

# Développement de la chimie physiologique et de l'agrochimie aux XIX<sup>e</sup> siècle en Russie

## Influence de J. Liebig

**E.A. Zaitseva\*** professeur

Les mérites de Justus Liebig dans l'étude de la chimie de plusieurs processus dans les organismes animaux et végétaux sont grands. Il est de droit considéré comme un des plus grands fondateurs de la chimie physiologique (biochimie) et de l'agrochimie. C'est peut-être dans ce domaine que l'humanité a tiré la plus grande utilité de ses découvertes et de ses recommandations. Une des plus importantes acquisitions de Liebig est la théorie de l'alimentation minérale des plantes, dont la mise en œuvre apporte à l'humanité une utilité incalculable.

A la fin des années trente du XIX<sup>e</sup> siècle, les intérêts de Liebig sont dans une grande mesure passés du domaine de la chimie théorique dans le domaine de son application aux problèmes de la physiologie, de l'agriculture et de la médecine. Il a exposé ses idées principales dans ses livres *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* paru en 1840, *Die Tierchemie oder organische Chemie in Anwendung auf Physiologie und Pathologie* paru deux ans plus tard, et enfin dans *Chemische Briefe*. Ces œuvres ont eu un grand succès. Elles ont été republiées plusieurs fois, ont été traduites en plusieurs langues étrangères et ont créé à Liebig une gloire mondiale, non seulement dans les cercles scientifiques, mais aussi parmi le grand public instruit.

Les conclusions principales de Liebig sont devenues depuis longtemps l'apanage de tout le monde et sont passées dans les manuels, on ne peut pas en parler beaucoup. Tout d'abord il a noté « *le contraire* » si l'on peut ainsi dire, du

courant chimique dans la vie des plantes et des animaux. Les plantes reçoivent leur nourriture sous forme de combinaisons inorganiques simples : dioxyde de carbone, eau, ammoniac, sels de potassium, de calcium, acide phosphorique. De ces combinaisons simples se forment dans l'organisme végétal des matières organiques très compliquées : hydrate de carbone, graisse, albumens et autres, qui servent plus tard de nourriture pour les animaux et du fait de leur vitalité se simplifient à nouveau jusqu'aux matières primitives simples. Ainsi se ferme le cercle, dans lequel se déroule le mouvement des éléments chimiques des organismes végétaux aux organismes animaux, et en sens inverse, à travers l'air et le sol. Pendant l'alimentation des plantes à l'aide des feuilles vertes, sous l'influence des rayons solaires, se produit la réduction du dioxyde de carbone contenu dans l'air et, avec cela, l'oxygène se dégage et le carbone entre dans la composition des plantes. A ce processus de rétablissement s'oppose le processus d'oxydation : la respiration des animaux liée avec l'absorption de l'oxygène et avec le dégagement de dioxyde de carbone. Lors de l'alimentation des plantes se produit l'absorption « de la force vitale » (énergie) du soleil, qui se dégage ensuite pendant l'oxydation des produits végétaux dans les organismes animaux et hors d'eux.

Toute chaleur végétale est le résultat de ce processus d'oxydation et la quantité de chaleur dégagée par un animal en une unité de temps dépend uniquement de la quantité d'oxygène absorbé. Ainsi, les destins des plantes et des animaux sont liés entre eux et, avec cela, la vie des animaux se trouve dans une dépendance indispensable de la vie des plantes, car les animaux se nourrissent des produits de la vitalité de ces der-

nières, tandis que les plantes pourraient, dans une certaine mesure, se passer des animaux, car lors de la décomposition de leurs propres organismes se forment les mêmes matières simples dont les plantes ont besoin comme nourriture.

Ces idées fructueuses de Liebig ont été saisies par un certain nombre de jeunes savants russes et soigneusement « transplantées » sur « *le sol russe* » dans les années quarante du XIX<sup>e</sup> siècle.

Pour beaucoup de chimistes russes, Liebig était un ami et un maître, il était en correspondance avec eux, leur offrait des places dans ses laboratoires. Il est peu probable que parmi les savants étrangers, il y ait eu quelqu'un ayant un contact aussi étroit avec un aussi grand nombre de chimistes russes.

Comme les sciences naturelles dans les pays de l'Europe occidentale étaient, dans la première partie du XIX<sup>e</sup> siècle, un domaine de la science assez développé, les universités russes, les écoles techniques et le ministère de l'Instruction publique de la Russie considéraient que la meilleure forme de préparation des spécialistes russes était une mission d'étude des jeunes gens dans les pays étrangers pour « *le perfectionnement en sciences* ». Parmi les voyages des années quarante du XIX<sup>e</sup> siècle, il faut noter le séjour à Gissen chez Liebig du groupe des chimistes russes : Khodnev Alexei Ivanovitch, Ilienkov Pavel Antonovitch et Liaskovsky Nikolai Erastovitch. Les savants susmentionnés ont non seulement reçu une excellente formation au laboratoire de Liebig, ayant fait un apport considérable dans la résolution d'un nombre de problèmes chimiques de leur temps, mais aussi, après leur retour au pays, ont contribué à la formation des nouvelles tendances scientifiques en Russie en développant activement les idées de leur maître. Les biographies et

Communication (résumé)

\* Section de l'histoire de la chimie, Faculté chimique, Université d'État de Moscou, 119899 Moscou, Russie.  
Fax : +7 95 9328846. E-mail : zai@gol.ru

l'histoire de l'œuvre de ces savants en témoignent ainsi que les nouveaux matériaux des archives.

Parmi les autres savants, on peut sans erreur considérer comme fondateurs du développement de la tendance physiologique en chimie deux élèves de Liebig : Khodnev et Liaskovsky.

### Khodnev A.I. (1818-1883)

Né à Saint-Pétersbourg dans une famille de fonctionnaires, Khodnev a reçu un enseignement supérieur à l'École Normale Principale qu'il a terminé en 1841. Il a étudié la chimie sous la direction de G.I. Guesse de l'Académie des sciences. Après avoir terminé l'École Normale, il est envoyé en mission d'étude en Allemagne pour deux ans et a travaillé à Paris. En 1841, il a travaillé chez Liebig en s'occupant des gels. De retour au pays, il a soutenu une thèse de maîtrise : *La composition des matières végétales gélatineuses et leur destination physiologique*. Après la soutenance de sa thèse, il a été la même année nommé à l'université de Kharkov en qualité de professeur adjoint à la chaire de physique et de chimie où il enseignait le cours de chimie générale et le cours de chimie organique. En 1848, il a soutenu à l'université de Kharkov une thèse de doctorat : *Sur l'unification de la chimie minérale et de la chimie organique dans un ensemble uni*. La même année, il a été confirmé au grade de professeur extraordinaire et, en 1854, professeur ordinaire. Cette même année, il a déménagé à Saint-Pétersbourg pour raison de famille.

En 1847, Khodnev a publié *Le cours de chimie physiologique*, premier manuel de biochimie en Russie. Bien que certains savants russes (M.Y. Moudrov, A.A. Iovsky, I.E. Diadkovsky et autres) aient déjà dans les années vingt-trente du XIX<sup>e</sup> siècle parlé de la nécessité d'employer les acquisitions de la chimie moderne dans la médecine et les sciences biologiques, c'est seulement après l'apparition, au début des années quarante, des travaux connus de Liebig susmentionnés que cette question a attiré l'attention générale. En Russie, le livre mentionné de Khodnev était le premier dans lequel étaient traitées les questions de chimie physiologique et, avec cela, en se basant dans une grande mesure sur la conception du monde de Liebig. D'après Khodnev, la chimie physiologique est, sous les rapports connus, une partie de la chimie organique générale ; elle examine non seulement la composition et les propriétés

des matières qui y entrent, mais elle essaye en même temps d'expliquer le processus de leur apparition dans l'organisme vivant. Bien que Khodnev ait été l'ennemi de la doctrine idéaliste sur la force vitale, ce cours n'est pas tout à fait libre de l'influence de la doctrine vitaliste de Liebig et des autres savants de l'Europe occidentale. Après eux, Khodnev écrit que « *l'activité organique réunit en elle deux sortes d'événements : les uns sont dirigés par la force vitale dont les lois sont complètement inconnues ; les autres sont soumis à la chimie et de jour en jour s'éclaircissent de plus en plus* ». Dans un organisme vivant, ces forces sont en équilibre et agissent dans des sens contraires. « *Ainsi la force vitale et l'affinité contraignent la matière à subir des changements dans des directions différentes : l'une emploie les ouvrages de la force chimique, l'eau, l'acide carbonique et l'ammoniaque pour la formation des tissus et des liquides végétaux : des organes animaux, du sang, du cerveau, etc. ; l'autre au contraire après la fin de la vie détruit ces œuvres en les décomposant à nouveau en ces mêmes matières auxquelles elle doit son existence. Ce mouvement circulaire se produit constamment dans la vie organique et est la loi nécessaire de la nature organique...* ». Cette thèse est à la base de ses conceptions touchant les processus concrets de la transformation des matières dans le milieu vivant (plantes, animaux et autres) étudié dans le livre. En 1850 s'est profilé l'intérêt de Khodnev envers la résolution de toute une série des problèmes de l'agrochimie. Grâce à ses recherches dans ce domaine (articles publiés dans *La Revue de la société économique libre*, *Le Journal technologique* en 1859, il est même élu président de la section de la Société économique libre sur « les sciences auxiliaires à l'agriculture ».

### Liaskovsky N.E. (1816-1871)

Il était issu d'une famille aristocratique polonaise qui a déménagé en Russie. D'abord il apprit les sciences pharmaceutiques à Moscou dans la pharmacie de G. Fluhrat. En 1836, il est entré à la faculté de Médecine de l'université de Moscou. En 1841, il a reçu le grade de médecin de la première section. En 1843, il est envoyé à l'étranger pour y faire ses études. A l'automne de 1844, il a travaillé à Gissen où il a étudié en collaboration, avec Ilienkov, le fromage de Limbourg. Le résultat de ce travail a été la preuve de la présence

dans le fromage d'acides organiques : acide butyrique, acide caproïque, acide valérique et autres. Au cours de ces recherches, ils ont aussi pour la première fois proposé la formule de la margarine. Liaskovsky a passé l'année 1845 à Paris. A la fin de 1845, en retournant en Russie, il est passé à Gissen où Liebig lui a proposé de travailler sur le problème de la composition chimique des albumens. Les résultats de ces recherches ont été publiés en 1845-46 dans *Annalen der Chemie und Pharmazie*. Il est connu que la première conception de la composition des albumens appartenait au chimiste hollandais G. Mulder (1836) ; à la base, c'était la notion d'une unité structurale minimale, entrant dans la composition de tous les albumens : la protéine. A la base de cette conception, le savant considérait plusieurs processus physiologiques comme ceux de la transformation de la protéine : par exemple, la respiration - comme l'oxydation de la protéine, la digestion - comme sa reconstruction avec le changement du contenu de certains éléments. Liaskovsky a démontré l'inexactitude de plusieurs analyses faites par G. Mulder concernant la composition de la protéine. Conformément à cela, plusieurs conclusions de Mulder ont été mises en doute. A la suite de la polémique qui a commencé dans la presse scientifique sur ces nouvelles données, l'inconsistance de cette théorie a été prouvée. Les travaux sur les albumens ont été surtout remarqués par Liebig. En soutenant son élève, il a lui-même beaucoup fait pour le renversement de cette théorie.

Les connaissances reçues à Gissen ont été tout de suite mises à profit au retour de Liaskovsky à Moscou en 1846, lors de l'élaboration de son nouveau cours public « *Les systèmes de la chimie organique moderne* ». Le cours a été soutenu par le ministère de l'Instruction et les premières conférences ont été commencées la même année, en 1846. Le nouveau cours « *Les systèmes de la chimie organique moderne* », fait par Liaskovsky pendant plusieurs années à l'université de Moscou, peut être considéré comme le premier cours de la chimie physiologique en Russie. En outre, comme on peut le voir d'après ce qui suit, il se distinguait par un universalisme extrême car il traitait des sujets comme les questions de la transformation des matières dans la nature vivante, de l'alimentation des plantes et des animaux, ainsi, en particulier, les questions de la chimie diététique. Comme on peut le voir d'après le contenu du

cours, il se base en beaucoup de points sur les conceptions de Liebig. Nous citons ici le sommaire de ce cours.

### Programme du cours public de chimie organique de N. Liaskovsky

- Partie I. La chimie organique pure.
- Partie II. La chimie en son application à la connaissance des faits vitaux dans les créatures organisées.

I. La caractéristique chimique des composants les plus proches des plantes et des animaux, de la lignine et du tissu cellulaire, des matières amy-lacées, de sucre, des matières grasses, albuminées, gélatineuses, etc.

II. La composition et l'importance des liquides et des parties dures principales des êtres vivants :

1. Des plantes ;

2. Des animaux : a/ du sang, b/ de la bile, c/ des liquides de la digestion : salive, sucs gastrique, pancréatique, intestinal et laitier, et lymphes, d/ des excréments, e/ du lait, f/ des œufs et du sperme, g/ des os, h/ du cerveau et des nerfs, i/ des muscles/...

III. La chimie physiologique. Les processus chimiques desquels dépend la vie des plantes et des animaux.

1. L'alimentation des plantes. L'influence de la lumière, de l'atmosphère, de l'humidité, du sol. L'évaluation des parties composantes du sol. La division des plantes par rapport à leur attitude envers les composants inorganiques du sol nécessaires pour leur développement. Théorie de l'agronomie moderne.

2. Les processus vitaux (chimiques) chez les animaux. La respiration, l'alimentation, le métabolisme, les sources de la chaleur animale, la division des éléments nutritifs en éléments respiratoires et sanguins. Formation de la graisse. Les animaux herbivores, carnivores, etc.

IV. La chimie diététique. L'évaluation chimique des nécessités vitales :

1. La nourriture et la boisson. La composition et l'expression numérique des capacités nutritives et thermiques de chaque élément à partir : du sucre et des fruits sucrés, de l'amidon, de la pomme de terre, du riz et des kissels, de la farine, du pain et des kachas, de la galantine, de la viande, du poisson, des œufs, du fromage et du fromage blanc, de la graisse et du beurre, des kvass, etc.

2. L'importance chimique des autres conditions diététiques : climats, mode de vie, etc.

V. La statique chimique des êtres vivants. Comparaison de la vie des plantes à celle des animaux. L'importance de l'une et de l'autre vies sur notre planète.

VI. La chimie pathologique...

En 1840, la célèbre conférence de Liebig à l'Association britannique a fait l'effet d'un coup de tonnerre au-dessus du monde scientifique. Dans cette conférence, il a ridiculisé avec sarcasme les physiologistes de son temps qui, malgré les données évidentes, continuaient de s'en tenir au point de vue selon lequel les plantes prenaient le carbone du sol et non pas de l'acide carbonique contenu dans l'air. Cette année est considérée comme l'année de la chute de la théorie de l'humus. « La loi du retour » proclamée par Liebig est une des plus grandes acquisitions de la science. Le savant insistait avec une immense énergie sur la nécessité du retour au sol des matières minérales et attribuait une grande importance historique à son inobservation. « *Le temps viendra, écrivait Liebig, où chaque champ sera, selon la plante que l'on voudra cultiver dessus, engraisé avec son propre engrais produit aux usines chimiques ; alors les engrais seront composés seulement des produits nécessaires qui sont indispensables pour l'alimentation de la plante, ainsi que l'on guérit la fièvre par quelques grains de quinine* ». En avançant l'idée de l'alimentation minérale des plantes, le savant a rendu un grand service à l'agronomie, en donnant un stimulant au développement des recherches dans de nouvelles directions.

L'un des élèves de Liebig, dans le domaine de l'agrochimie, qui avait le plus de talent était Ilienkov. Non seulement il faisait la propagande des idées de son maître en Russie mais aussi il les développait lui-même dans une direction originale. De son côté, Liebig entreprenait des démarches pour une propagation large des idées scientifiques et techniques d'Ilienkov hors de la Russie.

### Ilienkov P.A. (1821-1877)

C'était un chimiste-technologue et un agrochimiste connu en Russie. Il était élève de A.A. Voskresensky. En 1843, il avait terminé ses études à l'université de Saint-Petersbourg et avait été envoyé à l'étranger en mission savante. En 1844, il a travaillé en collaboration avec N. Liaskovsky à l'étude du fromage de Limbourg. A la suite des recherches faites à Gissen, à son retour en Russie, Ilienkov

a soutenu une thèse de maîtrise *Sur la formation chimique des fromages*. Il a été nommé professeur adjoint de la chaire de technologie auprès de l'université de Saint-Petersbourg. A partir de 1850, il a été professeur extraordinaire. En 1850, il s'est intéressé aux recherches agrochimiques. Il a travaillé à la raffinerie de sucre du comte A.A. Bobrinsky. En 1865, à Moscou, a été ouverte l'Académie d'agriculture Pierre le Grand qui a été, plus tard, réorganisée en Académie agricole K.A. Timiriyasiev, où Ilienkov a été nommé professeur de chimie appliqué.

La réforme paysanne qui a changé tout le système économique en Russie venait de se produire, et on pouvait supposer que la demande des connaissances agricoles serait grande. Pour faire connaître dans la société l'intérêt à l'agriculture rationnelle, Ilienkov a fait paraître à l'étranger la traduction de *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie de Liebig* (1864) et a fait à Petersbourg, au musée de l'agriculture qui venait de s'ouvrir, une série de conférences publiques sur l'application de la chimie à l'agriculture. Au sujet des recherches propres de Ilienkov, je voudrais mettre l'accent sur deux travaux : *Sur l'influence de l'humidité du sol sur la végétation et Trituration des os*, écrits dans le cours sur la théorie minérale de l'alimentation des plantes. Le premier a été surtout mentionné par les savants allemands et a été l'objet de quelques travaux semblables. Le deuxième a beaucoup plu à Liebig, comme il écrivait à Ilienkov « *l'idée de décomposer les os à la place de l'acide est vraiment brillante...* ». Liebig lui-même a fait une série d'expériences avec les engrais reçus de Ilienkov et les a fait connaître aux praticiens allemands.

Ni Liebig ni ses élèves russes ne limitaient leur activité seulement à la sphère des recherches théoriques, mais tâchaient toujours de mettre rapidement en pratique leurs acquisitions scientifiques. Ils ont grandement réussi dans cette tâche noble.

### Références

- Archives Historiques d'État de la ville de Moscou, 1845, fonds 418, inventaire 15, unité 294 ; idem., 1858, fonds 418, inventaire 67, unité 161.

- Khodnev A., *Cours de chimie physiologique*, lu à l'université de Kharkov par le professeur adjoint A. Khodnev, *Typographie de l'Université*, Kharkov, 1847.