). Inversement, comme vous le savez, si l'on

²² Sauf si l'on entend par *vie*, dans le cas de l'homme, la vie de la pensée : comme Victor Hugo dans le poème « Ceux qui vivent ce sont ceux qui luttent », où il écrit : « Car le plus lourd fardeau, c'est exister sans vivre. » Pour apercevoir la profondeur d'Aristote il faudrait comprendre que chez lui la contemplation est la plus haute forme de la vie.

²³ Les *éléments* sont ce qui compose tout le reste, comme les lettres composent les mots ; ils ne sont donc pas eux-mêmes composés.

remplit la cloche d'oxygène, une chandelle y brûle avec un éclat plus vif qu'à l'accoutumée et la respiration des animaux devient plus facile. L'air ordinaire est donc un mélange d'oxygène et d'azote. Une fois que Lavoisier a démontré ce fait capital, on ne tarde pas à comprendre que la respiration qui se fait dans les poumons est une véritable *combustion*. De même que c'est l'oxygène de l'air qui entretient la combustion des chandelles, de même c'est l'oxygène de l'air qui entretient la chaleur de notre sang, et avec elle donne de l'énergie à notre corps. Et de même que la combustion des chandelles donne naissance à un « acide », le gaz « acide carbonique », plus connu aujourd'hui sous le nom de dioxyde de carbone, ainsi qu'à de la vapeur d'eau (elle-même composée d'hydrogène et d'oxygène, comme il revient aussi à Lavoisier de l'avoir prouvé par l'analyse de l'eau, qu'on croyait avant lui être un corps simple), de même la combustion qui a lieu dans nos poumons fait que nous rejetons du dioxyde de carbone dans l'atmosphère ainsi que de la vapeur d'eau : c'est également Lavoisier qui l'a mis en évidence le premier, en utilisant de l'eau de chaux pour détecter la présence de l'acide carbonique²⁴. On peut même pousser plus loin l'analogie. Pour que la flamme de la chandelle ne s'éteigne pas, il faut non seulement lui fournir de l'oxygène, mais aussi que la substance même de la chandelle apporte de l'hydrogène, pour la vapeur d'eau, et du carbone, pour l'acide carbonique. Evidemment, quand la chandelle est entièrement consumée, le feu s'éteint. De la même façon, pour que l'énergie de notre corps soit entretenue, il ne suffit pas que la respiration fixe l'oxygène dans notre sang, mais il faut aussi que nous ayons des composés de carbone et d'hydrogène à brûler : les sucres, les graisses qui nous sont fournis par notre alimentation.

Mémoire sur la chaleur présenté à l'Académie des sciences en 1780 par Lavoisier et Laplace²⁵ :

« La respiration est donc une combustion, à la vérité fort lente, mais d'ailleurs parfaitement semblable à celle du charbon ; elle se fait dans l'intérieur des poumons, sans dégager de lumière sensible, parce que la matière du feu, devenue libre, est aussitôt absorbée par l'humidité de ces organes : la chaleur développée dans cette combustion se communique au sang qui traverse les poumons, et de là se répand dans tout le système animal. Ainsi l'air que nous respirons sert à deux objets également nécessaires à notre conservation ; il enlève au sang la base de l'air fixe [le carbone] dont la surabondance serait très nuisible ; et la chaleur que cette combinaison dépose dans les poumons répare la perte continue de chaleur que nous éprouvons de la part de l'atmosphère et des corps environnants. »

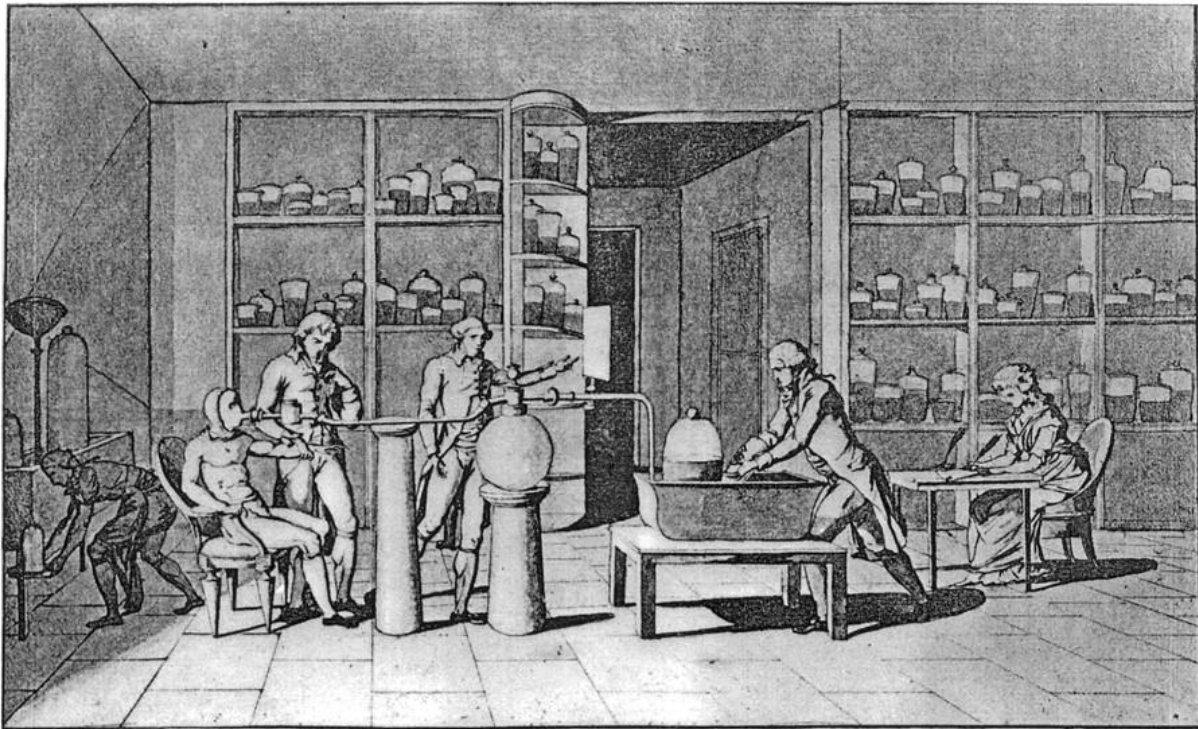
Il y a une erreur dans ce texte : en réalité, la transformation de l'oxygène en acide carbonique que Lavoisier appelle « combustion » ne se fait pas « dans les poumons » : dans les poumons, l'oxygène est seulement fixé par les globules rouges, pour être ensuite acheminé vers les tissus de notre organisme ; et c'est dans les cellules mêmes de ces tissus qu'a lieu la transformation de l'oxygène : c'est ce qu'on appelle la *respiration cellulaire*, phénomène qui ne sera découvert que bien après Lavoisier. Par ailleurs, Lavoisier et Laplace parlent de la chaleur fournie par la respiration, mais non de l'énergie, car cette notion, avec le principe de conservation qui lui correspond, ne sera définie rigoureusement que plus tard en physique, au XIXe siècle. Toutefois, Lavoisier apporte déjà la preuve expérimentale que notre corps consomme d'autant plus d'oxygène qu'il fait d'exercices physiques. A l'aide d'un appareil lui permettant de mesurer le volume de l'oxygène, et en prenant pour « cobaye » son ami Armand Seguin, un homme d'affaires²⁶ intéressé par les sciences, il parvient à évaluer la

²⁴ L'eau de chaux qui se trouve et devient blanche en présence de dioxyde de carbone, c'est à peu près la seule expérience dont je me souviens de mes cours de chimie !

²⁵ Notez la collaboration significative d'un physicien et d'un chimiste sur une question qui relève plutôt de la physiologie.

²⁶ Il avait une grande manufacture sur une île de la Seine, l'île de Sèvres, en région parisienne, qui s'appelle maintenant... l'île Seguin.

consommation moyenne par heure de l'oxygène durant la respiration. Il remarque, dans son « Premier mémoire sur la respiration des animaux » : « Il résulte des expériences auxquelles M. Seguin s'est soumis qu'un homme à jeun et dans un état de repos, et dans une température de 26 degrés de thermomètre à mercure, divisé en 80 parties, consomme par heure 1210 pouces d'air vital, et que cette consommation augmente par le froid (...) Le mouvement et l'exercice augmentent considérablement toutes ces proportions. M. Seguin étant à jeun et ayant élevé pendant un quart d'heure un poids de 15 livres à une hauteur de 613 pieds, sa consommation d'air pendant ce temps a été de 800 pouces, c'est-à-dire de 3200 pouces par heure. »



Remarque : la lecture de ce texte est rendue difficile par l'usage des anciennes unités de mesure, les *pouces* (cubiques) pour mesurer les volumes de gaz, les *pieds* pour mesurer les hauteurs (6 pieds font environ 2 m), les *livres* pour le poids, et même la graduation du thermomètre est différente puisque Lavoisier précise qu'il est divisé en 80 parties, et non 100, entre la température de la glace fondante et celle de l'ébullition (dans un tel système, il est donc faux de dire que « l'eau bout à 100°C », exemple idiot de prétendue *loi de la nature* qu'on rencontre souvent dans les copies). En effet, nous sommes avant la Révolution, qui aura entre autres conséquences, d'une part l'exécution du pauvre Lavoisier (à cause de son métier de fermier général, sorte de percepteur des impôts auprès du roi), et d'autre part la mise en place d'un nouveau système plus rationnel de poids et mesure avec l'invention du mètre²⁷. 1210 pouces cubes correspondent à 24 litres, c'est-à-dire 24 dm^3 .

La température indiquée est déjà assez élevée. Mais, si vous tenez compte de la différence de graduation et que vous faites une règle de trois, vous voyez qu'en fait elle est encore plus grande : les 26° de Lavoisier correspondent à environ 32° Celsius ! Vous imaginez le calvaire pour le dénommé

²⁷ Le *mètre* sera défini comme la dix-millième partie du quart de méridien (terrestre). C'est donc une mesure universelle et invariable, plus rationnelle que le pied, le pouce, etc., prenant implicitement le corps humain pour référence, mais variables d'un endroit à un autre. Sa mise en place a nécessité la mesure précise, par triangulation, de la portion de méridien allant de Paris à Dunkerque (c.f. la « méridienne verte »).

Seguin contraint de faire des exercices violents, avec son masque sur la tête, à une telle température ! On comprend que Lavoisier lui rende hommage dans son mémoire : « Quelques pénibles, quelque désagréables, quelque dangereuses même que fussent les expériences auxquelles il allait se livrer, M. Seguin a désiré qu'elles se fissent toutes sur lui-même. »

Dans le premier texte de Lavoisier que j'ai cité, celui-ci parle de « la matière du feu » : à son époque, en effet, beaucoup de savants croient encore que la chaleur est une matière invisible qui s'insinue entre les particules des corps (le *calorique*). On prouvera plus tard qu'en réalité la chaleur correspond à un mouvement moléculaire des corps, qu'elle n'est donc pas une matière mais une forme de l'énergie. Le savant Joule, notamment, parvient à calculer *l'équivalent mécanique de la chaleur*, c'est-à-dire la quantité de travail mécanique (comme de soulever un poids donné à une hauteur donnée) qui équivaut en énergie à une quantité de chaleur donnée. Cela permet de formuler le *principe de conservation de l'énergie*, affirmant que l'énergie peut changer de forme dans la nature mais que, dans un système clos (et dans l'univers) elle ne peut jamais ni diminuer ni augmenter. Si par exemple deux corps en mouvement, après s'être heurtés, s'arrêtent, du mouvement a été détruit : il faut nécessairement alors que l'énergie correspondant à ce mouvement se retrouve sous une autre forme, en l'occurrence ce sera sous forme de la chaleur produite par le choc entre les deux corps. Toutes les machines que nous construisons obéissent à ce principe, de sorte qu'elles ne peuvent pas fournir plus d'énergie qu'elles n'en consomment : c'est pourquoi les *machines à mouvement perpétuel* qui ont toujours fait rêver quelques savants fous sont impossibles²⁸. Or, ce que suggère la comparaison entre les animaux et les machines à laquelle nous venons de nous livrer, c'est que le principe de conservation de l'énergie n'est pas moins valable pour les organismes vivants que pour la matière inanimée. Cela montre de façon éclatante que les lois qui régissent les organismes sont exactement les mêmes que celles qui sont à l'œuvre dans le reste de la nature. *Sur ce point*, ceux qu'on appelle les « réductionnistes » ont raison.

Cette thèse est fortement défendue par exemple par le grand physicien allemand Hermann von Helmholtz, dans une conférence faite en Angleterre le 12 avril 1861. Il affirme : « Si vous comparez le corps animal avec une machine à vapeur, vous obtenez l'analogie la plus complète. » Comme il y a conservation de l'énergie dans le cas de la machine à vapeur, elle doit avoir lieu aussi dans le cas de l'organisme. D'ailleurs, l'expérience montre qu'en effet « la quantité de chaleur créée par l'animal en repos est égale à celle produite par la combustion des matières nutritives ». Quand l'animal est au repos, la quantité de chaleur n'est pas égale, mais moindre, car une partie de l'énergie fournie par les aliments est transformée en travail mécanique. Ainsi, la seule différence notable entre le fonctionnement de l'organisme et celui de la machine à vapeur, c'est que le rendement de celui-là est bien meilleur que le rendement de celle-ci : « De la grande quantité de travail créée par le corps humain, nous constatons que celui-ci est en un sens une machine plus efficace que la machine à vapeur... »

Le fait que la conservation de l'énergie se vérifie également pour les organismes vivants montre que, contrairement à ce que croyaient encore certains « vitalistes » à l'époque de Helmholtz, ces organismes n'ont pas le pouvoir de modifier ou même simplement de suspendre l'action des forces physiques et chimiques qui s'exercent en eux comme partout ailleurs. Je cite un texte assez long de Helmholtz qui résume sa position à cet égard :

²⁸ Dans le passage de *William Shakespeare* sur la science que nous avons étudié au début de l'année, Victor Hugo écrit sous forme de boutade : « La science cherche le mouvement perpétuel. Elle l'a trouvé, c'est elle-même. »

« Presque tous les physiologistes du siècle passé et du début de notre siècle ont été persuadés que les corps organisés étaient déterminés par un seul agent majeur, qu'ils ont nommé le « principe vital ». Les forces physiques dans un corps animé, supposaient-ils, pouvaient être suspendues ou, au contraire, libérées à n'importe quel moment sous l'influence du principe vital, et que cet agent produisait par conséquent des modifications à l'intérieur du corps afin de maintenir ou de restaurer la santé de ce corps.

« Pourtant la conservation de la force [= conservation de l'énergie] ne s'applique qu'à des systèmes dans lesquels les forces mises en action (comme toutes les forces de la nature inanimée) ont toujours la même intensité et la même direction si les circonstances de leur action sont identiques. S'il était possible de dérober à un corps sa gravité, et de la lui restituer à nouveau par la suite, nous créerions en effet le mouvement perpétuel. Car laissons descendre le corps aussi longtemps qu'il possède du poids ; laissons-le remonter quand sa gravité est perdue : nous aurons du travail mécanique à partir de rien. Ainsi, la croyance selon laquelle le pouvoir chimique des éléments pourrait être suspendu ou modifié ou annihilé à l'intérieur du corps animé, doit être abandonnée si la conservation de la force ne tolère aucune exception.

« D'autres agents que ceux présents dans la nature inorganique agissent peut-être dans le corps animé. Mais dans la mesure où ces forces exercent une influence chimique ou mécanique sur le corps, elles relèvent nécessairement du même ordre que les forces inorganiques : leurs effets sont régis par la nécessité et doivent toujours être identiques dans les mêmes conditions. La direction de leurs actions n'est pas sujette à un choix arbitraire.

« C'est là le principe fondamental de la physiologie auquel j'ai fait allusion au début de cette conférence. Et pourtant, certains physiologistes croyaient que le principe vital causait les processus vitaux, et que quiconque se faisait l'interprète de l'opinion selon laquelle le sang coulait dans les vaisseaux par l'action mécanique du cœur, ou que la respiration se produisait selon la loi commune de la diffusion des gaz, abaissait la dignité et l'essence de la vie. »

Il faut donc condamner en définitive le vitalisme si celui-ci prétend qu'il existe dans les corps inanimés des lois d'un autre ordre que celles qui régissent le reste de la nature. On ne peut pas prendre au pied de la lettre le médecin Bichat (un des grands représentants du vitalisme au XIXe) lorsqu'il affirme : « La physique et la chimie se touchent, parce que les mêmes lois président à leurs phénomènes. Mais un immense intervalle les sépare de la science des corps organisés, parce qu'une énorme différence existe entre leurs lois et celles de la vie. »²⁹ Comme le dit très bien Georges Canguilhem, qui cite cette phrase de Bichat pour la critiquer, « ... le vitaliste classique admet l'insertion du vivant dans un milieu physique aux lois duquel il constitue une exception. Là est, à notre avis, la faute philosophiquement inexcusable. Il ne peut y avoir d'empire dans un empire, sinon il n'y a plus aucun empire, ni comme contenant, ni comme contenu. (...) On ne peut pas défendre l'originalité du phénomène biologique et par suite l'originalité de la biologie en délimitant dans le territoire physico-chimique, dans un milieu d'inertie ou de mouvements déterminés de l'extérieur, des enclaves d'indétermination, des zones de dissidence, des foyers d'hérésie. » C'est ce que Descartes avait déjà compris.

Cette condamnation du « vitaliste classique » vaut-elle aussi pour Kant ? A-t-il eu tort, en définitive, d'affirmer qu'il n'y aurait jamais de Newton du brin d'herbe ? S'est-il exagéré la différence entre la science de la vie et les autres sciences de la nature ? Non, car Kant s'est bien gardé de commettre l'erreur indiquée ici par Canguilhem. Dans le §66 déjà cité plus haut, il écrit à propos de la

²⁹ Xavier Bichat, *Recherches physiologiques sur la Vie et la Mort*, article 7, §1, 1800.

finalité manifestée dans les organismes vivants : « Car si nous rapportons un tel effet dans *son ensemble* à un fondement de détermination suprasensible au-dessus du mécanisme aveugle de la nature, nous devons également le juger d'après ce principe ; et il n'y a aucun fondement pour admettre qu'une telle chose continue à dépendre partiellement de l'autre principe, car alors, dans ce mélange de principes hétérogènes, il ne resterait plus aucune règle sûre de jugement. » Or il me semble qu'admettre deux types de lois, d'un côté celles de la nature inanimée, de l'autre celles de la vie, ce serait justement tomber « dans ce mélange de principes hétérogènes » que Kant condamne ici. Kant ne prétend nullement qu'il faille abandonner le mode d'explication mécaniste (les lois de la physique et de la chimie) quand on étudie une plante ou un animal : « Il est infiniment important pour la raison de ne pas négliger le mécanisme de la nature dans ses productions, et de ne pas le laisser de côté dans l'explication de celles-ci, parce que, sans ce mécanisme, on ne peut pas parvenir à connaître la nature des choses. » (CFJ, §66) Seulement, une réflexion sur la « finalité interne » des êtres organisés sous assure que l'entendement humain ne pourra jamais tout à fait se passer de l'idée d'une intention à l'œuvre dans la nature, sans qu'on puisse dire avec certitude si cette nécessité vient seulement des limites de notre intelligence, ou si elle a son fondement dans la nature des choses. Par conséquent, ne pouvant nous passer ni du principe d'explication mécaniste ni du principe téléologique (d'après la cause finale), il convient, non pas de découper deux « empires » à l'intérieur de la nature, mais de subordonner le premier principe au second. Il faut être encore plus audacieux que le « vitaliste classique », qui voulait réserver le principe téléologique au seul domaine de la nature animée. Comme le dit Canguilhem (bien que sa pensée sur ce point ne soit pas entièrement superposable à celle de Kant), « Finalement, le vitaliste classique ne pécherait, paradoxalement, que par excès de modestie. » Supposons que la nature a un sens, qu'elle est ordonnée suivant une fin puisque l'intelligibilité de la vie requiert une telle supposition : cela ne supprime pas le mécanisme, car cette fin suppose pour être mise en œuvre des moyens qui sont parfaitement compatibles avec les lois du mouvement et les autres lois physico-chimiques : « Car là où des fins sont pensées comme fondements de la possibilité de certaines choses, il faut aussi admettre des moyens, dont la loi d'action n'a besoin pour elle de rien de ce qui suppose une fin, qui peut donc être mécanique tout en étant une cause subordonnée d'effets intentionnels. » Comme, du reste, nous ne connaissons que les phénomènes, et non la chose en soi, nous ne pouvons pas exclure que, dans le fondement « suprasensible » de la nature que nous ne pourrions jamais connaître, le principe du mécanisme et le principe du finalisme se réunissent de façon incompréhensible pour notre entendement.

La conclusion, c'est qu'en un sens le vitaliste et le mécaniste ont raison tous les deux. D'un côté, le vitaliste a raison de souligner l'irréductibilité de la biologie aux sciences « inférieures », et de soutenir pour cette raison qu'il n'y aura jamais de Newton du brin d'herbe. Celui qui voudrait tout expliquer mécaniquement dans un être vivant perdrait au fond l'idée même d'organisation, et au lieu d'éclairer la connaissance biologique il la morcellerait en études de détail qui nous feraient perdre le sens de la totalité organique, comme c'est en partie le cas dans la biologie actuelle. Mais inversement, celui qui prétendrait tracer à l'avance la limite au-delà de laquelle les explications mécanistes ne pourront jamais aller ferait preuve de présomption, car c'est ce qu'il est impossible de savoir à l'avance. Je cite de nouveau Kant : « Mais parce que la quantité d'action du mécanisme de la nature en tant que moyen pour toute intention finale est tout à fait indéterminée, et pour notre raison à jamais indéterminable, et parce que, à cause du principe intelligible mentionné plus haut de la possibilité d'une nature en général, on peut admettre que celle-ci est généralement possible selon deux sortes de lois

s'accordant universellement (les lois physiques et celles des causes finales), bien que nous ne puissions absolument pas comprendre comment cela se passe, nous ne savons pas non plus jusqu'où va le mode d'explication mécaniste pour nous ; mais il est seulement certain que, aussi loin que nous puissions continuer à le suivre, il ne suffit jamais pour les choses que nous reconnaissons comme fins naturelles et qu'ainsi, suivant la constitution de notre entendement, nous devons subordonner toutes ces explications à un principe téléologique. »

Nous pourrions, afin d'illustrer le propos de Kant, évoquer les spectaculaires progrès de la génétique au XXe siècle. S'il y a bien un phénomène qu'on était incapable d'expliquer mécaniquement à l'époque de Kant, c'est celui de la reproduction et du développement de l'embryon (même si là encore Descartes avait écrit un petit traité sur le sujet qui, malgré l'imperfection des connaissances à son époque, ouvrait la voie). Or, il est bien connu qu'avec la découverte des cellules, de la division cellulaire, des chromosomes, et finalement de la molécule d'ADN dans le noyau des cellules, notre compréhension des mécanismes physico-chimiques à l'œuvre dans la reproduction a fait des pas de géant. Est-ce à dire pour autant que nous n'avons plus besoin aujourd'hui de recourir à un « principe téléologique », que tout s'explique mécaniquement comme avait tendance à le soutenir Jacques Monod dans son ouvrage *Le Hasard et la Nécessité* ? Certainement pas, et le vocabulaire même de la génétique nous montre à quel point la perspective finaliste continue à orienter toutes les recherches dans ce domaine : on parle « d'information » génétique, de « programme », et toutes ces métaphores qui sont un peu plus que des métaphores manifestent bien le recours implicite à l'idée d'une intention de la nature. Certes, nous connaissons mieux aujourd'hui le mécanisme grâce auquel les cellules en se reproduisant transmettent « l'information génétique » contenue dans leur noyau. Mais ce mécanisme n'a de sens que par rapport au but qui consiste précisément à transmettre cette information sans modification, afin que la reproduction puisse avoir lieu : nous restons guidés par ce fil conducteur que tout être organique tend à se reproduire lui-même³⁰. C'est ce qu'on pourrait répondre en quelques mots pour répondre à la *troisième objection* formulée au début de cette partie : un traitement plus détaillé de la question nous entraînerait trop loin et dépasse de toute façon mes connaissances.

III. La Spécificité de la science de la vie.

Je me suis efforcé d'expliquer pourquoi et en quel sens il ne pourra jamais y avoir de « Newton du brin d'herbe », en répondant aux objections auxquelles se heurte d'abord cette idée. Il me reste maintenant à en tirer quelques conséquences en ce qui concerne la méthode de la biologie. L'impossibilité d'un Newton du brin d'herbe n'implique évidemment pas l'impossibilité d'une science de la vie, mais signifie que cette science est irréductible aux autres sciences de la nature, physique et chimie. C'est cette irréductibilité que je me propose de caractériser maintenant, de façon plus précise et plus concrète que je n'ai pu le faire dans les deux parties précédentes. Je soulignerai d'abord les limites de la méthode expérimentale en biologie, pour montrer ensuite qu'une biologie vraiment rationnelle doit être guidée par une *pensée de l'homme dans son humanité* (et non pas seulement comme espèce biologique). La biologie s'appuie sur les sciences « inférieures », mais elle a aussi besoin

³⁰ François Jacob, *La Logique du vivant* : « D'un côté, il s'agit donc d'analyser la structure du programme, sa logique, son exécution. De l'autre, il importe de rechercher l'histoire des programmes, leur dérive, les lois qui régissent leurs changements à travers les générations en fonction des systèmes écologiques. Mais dans tous les cas, c'est la finalité de la reproduction qui justifie aussi bien la structure des systèmes vivant actuellement que leur histoire. »

qu'une science « supérieure » la dirige, ou en tout cas lui donne des orientations. Cette idée nous conduira pour finir à quelques réflexions critiques sur la médecine.

1°/ Les Limites de l'expérimentation en biologie.

Nous avons déjà vu, dans la deuxième partie du cours, que l'expérimentation a toute sa place en biologie, à condition de ne pas se réduire à une observation passive des phénomènes. L'esprit du biologiste doit prendre les devants et poser des questions précises à la nature : ici comme partout il n'y a d'observation vraiment féconde que si l'observation est précédée par la théorie. Nous avons vu que Réaumur et Spallanzani, quand ils entreprennent leurs expériences sur la digestion, se posent une question très précise : la digestion est-elle un processus purement mécanique, où bien l'estomac sécrète-t-il une substance particulière qui agit chimiquement sur la nourriture ? Et l'on pourrait également prendre comme exemple l'expérience de Redi prouvant que les asticots ne naissent pas spontanément de la viande en décomposition, expérience que vous connaissez tous maintenant. Je signale un troisième exemple à la fois très simple et historiquement décisif :

Exemple : la découverte de la circulation sanguine par le médecin anglais Harvey (1628).

Pour avoir l'idée d'une telle circulation et des expériences qui la mettent en évidence, il fallait d'abord oser remettre en cause la théorie de Galien, la grande autorité médicale de l'Antiquité avec Hippocrate.

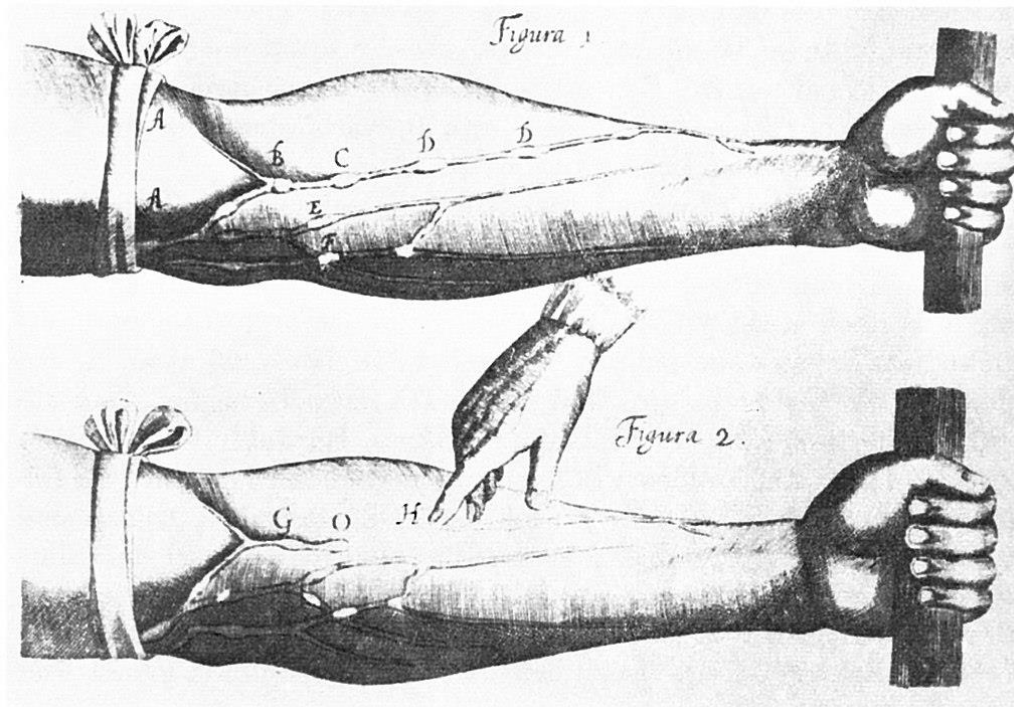
D'après la théorie de Galien, le sang des veines a pour fonction de *nourrir* le corps, un peu comme l'eau irrigue les champs. Il serait produit par le système digestif à partir des aliments, synthétisé dans le foie notamment, et envoyé à partir de là dans tout le corps, notamment dans le cœur. A partir du cœur il irait nourrir les poumons. Et il passerait aussi dans le ventricule gauche où, mélangé à l'air venant des poumons, il repartirait à travers les artères pour apporter de la chaleur à l'organisme. Il serait alors consommé par les tissus et le résidu serait évacué du corps par la transpiration. Dans un tel système il y a donc bien une *distribution* du sang dans tout le corps, mais il n'y a pas de *circulation* sanguine. Le sang des veines et le sang des artères sont deux sangs différents pour Galien (de fait ils n'ont pas la même couleur). Le sang qui s'écoule dans nos artères ne retourne pas ensuite dans les veines. Cette théorie semblait même confirmée par l'observation car, lorsqu'on dissèque un cadavre humain, on trouve du sang dans les veines, notamment au niveau du foie, mais on n'en trouve pas dans les artères. En effet, comme le cœur, cessant de battre, n'injecte plus de sang dans les artères, celles-ci se contractent et leur contenu est refoulé dans les veines.

D'après Canguilhem (qui prend cet exemple dans *La Connaissance de la vie* pour montrer que l'homme, dans ses théories sur le vivant, s'inspire de sa propre pratique), la théorie de Galien repose en fait sur l'image de l'irrigation : il suppose que le sang irrigue les tissus de notre corps comme l'eau irrigue les champs. L'eau qui irrigue les champs ne revient pas ensuite à sa source, il n' imagine donc pas non plus de circulation dans le cas du sang. On voit comment une comparaison pourtant ingénieuse avec la technique humaine constitue ici un *obstacle épistémologique* (pour parler comme Gaston Bachelard). Canguilhem, *La Connaissance de la vie* : « la découverte de la circulation du sang, c'est d'abord, et peut-être essentiellement, la substitution d'un concept fait pour « cohérer » des observations précises faites sur l'organisme en divers points et à différents moments, à un autre concept, celui d'irrigation, directement importé en biologie du domaine de la technique humaine. »

La grande idée de Harvey, qui lui est suggérée par le constat qu'on peut *vider à blanc* (vider de tout son sang) un organisme en une demi-heure simplement par la section d'une artère, c'est de substituer l'idée de circulation à celle d'irrigation. Une fois qu'il a une idée claire des deux

hypothèses à vérifier, il conçoit l'expérience décisive de la *ligature médiocre*, qui confirme l'hypothèse de la circulation.

-L'expérience est très simple, elle consiste à serrer « médiocrement » le bras : suffisamment fort pour comprimer les veines, qui sont plus superficielle et plus molles, mais pas trop fort pour ne pas comprimer aussi les artères. Le sang s'accumule alors *en-dessous* de la ligature, du côté de l'extrémité du bras. Ce ne serait pas le cas si le sang des veines, produit par le foie, allait du foie (par le cœur ou non peu importe) vers l'avant-bras, comme le supposait la théorie de Galien.



-Dès lors, Harvey comprend également la fonction des valvules des veines (visibles sur la fig.1 en B, C, D etc.), découvertes par son maître Aquapendente, qui n'avait pas compris à quoi elles servaient parce qu'il raisonnait encore, probablement, dans le cadre de la théorie de Galien : ce sont des *clapets anti-retour* qui empêchent le sang veineux de revenir en arrière³¹.

Il est donc incontestable que certaines expériences cruciales ont été à l'origine des progrès spectaculaires de la biologie et de la physiologie, dès le XVIIe s. et surtout depuis le XIXe³². Toutefois, on aurait tort de croire que l'expérimentation peut avoir un rôle aussi important en biologie qu'en physique et en chimie. En physique en particulier, elle est *la* principale méthode, le moyen d'investigation privilégié. En biologie, en revanche, elle n'est et ne peut être qu'un moyen d'investigation parmi d'autres, et pas le principal. C'est ce dont nous avertit Auguste Comte, toujours dans la 40^e leçon du *Cours de philosophie positive*. Fondamentale en physique, déjà plus délicate à utiliser et interpréter correctement en chimie, parce que les phénomènes sont plus complexes, l'expérimentation devient souvent d'une extrême difficulté en biologie : « dans l'étude des corps

³¹ Harvey, commentant la fig.2 : « Maintenant, si au-dessus d'une de ces valvules, vous pressez la veine de manière à chasser le sang comme de H à O et maintenez le bout du doigt sur la veine en position inférieure, vous ne verrez pas de sang refluer du dessus ; le portion de la veine entre la compression exercée par le doigt et la valvule O sera oblitérée ; au contraire, le vaisseau sera très distendu au-dessus de la valvule (O, G). »

³² Concernant la circulation sanguine, les travaux de Harvey seront complétés, une génération plus tard, par les observations de Malpighi qui, en 1661, observe à l'aide du microscope les *vaisseaux capillaires*, faisant le lien entre les artères et les veines.

vivants, la nature des phénomènes me paraît opposer des obstacles presque insurmontables à toute large et féconde application d'un tel procédé ; ou, du moins, c'est par des moyens d'un autre ordre que doit être surtout poursuivi le perfectionnement essentiel de la science biologique. »

En effet, il convient de ne pas confondre l'expérimentation et l'observation. La différence n'est pas simplement que, dans la première, le savant intervient et modifie lui-même le phénomène. Ce qui est capital, c'est la *manière* dont il le modifie. En général, l'expérimentation convient à l'étude d'un phénomène relativement complexe (mais pas trop, comme on va voir) dans lequel plusieurs paramètres concourent à un résultat. Pour comprendre le rôle de chacun de ces paramètres séparément, le procédé consiste à modifier *un seul* d'entre eux, tout en maintenant les autres intacts, afin de voir comment le résultat s'en trouve altéré. Par exemple, dans l'expérience de Redi, on met la même viande dans les flacons, simplement certains sont fermés et d'autres ouverts : voilà le paramètre modifié. Vous vous souvenez que ses premières expériences ne sont pas entièrement décisives, car en bouchant les flacons il empêche le renouvellement de l'air. Il avait ainsi modifié à la fois *deux* paramètres : la possibilité pour une mouche d'aller pondre ses œufs dans la viande, mais aussi l'approvisionnement en air (circonstance non négligeable, puisqu'on savait à son époque que la flamme des chandelles s'éteint quand on fait le vide et que les animaux meurent³³). D'où l'expérience améliorée qui consiste à mettre simplement de la gaze sur les flacons : ainsi les mouches ne peuvent toujours pas rentrer, mais l'air si. Redi est parvenu à modifier un seul des paramètres, celui dont il veut justement observer l'effet. De même, dans l'expérience de la ligature médiocre, Harvey modifie un seul paramètre du phénomène qu'il veut étudier : il empêche le sang de passer dans les veines, mais pas dans les artères.

La condition capitale pour que l'expérimentation réussisse, c'est donc la possibilité *de faire varier un paramètre du phénomène sans faire varier tous les autres en même temps*. Autrement dit, il faut que ces paramètres soient relativement indépendants les uns des autres : en physique, par exemple, on peut étudier les changements de volume d'un gaz soit en modifiant la température, soit en modifiant la pression, parce qu'il est possible de faire varier la température et la pression de façon indépendante. Mais précisément, ce qui caractérise les phénomènes biologiques, c'est *leur haut degré d'intégration* : c'est-à-dire que tous les facteurs qui contribuent à la production d'un phénomène s'influencent réciproquement. Pensez à l'exemple que je viens de prendre, celui de l'augmentation de la température d'un gaz. Imaginez que vous vouliez faire une expérience semblable sur un mammifère, et observer l'effet produit par une augmentation artificielle de la température de cet organisme. Tout ce à quoi vous aboutiriez, c'est à rendre malade le malheureux cobaye, voire à le tuer, même si vous vous contentez d'une augmentation de quelques degrés. Car *l'ensemble du métabolisme* des mammifères dépend de la régulation de leur température, maintenue à peu près constante malgré les variations de la température du milieu. Si vous aviez le pouvoir de changer leur température interne, vous détruiriez l'équilibre sur lequel repose la vie de ces animaux, c'est-à-dire qu'au lieu de modifier le phénomène que vous vouliez comprendre, vous l'anéantiriez. Cela n'est qu'un exemple parmi beaucoup d'autres. La vie est un équilibre d'une grande complexité et d'une grande subtilité, et il est extrêmement difficile de modifier un seul des paramètres qui entrent dans cet équilibre sans faire varier aussi tous les autres et, pourvu que la modification soit assez prononcée, menacer le processus vital lui-même.

Autrement dit, toute expérimentation repose sur deux conditions fondamentales : « 1° que le changement introduit soit pleinement compatible avec l'existence du phénomène étudié, sans

³³ Ce qu'on ignorait, c'était le fait que l'air contenait en fait deux gaz différents jouant des rôles opposés dans ces phénomènes, l'oxygène et l'azote : voir ci-dessus à propos des expériences de Lavoisier.

quoi la réponse serait purement négative ; 2° que les deux cas comparés ne diffèrent exactement que sous un seul point de vue (...). Or, la nature des phénomènes biologiques doit rendre presque impossible une suffisante réalisation de ces deux conditions préliminaires, et surtout de la seconde. Nous avons établi, en effet, que ces phénomènes exigent nécessairement le concours indispensable d'un grand nombre d'influences distinctes, tant extérieures qu'intérieures, qui, malgré leur diversité, sont étroitement liées entre elles, et dont l'harmonie ne saurait persister, au degré convenable, qu'entre certaines limites de variation plus ou moins étendues. Rien n'est donc plus facile, sans doute, que de troubler, de suspendre, ou même de faire entièrement cesser, l'accomplissement de tels phénomènes ; mais, au contraire, nous devons éprouver les plus grandes difficultés à y introduire une perturbation exactement déterminée, soit quant au genre, soit, à plus forte raison, quant au degré. Trop prononcée, elle empêcherait le phénomène ; trop faible, elle ne caractériserait point assez le cas artificiel. D'un autre côté, lors même qu'elle a pu être primitivement restreinte à la modification directe d'une seule des conditions du phénomène, elle affecte nécessairement presque aussitôt la plupart des autres, en vertu de leur consensus universel. (...) Aussi, sauf un petit nombre d'heureuses exceptions, les expériences physiologiques ont-elles jusqu'ici suscité ordinairement des embarras scientifiques supérieurs à ceux qu'elles se proposaient de lever, sans parler, d'ailleurs, de celles, plus multipliées encore, qui n'avaient réellement aucun but défini, et qui n'ont abouti qu'à encombrer la science de détails oiseux et incohérents. » (Auguste Comte, *Cours de philosophie positive*, 40^e Leçon).

En définitive, la difficulté supérieure de l'expérimentation en biologie trouve donc sa source dans *la notion même d'organisme*, telle que Kant nous a permis de l'explicitier. Un organisme ou être organisé est une totalité dans laquelle les parties sont les unes *pour* et *par* les autres (c.f. première partie du cours). Aucune partie n'est donc réellement séparable des autres : nos organes ne peuvent fonctionner qu'au sein du tout, et le dysfonctionnement grave de l'un d'entre eux aurait des répercussions sur tous les autres. C'est bien parce que les êtres vivants sont des organismes qu'il est si difficile, souvent même impossible, de modifier de façon prononcée un seul paramètre sans perturber aussi les autres. Nous ne sommes donc pas sortis de notre sujet. Les raisons pour lesquelles il n'y aura jamais de Newton du brin d'herbe sont aussi celles qui expliquent le rôle plus limité de l'expérimentation proprement dite en biologie (comparée à la physique et à la chimie).

Pour préciser encore la difficulté, il faut distinguer deux types d'expériences en biologie. Etant donné que la vie implique toujours deux termes : *l'organisme* mais aussi, ne l'oublions pas, le *milieu* avec lequel l'organisme est constamment en interaction, on peut ou bien faire varier l'organisme, ou bien faire varier le milieu. Auguste Comte remarque qu'à son époque, c'est surtout sur l'organisme que les savants sont intervenus (comme dans l'expérience de la ligature de Harvey qui toutefois, remarquons-le, ne trouble que faiblement l'organisme et constitue une modification entièrement *réversible*). En principe, cependant, il serait préférable de faire varier le milieu. Car ce genre d'intervention peut plus facilement remplir les deux conditions que nous venons de signaler (modification compatible avec la vie ; modification d'un seul paramètre laissant les autres à peu près intacts) : « En effet la vie est bien moins compatible avec l'altération des organes qu'avec celle du système ambiant ; et, de plus, le consensus des organes entre eux est bien autrement intime que leur harmonie avec le milieu. » A quoi une telle expérience pourrait-elle bien ressembler ? On pourrait penser à l'expérience de Redi car, en recouvrant certains flacons de gaze, celui-ci agit sur le milieu, non sur la viande. Mais, comme la viande appartient à un animal mort, elle ne peut pas être considérée comme un organisme. De plus le résultat observé est ici *purement négatif*. Ce n'est donc pas le meilleur exemple. Une meilleure illustration serait l'expérience qui consiste à faire respirer un

animal dans un milieu où la densité en oxygène est plus ou moins grande : cela permet effectivement de mesurer l'importance de l'oxygène dans toutes les fonctions vitales et, pourvu que la variation d'oxygène ne soit pas trop importante, elle est compatible avec la vie de l'organisme que l'on se propose d'étudier³⁴. Autre exemple simple, qu'Auguste Comte ne pouvait connaître : afin de démontrer que certaines plantes ne pouvaient se reproduire que grâce à la visite des insectes qui accrochaient leur pollen en allant chercher le nectar dans la fleur, Darwin s'est contenté d'étudier l'évolution de deux populations différentes de la même plante dans son jardin : une population était laissée à l'air libre, de façon à pouvoir être visitée par les insectes ; l'autre en revanche poussait sous un voile qui empêchait les insectes d'atteindre leurs fleurs (il faut bien sûr que ce voile n'empêche pas par ailleurs le développement de la plante, ne la prive pas de la lumière du soleil). En constatant que seules les fleurs non recouvertes donnaient des graines, Darwin a pu ainsi se convaincre que l'espèce correspondante avait absolument besoin d'être « pollinisée » par les insectes³⁵.

Parmi les expériences qui, inversement, modifient directement l'organisme de l'animal, les moins utiles d'après Auguste Comte sont aussi les plus cruelles : il s'agit des expériences de *vivisection*. Car plus l'intervention est violente, plus il est difficile de circonscrire à certains paramètres seulement les modifications entraînées. Et d'ailleurs, bien souvent, c'est la vie même de l'organisme qui est en péril. Aussi Comte écrit-il (c'est la suite immédiate du texte cité dans le paragraphe précédent) : « Sous l'un et l'autre aspect, on ne saurait ordinairement imaginer, en ce genre, d'expériences moins susceptibles d'un vrai succès scientifique que celles de vivisection, qui ont été néanmoins les plus fréquentes. La mort, plus ou moins prochaine et souvent rapide, qu'elles déterminent presque toujours dans un système éminemment indivisible, et le trouble universel que l'ensemble de l'économie organique en éprouve immédiatement, les rendent, en général, plus spécialement impropres à procurer aucune solution positive. Je fais, d'ailleurs, ici complètement abstraction de l'évidente considération sociale qui, non seulement à l'égard de l'homme, mais aussi envers les animaux (sur lesquels nous ne saurions, sans doute, nous reconnaître des droits absolument illimités), doit faire hautement réprouber cette légèreté déplorable qui laisse contracter à la jeunesse des habitudes de cruauté, aussi radicalement funestes à son développement moral que profondément inutiles, pour ne pas dire davantage, à son développement intellectuel. »

Remarquons au passage qu'Auguste Comte se soucie déjà des mauvais traitements infligés aux animaux, à une époque où la question n'est pas encore dans l'air du temps. Ce qu'il dit ici nous rappelle qu'on peut se préoccuper de ce qu'on appelle aujourd'hui « la cause animale » sans forcément reconnaître des droits aux animaux et en faire des personnes. L'homme n'a pas le droit de se montrer cruel envers les animaux, avant tout parce que c'est un *devoir envers soi-même* de ne pas contracter ainsi des « habitudes de cruauté ». Sur ce point, Auguste Comte rejoint Kant dans la *Doctrine de la vertu* :

« Relativement à cette partie de la création qui est animée, mais privée de raison, la violence et la cruauté avec lesquelles on traite les animaux sont très-contraires au devoir de l'homme envers lui-même ; car on émousse ainsi en soi la compassion qu'excitent leurs souffrances, et par conséquent on affaiblit et on éteint peu à peu une disposition naturelle, très-

³⁴ Un autre exemple, signalé par Auguste Comte, porte sur « l'influence comparative de différentes sortes d'alimentation » (*Super size me* serait-il une expérience scientifique ?)

³⁵ C'est le cas par exemple des trèfles et de beaucoup d'orchidées. Darwin a même pu montrer que le trèfle des prés (*trifolium pratensis*) est pollinisé seulement par les bourdons (les abeilles ne parviennent pas à entrer dans les fleurs), de sorte que, plus les chats sont nombreux dans une région, plus le trèfle des prés peut se répandre (car les chats mangent les souris qui mangent les nids des bourdons...)

favorable à la moralité de l'homme, dans ses rapports avec ses semblables. Nous avons le droit de les tuer par des moyens expéditifs (sans les torturer), et de les soumettre à un travail qui n'excède point leurs forces (puisque nous sommes nous-mêmes soumis à cette nécessité) ; mais ces expériences douloureuses que l'on fait sur eux, dans un intérêt purement spéculatif, et alors qu'on pourrait arriver au même but par d'autres moyens, sont choses odieuses. »

Pour terminer ce cours, je donnerai l'exemple d'une expérience de vivisection assez cruelle, qui, sans être tout à fait inutile, n'avait rien d'indispensable et dont par conséquent on aurait mieux fait de s'abstenir. Encore jeune, Cuvier s'est livré à des recherches sur les organes de la voix des oiseaux : par quel mécanisme produisent-ils leur chant ? Nous sommes bien dans le cadre du problème biologique par excellence, tel que le définit Auguste Comte : « étant donné l'organe, trouver la fonction » (voir première partie). Cuvier prouve que, contrairement à l'homme qui émet des sons grâce à son larynx situé en haut de la trachée (donc près de la bouche), l'organe phonatoire des oiseaux (qu'il appelle « larynx inférieur » et qu'on appelle aujourd'hui *syrinx*) se trouve plus bas dans leur trachée, près des bronches. Or, pour s'assurer que c'est bien cet organe qui produit les sons chez l'oiseau, et non la portion supérieure de la trachée, il se livre à l'expérience cruelle suivante :

« Ces détails suffisaient pour faire présumer que l'influence du larynx inférieur devait être très grande dans la modification de la voix des oiseaux. J'ai voulu m'assurer, par une expérience décisive, qu'il peut à lui seul produire un son, une voix. J'ai coupé à un merle vivant la trachée artère vers le milieu de sa longueur ; j'en ai séparé les deux bouts coupés... Ayant ensuite secoué l'oiseau d'une manière que je savais devoir le faire crier dans son état naturel, il a crié très sensiblement, et à diverses reprises, quoique son cri fût beaucoup plus faible qu'auparavant.

Il est donc démontré que ce larynx produit une voix qui est augmentée par la trachée, et encore modifiée par le larynx supérieur. » (« Mémoire sur le larynx inférieur des oiseaux », 1795).

Aussi grand savant que fût Cuvier, je suis convaincu qu'il aurait mieux fait d'écouter le chant du merle plutôt que de lui trancher le cou pour en découvrir le mécanisme. On ne doit pas chercher à tout prix à soulever le voile d'Isis...

2°/ Les autres instruments de la biologie.

Si la biologie ne peut pas recourir de façon aussi efficace que la physique et la chimie à la méthode expérimentale, elle a d'autres « instruments logiques » qui lui permettent de compenser ce défaut.

Le premier instrument dont elle dispose, c'est la *pathologie* ou l'étude des maladies. Car souvent une maladie, en dérégulant le corps sous un certain aspect sans pour autant rendre la vie impossible, réalise spontanément ce que l'expérimentateur cherche à faire : elle fait varier un paramètre physiologique et permet au savant d'observer, sur son patient, les conséquences d'une telle variation. Bien sûr, la maladie est d'abord un phénomène indésirable que tout médecin a pour fonction de combattre (voir ci-dessous). Mais son observation méthodique constitue aussi, pour le biologiste, un précieux moyen de compléter sa connaissance de l'organisme normale. Je cite de nouveau Auguste Comte :

« Quelle est, en réalité, la propriété essentielle de toute expérience directe ? C'est, sans doute, d'altérer l'état naturel de l'organisme, de façon à présenter sous un aspect plus évident

l'influence propre à chacune des conditions du phénomène. Or, le même but n'est-il pas nécessairement atteint, d'une manière beaucoup plus satisfaisante et d'ailleurs non moins étendue, par l'observation des maladies, considérées sous un simple point de vue scientifique ? (...) Un tel mode d'expérimentation, quoique indirect, est, en général, mieux adapté qu'aucun autre à la véritable nature des phénomènes biologiques. (...) L'invasion successive d'une maladie, le passage lent et graduel d'un état presque entièrement normal à un état pathologique pleinement caractérisé, loin de constituer, pour la science, d'inutiles préliminaires, peuvent déjà offrir, évidemment, par eux-mêmes, d'inappréciables documents au biologiste capable de les utiliser. »

Comte insiste sur ce bel exemple de l'intelligence humaine, capable d'utiliser même les maux qui nous frappent, indirectement, comme de nouveaux moyens de s'éclairer : « On doit, sans doute, regarder comme fort honorable pour notre espèce d'être ainsi parvenue à faire tourner au profit de son instruction positive l'étude des nombreux dérangements qu'entraîne malheureusement la perfection même de sa propre organisation et de celle des autres races plus ou moins vivants » (car plus un organisme est complexe, plus il est sujet à se dérégler). Auguste Comte plaide donc, au niveau institutionnel, pour une association plus étroite entre les recherches théoriques en biologie, d'une part, et les grands établissements médicaux d'autre part.

Je ne développe pas d'exemple précis pour illustrer cette manière de s'instruire sur la vie à l'état normal par l'intermédiaire de la maladie. Je vous invite à chercher et à en trouver par vous-mêmes.

L'autre instrument biologique essentiel de la biologie selon Auguste Comte, qu'on a tendance à oublier aujourd'hui, c'est la comparaison entre toutes les espèces animales, au moyen de la grande construction logique qu'est la classification des animaux. Cette classification n'est pas seulement un moyen de retenir plus facilement les noms de tous les animaux (ou plantes) existants. C'est la meilleure manière de comprendre, en pratiquant l'anatomie et la physiologie comparée, les phénomènes de la vie qui sont communs à tous, en voyant comment ils se modifient d'une espèce à l'autre. Aussi Auguste Comte estime-t-il que c'est dans la biologie, et nulle par ailleurs, qu'on doit apprendre l'art de la classification et de la comparaison systématique (dont il s'est lui-même servi dans son œuvre sociologique en construisant la « hiérarchie des sciences »).

Pour tout ceci, que je ne développe pas non plus, je vous renvoie à mon *Histoire de science* 2 (« de l'homme à l'éponge »), concernant la galerie d'anatomie comparée au Muséum d'histoire naturelle.

3°/ Pour une médecine « philosophique ».

Nous avons parlé dans tout ce cours de la finalité interne à l'organisme vivant : c'est cette finalité irréductible qui rend la science de la vie elle-même irréductible aux autres sciences de la nature. Cependant, il y a une autre finalité inséparable de la biologie : la finalité *poursuivie par cette science elle-même*. Pourquoi nous importe-t-il tellement de connaître les lois de l'organisme, de comprendre la corrélation entre les organes et leurs fonctions ? C'est évidemment parce que cette connaissance nous aide à préserver la santé et à guérir les malades. La finalité principale de la biologie (mais non la seule), n'est-ce pas la médecine ? Ainsi l'étude de la vie est-elle orientée par une *double finalité* : finalité dans son *objet*, qui est un corps organisé fait pour persévérer dans l'existence, et finalité pratique du *sujet* qui étudie cette science en vue de soigner les malades.

Au fond des choses, d'ailleurs, ces deux finalités n'en font qu'une. Car c'est notre propre instinct de conservation qui nous pousse à vouloir conserver la santé et guérir quand nous sommes

malades. La médecine ne fait que compléter artificiellement les moyens que la nature de tout animal met spontanément en œuvre pour persévérer dans l'existence. A l'heure actuelle, ce n'est pas la médecine qui guérit les malades atteints du « covid-19 », puisque nous ne connaissons pas encore de traitement sûr. Mais heureusement, beaucoup d'entre nous peuvent compter sur leur propre système immunitaire pour se remettre s'ils sont infectés. Et à supposer que les médecins parviennent bientôt à mettre au point un vaccin contre ce virus, on peut encore dire que la guérison viendra du corps lui-même et du système immunitaire. Car c'est le principe même d'un vaccin, qui consiste à exposer préventivement le corps au virus dans de faibles doses afin que nos défenses immunitaires se développent.

Le sens de ces remarques n'est certainement pas de rabaisser le rôle des médecins. Mais de rappeler cette vérité déjà formulée par Aristote : l'art ne pourrait rien faire sans la nature, « l'art prolonge la nature ». *Physique*, II : « D'une manière générale, l'art achève pour une part ce que la nature est incapable d'effectuer, et pour une part l'imite. »³⁶ Le médecin ne guérit pas un corps impuissant, mais il aide le corps du patient à se guérir lui-même. Par conséquent, la finalité de la médecine et la finalité naturelle de tout organisme ne font qu'un : c'est la même fin qui est poursuivie, soit par des moyens naturels, soit par les moyens artificiels que la science nous permet de concevoir. Le savant qui étudie la vie d'un organisme est lui-même un vivant en train de déployer son mode propre de vitalité. Ce n'est pas seulement dans la connaissance de l'homme que le sujet et l'objet coïncident : c'est déjà le cas en biologie.

En principe, pourtant, il est important de ne pas confondre la biologie et la médecine. La biologie appartient au domaine de la *théorie* ou de la science, la médecine au domaine de la *pratique* ou de l'art. Nous avons déjà réfléchi à cette distinction dans le corrigé du sujet « Savoir pour agir ? », en lisant la mise au point d'Aristote dans *Métaphysique*, A, à propos de la différence entre le médecin purement empirique et le médecin qui possède une *technê* (opposé à l'expérience, ce terme grec qu'on traduit pourtant par « art » est proche de la science dans la mesure où il suppose déjà la possession de règles universelles). Ce qui distingue théorie et pratique, c'est d'abord que la théorie se propose seulement de connaître et de contempler la vérité (c'est le sens de *theoria*, contemplation), tandis que la pratique implique l'action qui modifie son objet. Le biologiste étudie le fonctionnement des organes, le médecin tire parti de cette connaissance pour déterminer le régime propre à soigner son malade. Mais cette distinction en implique une autre, sur laquelle Aristote attirait déjà notre attention. Quand on veut comprendre clairement les phénomènes, on doit toujours commencer par l'*abstraction*, qui permet de ne pas tout emmêler (voyez cours du début d'année). Ainsi la théorie doit éviter de se perdre dans les détails des cas particuliers et chercher à s'élever, autant qu'elle peut, à des lois vraiment nécessaires et universelles. C'est dans cette mesure seulement que les phénomènes qu'elle étudie sont vraiment *compris* et qu'on peut à juste titre parler de science. C'est tout l'inverse pour la pratique : comme le praticien doit toujours soigner *tel patient*, et non, comme dit toujours Aristote, l'homme en général, il a toujours affaire à de l'individuel, à des cas particuliers auxquels il doit sans cesse « appliquer » et adapter les lois générales. Dans le domaine qui nous occupe ici, par conséquent, on distinguera le biologiste, étudiant les lois universelles de la vie, du médecin, appliquant ces lois en vue de soigner au mieux les maladies particulières de patients toujours singuliers. A proprement parler, la médecine n'est pas une science, mais un art.

Il est évident que le médecin, sans être biologiste lui-même, doit pour se préparer à son art avoir étudié la biologie au préalable. Mais il est moins évident, et néanmoins aussi important, de comprendre que pour être médecin il ne suffit pas d'être savant en biologie. Précisément parce que la

³⁶ On attribue à Hippocrate de nombreuses maximes qui vont dans ce sens. Par exemple : « Le médecin soigne, mais c'est la nature qui guérit » (*Medicus curat, natura sanat*).

biologie est, comme tous les échelons de la hiérarchie des sciences, une science abstraite, il y a un gouffre entre les vérités générales qu'elle peut faire connaître à l'étudiant en médecine, et les cas particuliers auxquels il sera confronté dans l'exercice de son art. Car dans le *concret*, comme l'indique l'étymologie, tout est mêlé, tout pousse ensemble (*con-crescere*). L'évolution de la maladie d'un patient ne tient donc pas seulement aux causes générales de sa maladie (celle qu'on expose dans un cours de médecine), mais aussi, peut-être, à son histoire personnelle, à son environnement social, à sa personnalité. C'est pourquoi le médecin, pour maîtriser son art, aura également besoin de connaissances psychologiques et sociologiques. Tout art est en fait comme un foyer où plusieurs sciences viennent se réunir afin d'éclairer l'action humaine. Comme le dit Auguste Comte dès la première leçon du *Cours*, « chaque art dépend non seulement d'une certaine science correspondante, mais à la fois de plusieurs, tellement que les arts les plus importants empruntent des secours directs à presque toutes les diverses sciences principales. » Les arts (au sens des arts et métiers) ne peuvent donc se constituer rationnellement qu'après le développement de toutes les sciences abstraites : « On aperçoit aisément, d'après cette considération, pourquoi ces théories n'ont pu encore être formées, puisqu'elles supposent le développement préalable de toutes les différentes sciences fondamentales. » On ne s'étonnera donc pas qu'Auguste Comte juge la médecine de son temps à peine sortie de l'enfance : « l'art médical proprement dit commence à peine à sortir de sa routine initiale » (*Discours sur l'ensemble du positivisme*).

Or qu'est-ce qu'un médecin ? Ce n'est pas, ou en tout cas ça ne doit pas être un *garagiste* du corps humain (même si certains spécialistes se rapprochent d'un tel modèle). Le médecin a toujours affaire à un homme quand il soigne un patient, pas simplement à son corps. Nous avons vu, en étudiant la spécificité de l'organisme, et aussi en remarquant les difficultés qui entravent la méthode expérimentale en biologie, à quel point tout est lié chez un être vivant. Tous les organes s'influencent réciproquement, de sorte que les maladies, même quand elles ont des causes bien localisées, se présentent toujours comme des dysfonctionnements *globaux*. Quand un homme souffre de diabète, par exemple, ce n'est pas son rein qui est malade, même si le dysfonctionnement de ses reins peut être un symptôme de sa maladie : c'est lui, comme un tout vivant, qui est malade et qu'il faut soigner. Et l'idée même de maladie, remarquons-le, suppose la santé dont elle est la négation, c'est-à-dire suppose une norme, un jugement de valeur : mieux vaut, toutes choses égales par ailleurs, être en bonne santé que malade. Ainsi la notion même de maladie nous fait-il déjà sortir du langage neutre des sciences abstraites que sont la physique et la chimie. Un médecin compétent ne peut donc pas se contenter d'être un savant mécanicien qui change les pièces d'une machine (notre corps) : il faut d'une part qu'il traite l'organisme de ses patients comme un tout, d'autre part qu'il prenne en compte les normes et les aspirations de ses patients, leurs évaluations vitales : il ne peut pas les traiter comme des choses. Tout ceci est expliqué par Georges Canguilhem, grand lecteur de Comte, qui écrit dans sa thèse de doctorat en *médecine* (il était docteur en médecine et en philosophie) sur *le Normal et le Pathologique*³⁷, en développant justement l'exemple du diabète :

« En fin de compte, ne conviendrait-il pas de dire que le fait pathologique n'est saisissable comme tel, c'est-à-dire comme altération de l'état normal, qu'au niveau de la totalité organique et s'agissant de l'homme, au niveau de la totalité individuelle consciente, où la maladie devient une espèce de mal ? Etre malade c'est vraiment pour l'homme vivre d'une autre vie, même au sens biologique du mot. Pour en revenir encore une fois au diabète, la maladie n'est pas du rein,

³⁷ Il s'oppose dans ce livre à la thèse selon laquelle il y aurait une limite *quantitative* et donc mesurable entre le normal et le pathologique. Cette thèse a été défendue par Auguste Comte à la suite de Broussais. Et pourtant, sur l'essentiel, Canguilhem me semble aller dans le même sens qu'Auguste Comte. Il y a là une difficulté que je n'ai pas le temps de développer.

de la glycosurie, ni du pancréas par l'hypoinsulémie, ni de l'hypophyse : la maladie est de l'organisme dont toutes les fonctions sont changées, que la tuberculose menace, dont les infections suppurées n'en finissent plus, [etc.] et plus encore la maladie est de l'homme ou de la femme, menacés de coma, souvent frappés d'impuissance ou de stérilité, pour qui la grossesse si elle survient est une catastrophe, dont les larmes – ô ironie des sécrétions – sont sucrées. (...) La pathologie, qu'elle soit anatomique ou physiologique, analyse pour mieux connaître, mais elle ne peut se savoir pathologie, c'est-à-dire étude des mécanismes de la maladie, que parce qu'elle reçoit de la clinique cette notion de maladie dont l'origine doit être cherchée dans l'expérience qu'ont les hommes de leurs rapports d'ensemble avec le milieu. »

Canguilhem insiste dans ces lignes sur l'impossibilité d'une pathologie purement théorique et coupée de l'expérience vécue du malade. On peut, avec beaucoup d'utilité, étudier anatomiquement les symptômes d'une maladie sur tel ou tel tissu, sans aucun contact avec le patient (par exemple c'est ce qu'on fait aujourd'hui en « anatomopathologie »). Mais alors on part d'une idée déjà formée de la maladie, et cette idée vient toujours de la « clinique », c'est-à-dire d'une médecine au contact avec les patients, des hommes. Retenons donc simplement cette idée que, comme la maladie affecte le tout de l'organisme et le tout de l'être humain, on ne peut la soigner intelligemment qu'en considérant la personne de son patient comme un tout, et non en se bornant à agir sur l'un de ses organes.

En particulier, quand on soigne les hommes, on ne peut pas séparer les fonctions intellectuelles et morales des autres fonctions vitales : là encore, l'organisme doit être pris comme un tout. Beaucoup de maladies restent mystérieuses pour les médecins actuels parce qu'ils sentent bien qu'elles doivent avoir des causes « psychosomatiques », mais sont rarement préparés, par la manière dont on les a formés, à soigner l'esprit en même temps que le corps de leurs patients. Inversement, certains psychologues ne peuvent avoir qu'une approche très imparfaite des troubles mentaux de leurs patients parce que, n'étant pas eux-mêmes médecins³⁸, ils n'ont pas étudié tout ce qui, dans le reste de nos organes, peut avoir de l'influence sur notre cerveau.

S'inspirant de la médecine hippocratique, Socrate dit déjà l'essentiel au début du dialogue de Platon intitulé *Charmide*. Le jeune Charmide, qui fait l'admiration de tous pour sa beauté et sa sagesse, a mal à la tête. Socrate, qui veut profiter de l'occasion pour entrer en conversation avec lui (vous savez qu'il aime discuter avec les beaux jeunes gens), prétend avoir de quoi le guérir. Une herbe peut guérir son corps (c'est le doliprane d'aujourd'hui). Mais, ajoute Socrate, la vertu de l'herbe sera insuffisante s'il n'y joint une « incantation », car il faut toujours soigner l'esprit en même temps que le corps. On pourrait croire à une plaisanterie destinée simplement à faire naître le dialogue. Mais ce que Socrate dit ici en plaisantant est en même temps à prendre au sérieux (*Charmide* 155e sq.). Il rappelle d'abord les principes de la médecine hippocratique, attachée à soigner le corps comme un tout :

« [Tu sais que disent les] bons médecins, lorsqu'on va les consulter pour une douleur aux yeux : ils affirment qu'il n'est pas possible de traiter les yeux seuls, mais qu'il est nécessaire de soigner en même temps la tête également, si l'on veut que les yeux de portent mieux ; que c'est pareillement pure folie de s'imaginer que l'on peut soigner la tête pour elle-même indépendamment de tout le corps. C'est en vertu de ce principe qu'ils soumettent tout le corps à un régime et qu'ils s'efforcent de soigner et de guérir la partie avec le tout. » Or Socrate prétend ensuite avoir entendu un médecin thrace (disciple du légendaire Zalmoxis) critiquer les médecins grecs parce qu'ils ne poussent pas leur propre principe assez loin : « de même qu'il ne faut pas

³⁸ C'est pour avoir le titre de *psychiatre*, pas de psychologue, qu'il est indispensable d'avoir fait des études de médecine en France.

entreprendre de soigner les yeux indépendamment de la tête, ni la tête indépendamment du corps, de même il ne faut pas non plus entreprendre de soigner le corps indépendamment de l'âme, et la raison pour laquelle de nombreuses maladies échappent aux médecins grecs est qu'ils méconnaissent le tout dont il faudrait qu'ils prennent soin, car lorsque le tout va mal, il est impossible que la partie se porte bien. (...) Il disait, bienheureux ami, que l'on soigne l'âme grâce à des incantations et que ces incantations consistent en de beaux discours. C'est ce genre de discours qui engendre la sagesse dans les âmes ; une fois qu'elle y est engendrée et présente, il est alors facile de procurer la santé à la tête et au reste du corps. »

Bien que Socrate s'exprime ici, non en son nom, mais en celui d'un personnage mythique, ce qu'il dit est parfaitement rationnel. Puisque toutes les fonctions vitales sont interdépendantes, il est clair qu'on ne peut vraiment soigner le corps sans s'intéresser à « l'âme » du patient, quand on est médecin généraliste, ni inversement, quand on est psychothérapeute, soigner son âme sans étudier les dysfonctionnements de son corps. Or, comme les médecins, depuis Platon, ont dû se spécialiser pour acquérir des connaissances plus précises, ils se sont souvent éloignés de ce point de vue synthétique sur l'homme, qu'il nous faudrait aujourd'hui retrouver. Et la critique par laquelle s'achève le discours du médecin Thrace est toujours d'actualité : « Car de nos jours, poursuit-il, l'erreur répandue chez les hommes est qu'ils s'efforcent d'être médecins de l'une des deux [la tête et l'âme] indépendamment de l'autre. »

A partir d'un point de départ très différent de celui de Platon, Auguste Comte le rejoint sur ce point lorsqu'il juge que la médecine ne peut faire l'économie d'un « point de vue moral » sur l'homme : dans une société rationnellement organisée, elle devrait même « rentrer dans la morale », écrit-il à l'un de ses amis médecins (lettre à Audiffrent du 2 septembre 1855). En effet, les médecins positivistes « [envisageront] toujours la maladie comme ayant un siège essentiellement cérébral, quoique les symptômes en soient le plus souvent corporels » (autre lettre au même, du 1^{er} novembre 1855). Au lieu de prescrire seulement des potions et des comprimés, ils « feront habituellement figurer les émotions et les études comme moyen de traitement ». Si la racine de nos maladies est le plus souvent intellectuelle et morale, alors les « études », qui nous guérissent sur le plan intellectuel, et les « émotions », qui nous rétablissent moralement, sont en effet les meilleurs des médicaments³⁹.

Il estime même que le métier de médecin devra être considéré à l'avenir, ainsi qu'il l'était déjà dans l'Antiquité (où il était souvent exercé par des prêtres), comme un « sacerdoce » religieux. C'est alors seulement que nous ne serons plus aussi démunis que nous le sommes pour l'instant face au traitement de certaines maladies mentales. Voici ce qu'écrivait Auguste Comte au début de son *Catéchisme positiviste* :

« Les maladies cérébrales, et même beaucoup d'autres, montrent journellement l'impuissance de toute médication bornée aux plus grossiers organes. Il n'est pas moins facile de reconnaître l'insuffisance de tout sacerdoce qui veut diriger l'âme en négligeant sa subordination au corps. Cette séparation doublement anarchique doit donc cesser irrévocablement, d'après une sage réintégration de la médecine au domaine sacerdotal, quand le clergé positif aura suffisamment rempli ses conditions encyclopédiques. »

Le « clergé positif », ce sont, tout bonnement, les savants, les médecins et les philosophes quand ils auront reçu une éducation vraiment rationnelle, susceptible de développer leur cœur autant

³⁹ Non pas les seuls. Comte sait bien qu'un homme déjà gravement malade n'a pas toujours la disponibilité d'esprit pour étudier et cultiver certaines émotions. Les médicaments proprement dits peuvent alors être le premier remède, le plus urgent, mais c'est un remède incomplet.

que leur intelligence. Quant aux « conditions encyclopédiques », vous les connaissez déjà car nous en avons souvent parlé : c'est par exemple de ne pas étudier la biologie avant d'avoir acquis des bases assez solides dans les sciences sur lesquelles elle repose (physique et chimie, mais aussi avant mathématiques et astronomie). La suite du propos d'Auguste Comte explique pourquoi la médecine serait plus efficace si elle possédait encore une autorité « sacerdotale ». Et il est difficile de ne pas lire ces lignes sans penser à la situation actuelle :

« Le point de vue moral est, en effet, le seul propre à faire activement prévaloir des prescriptions hygiéniques, tant privées que publiques. On le vérifie aisément d'après les vains efforts des médecins occidentaux pour régler notre alimentation habituelle, depuis qu'elle n'est plus dirigée par les anciens préceptes religieux. Aucune pratique gênante ne saurait être ordinairement admise au seul nom de la santé personnelle, qui laisse chacun juge de lui-même : car, on est souvent plus touché des inconvénients actuels et certains que des avantages lointains et douteux. Il faut invoquer une autorité supérieure à toute individualité, pour imposer, même envers les moindres cas, des règles vraiment efficaces, alors fondées sur une appréciation sociale qui ne comporte jamais d'indécision. »

Réfléchissons : la moitié de l'humanité est en ce moment « confinée » chez elle, les enfants ne vont plus à l'école et l'économie tourne au ralenti. Pourquoi tous ces chamboulements ? Est-ce parce que chacun a peur pour lui-même ? La preuve que non, c'est qu'avant l'interdiction de rester chez soi émanant du gouvernement, les gens ne restaient pas chez eux confinés. Vous me direz que le gouvernement n'est pas une autorité religieuse. Mais pourquoi le gouvernement a-t-il pris une telle décision ? Pourquoi l'acceptons-nous ? Parce que c'est la seule manière de stopper l'épidémie et, ainsi, de sauver des vies humaines. Voilà le mobile de tous les sacrifices consentis : certes, nous avons aussi peur de faire partie des victimes, mais surtout nous ne voulons pas contribuer à la contamination des autres. Car la vie d'un de nos semblables est sacrée : voilà le religieux, voilà en tout cas l'exigence morale. C'est au nom de cette exigence que les gens raisonnables qui ne sont pas dans la nécessité de sortir de chez eux restent « confinés » aujourd'hui. Nous voyons que, dans ces circonstances exceptionnelles, l'autorité des médecins prime sur toutes les autres. Mais c'est parce qu'au-delà du souci de notre santé personnelle, elle rejoint ici une exigence morale⁴⁰. Les médecins, et le gouvernement qui écoute leurs avis, nous parlent au nom de l'Humanité. Tel est le seul Dieu auquel Auguste Comte croyait : un Dieu qui, à la différence de celui du monothéisme, n'est pas tout-puissant ni immortel et ne peut agir que par l'intermédiaire des individus vivant sur terre aujourd'hui (bien que l'Humanité soit surtout composée des morts, qui gouvernent nécessairement ceux qui vivent, par l'intermédiaire de la culture et des institutions). Mais un Dieu quand même, en ce sens que chacun individu n'existe, ne pense et n'aime qu'en lui et à travers lui. Comme aime le répéter Auguste Comte, même le plus orgueilleux sophiste, pour exprimer son prétendu affranchissement de toutes les règles sociales, ou même simplement pour se le formuler à lui-même dans le silence de son âme, est obligé d'utiliser la langue, ouvrage essentiellement collectif.

Les idées d'Auguste Comte sur la médecine, si éloignées qu'elles soient de nos conceptions actuelles sur de nombreux points, sont néanmoins des conséquences de la spécificité de la biologie, qui n'est pas une science comme une autre. C'est, d'une part, une science *synthétique* (car le tout précède les parties) dans l'organisme qu'elle cherche à étudier, et d'autre part une science qui ne peut faire l'économie d'une réflexion sur l'homme, y compris sous ses aspects intellectuels et moraux. Ces idées peuvent mener à une réflexion critique sur la formation actuelle des médecines, qui ne laisse pas

⁴⁰ Certes, ce que nous impose l'exigence morale dans les circonstances actuelles n'est pas simple pour autant. Vaut-il mieux laisser dépérir une personne âgée confinée dans sa chambre en maison de retraite de peur de lui transmettre le virus, ou bien prendre un risque supplémentaire afin qu'elle ne se sente pas abandonnée ?

assez de place aux Humanités, à la poésie, à la littérature, au dessin même (utilise en anatomie : Cuvier était d'abord un grand dessinateur).

La lecture de la grande littérature comme moyen de formation des médecins ou de guérison des patients ? L'idée peut faire sourire. Mais, pour prendre un seul exemple, un médecin qui aurait été ému par Horace Bianchon, l'admirable personnage de médecin qui revient souvent dans la *Comédie humaine* de Balzac, n'aura-t-il pas quelque chose de plus, toutes choses égales par ailleurs, que ses confrères qui se seraient bornés à acquérir des connaissances scientifiques pour toute formation ?

Ceux que la question intéresse la trouveront développée dans cet article très dense de Frédéric Dupin (qui commence par une utile mise au point sur le sens de « positiviste ») :

<https://journals.openedition.org/narratologie/5981#bodyftn7>

Fin de la troisième partie du cours.

Conclusion.

Depuis que Kant osait affirmer qu'il n'y aurait jamais de Newton du brin d'herbe, en reprenant en 1790, dans la *Critique de la faculté de juger*, ce qu'il avait déjà dit dès 1755 dans sa *Théorie du ciel*, la biologie, qui n'avait pas encore de nom au moment où Kant écrivait cela, a connu des progrès spectaculaires. Certains ont célébré en Darwin ce « Newton du brin » d'herbe que Kant jugeait impossible, d'autres en Claude Bernard, d'autres en la personne des découvreurs de l'ADN, etc.

Et pourtant, l'affirmation de Kant n'est pas devenue obsolète. Nous étudions les mécanismes à l'œuvre dans les êtres vivants de façon toujours plus précise, mais comprenons-nous la vie en elle-même ? Sommes-nous parvenus à la réduire à des phénomènes physico-chimiques ? Certes, nous savons aujourd'hui qu'il est possible, en principe, d'expliquer de façon purement mécanique l'évolution des espèces, depuis les organismes les plus simples jusqu'aux plus complexes (jusqu'à nous), grâce à la théorie de la sélection naturelle. Mais, d'une part, l'origine de la vie, le passage de la matière inerte à la matière organisée, quoique étudié aujourd'hui par un grand nombre d'équipes de recherche, demeure un mystère. Nous ne savons toujours pas fabriquer en laboratoire de la matière organisée, même sous la forme la plus rudimentaire qui soit. Comme on l'a vu, les progrès de la « chimie organique » ne doivent pas faire illusion sur ce point : la chimie organique n'a au fond rien d'organique. D'autre part, dans le cadre même de la théorie de Darwin, on a tout le temps recours à la notion de finalité : expliquer pourquoi tel organe a, chez telle espèce, une forme ou une position particulière, c'est comprendre cette particularité en termes d'avantage adaptatif, donc en termes de finalité. De ce point de vue, la théorie de Darwin confirme donc ce que Kant soulignait dans sa réflexion sur l'organisme comme « fin naturelle » : nous ne pourrions jamais nous passer, au moins à titre méthodologique, de raisonnements en termes de causes finales pour la compréhension du vivant, même si ces raisonnements ne nous donnent pas le droit de conclure dogmatiquement à l'existence d'une intention dans la nature ou, comme on dit aujourd'hui, d'un « dessein intelligent ».

Cette irréductible finalité des organismes dont la biologie étudie les lois implique l'irréductibilité de la science biologique elle-même aux autres sciences naturelles sur lesquelles elle s'appuie. Si les biologistes doivent étudier les mathématiques, la physique et la chimie, avant de pouvoir aborder rationnellement les phénomènes de la vie, ce n'est pas parce que la biologie serait « soluble » dans la physique et la chimie, comme le croient les esprits *matérialistes*, c'est le contraire.

La biologie étant une science d'intérêt et de complexité supérieures à la physique, le biologiste doit préserver farouchement l'indépendance de sa science, et refuser d'abandonner aux physiciens et aux chimistes une étude qui devrait faire partie de sa discipline : par exemple, c'est à lui d'étudier les phénomènes de la digestion, non au chimiste, quoique ces phénomènes fassent intervenir d'innombrables réactions chimiques. Le biologiste préservera d'autant mieux son indépendance qu'il aura lui-même acquis les connaissances physiques et chimiques dont il a besoin, et ne sera donc pas dans la dépendance complète des savants travaillant dans d'autres domaines. De même, la biologie ne doit pas copier servilement les méthodes de la physique et de la chimie : l'expérimentation n'est pas l'alpha et l'omega de la méthode scientifique ! Auguste Comte attire aussi notre attention sur l'importance de l'étude des maladies et de la méthode comparative en biologie : ces instruments logiques sont ici à leur place, l'étude de la vie fournissant à la méthode des comparaisons et des classifications un vaste champ qui n'a pas d'équivalent dans les autres sciences.

Enfin, il en résulte que l'art directement issu de la *théorie* biologique, à savoir la médecine, ne peut pas être réduit à une technique comme celle de l'ingénieur. Car il y a une différence essentielle entre l'action d'un vivant sur un autre vivant, encore plus d'une personne sur une autre personne (le médecin soignant le patient), et l'action d'un vivant sur de la matière inerte (un ingénieur dirigeant la construction d'un avion). Parce que la vie est une totalité qu'on ne peut décomposer en parties comme on démonte une machine (bien qu'il soit utile aussi, on l'a vu avec Descartes, de la penser par analogie avec la machine), le médecin a toujours affaire, quand il soigne son patient, non pas simplement à un organe lésé, mais à l'homme *tout entier*. Il doit donc être en mesure de soigner l'homme tout entier, et dans ce but sa formation ne peut pas se borner à la biologie, même à supposer que celle-ci soit reconnue dans sa spécificité. Il faut aussi qu'il étudie l'homme dans ses fonctions intellectuelles et morales, inséparables de toutes nos autres fonctions vitales. Or, ce qui caractérise l'homme de ce point de vue, c'est sa dimension sociale : bien que nos pensées et nos principes moraux ne *résultent* pas de la société (ils ont leur fondement dans notre raison), ils ne peuvent se développer qu'au sein de la société. Puisque notre activité intellectuelle ne saurait être observée directement de l'intérieur (voir cours sur la connaissance de l'homme), c'est seulement en étudiant son déploiement dans l'histoire, notamment dans l'histoire des sciences, qu'on peut en observer les lois. Par conséquent, le médecin idéal devra compléter son instruction biologique par un point de vue sociologique sur l'homme et sur la maladie. Ainsi la biologie s'appuie sur des connaissances d'objet que sont la physique et la chimie, mais elle trouve son sens et son orientation dans ce que Comte considère comme une science « supérieure » (la sociologie), et que j'appellerais pour ma part une réflexion sur l'humanité de l'homme (comme sujet libre, non comme objet).

Cette réflexion sur la science de la vie rejoint donc, dans ses conclusions, celle que nous avons menée sur les sciences de l'homme. Même au niveau simplement biologique, il est impossible d'étudier l'homme avec les mêmes méthodes que les sciences d'objet. L'étude de l'homme, pour être complète, doit toujours avoir un horizon moral. Il lui faut certes se nourrir de toutes les données que lui fournissent les sciences positives, mais sans négliger la culture des Humanités, qui est en même temps une culture des sentiments. La littérature et la science sont complémentaires, non seulement pour le développement de tout esprit harmonieux, mais aussi, plus spécialement, dans la formation des médecins.

