

## La chimie du vivant : clé de l'organisation ? Obstacles et enjeux du réductionnisme : le cas de la biochimie de la nutrition au 19<sup>e</sup> siècle.

### Résumé long (1220 mots)

Récurrente en philosophie comme en biologie, la question de la définition de la vie<sup>1</sup> s'exprime à la fois dans des tentatives de caractérisation positive (auto-organisation, homéostasie, reproduction, évolution...) et de démarcation par tracés de frontières plus ou moins étanches (vivant – mort, minéral – végétal – animal, organique – inorganique...). Paradoxalement, et alors même qu'elle revendique son autonomie, c'est à réduire ces démarcations que travaille la biologie. La question de la définition de la vie, et celle de savoir si la vie constitue une classe naturelle, est particulièrement débattue dans le cadre des recherches contemporaines sur les origines de la vie en exobiologie ou sur la vie artificielle. Cette intervention souhaite aborder cette question de la définition de la vie et de la pertinence de la démarcation vivant – non vivant sous l'angle de l'émergence de la biochimie.

On admet communément que la science du vivant s'est constituée comme discipline spécifique et autonome en se donnant pour objet l'organisme, en particulier à partir de la réflexion mise en place par Kant dans la *Critique de la faculté de juger* sur les « êtres organisés », capables d'auto-organisation, réflexion dans laquelle la question de la finalité organique est déplacée du côté du rapport des parties au tout et de leur autoproduction<sup>2</sup>. Mais, parallèlement à ce mouvement, il faut considérer l'émergence d'une chimie animale qui, dès la fin du 18<sup>e</sup> siècle, s'engage dans la voie d'un réductionnisme méréologique, par l'analyse des substances organiques<sup>3</sup>. La question se pose alors, dans le cadre d'un programme « téléomécaniste »<sup>4</sup> ou d'un vitalisme matérialiste d'inspiration kantienne, de la nature des éléments constitutifs du vivant et du rapport de leurs propriétés avec les prestations fonctionnelles spécifiques des êtres vivants. En d'autres termes, la question se pose de savoir s'il est possible de rendre compte de l'émergence de l'organisation elle-même par des processus exclusivement physico-chimiques.

L'analyse chimique<sup>5</sup>, comprise comme procédé de séparation des éléments constituants présents dans les substances organiques originales, tend en réalité à décomposer les

---

<sup>1</sup> M. BEDAU & C. CLELAND (eds.), *The Nature of Life, Classical and Contemporary Perspectives from Philosophy and Science*, Cambridge, Cambridge University Press, 2010.

<sup>2</sup> P. HUNEMAN, *Métaphysique et biologie, Kant et la constitution du concept d'organisme*, Paris, Kimé, 2008.

<sup>3</sup> F. L. HOLMES, « Analysis and the Origins of Physiological Chemistry », *Isis*, vol. 51, n°1, 1963, pp. 50-81.

<sup>4</sup> T. LENOIR, *The Strategy of Life, Teleology and Mechanics in Nineteenth Century German Biology*, Chicago, The University of Chicago Press, (1982), 1989.

<sup>5</sup> BERTHOLLET, « Recherches sur la nature des substances animales et sur leurs rapports avec les substances végétales », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1780 (1784), pp. 120-125 ; LAVOISIER, « Mémoire sur la combinaison du principe oxygène avec l'esprit de vin, l'huile, et différents corps combustibles », *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, 1784 (1787), pp. 593-608 ; BERZLIUS, « Experiments to determine the definite proportions in which the elements of organic nature are combined », *Annals of philosophy*, 1814, 4 :

substances organiques (fibrine, albumine, gélatine)<sup>6</sup> en éléments chimiques inorganiques (carbone, hydrogène, oxygène, azote), et à interpréter les modifications organiques comme l'expression d'un changement de proportion des éléments contenus dans les substances organiques. Néanmoins l'analyse des substances organiques en éléments inorganiques ne permet pas d'expliquer les processus de synthèse et de création spécifiquement vitaux (génération, nutrition). Les premiers développements de la chimie animale contribuent ainsi, semble-t-il, à amplifier l'écart entre l'attention portée au niveau de l'organisme ou de l'organisation d'une part et l'analyse de ses composants en unités chimiques élémentaires d'autre part, avec pour conséquence d'accroître la distance entre les propriétés de l'organisme vivant et les propriétés de ses composants élémentaires, dans la mesure où les premières semblent irréductibles aux secondes.

Nous voudrions déterminer le projet explicatif propre à la chimie organique comme une stratégie de résolution de cette tension en nous concentrant sur le cas paradigmatique de la nutrition. Le cas de l'étude de la nutrition fournit un exemple privilégié dans ce contexte et permet d'éclairer cette tension entre niveau d'organisation et niveau moléculaire dans la mesure où la physiologie de la nutrition entretient de longue date des rapports étroits avec l'étude de la génération et de l'organisation (manière dont les éléments nutritifs sont intégrés au plan de l'organisme). Dans la littérature biochimique d'inspiration lavoisienne (Liebig, Boussingault, Dumas, Leuret, Lassaigne, etc.), centrée sur la division de la vie en règnes animal et végétal, le premier consommant (analyse) ce que le second produit (synthèse), le phénomène organique principal est la combustion<sup>7</sup>. Dans le cadre de cette répartition des phénomènes vitaux (analyse – synthèse) en raison des règnes, la chimie animale, restreinte à l'analyse, ne semble pas en mesure d'apporter de réponse probante à la question de la démarcation entre l'organique et l'inorganique, ni de renseigner les processus d'auto-organisation. La nutrition y est en effet conçue comme l'absorption d'une matière alimentaire déjà identique à celle de l'organisme, une substance étant considérée comme alimentaire si sa constitution est proche de celle dont sont formées les matériaux de l'organisme assimilateur : ainsi l'albumine et la fibrine sont considérés comme les aliments par excellence. Les études biochimiques de la nutrition concluent donc, dans la première moitié du 19<sup>e</sup> siècle, à une théorie passive de la nutrition : les éléments histochimiques du corps animal ne sont au bout du compte qu'un agrégat physique d'aliments ingérés, séparés et élus par les tissus lors de la digestion, le sang étant conçu comme une « chair coulante »<sup>8</sup>, c'est-à-dire qu'il consiste en la dissolution des éléments constitutifs de l'organisme. Précisément, l'application à la physiologie de cette chimie statique animale (qui fait le compte des entrées et des sorties dans les organismes animaux) se révèle inapte à rendre compte des propriétés d'auto-organisation des organismes vivants, puisque dans la nutrition l'organisme se borne à recevoir des « principes immédiats préformés »<sup>9</sup>.

Or, c'est précisément à partir d'une réorientation de la biochimie de la nutrition, et plus généralement dans la constitution d'une chimie organique (*i.e.* faisant tomber la distinction entre les règnes animal et végétal) qu'une condition nécessaire à une compréhension de l'organisme comme entité capable de s'auto-organiser est remplie. Une telle modification est

---

330.

<sup>6</sup> FOURCROY, « Extrait d'un mémoire ayant pour titre recherches pour servir à l'histoire du gaze azote, ou de la mofette, comme principe des matières animales », *Annales de chimie*, 1789, 1 : 40-46.

<sup>7</sup> Par exemple, BOUSSINGAULT et DUMAS, *Essai de statique chimique des êtres organisés*, leçon du 20 août 1841 : « le caractère le plus constant de l'animalité réside dans cette combustion du charbon ».

<sup>8</sup> C. BERNARD, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux végétaux et aux animaux*, Paris, J.P. Baillièrre, 1878, t. 2, p. 382.

<sup>9</sup> C. BERNARD, *ibid.*, p. 383.

réalisée par les travaux de Claude Bernard sur la nutrition, entendue comme « synthèse organisatrice », dont les conclusions sur la capacité des organismes animaux à fabriquer des substances organiques compliquées (glycogène, sucre) permet de montrer que « la machine vivante possède une sorte d'élasticité chimique qui est sa sauvegarde »<sup>10</sup>. Cette intervention propose de montrer que les stratégies explicatives de la chimie organique sont un lieu approprié pour interroger la pertinence de la démarcation entre vivant et non vivant, précisément dans la mesure où elle offre une voie permettant de surmonter cette tension entre plan d'organisation et plan moléculaire, en particulier autour de la notion d'homéostasie.

---

<sup>10</sup> C. BERNARD, *ibid.*, p. 382.