

Le végétal, l'animal et la question de la nutrition

Marika Blondel-Mégrelis* chargé de recherche au CNRS

Summary : *Plants, animals and the problem of nutrition*

The question is why chemists had such a difficulty in facing the multiple and complex phenomena involved in animal nutrition

Mots clés : *Animalisation, assimilation, azote, combustion, gélatine, graisse*

Key-words : *Animalization, assimilation, nitrogen, combustion, gelatine, fat.*

Au tout début du XIX^e siècle, Humboldt exprime sa stupéfaction que, « parmi les étonnantes productions qu'on rencontre à chaque pas dans la région équinoxiale, se trouve un arbre qui donne avec abondance un suc comparable, par ses propriétés, au lait des animaux ». Vingt ans plus tard, il recommande « expressément » à Boussingault, de porter son attention sur le suc laiteux de l' « arbre de la vache », dont il a bu lui-même, que les nègres de la ferme de Barbula regardaient « comme un aliment très salubre », et dont le majordome avait assuré que « les esclaves engraisent sensiblement pendant la saison où le Palo de vaca leur fournit le plus de lait » [1]. Un produit végétal pourrait donc se montrer éminemment nutritif alors qu'on aurait plutôt été porté à en craindre l'action vénéneuse.

Boussingault, pour « en déterminer les propriétés nutritives », se nourrit pendant plus d'un mois de ce lait végétal, « en le mêlant à du café et à du chocolat » ; il en détermine les propriétés physiques, les mêmes que celui de la vache, un peu plus visqueux seulement, de même goût, et les propriétés chimiques. Or, ce lait contient, outre une matière cireuse, une matière fibreuse en tout point semblable à la fibrine animale. Résultat très surprenant, que Boussingault n'annoncerait « qu'avec

beaucoup de circonspection », si Vauquelin, « l'un de nos plus célèbres chimistes », n'avait déjà comparé la sève laiteuse du carica papaya « à une substance fortement animalisée, au sang des animaux » [2].

Puis vient la conclusion, rapide : « La présence de la fibrine explique la propriété nutritive du lait du Palo de Leche », un peu surprenante quand on connaît la prudence de Boussingault en matière de conclusion.

C'est donc bien parce que ce produit végétal est tout à fait semblable à un produit animal qu'il constitue un « aliment salubre », sera-t-il confirmé plus tard, tout en rectifiant légèrement : il est plutôt comparable à la crème qu'au lait de vache [3].

Or les chimistes ont reconnu depuis longtemps l'analogie entre les huiles végétales et les graisses animales, entre le sucre végétal et le sucre du lait, puis entre les substances végétales contenant de l'azote (glutineux, fécule verte, semences cornées) et les substances animales ; puis la présence de matière albumineuse dans les végétaux [4]. Par ailleurs, Magendie a bien montré, par l'expérience, que l'azote des tissus animaux provient des aliments et donc que la nourriture azotée est nécessaire pour entretenir la vie [5].

Dans ces conditions, pourquoi les chimistes, qui savent bien que si telle substance est nutritive, ce n'est pas parce qu'elle est d'origine animale, mais parce que, comme les substances animales, elle contient de l'azote, maintiennent-ils l'ambiguïté, et déjà dans les

termes ? Ceci est d'autant plus surprenant que les physiologistes, depuis longtemps, sont très stricts : seule compte, dans les expériences auxquelles Magendie soumet ses chiens, « la composition chimique » de la nourriture qui doit être « rigoureusement déterminée ».

Dans l'affaire de la gélatine, au-delà des multiples intérêts qui sont impliqués, économiques, sociaux-sanitaires, scientifiques et luttes d'écoles, la question posée par la commission réunie en 1831, et qui présente son rapport par l'organe de M. Chevreul en 1832, est celle de savoir si la gélatine extraite des os pouvait être employée comme remplaçant la viande dans la confection des bouillons destinés aux indigents. Il s'agissait de « rendre l'alimentation complète », d'animaliser la nourriture (d'Arcet). Et c'est bien encore dans ces termes qu'elle sera rappelée par la commission qui rend ses travaux en 1841 : « Peut-on, par un procédé économique, extraire des os un aliment qui, seul ou mêlé à d'autres substances, tienne lieu de la viande ? » [6] et renvoie les conclusions : la science n'en est encore qu'à ses premiers pas.

En fait, on est dans l'idée qu'une substance est alimentaire si sa constitution est proche de celle dont sont formés les matériaux du corps. C'est ainsi que l'albumine, constituant du sang et du blanc d'œuf, était considérée comme un aliment essentiel ; la fibrine, constituant du sang et des muscles, était considérée comme l'aliment par excellence.

C'est dire encore que dans l'acte de nutrition, où le corps s'approprie des

Communication

* CNRS, IHPST, 13, rue du Four, 75006 Paris.
Tél. : 01.43.54.60.36. Fax : 01.44.07.16.49.

matériaux extérieurs, il ne se passerait rien du point de vue chimique, tout juste des « *changements dans la forme* », puisque l'aliment par excellence est en tout point semblable aux matériaux dont le corps est formé. L'alimentation des animaux ne serait que la « *mise en place des matériaux uniquement élaborés par les plantes* » [7], l'organisme animal étant incapable de former aucun des principes qui entrent dans sa constitution. D'où l'extinction de la question de l'**animalisation** - changement des substances végétales en substances animales - pour la désormais seule question de l'**assimilation**, question de l'animalisation qui avait été proposée, en partie (limitée à l'influence du foie et de la bile), pour le Prix proposé par l'Académie des sciences, en 1792. C'est bien dans le sens d'une confirmation que Mulder interprète sa découverte que l'albumine et la fibrine ont la même composition (mis à part les quantités de soufre et de phosphore) : le constituant principal des animaux est directement fourni par le règne végétal. Et telle est bien la raison de l'enthousiasme de Berzelius, lorsqu'il propose le nom « *protéine* » pour désigner l'oxyde organique de la fibrine et de l'albumine, lui qui avait reconnu depuis longtemps la grande ressemblance de ces « *matières albumineuses* », et avait bien noté que, selon Gmelin et Tiedemann, la fibrine semblait disparaître et de l'albumine semblait apparaître au niveau de l'estomac : cet oxyde « *paraît être la substance primitive ou principale de la nutrition animale que les plantes préparent pour les herbivores, et que ceux-ci fournissent ensuite aux carnassiers* » [8].

C'est aussi l'une des raisons qui pourrait expliquer que les deux Mémoires, celui de Leuret et Lassaigne, et celui de Gmelin et Tiedemann, aient été également mentionnés au Prix de l'Académie, en 1825, sur le sujet des phénomènes qui se succèdent durant l'acte de digestion, quoiqu'il ait été reconnu « *qu'une rigueur beaucoup plus grande accompagnait les expériences* » du second. Pour les Français, les transformations se réduiraient à une division des substances alimentaires, ce que retiendra Dumas, alors que les Allemands montrèrent que les aliments subissent, à l'intérieur du corps humain, des transformations d'ordre chimique ; l'amidon, en particulier, disparaît, après l'intestin, transformé en sucre.

Ainsi, les chimistes élimineraient de leur champ une question qu'ils se voient incapables de résoudre.

Dumas et Liebig, presque toujours en opposition sur les grandes questions, semblent, sur ce point, presque en accord : « *C'est dans les plantes que réside le véritable laboratoire de la vie organique... la matière ligneuse, l'amidon, les gommés et les sucres d'une part, la fibrine, la caséine, le caséum et le gluten de l'autre, sont les produits fondamentaux des deux règnes ; produits formés dans les plantes et dans les plantes seules, et transportés par la digestion dans les animaux* » [9]. Il redit la même chose dans son Mémoire avec Cahours [10]. Liebig fait une nuance : si, dans les organes digestifs des carnivores, les aliments ne font que « *prendre une autre forme* », sans éprouver aucune « *altération chimique* », pour les herbivores, les choses sont un peu plus complexes, « *leurs aliments sont moins semblables aux principes qui constituent leurs corps* ».

« *Un carnivore se dévore lui-même sous le point de vue chimique, parce que sa nourriture est identique avec les parties constituantes de son corps ; un herbivore se mange lui-même, parce que ses aliments sont identiques avec sa chair ou son sang* » [11]. Dans la hiérarchie des êtres, le carnivore serait au sommet, un véritable roi fainéant.

On comprend, dans ces conditions, l'âpreté de la discussion qui s'engage quant à l'origine de la graisse des animaux : « *est-ce que les matières sébacées qui entrent dans l'organisme dérivent uniquement des principes analogues aux corps gras qui préexistent dans les aliments végétaux ?* » [12]. Controverse si vive et question tellement cruciale que, pour défendre ses idées (et celles de Dumas) en faveur de l'assimilation directe, le membre de l'Académie des sciences qui fut également l'un des brillants officiers de l'état-major du Libertador, est allé jusqu'à « *l'humiliation* » d'analyser de l'eau de vaisselle [13]. Il en a perdu l'appétit, mais les expériences sur les porcs (qui, comme on le sait, reçoivent, avec leurs pommes de terre, de l'eau grasse) ont été tellement en faveur de leurs idées... qu'il n'osait pas les rendre publiques. Ce fut également le cas des canards au riz non gras [14], qui ont fait des prodiges de graisse, mais les oies (Persoz) se sont comportées de manière indigne !

Mais il ne s'agissait ici que des substances alimentaires essentiellement combustibles (les aliments respiratoires de J. Liebig) qui se détruisent pour donner de la chaleur, et non de ces matériaux azotés qui donnent lieu à l'assimi-

lation (aliments plastiques : albumine, fibrine, caséine) ; substances sur lesquelles, donc, ne porte pas la question essentielle. « *Un corps gras ne devient réellement alimentaire qu'autant qu'il est associé à une certaine quantité de matière nutritive azotée* » [15].

Dans le fond, les chimistes restent dans une chimie très lavoisienne : ils ont bien du mal à voir dans le corps animal autre chose qu'une machine à combustion. La fonction essentielle est la respiration ; la digestion est maintenue à distance. Ceci est accentué jusqu'à la caricature dans ce fameux cours du 20 août 1841 à l'École de médecine : « *le caractère le plus constant de l'animalité réside dans cette combustion du charbon* » ; « *la digestion doit être considérée d'une manière bien plus simple* », il ne faut pas « *y chercher ces mystères qu'on était bien sûr de n'y point trouver* ».

« *C'est qu'en effet la digestion est une simple fonction d'absorption. Les matières solubles passent dans le sang, inaltérées pour la plupart ; les matières insolubles arrivent dans le chyle, étant assez divisées pour y être aspirées par les orifices des vaisseaux chylifères* » [16].

On est bien dans une statique chimique où « *se ferme le cercle mystérieux de la vie organique* », les plantes reprenant à l'air ce que les animaux lui fournissent. Lavoisier avait déjà mentionné « *cette circulation entre les trois règnes* », dans la rédaction du Prix proposé par l'Académie, justement ; mais il était conscient de l'immensité et de la complexité d'un travail sur l'animalisation, dont il savait qu'il nécessitait « *la réunion des efforts de la physique, de l'anatomie et de la chimie* », et l'avait en conséquence limité, dans un premier temps, au niveau du foie et de la bile [17].

Or, il fallait bien élargir ce cercle au nouveau venu, à cet azote mal aimé des chimistes, cet air méphitique placé au plus bas, par Priestley, dans l'échelle d'excellence des airs, jamais défini que par différence (ce qui reste) ou par négation (qui ne permet pas la vie, la combustion), qui occupe les 4/5 de l'atmosphère et cependant semble ne servir à rien (au mieux à tempérer l'effet de l'oxygène).

« *L'azote est essentiel et fondamental dans les deux règnes* » dira Cl. Bernard [18]. Fallait-il que ce soit un non-chimiste qui le dise, confirmant la sentence de A. Comte qui constatait « *l'incompétence nécessaire des chimistes* » à étu-

dier la question la plus importante, « l'étude chimique de la vie » ? Il faut dire que Cl. Bernard était élève de Magendie ; son préparateur au Collège de France de 41 à 43, il avait effectué un grand nombre d'expériences avec Barreswill pour déterminer le caractère nutritif de la gélatine ; assistant en 43-44 aux cours de Dumas à l'École de médecine, il l'avait entendu débattre de ses positions (et de ses différences de vues avec Liebig) [20].

La prise en considération et l'étude toute spéciale des combinaisons azotées, correspond, pour l'histoire de la chimie, à une difficile mutation. Avec cette question de la nutrition, la science jusqu'alors construite autour de l'élément éminemment respirable, doit faire l'effort de concentrer son attention sur l'azote, l'un des plus désolants car des plus inertes, si difficile pour l'analyse quantitative, mais qui confère souvent à ses combinaisons une instabilité déconcertante : « Vous voulez laver ce corps avec un peu de potasse ? prrt ! il disparaît », s'exclame A. Laurent, d'une série de composés « doués d'une mobilité extrême » [21]. A. Laurent, l'un de ceux qui s'est le plus intéressé à ces substances organiques azotées, et pas seulement les alcaloïdes, et pas seulement les colorants, et qui a fait de l'étude de ces substances l'une des clés pour la compréhension de la chimie organique. En particulier, grâce à l'emploi systématique qu'il fait du réactif ammoniacal, A. Laurent prépare une foule de composés complexes et variés, et inverse donc les réflexes et habitudes des chimistes, habitués plutôt à simplifier les combinaisons qu'ils veulent étudier. Avec cette question de la nutrition, mais pas seulement, les années 40 voient se développer une activité fébrile autour des composés azotés, complexes, multiples, changeants, et pour l'étude desquels la chimie de l'analyse révèle ses limites.

Avec cette question de la nutrition, mais aussi de la nutrition des plantes, les chimistes vont aussi loin que possible, ils épuisent les plus belles réalisations possibles de la chimie des bilans, que Boussingault portera jusqu'à l'apothéose. Les comptes serrés des entrées-sorties (des champs, des organismes,

des plantes) s'avèrent impuissants à prendre en compte la chimie des microorganismes, des enzymes ou des diastases [22]. Il faudra associer des gens de formation différente, il faudra inventer, bricoler de nouvelles méthodes ; il faudra prendre en compte la vie, sous ses multiples manifestations, dans sa succession d'équilibres fragiles.

Il faudra faire sauter le verrou séparant l'animal, appareil de combustion, d'oxydation, d'analyse ou de destruction tandis que la plante serait un appareil de synthèse, de réduction, de formation. « La création vitale était dévolue aux végétaux, tandis que la destruction organique était réservée aux animaux » [23] : l'opposition, simple, confortable et très valorisante pour les futurs chantres de la synthèse chimique, sera amplement exploitée.

Notes et références

- [1] Humboldt (de) A., Sur le lait de l'arbre de la vache et le lait des végétaux en général, *Ann. Chim.*, **1817**, 7, p. 182.
- [2] Boussingault J.B., de Rivero M., Mémoire sur le lait de l'arbre de la vache (Palo de Vaca), *Ann. Chim.*, **1823**, 23, p. 219.
- [3] Boussingault J.B., Sur la composition du lait de l'arbre de la vache, *Ann. Chim.*, **1878**, 15, p. 180.
- [4] Fourcroy (de) M., Sur l'existence de la matière albumineuse dans les végétaux, *Ann. Chim.*, **An III**, 3, p. 253.
- [5] Magendie F., Sur les propriétés nutritives des substances qui ne contiennent pas d'azote, *Ann. Chim.*, **1816**, 3, p. 66.
- [6] Rapport fait à l'Académie des sciences au nom de la commission dite de la gélatine, *C.R. XIII*, **1841**, p. 239.
- [7] Idée que combat Cl. Bernard, en physiologiste ; cf. Cl. Bernard, *Leçons sur les Phénomènes de la Vie communs aux Animaux et aux Végétaux*, **1878**, I, p. 136.
- [8] Lettre de Berzelius à Mulder, 10 juillet **1838**.
- [9] Dumas et Boussingault, *Essai de Statique chimique des Etres organisés*, Leçon du 20 août 1841. Magendie pourrait être à l'origine de cette image de la fonction de transport effectuée par la digestion, la question du « mouvement

nutritif » étant considérée comme fondamentale (1816).

- [10] Dumas et Cahours, Sur les matières azotées neutres de l'organisation, *Ann. Chim.*, **1842**, 6, p. 385.
- [11] Liebig J., Sur les matières alimentaires azotées du règne végétal, *Ann. Chim.*, **1842**, 4, p. 186.
- [12] Boussingault J.B., Recherches expérimentales sur le développement de la graisse pendant l'alimentation des animaux, *Ann. Chim.*, **1845**, 14, p. 419.
- [13] Lettre de J.B. Boussingault à J.B. Dumas (1844), in dossier Dumas, *Arch. Ac. des sciences*.
- [14] Il y en a même un qui est « aussi gras que Rayer » (professeur de médecine) !
- [15] Boussingault J.B., Recherches expérimentales... *op. cit.*, p. 435.
- [16] Il faut noter que le texte reste inchangé, même dans la 3e édition (fév. 1944), p. 40-1. Cependant, dans la partie Documents, est ajouté un paragraphe intitulé Théorie de la digestion, où sont mentionnées les recherches de Bouchardat et Sandras (1842-43). « Une publication anticipée, à certains égards du moins, de nos vues personnelles, nous a paru tout à fait nécessaire en 1841, exposés que nous étions à perdre tous nos droits », p. 113.
- [17] Prix proposé par l'Académie des sciences pour l'année 1794, *Ann. Chim.*, **1792**, 14, p. 216. On sait que Lavoisier en fut le rédacteur.
- [18] *Leçons sur les Phénomènes...*, *op. cit.*, I, p. 134.
- [19] Comte, 39^e Leçon de Philosophie chimique, professée en **1835-36**.
- [20] Cf. Holmes F.L., *Cl. Bernard and Animal Chemistry*, **1974**, p. 119-20, qui cite un manuscrit où Magendie exprime son opinion sur les chimistes : « Monsieur Dumas qui réduit l'animal à une locomotive, et M. Liebig qui considère qu'un bon manteau est l'équivalent d'un bon repas ».
- [21] Lettre à Ch. Gerhardt, 6 mars 1845.
- [22] Pour Bouchardat et Sandras, par exemple (*Ann. Sc. Nat.*, **1842**), il se passe autre chose, dans l'organisme vivant, qu'une simple dissolution par HCl.
- [23] *Leçons sur les Phénomènes...*, *op. cit.*, I, p. 136.