

La science française /
Exposition universelle et
internationale de San
Francisco ; [préface par
Lucien Poincaré]

Exposition internationale (1915 ; San Francisco, Calif.). La science française / Exposition universelle et internationale de San Francisco ; [préface par Lucien Poincaré]. 1915.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

LA CHIMIE

LAVOISIER est considéré, à juste titre, comme le fondateur de la Chimie moderne. Mais lui-même eut des maîtres éminents, parmi lesquels ROUELLE, et il avait eu en France un précurseur, le médecin Jean REY qui, en 1630, dans un mémoire resté longtemps inconnu avait signalé, avant Boyle et Mayow, la cause de l'augmentation de poids des métaux par la calcination. Le grand mérite de Lavoisier fut de reconnaître clairement la signification et la généralité de ce phénomène, et surtout de comprendre l'importance de la pesée. Avec lui la chimie devient quantitative; une méthode expérimentale impeccable fondée sur la comptabilité des masses permet de fixer la notion d'élément et assure le principe même de l'analyse. Dans sa carrière trop courte il eut le temps de démontrer lui-même toute la portée de sa méthode, et ses mémoires sont de véritables modèles de lucidité élégante et de logique féconde. A la science renouvelée par son génie il fallait un langage nouveau plus expressif et plus clair. GUYTON DE MORVEAU, FOURCROY, BERTHOLLET, et la pléiade des savants de cette époque s'ingénierent à le créer; ils adoptèrent une « nomenclature » raisonnée dont l'usage s'est conservé jusqu'aujourd'hui.

En même temps la recherche chimique, assurée désormais dans sa marche, s'active dans tous les domaines qui lui sont ouverts. C'est en chimie minérale où la diversité des éléments est si grande, que l'analyse va d'abord porter la lumière. Non seulement les éléments des minéraux vulgaires vont être isolés, mais, grâce à la précision croissante des caractères et à l'identification plus certaine des espèces,

on verra surgir des éléments nouveaux. On peut dire que, dans l'une et dans l'autre voie, la contribution des chimistes français, continuateurs de Lavoisier, a été considérable. Après que Davy, en Angleterre, eut isolé le potassium par l'électrolyse, ce furent GAY-LUSSAC et THÉNARD qui indiquèrent véritablement la préparation des métaux alcalins. A l'aide du sodium, SAINTE-CLAIRE-DEVILLE réussit à son tour à donner une préparation pratique de l'aluminium. Et avec le sodium encore, PÉLIGOT prépare l'uranium métallique, après avoir montré que le soi-disant uranium électrolytique est seulement un oxyde. Enfin MOISSAN, par l'électrolyse, isole le plus actif des métalloïdes, le fluor, qu'aucun chimiste avant lui n'avait pu mettre en liberté. La plupart de ces réductions se faisaient par la voie sèche; aussi les chimistes acquirent-ils une grande habileté dans la technique du feu et dans l'exploration des hautes températures. C'est ainsi qu'ils réussirent à affiner le platine (DEVILLE et DEBRAY) et qu'ils apprirent à reconstituer les minéraux des roches (EBELMEN, DEVILLE et CARON, FRÉMY et VERNEUIL, HAUTEFEUILLE, etc.). Et plus récemment, Moissan, après avoir cherché le diamant, qu'il semble bien avoir reproduit, sut tirer du four électrique les métaux réfractaires, les carbures métalliques et toute une série d'espèces.

Parmi les éléments inconnus que l'analyse fit surgir, les premiers et les plus importants furent le brome, découvert par BALARD, et l'iode, que découvrit COURTOIS et dont Gay-Lussac fit une magistrale étude. Ainsi se complétait, d'une manière frappante, la famille des éléments halogènes. Ce fut l'origine de la classification des métalloïdes par DUMAS. Cette classification était destinée à entrer dans un cadre plus vaste, avec la loi périodique de Mendéleieff. Mais il convient de signaler qu'avant Mendéleieff la loi périodique fut reconnue en France par BEGUYER DE CHANCOURTOIS (1). Il enroule une hélice sur un cylindre vertical, y distribue les symboles des éléments à des altitudes propor-

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, avril 1862.

tionnelles aux poids atomiques et reconnaît que les éléments analogues de chaque groupe viennent se placer ensemble périodiquement, sur une même génératrice du cylindre (vis tellurique). Cependant, les progrès de la physique fournissent des procédés d'identification de plus en plus délicats, et grâce au spectroscope (Bunsen), LECOQ DE BOISBAUDRAN va découvrir le gallium, et LAMY le thallium, à la place prévue dans la classification. De même, dans le groupe si complexe et si étroitement uni des terres rares, le spectroscope permettra de discerner les éléments jumeaux. Lecoq de Boisbaudran, DEMARÇAY, URBAIN, ont excellé dans ces recherches. On leur doit la définition du samarium (Lecoq de Boisbaudran), des composants du didyme (Demarçay), du lutécium (Urbain). Enfin, la radioactivité, découverte par BECQUEREL sur l'uranium, révèle à CURIE et à M^{me} CURIE, dans les minerais d'uranium, un élément radioactif inconnu, le radium. La découverte du radium est grosse de conséquences. C'est une science nouvelle qui commence, la science des éléments périssables et de leur filiation.

Les éléments étant trouvés, la tâche des chercheurs est de reconnaître toutes les voies par lesquelles ils entrent en combinaison. Parmi les composés qui prennent naissance, il en est de plus importants que leur activité désigne comme générateurs d'espèces nouvelles. Ce sont ceux-là qui ont particulièrement fixé l'attention de nos chimistes. Tels les acides dont l'étude fut par eux incessamment poursuivie (DUMAS, PÉLIGOT, MILLON, CLÉMENT et DESORMES, BERTHELOT); ou les peroxydes comme l'eau oxygénée (THÉNARD) et l'ozone (HAUTEFEUILLE et CHAPUIS); ou les complexes métalliques instables, composés du platine (DEBRAY, JOLY et leurs élèves), composés de chrome (RECOURA), etc.

Mais, pour la conquête et la systématique des espèces nouvelles, c'est la chimie organique qui fournit un inépuisable domaine; et là va s'affirmer mieux encore la tendance française vers la généralisation et la clarté. Quand on considère l'infinie variété des matériaux organiques naturels et la complexité de leurs mélanges, on comprend que la

première difficulté fut d'en extraire des espèces définies. Les chimistes s'efforcèrent d'abord de les atteindre (principes immédiats). Dans cette voie il faut citer VAUQUELIN et PROUST, qui furent des analystes très habiles, et surtout CHEVREUL, qui sut aborder le problème de la diagnose des matières grasses, et se révéla comme un maître. Après eux la détermination des produits animaux et végétaux occupa des chimistes de grand talent comme BRACONNOT, DESSAIGNES, PELLETIER et CAVENTOU, ROBIQUET, plus tard BERTHELOT, BOUCHARDAT, Armand GAUTIER, MAQUENNE, etc. Les principes immédiats étant isolés, on les soumet ensuite aux réactifs, qui les transforment. Généralement, ils se résolvent en composés plus simples. Les graisses se dédoublent ainsi en glycérine et acides gras. C'est la grande découverte de Chevreul. De même, l'hydrolyse dédouble les glucosides. Elle décompose la gélatine, d'où Braconnot extrait le premier des aminoacides le glycocolle. Un peu plus tard, SCHUTZENBERGER, dans un travail resté célèbre, étudie la dégradation ménagée des matières albuminoïdes, caractérise les aminoacides qui en dérivent et prépare la voie aux recherches modernes sur les polypeptides. Mais ces dégradations ne font que multiplier les espèces, et plus elles se multiplient, plus se fait sentir le besoin de les classer.

Une idée maîtresse guida les premiers essais de classification, l'idée de la *fonction* chimique. La fonction désigne, non pas seulement une propriété, mais un ensemble de propriétés communes à un groupe de substances. Ainsi, de la comparaison de l'esprit de bois avec l'alcool de vin, et de celui-ci avec l'huile de pommes de terre est née la notion d'alcool ou de fonction alcool. Cette notion de la fonction alcool, qui fut nettement précisée par Dumas et Péligot, dans leur travail classique sur l'esprit de bois, se montra singulièrement féconde. En effet, si l'alcool se multiplie par voie d'homologie, chacun de ses dérivés (aldéhyde, acide, carbure, etc.) va se multiplier de même en séries parallèles. Dès lors, c'est tout un domaine de la chimie organique soumis à une coordination régulière, et tout un vaste programme dressé d'avance pour la recherche.



ANT.-L. LAVOISIER. (1743-1794)

MÉDAILLON PAR
DAVID D'ANGERS

Pourtant, il ne suffit pas de préparer des cadres à la multiplicité des espèces. Il faut encore connaître les conditions de leur genèse et les lois de leur filiation. Elles trouvent leur parfaite expression dans la théorie atomique. Or, c'est en France que cette théorie a pris sa forme précise et son premier développement. Chercher des lois, c'est prendre des repères fixes parmi les métamorphoses de la matière, c'est mettre en évidence des invariants. Un premier invariant est la masse ; un autre invariant est le nombre proportionnel de l'élément dans ses combinaisons (Dalton) et si l'on considère en particulier la combinaison à l'état gazeux, la simplicité des rapports de volume (loi de Gay-Lussac) interprétée par l'hypothèse d'Ampère et d'Avogadro donne aux nombres proportionnels une signification physique d'où naît la notion de molécule et d'atome. — Les atomes élémentaires peuvent eux-mêmes former des groupes, sortes d'invariants provisoires qui se conservent d'une molécule à l'autre, et qu'on désigne sous le nom de *radicaux*. Le radical du cyanogène, mis en évidence par Gay-Lussac, en est un exemple. Comment les composés se forment-ils avec les atomes ou les radicaux ? La théorie dualistique de BERZÉLIUS, fondée sur les considérations d'électrochimie, et valable surtout pour la chimie minérale, insistait sur les combinaisons d'addition. Mais Dumas découvre l'acide chloracétique. L'importance de la notion de *substitution* s'impose à son esprit, et il la fait accepter par l'Allemand Liebig. Enfin, Aug. LAURENT et Charles GERHARDT lui donnent toute sa valeur en l'associant à une idée neuve et féconde, celle des *types* chimiques. Grâce à eux, la filiation réelle des espèces apparaît maintenant d'une façon claire. Elle se fait par la substitution des atomes ou des radicaux dans les types. WÜRTZ eut le bonheur de donner à la théorie son développement expérimental et d'en montrer toute la richesse. Parmi les espèces qu'il a créées, les amines sont justement le modèle achevé de la conservation du type chimique. Après lui, la théorie atomique subira encore une simplification, celle qu'y introduit Kekulé en rapportant le type à la valence des atomes. — Mais il reste un

progrès à accomplir pour arriver à l'intelligence claire de tous les assemblages d'atomes. PASTEUR, qui débute dans la science par l'étude cristallographique des tartrates isomères, conçoit la notion de la dyssymétrie moléculaire. Et c'est le Français LE BEL qui, en même temps que Vant' Hoff, donne à cette notion son image représentative (le carbone tétraédrique) et fonde la stéréochimie. — La liste serait longue de tous les travaux importants que la théorie atomique a suscités en France. Dumas et Würtz furent vraiment des chefs d'école et des inspireurs de génie. On ose à peine citer, de peur d'oublier de grands noms, les savants qui ont collaboré à leur œuvre ou qui l'ont continuée (MALAGUTI, REGNAULT, CAHOURS, CHANCEL, et plus tard, FRIEDEL, GRIMAUX, JUNGFLEISCH, Armand GAUTIER, puis HALLER, BÉHAL, BOUVEAULT, BARBIER et GRIGNARD, etc.).

Dans toute cette floraison de découvertes, si les hypothèses ont servi de guides précieux, l'habileté et le tact des expérimentateurs ont joué un grand rôle. A cet égard, nous devons citer et mettre hors de pair un expérimentateur qui fut en même temps un penseur de génie, BERTHELOT. Il fut un des premiers à comprendre toute l'importance de la synthèse en chimie organique. Mais moins soucieux de multiplier les espèces que de donner la preuve philosophique de leur filiation à partir du carbone minéral, il s'attacha surtout à créer de toutes pièces les substances organiques les plus simples et les plus importantes. Il s'est borné presque toujours à des synthèses par addition (alcool, acide formique, benzine, etc.). Le nombre en est forcément limité, mais les moyens mis en œuvre, la lumière qu'ils projettent sur les mécanismes de réaction les plus délicats, sont d'un enseignement très important pour l'avenir de la chimie. Il n'est pas étonnant de trouver parmi les élèves mêmes de Berthelot de nombreux expérimentateurs de talent, et en particulier SABATIER, à qui l'on doit (en collaboration avec SENDERENS) l'étude pratique de l'hydrogénation par catalyse. — Berthelot eut peut-être le tort d'exagérer l'importance d'ailleurs très réelle des

données thermochimiques, mais il eut, d'autre part, le grand mérite de faire l'étude de la réaction chimique pour elle-même et pour son mécanisme. La même préoccupation inspirait en même temps que lui un autre chercheur de génie, SAINTE-CLAIRE-DEVILLE, qui découvrit que les composés de la chimie minérale réputés les plus stables subissent aux températures élevées une décomposition réversible (dissociation). Sainte-Claire-Deville aussi fit école et suggéra de nombreux travaux (Debray, TROOST, Hautefeuille, LEMOINE, etc.). L'étude des équilibres, dont l'importance avait déjà été pressentie par BERTHOLLET, se poursuit plus tard avec le concours de la thermodynamique et devient la base même de la chimie physique. On doit à LE CHATELIER, interprète de la pensée du mathématicien Gibbs, d'y avoir apporté, dès le début, des vues claires et fécondes.

Ainsi, dans tous les domaines de la théorie, nous trouvons en France des novateurs. Dans l'ordre des applications, nous les retrouvons encore. — En chimie minérale, Berthollet crée l'industrie du blanchiment par le chlore, LE BLANC crée l'industrie de la soude, SCHLOESING et ROLLAND, avant Solvay, préparent en grand la soude à l'ammoniaque. MARGUERITE et SOURDEVAL démontrent pratiquement la synthèse même de l'ammoniaque à partir de l'azote atmosphérique par l'intermédiaire des cyanures. Sainte-Claire-Deville crée l'industrie de l'aluminium, Moissan celle du carbure de calcium. Et OSMOND donne aux métallurgistes ce remarquable instrument de progrès, la métallographie. — En chimie organique, l'industrie des acides gras prend naissance avec Chevreul, et celle des matières colorantes avec VERGUIN, ROSENSTIEHL, LAUTH, etc. Enfin, c'est surtout dans la chimie biologique que se manifestent de la façon la plus frappante les influences réciproques de la pratique et de la science. Ainsi l'étude du sol et des engrais pose le grand problème des migrations de l'azote. BOUSSINGAULT, Berthelot, Schloesing et MUNTZ sont les principaux savants qui l'ont éclairci. C'est également le souci des applications qui n'a cessé de diriger le grand Pasteur dans

ses travaux. Parti de la séparation biologique des tartrates isomères, il est conduit d'abord à l'étude des fermentations, puis des maladies des vins et des bières, enfin des virus et des vaccins. Il est inutile d'insister sur les bienfaits que l'humanité doit à ses travaux et à ceux de ses élèves (DUCLAUX, METCHNIKOFF, ROUX, etc.). Mais notons que par un heureux retour, la chimie théorique elle-même y trouve matière à de nouveaux progrès. En effet, la considération des ferments figurés ramène inévitablement à celle des ferments solubles et remet en question le mécanisme des réactions par catalyse et le rôle des infiniment petits chimiques (travaux de G. BERTRAND, BOURQUELOT, etc.).

Et maintenant, l'historien qui voudrait faire le recueil de tous ces travaux, dans quels monuments écrits en trouverait-il la trace ? Très peu de mémoires ont été publiés isolément. Dans une bibliothèque de chimie, on ne trouve guère à l'état isolé que quelques livres d'enseignement. Toutes les recherches sont exposées dans les revues et publications collectives. Encore peut-on s'étonner du peu de place matérielle qu'elles occupent. Ainsi les *Annales de Chimie et de Physique* qui pourtant publient les principaux mémoires dans les deux ordres de sciences, n'éditionnent guère, en moyenne, que deux ou trois modestes volumes par an. C'est que la tradition française a toujours été d'écrire court. C'est que la critique de nos maîtres s'est exercée à ne retenir que les résultats qui comptent et les idées qui éclairent. Leur devise n'est pas : « toujours plus de faits », mais bien : « toujours plus de lumière ! »

André JOB.

BIBLIOGRAPHIE

LAVOISIER (1743-1794). — * *Œuvres*, publiées par le Ministère de l'Instruction publique, 6 vol. in-4°. Impr. Nationale, 1862-1893.

GUYTON DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLLET et FOURCROY, — *Méthode de nomenclature chimique*. Paris, in-8°, 1787.