

Les précurseurs de Vernadski dans la physiologie française

L'étude de notre univers avec les yeux de Vernadski nous confronte à un paradoxe fondamental : la coexistence des domaines du non-vivant, du vivant et du pensant. Pourquoi est-ce un paradoxe ? Parce que, tout d'abord, si avec Vernadski et toute la tradition de savants dont il est l'héritier depuis Platon jusqu'à Leibniz et Pasteur, nous réfutons l'hypothèse matérialiste, aucun de ces domaines ne saurait se réduire à un autre : ils sont essentiellement *séparés*. Le paradoxe survient alors du fait que ces domaines sont néanmoins *interdépendants*. En montrant que la vie (resp. la pensée) est le facteur géologique le plus *puissant* de la biosphère (resp. la noosphère), Vernadski nous apprend qu'aucun ne peut véritablement être conçu indépendamment des autres. Où est donc l'Un dans ce multiple ? Ce problème a hanté toute l'histoire de la science, et il continuera à se poser sous des formes sans cesse renouvelées : c'est l'aiguillon métaphysique dont la résolution provoque les révolutions scientifiques.

Intéressons nous ici plus spécifiquement aux relations entre le non-vivant et le vivant. Il existe deux manières apparemment opposées de fuir le paradoxe et donc de rater une découverte, que nous désignerons ici par les termes « vitalisme » et « matérialisme ». En fait, le matérialisme nie l'existence du paradoxe car il voit le vivant comme un épiphénomène du non-vivant : il n'admet pas de différence *qualitative* entre les deux. Quant au vitalisme, nous n'en examinerons ici qu'une tradition particulière, au risque d'une simplification excessive.

QU'EST QUE LA VIE ?

A la fin du XVIII^e siècle, le vitalisme de Bichat influencé par Stahl avait conduit la science du vivant dans une impasse. La définition de la vie par Bichat est très significative de l'obstacle auquel se trouvait confrontée la physiologie : « *La vie est l'en-*

semble des fonctions qui résistent à la mort. » Par « mort », Bichat entend l'ensemble des processus physiques et chimiques qui sont caractéristiques pour lui du non-vivant : constatant que les organismes qui sont soumis à ces seuls processus tendent à se dégrader, à se décomposer, à se désagréger, etc., il en déduit que le « processus vital » *s'oppose* à cette action destructrice en maintenant l'unité et l'activité de l'être vivant.

Les conséquences de ce point de vue ne sont pas anodines. Bichat refuse l'expérimentation sur le vivant car il considère que, puisque la simple action d'un bistouri sur un organisme vivant est une action physique (donc agissant dans le non-vivant) qui ne peut que perturber le fonctionnement « normal » de l'organisme, alors elle ne peut nous apprendre quoi que ce soit sur le « principe vital ». Bichat se limite à l'anatomie comparative en disséquant des cadavres pour comprendre le fonctionnement des organes dans le vivant... et la manière dont agissent les maladies. Procédant de la sorte, il lui est impossible de comprendre comment plusieurs organes peuvent concourir à un effet commun. Par exemple, comme le montre Magendie, le maître de Claude Bernard, le vomissement ne résulte pas d'une contraction de l'estomac (Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, annotations de Magendie, Garnier Flammarion), mais d'une pression du diaphragme sur l'estomac. Bichat refuse même l'usage du microscope connu pourtant depuis plus d'un siècle : un lourd handicap alors qu'on sait déjà qu'il y a un lien entre les maladies infectieuses et certains micro-organismes...

Tout ceci a été réfuté avec succès par les physiologistes du XIX^e siècle, et en particulier par Claude Bernard qui ne voit pas une *opposition* entre le vivant et le non-vivant, mais plutôt une *harmonie*, d'où sa boutade pour railler Bichat : « *La vie, c'est la mort.* »

PIERRE
BONNEFOY



■ Claude Bernard

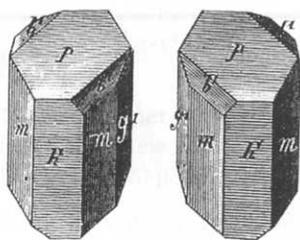


Figure 1 |

Bien qu'il refuse l'idée vitaliste que dans un organisme vivant, les lois de la physique et de la chimie puissent être violées, Bernard n'est pas pour autant un adepte du matérialisme. Certes Bernard considère que chaque processus individuel dans un organisme est de nature physico-chimique, et qu'on peut même le reproduire dans un laboratoire et synthétiser « artificiellement » des composés que l'on croyait ne pouvoir être produits que par la « nature », comme l'urée. Cependant l'organisme ne se réduit pas à une somme, aussi grande soit-elle, de processus physico-chimiques individuels. Par son hypothèse de la constance du « milieu intérieur », Bernard avance l'idée que chaque processus individuel « conspire » avec les autres en vue d'un but commun, comme, par exemple, maintenir la température de tout l'organisme d'un mammifère à une valeur stable bien déterminée. *Ce processus qui coordonne tous ces processus physico-chimiques individuels, n'est pas lui-même physico-chimique !* Bernard découvre car il part du tout et non du particulier.

Ce point de vue de Bernard est parfaitement illustré par une découverte de Pasteur sur la dissymétrie moléculaire qui a considérablement influencé les Curie puis Vernadski. Pasteur a synthétisé en laboratoire, par différents procédés, ce que nous appelons aujourd'hui « acide tartrique », mais qui était appelé à son époque « acide racémique » parce que produit par le jus de raisin. Bien que les acides produits dans le laboratoire et par le jus de raisin eussent la même composition chimique, Pasteur se rendit compte que deux solutions contenant chacune l'un des deux, avaient des comportements optiques différents. Observant alors les cristaux de ces acides au microscope, il découvrit que ces derniers pouvaient être classés en deux catégories distinctes, L et D (lévogyre et dextrogyre), chacune étant l'image miroir de l'autre (Figure 1). Plus précisément, lorsque l'acide est produit par un processus non-vivant, il donne des cristaux L et D en proportions identiques, alors que lorsqu'il est produit par le jus de raisin, seuls les cristaux D subsistent. Tout se passe donc comme si l'organisme vivant faisait un « choix » dont les simples processus physico-chimiques ne peuvent rendre compte, bien que par ailleurs ce choix ne viole pas les lois de la physique et de la chimie ; aucune loi de la physique et de la chimie à l'époque de Pasteur ne permettant de déterminer les proportions respectives de L et de D issues de la synthèse de l'acide. Cette dissymétrie fut pour Pasteur, comme pour Vernadski, un *reflet* de la différence entre le vivant et le non-vivant¹.

GÉNÉRATION SPONTANÉE

Vers 1860, au moment même où Darwin publiait son livre sur *L'origine des espèces*, Bernard et Pasteur conspiraient en vue d'abattre « l'hétérogénie » (ou génération spontanée). Selon cette théorie, lorsque toutes les conditions physico-chimiques adéquates sont réunies, des organismes vivants se constituent spontanément avec toutes les caractéristiques qui leur permettent de se reproduire. Refusant de réduire le vivant aux lois du non-vivant, Pasteur et Vernadski affirment au contraire avec force que *seul le vivant engendre le vivant*. Bien qu'il paraisse aujourd'hui naturel de considérer que la croyance en la génération spontanée découle du matérialisme, on constatera non sans ironie que Pouchet, l'opposant principal de Pasteur, était lui-même un vitaliste. Ceci montre au passage que les deux idéologies ne sont pas aussi opposées l'une à l'autre qu'on pourrait le croire à première vue, puisqu'elles sont toutes deux compatibles avec l'hétérogénie...

Pendant le débat sur la génération spontanée ne date pas de Pasteur et pourrait bien perdurer malgré la victoire décisive de ce dernier. Par exemple, au XVI^e siècle, Léonard de Vinci réfutait déjà les hétérogénistes de son temps qui pensaient que les coquillages fossilisés trouvés dans les montagnes étaient des organismes inachevés produits par la terre. Léonard pensait au contraire qu'ils étaient la trace d'organismes autrefois vivants. On peut lire par exemple, dans le *Codex Leicester*, qu'il trouve absurde l'idée qu'un organisme adulte puisse surgir entièrement constitué : « *Et si tu disais que ces coquilles ont été créées et continuent à l'être, en de tels lieux, par la nature du site et l'influence des cieux, cette opinion ne saurait être fondée pour des cerveaux capables de grand raisonnement ; car les années de leur croissance se comptent sur leurs écorces extérieures ; et l'on en voit de grandes et de petites, qui n'auraient pu croître sans s'alimenter ni se nourrir sans bouger ; or, en l'occurrence, ici, elles eussent été incapables de se mouvoir.* » (Un siècle et demi plus tard Voltaire adhérait néanmoins aux vieilles superstitions comme on le lit dans *Des singularités de la nature* : « *Je ne nie pas (...) qu'on rencontre, à cent miles de la mer, quelques huîtres pétrifiées (...) mais est-on bien sûr que le sol de la Terre ne peut enfanter ces fossiles ?* »)

L'escroquerie intellectuelle d'un autre hétérogéniste du début du XVII^e siècle, Van Helmont disciple de l'alchimiste Paracelse, apparaît lorsqu'il décrit l'apparition spon-

« LA VIE EST
L'ENSEMBLE
DES FONCTIONS
QUI RÉSISTENT
À LA MORT. »
BICHAT

1. L'on pourrait ici faire l'objection suivante : « *Pasteur n'a-t-il pas, dans son laboratoire, produit des cristaux D (et des cristaux L), séparément, en mettant en œuvre des processus non vivants ? Puisque cela est possible en laboratoire en utilisant des produits non issus du vivant, alors pourquoi y voir l'action d'un processus vivant ?* » Précisément ! Cette objection ne tient pas compte du fait que Pasteur agissant dans son laboratoire est lui-même un processus vivant (et même pensant). Nous pouvons donc affirmer que la production privilégiée d'un seul type de cristal est bel et bien le *reflet* de l'action du vivant.

tanée de souris comme s'il rendait compte d'expériences réellement effectuées : « *Si on comprime une chemise sale en la bouche d'un vaisseau, où il y ait du froment, dans une vingtaine de jours environ, le ferment sorti de la chemise est altéré par l'odeur des grains, transmue le blé revêtu de son écorce en souris, qui sont différenciées par une diversité de sexe, qui après multiplient leur espèce, en habitant les unes avec les autres, et indifféremment avec ceux qui sont nés de la semence de pères et mères. Et ce qui est encore de plus admirable, c'est qu'ils ne sortent pas du froment comme des petits avortons et à demi formés, mais ils sont en leur dernière perfection, sans qu'ils aient besoin comme les autres du tétin de leur mère.* »

La génération spontanée de « gros » animaux comme des coquillages ou des souris ayant été rejetée, d'autres hétérogénistes s'efforcèrent de faire apparaître spontanément des vers dans de la viande ou des fruits en putréfaction. Ils furent réfutés à leur tour par les expériences de Redi vers 1670. Pasteur écrit à son sujet dans un mémoire sur la génération spontanée : « *Redi, membre célèbre de l'Académie del Cimento, fit voir que les vers de la chair en putréfaction étaient des larves d'œufs de mouches. Ses preuves étaient aussi simples que décisives, car il montra qu'il suffisait d'entourer d'une gaze fine la chair en putréfaction pour empêcher d'une manière absolue la naissance de ces larves.* »

Les insectes sont-ils encore trop gros pour apparaître spontanément ? Qu'à cela ne tienne, passons aux organismes monocellulaires ! Ceci nous conduit à l'époque de Pasteur, au moment où Darwin annonce en Angleterre qu'il a existé dans des temps très anciens une première cellule germinale, la « gemmule cellulaire ». Malheureusement, certains Français comme Flourens crurent bien faire en attaquant la génération spontanée inhérente au darwinisme, d'un point de vue fixiste, c'est-à-dire anti-évolutionniste. Ce faux débat qui perdure encore empêche de comprendre que le véritable évolutionnisme, celui de Vernadski par exemple, s'oppose à Darwin...

Néanmoins Pasteur et Pouchet s'affrontèrent par une série d'expériences jusqu'à la victoire de Pasteur. Dans ces expériences, on considère un ballon de verre dans lequel on a mis un liquide nutritif (par exemple du lait ou du foin dans de l'eau). On chauffe le tout dans l'espoir d'y détruire la moindre trace d'organisme vivant, et on abandonne l'ensemble le temps qu'il faut en prenant soin d'empêcher des germes de venir de l'extérieur. Dans certains cas,

le liquide reste inchangé ; dans d'autres on le voit se troubler ou se peupler de moisissures. Un examen au microscope du liquide troublé met en évidence un foisonnement de micro-organismes. Si des organismes vivants peuplent le liquide, trois situations sont possibles : soit leur génération a été spontanée, soit la « stérilisation » du milieu n'avait pas été effectuée correctement laissant subsister des germes qui se sont ensuite multipliés, soit on n'a pas réussi à empêcher d'autres germes de venir de l'extérieur et ces derniers se sont multipliés. Pasteur réussit à démontrer que les expériences réalisées par Pouchet ne permettaient pas de s'affranchir des deux dernières situations. De plus, en variant les conditions expérimentales, il montra qu'il pouvait lui-même contrôler à volonté « l'instant d'apparition » de la vie. Par exemple, il maintenait le contenu de ses ballons sans observer de changement pendant de longues durées (plusieurs jours), et y faisait immédiatement (en quelques heures) apparaître des organismes vivants lorsqu'il permettait finalement à l'air extérieur d'entrer (apportant son lot de germes).

CONSÉQUENCES POLITIQUES ET SOCIALES DU DÉBAT

Tirons les conséquences du débat sur la génération spontanée. Il faut tout d'abord remarquer un fait très agaçant pour ceux qui veulent des conclusions nettes et définitives : on sait aujourd'hui que les expériences de Pasteur et de Pouchet ne permettaient pas d'obtenir de milieu parfaitement stérile. On connaît des micro-organismes capables de résister aux conditions de températures et de durées qu'ils ont mises en œuvre. Autrement dit les faits expérimentaux proprement dits

n'ont pas suffi pour conclure. En fait, on peut même se demander plus généralement si l'existence d'un milieu dépourvu de traces de la vie ne serait pas une vue de l'esprit sans fondement... Les hétérogénistes pourront toujours prétendre : « Nous avons réalisé des conditions dans lesquelles nous avons vu la vie apparaître spontanément », et leurs adversaires répondre : « Vos observations ne prouvent pas que la vie n'était pas déjà

présente, éventuellement sous une autre forme, avant que vous n'en constatiez les manifestations. » Il y a là un débat métaphysique qui ne pourra jamais être tranché définitivement par une simple expérience.



Bichat et Stahl

Le vitalisme avait conduit la science dans une impasse.

L'« EXPLOSION DÉMOGRAPHIQUE » EST UNE SOURCE D'ÉMERVEILLEMENT POUR PASTEUR, VERNADSKI ET LEURS HÉRITIERS



Adam Smith



Pasteur et Vernadski ont montré que seul le vivant engendre le vivant.

N'isolons pas la polémique entre Pasteur et Pouchet, mais considérons la *séquence historique* dans laquelle elle s'inscrit, et ses conséquences sur l'environnement, lequel détermine à son tour le développement ultérieur de cette séquence. On peut commencer par constater que, au fur et à mesure des progrès expérimentaux dans l'histoire, l'hétérogénie, et avec elle la confusion entre le vivant et le non vivant, n'a cessé de reculer. Et c'est heureux ! En effet, si l'on réfléchit par exemple aux suites de la victoire de Pasteur, on se rend

compte que les gestes qu'il accomplit pour éliminer les germes dans un milieu sont à l'origine des méthodes de *pasteurisation*, c'est-à-dire de la conservation des aliments. Il devrait être clair également que sans cette victoire, l'on n'aurait pas su comment lutter contre les maladies transmises par des germes. Pasteur a eu beaucoup de mal à faire admettre à la secte des médecins de son temps ce que nous considérons aujourd'hui comme de simples règles d'hygiène, parce qu'il n'était pas médecin lui-même ! Bien que sachant qu'il existait un lien entre les maladies contagieuses et l'existence de certains micro-organismes, ces derniers refusaient stupidement d'isoler les malades des foyers d'infection car, en bons hétérogénistes, ils pensaient que le mal était dans l'homme et que les germes y apparaissaient spontanément.

Fort de ses découvertes sur la transmission des germes, Pasteur put ensuite s'attaquer aux maladies contagieuses et à la recherche de vaccins. Sa découverte du vaccin de la rage, en dépit du fait que le virus était trop petit pour être vu avec les microscopes de son époque, n'aurait pas été possible si le point de vue de Pouchet avait prévalu. Et cette découverte a servi elle-même de modèle à ses élèves, les pastoriens, qui se sont lancés à l'assaut des grandes épidémies dans les pays du Sud. Les conséquences des travaux de Pasteur et de ses élèves se lisent sur une courbe démographique (**Figure 2**). L'« explosion démographique » est une source d'émerveillement pour Pasteur, Vernadski et leurs héritiers ; c'est par contre une source d'horreur pour leurs opposants.

CONCLUSION

Il n'existe pas d'argument « objectif » permettant de résoudre de manière définitive le paradoxe de la coexistence du non-vivant et du vivant (et du pensant) quoi qu'en disent les uns et les autres. Insistons là-dessus : le matérialisme lui-même n'est pas une vérité scientifique objective, mais une *hypothèse métaphysique*. Lorsqu'on fait le choix d'une hypothèse particulière, il convient de se demander pourquoi on le fait, ce qu'on recherche et ce qui en découle. En amont d'un tel choix se trouve une certaine conception de l'homme et de sa place dans l'univers. En aval se trouve toute une série de conséquences sociales et politiques, comme celles qui résultent de la décision de Pasteur de mobiliser toute sa *passion* pour prolonger la vie humaine. Contrairement à ses opposants philosophiques, Pasteur aime le genre humain. Les faits expérimentaux en témoignent. *

