

Livres



Le fixe et le volatil Chimie et alchimie, de Paracelse à Lavoisier

D. Kahn

234 p., 22 €

CNRS Éditions, 2016

Comme son titre l'indique, ce livre n'est pas une histoire de l'alchimie dans son ensemble. Il se focalise sur la période critique qui vit l'apogée de l'alchimie, mais aussi sa mutation, avec le personnage emblématique de Paracelse (1493-1541) et son déclin, entériné par Lavoisier (1787-1789). La perspective de l'auteur s'exprime dans un jeu sur les mots « fixe/volatil », termes techniques de l'alchimie, qu'il faut entendre ici comme, respectivement, les faits historiques et « *les légendes et préjugés qui ont si longtemps obscurci l'histoire de l'alchimie et de l'ancienne chimie.* »

Dans les deux premiers chapitres, l'auteur retrace brièvement l'histoire de l'alchimie de l'Antiquité au Moyen Âge et s'efforce d'en délimiter le domaine, ce qui ne va pas de soi. L'alchimie peut en effet se réduire à un art de la transmutation visant à transformer les métaux en or. Pour cela, l'alchimiste peut s'appuyer sur une théorie de la matière qu'il va s'efforcer d'approfondir, mais peut aussi se contenter de reproduire mécaniquement des « recettes » piochées dans de prestigieux ouvrages, souvent apocryphes. Roger Bacon (1214-1292) étend le domaine de l'alchimie en y distinguant un aspect théorique, spéculatif, et un aspect pratique, expérimental. En tant que science de la matière, elle traite les sujets délaissés par Aristote : « *De la génération des choses à partir des éléments [...] des pierres communes, des pierres précieuses, [...] de l'or et des autres métaux ; des soufres, des sels et des encres [...]. Quant à l'alchimie pratique, elle consacre les pouvoirs de l'art sur la nature car elle enseigne à fabriquer artificiellement les métaux nobles, les couleurs et d'autres choses de façon bien meilleure et abondante que ne le fait la nature.* »

On voit au Moyen Âge apparaître des difficultés théoriques portant sur la composition des métaux. Selon Aristote, toute matière est constituée des quatre éléments (eau, air, terre et

feu), mais l'alchimie arabe avait développé l'idée que les métaux sont constitués de mercure et de soufre. En effet, les minerais étaient très souvent des sulfures et le mercure possède des propriétés tout à fait singulières, comme de dissoudre d'autres métaux. Les alchimistes se sont efforcés de concilier ces deux théories de façon plus ou moins convaincante, osant parfois rompre avec la théorie aristotélicienne. Au plan pratique, de nombreuses techniques de laboratoire ont été élaborées. Mais « pratique expérimentale » ne signifie pas « méthode expérimentale » : un échec ne peut remettre en cause la théorie ; il traduit simplement l'incapacité de l'expérimentateur. Il ne faut pas oublier l'aspect médical de l'alchimie, dont un des buts explicitement assignés était de « prolonger la vie ».

Puis arriva Paracelse. Médecin de formation, il mena une vie mouvementée, en partie légendaire. Il a laissé des écrits théologiques et sociopolitiques particulièrement subversifs par leur extrême tolérance, impubliables à son époque et dont certains sont encore inédits. D'un point de vue alchimique, il ne s'intéressa nullement à la transmutation des métaux en or. C'est surtout à l'alchimie médicale qu'il se consacra, guidé par sa foi chrétienne (« *Dieu, dans son infinie bonté, n'a pas créé de mal qui n'ait ici-bas un remède* ») et à la croyance en un lien organique entre le microcosme et macrocosme, ce qui l'amène à postuler pour tout être humain l'existence d'un « corps sidéral » à côté de son « corps élémentaire ». Sa théorie de la matière se démarque radicalement de l'aristotélisme : toute matière est constituée de trois principes, soufre, mercure et « sel » principe de cohésion. Les quatre entités d'Aristote ne sont plus considérées comme des éléments constituants mais des « matrices » ou des « germes » de la matière. Paracelse fut aussi « chimiste », et l'auteur, à ce stade de son ouvrage, se voit contraint fréquemment d'utiliser le terme d'« (al)chimie », symptôme de l'entrée dans une nouvelle ère de la pensée scientifique. Par exemple, la théorie des trois principes amène à la notion d'analyse chimique ; les faits expérimentaux sont privilégiés face à « l'autorité » ; de nouveaux remèdes sont préparés ou découverts ; la notion de dose apparaît dans l'administration des médicaments. Durant la deuxième moitié du XVI^e siècle, le « paracelsisme » connut une forte expansion en donnant lieu à une abondante littérature et, selon les

prédictions de Paracelse lui-même, à une « école de charlatans » et une « école de véritables disciples ». Il suscita aussi de violentes oppositions, mais la pensée de Paracelse fut souvent accueillie favorablement par les humanistes, lassés de la sclérose universitaire dans son adhésion inconditionnelle à la médecine hippocratique ou galiénique.

Le XVII^e siècle est qualifié par l'auteur « *d'âge d'or de l'alchimie, essor de la « chimie* ». » On voit se développer un nouveau genre littéraire relatant de multiples expériences de transmutation. Parmi les plus populaires, on peut signaler la « transmutation » du fer en cuivre par dépôt d'une couche de cuivre sur du fer plongé dans une solution cuivrique, ou du cuivre en argent par une réaction analogue d'oxydo-réduction. Les théories de la matière s'y développent tous azimuts, avec des auteurs tels que Sendivogius, Van Helmont, Georges Starkey, peu connus (dans le meilleur des cas) des non-spécialistes, cependant que l'aristotélisme, doctrine officielle du catholicisme, fait de la résistance et pour tout dire, on s'y perd un peu. Surtout, le siècle vit apparaître les premiers cours publics d'(al)chimie. En France, le Jardin Royal des plantes médicinales (maintenant Jardin des Plantes) fut le premier lieu institutionnel d'enseignement de la « chymie » qui, comprise comme méthode d'élaboration de médicaments, se sépara progressivement de l'alchimie. La rupture est officialisée à partir du milieu du XVII^e siècle par des articles de l'*Encyclopédie*. L'alchimie ne disparaît pas pour autant au siècle des Lumières, notamment récupérée par les sociétés secrètes (franc-maçonnerie, Rose-Croix), mais aussi pratiquée par des scientifiques comme Newton.

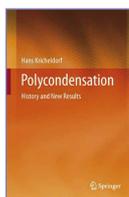
L'œuvre de Lavoisier condamne définitivement les « quatre éléments » : l'air, l'eau ne sont pas des éléments, le phlogistique n'existe pas. Il faut en revanche envisager l'existence d'un plus grand nombre d'éléments, « *non pas que nous puissions assurer que ces corps [...] ne soient eux-mêmes composés [...] mais puisque ces principes ne se séparent jamais, ou plutôt puisque nous n'avons aucun moyen de les séparer [...] nous ne devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fournis la preuve* », selon les termes de Lavoisier, emprunts d'une remarquable prudence scientifique.

L'alchimie va cependant survivre, de façon de plus en plus marginale chez

les scientifiques, mais trouvera asile dans la littérature romantique où le personnage de l'alchimiste incompris fait écho à celui du poète maudit.

Cet ouvrage est un travail érudit qui permet d'appréhender les multiples facettes de l'alchimie, entre savoirs, charlatanisme et mysticisme.

Patrick Chaquin



**Polycondensation
History and new results**

H. Kricheldorf
291 p., 129 \$
eBook : 99 \$
Springer, 2014

Parmi les différentes classes de « step-growth polymerization » (polymérisation par étapes), la polycondensation se différencie de la polyaddition par le fait qu'à chaque étape de condensation, deux molécules se lient de manière covalente pour en produire une seule avec élimination d'une petite molécule.

La première partie de ce livre est consacrée à l'histoire de la polycondensation, qui constitue un élément majeur de l'histoire de la chimie en général, et de celle de la chimie des polymères en particulier, pour au moins trois raisons : les polycondensats d'acides aminés, si essentiels à la vie, ont probablement été les premières formes polymères à apparaître sur Terre ; les polycondensats d'acide lactique ont été les premiers polymères à être synthétisés au laboratoire ; et enfin les polycondensats de phénol et de formaldéhyde ont été les premiers polymères commercialisés sous les noms de Novolac et Bakélite.

Cette partie historique est divisée en cinq chapitres : le premier présente une analyse rare des débuts de la polycondensation jusqu'à l'orée du XX^e siècle ; les trois suivants sont dédiés à chacun des ténors que sont W.H. Carothers, P.J. Flory et W.H. Stockmayer ; le dernier, plus diversifié, est consacré à la découverte et à l'essor des principaux polycondensats commerciaux.

L'auteur nous rappelle ainsi que les premières expériences de polycondensation ont été menées sur l'acide lactique avec, en 1833, la première polymérisation du poly(D,L-lactide) par Gay-Lussac et Pelouze. Si la condensation d'eau et la réversibilité de la réaction ont été très tôt comprises, la nature polymère des

produits obtenus n'a été suspectée qu'à la fin du XIX^e siècle. De même, la compréhension de la nature, linéaire ou cyclique, des oligomères formés a été un processus lent et complexe. La première polymérisation d'un polyamide (en l'occurrence un PA6), l'autre grande classe de polycondensats avec celle des polyesters, n'a été obtenue qu'à la toute fin du XIX^e. Le produit de la réaction de phénols et d'aldéhydes a constitué aussi un troisième domaine d'étude important de ce siècle.

Toutefois, au début du XX^e siècle, avant Baekeland, aucun des polycondensats étudiés n'avait d'application commerciale. En modifiant les conditions de température et de pression lors de la polymérisation, et en mettant au point un appareil pour réaliser cette polymérisation, il assura le développement rapide de son invention, la Bakélite. Parmi les premières utilisations commerciales de cette résine rigide, dure et résistante à de hautes températures, on trouve tout d'abord les isolants électriques, un domaine alors en pleine montée en puissance. D'autres applications furent ensuite trouvées, telles celle, pour remplacer l'ivoire, des boules de billard.

La seconde partie traite les nouveaux concepts et les nouvelles découvertes élaborés depuis une cinquantaine d'années : les avancées théoriques associées à une meilleure prise en compte des effets de la cyclisation et de la non-stœchiométrie ; les nouvelles topologies de polycondensation issues de l'obtention de polymères hyperbranchés de type « a₂ + b_n », de type « ab_n », et de polymères multicycliques ; la polymérisation par ouverture de cycle (ROP), spécifique de par le passage nécessaire par une première étape d'addition entropiquement défavorisée ; certaines formes ou procédés particuliers de polycondensation tels que la polycondensation par auto-assemblage électrostatique et la polycondensation à l'état solide.

Ce livre constitue un assemblage original entre histoire et science. Les courtes biographies des principales figures historiques de la polycondensation nous rappellent que la genèse de toute science

est avant tout une histoire humaine, avec ses gloires et ses drames. La progression du développement des concepts, des principes théoriques et leur application sur des exemples concrets est claire et forme un ensemble cohérent. Son principal revers réside dans l'accumulation d'erreurs de typographie, en particulier dans la première partie, aussi bien dans le texte que dans les équations mathématiques, chimiques et les schémas réactionnels. La lecture en est considérablement gênée et il est bien dommage qu'un tel livre n'ait pas été revu et corrigé comme il le mérite avant sa publication.

Au final, un lecteur déjà bien éclairé dans ce domaine saura passer outre ces désagréments et pourra trouver alors dans les nombreuses explications et références bibliographiques, des éléments utiles pour parfaire son expertise dans sa partie ou aborder une autre des nombreuses thématiques de la polycondensation.

Thierry Briffaud

À signaler



La révolution thérapeutique sous les trente glorieuses
Faits et anecdotes
C. Monneret
160 p., 41,90 €
Éditions universitaires européennes, 2016



Le dernier Alchimiste à Paris, et autres excursions historiques dans le tableau périodique des éléments
L. Ohrström
264 p., 19 €
EDP Sciences/Bulles de sciences, 2016



Médicaments, polémiques et vieilles querelles
T. Lefebvre, C. Raynal
176 p., 17 €
Belin, 2016



La couleur dans tous ses éclats récompensé une 4^e fois !

La Société Française d'Optique a décerné à l'ouvrage de Bernard Valeur, professeur émérite au Conservatoire national des arts et métiers, le prix Arnulf-Françon 2016 pour son ouvrage paru en 2011 dans la collection « Pour la science » chez Belin.

L'ouvrage s'était déjà vu décerner le prix le Goût des Sciences 2011*, le prix Prisme 2012 (décerné par l'Académie de la couleur) et le prix Roberval 2013.

*Voir l'article de G. Schorsch paru dans *L'Act. Chim.*, 2012, 360-361, p. 9.