

Louis Troost (1825-1911)

La chimie inorganique au tournant du XX^e siècle

Josette Fournier

La grande salle de réunion au siège de la Société Chimique de France est ornée d'un grand tableau figurant Henri Sainte-Claire Deville entouré de ses collaborateurs. Parmi eux se trouve Louis Troost, chimiste français réputé dont 2011 marquait le centenaire de la disparition.



Louis Joseph Troost est né à Paris le 17 octobre 1825. Son père, Félix Joseph Troost, était fileur de cachemire à la Porte Saint-Martin. Sa mère était née Lucie Dewaly. Le 12 janvier 1859, il épouse Thérèse Verdot, de quinze ans sa cadette mais qui décèdera avant lui. Elle est la fille d'un ancien professeur du lycée Charlemagne, normalien, directeur d'une institution privée que Troost a fréquentée et qui sert d'internat pour les élèves des classes préparatoires du lycée. Le

couple a eu deux filles : Madeleine et Blanche. Madeleine, née le 15 novembre 1859, épousera Frédéric Parmentier (1852-1904), également normalien, devenu professeur de chimie à la Faculté de Clermont-Ferrand ; elle décède en 1895. Blanche épouse Édouard Péchard, professeur de chimie à la Faculté des sciences de Paris ; elle aussi disparaît avant son père en 1905. Cette famille de chimistes universitaires, très homogène, porte un grand intérêt aux programmes et méthodes d'enseignement. Troost, décédé le 30 septembre 1911, est inhumé au cimetière Montparnasse.

L'itinéraire professionnel

Après des études secondaires au lycée Charlemagne, Troost, bachelier ès lettres (1846) et ès sciences (1847) entre à l'École normale supérieure (ENS) en 1848. En 1850, il est licencié en mathématiques (avril) et en sciences physiques (août). Il se classe second à l'agrégation de sciences physiques en 1851. Il est affecté au lycée d'Angoulême, chargé de l'enseignement de physique et chimie en mathématiques supérieures, où il se heurte immédiatement au proviseur qui veut lui imposer de compléter son service par deux heures de physique en enseignement spécial. Il est aussi chargé des collections d'histoire naturelle. Il s'intègre mal dans la vie locale ; on le trouve « froid » et peu sociable. Finalement, il obtient un congé en septembre 1855 pour achever des recherches de chimie dans le laboratoire de l'ENS.

À la rentrée suivante, il est nommé professeur adjoint suppléant de physique au lycée Bonaparte, par moitié avec un autre enseignant. L'administration lui reproche de donner trop

de temps à ses travaux de thèse. Il est néanmoins renouvelé dans cette affectation jusqu'en 1859, où il devient professeur divisionnaire, et décembre 1860, où il est nommé professeur titulaire. Le 17 juin 1857, devant un jury présidé par Dumas, il soutient sa thèse intitulée « Recherches sur le lithium et ses composés », préparée sous la direction d'Henri Sainte-Claire Deville. En 1865-1866, il doit affronter une contestation des élèves de « spéciales » suscitée, semble-t-il, par des enseignants de cours particuliers extérieurs au lycée.

En 1868, il est nommé maître de conférences de chimie à l'ENS ; il remplace Sainte-Claire Deville pour une conférence hebdomadaire devant les élèves de 1^{ère} année. Au laboratoire de l'ENS, il fréquente Debray, Isambert, Hautefeuille et Ditte. De 1868 à 1870 et en 1872-1873, il remplace Pasteur chaque second semestre à la Faculté des sciences de Paris. En 1874, il est chargé des manipulations de chimie à l'ENS. Le 31 décembre 1874, il est nommé professeur à la chaire de chimie 2 (chimie minérale) de la Faculté des sciences. L'intitulé de sa chaire est modifié en chimie générale en 1881. Nommé professeur honoraire le 10 avril 1900, il cesse ses activités le 1^{er} novembre, cédant sa chaire à Henri Moissan.

Louis Troost a exercé de nombreuses fonctions annexes : il a été vice-président du Comité consultatif des arts et manufactures (1900) ; il a succédé à Sainte-Claire Deville comme administrateur, puis président de la Compagnie parisienne du Gaz et des Eaux ; avec Eugène Péligot, Lamy, l'ingénieur Piarron de Montdésir et Félix LeBlanc, il a fait partie de la commission préfectorale de la Seine sur la production d'oxygène et son emploi pour l'éclairage ; il a été membre du jury des expositions universelles de 1878 et 1889 ; lors de l'exposition de 1900, il est président des comités d'admission, d'installation et du jury des récompenses de la classe 87, vice-président du groupe XIV et membre du jury supérieur ; il a été membre du Comité des travaux historiques et scientifiques ; enfin, jusqu'à sa mort, il est membre du Conseil d'hygiène et de salubrité publique du département de la Seine, où il a remplacé le pharmacien Louis René Le Canu (1800-1871) le 21 février 1871.

Troost était décoré de la Légion d'honneur (chevalier en 1865, officier en 1886, commandeur en 1897) et officier de l'Instruction publique (1864).

Le 7 juillet 1884, il était élu à l'Académie des sciences au fauteuil de Wurtz ; il en fut vice-président (1904) et président (1905).

Avec le chimiste métallurgiste Caron et Louis Grandeau, Troost avait été présenté le 28 décembre 1858 pour devenir membre de la Société chimique de Paris, séance au cours de laquelle furent évincés les premiers fondateurs étrangers de la Société au bénéfice des « jeunes maîtres » de la chimie française.

L'homme et l'enseignant

On le décrit comme un homme de devoir, sympathique et bienveillant, ferme avec ses élèves qui, au lycée Bonaparte, sont très nombreux (130 en 1856-57). Il avait acquis avec le temps une facilité d'expression et même un « *charme remarquable* ». Sa culture scientifique était étendue et solide. Les proviseurs des lycées dans lesquels il a exercé lui ont reproché d'avoir une vie sociale limitée : « *Sa vie se partage entre les soins de sa classe et ses recherches scientifiques.* » On lui reconnaît méthode, clarté et habileté d'exposition, exactitude, distinction, et on loue les succès de ses élèves aux concours. « *Le ton qu'il prend est plutôt celui de la conversation que de la leçon publique.* » La ténacité qu'il apporte dans la gestion de sa carrière, son arrivée rapide à Paris et un début de notoriété scientifique lui suscitent quelque jalousie. « *Quoique spécialement chimiste* », il réussit dans l'enseignement de la physique.

Il est l'auteur d'un *Traité élémentaire de chimie* (1861) et d'un *Précis de chimie*. Il n'introduit la notation atomique que dans la 11^e édition du *Traité* (1895) ; la 15^e édition (1910) paraît sous son nom et celui de son gendre Péchard. Des éditions de ce *Traité* se sont succédées jusqu'après la Seconde Guerre mondiale (1948, 24^e édition refondue par G. Champetier).

Troost parlait et écrivait l'allemand ; avec Louis Grandeau, il a traduit le *Traité pratique d'analyse chimique, par Vöhler* (1865).

Les travaux scientifiques

Ils se rapportent essentiellement à la production et à l'utilisation de hautes températures pour l'étude d'équilibres gazeux en chimie inorganique, et à l'étude d'éléments métalliques rares.

Troost les classe lui-même en cinq champs de recherche : chimie générale, chimie minérale, métallurgie, chimie organique et physique. Pour une meilleure lisibilité, nous donnons les formules actuelles des corps composés.

Dans le premier, on trouve : 1) ses mesures de densités de vapeur pour déterminer l'équivalent du soufre, du phosphore et de l'arsenic, du sélénium et du tellure ; 2) ses recherches sur la méthode de diffusion ; 3) ses travaux sur les densités « anormales » – hydrate de chloral $[\text{CCl}_3\text{CH}(\text{OH})_2]$, acide hypoazotique (N_2O_4), acide acétique (CH_3COOH), soufre ; 4) ses recherches sur les équilibres de dissociation des sous-chlorures de silicium (composés ou mélanges contenant moins de chlore que le chlorure normal SiCl_4), du protochlorure de platine (PtCl_2), de l'ozone (O_3) et de l'oxyde d'argent ; pour ces substances, Troost met en évidence l'existence d'une température à laquelle la dissociation est maximale et au-delà de laquelle il y a recombinaison ; 5) ses recherches sur les transformations allotropiques du cyanogène $[(\text{CN})_2]$, de l'acide cyanique (HOCN) et du phosphore.

Dans le champ de la chimie inorganique, on trouve ses recherches sur : 1) les alliages métalliques d'hydrogène (composés définis d'hydrogène avec les alcalins et le palladium) ;



Le chimiste Henri Sainte-Claire Deville : leçon sur l'aluminium (1890) de Léon Augustin Lhermitte (1844-1925). Louis Troost se tient juste à la gauche de Sainte-Claire Deville, la main posée sur la joue.

2) le phosphore rouge cristallisé et la transformation isomérique de l'acide arsénieux (As_2O_3) ; 3) le silicium ; 4) les spectres du carbone, du bore, du silicium, du titane et du zirconium ; 5) le lithium ; 6) le zirconium ; 7) le niobium et le tantale ; 8) le fer ; 9) le manganèse ; 10) la perméabilité du platine à haute température ; 11) la blende hexagonale qu'il a découverte.

Dans le champ de la métallurgie, Troost a produit des travaux sur : 1) l'enrichissement des fontes et aciers en silicium ; 2) de nouvelles propriétés des fontes siliceuses ; 3) des fontes phosphorées ; 4) des fontes manganésifères ; 5) le rôle du silicium et du manganèse dans la métallurgie du fer grâce à des études calorimétriques de carbures, siliciures, sulfures et phosphures, et borures de fer et manganèse.

En chimie organique, il s'est intéressé aux propriétés du paracyanogène $[(\text{CN})_x]$ et de l'acide cyanique (HOCN), à leurs chaleurs de transformation et de combustion, à l'action de l'ammoniac sur les éthers dérivés des oxychlorures de silicium et aux effets calorifiques qui accompagnent la transformation de l'acide hypoazotique (N_2O_4) en acide azotique (NO) et l'introduction de ces deux corps dans les composés organiques.

En physique, les recherches de Troost portent sur le coefficient de dilatation de la porcelaine entre 1 000 et 1 500 degrés.

La loi de Gay-Lussac établissait que la densité des corps gazeux pris sous le même volume est proportionnelle à leur poids équivalent. Dumas, suivi par tous les chimistes, l'avait utilisée pour déterminer ou vérifier les équivalents estimés par d'autres méthodes, définis pour 4 ou 8 volumes de vapeur (en prenant comme unité le volume occupé par 8 g d'oxygène). Cependant, des anomalies qui ont dû attendre Auguste Cahours pour recevoir une interprétation, l'avaient détourné de la théorie atomique. La mesure de la densité de vapeur de chlorures métalliques (Al, Si, Zr) exige des températures supérieures à celles du soufre ou du mercure en ébullition. Troost franchit cet obstacle en utilisant des ballons de porcelaine munis d'un dispositif ingénieux de fermeture ; il obtint des températures élevées et constantes en opérant dans la vapeur de métaux (Cd à 860 °C, Zn à 1 040 °C) bouillant à

Principales références

Parmi ses nombreuses publications, on peut citer :

- Recherches sur le lithium : *CRAS*, **1856**, XLIII, p. 921.
- Mémoire sur les densités de vapeur à des températures très élevées, avec Sainte-Claire Deville : *CRAS*, **1859**, XLIX, p. 239 et *Ann. Chim. Phys.*, 3^e série, **1860**, LVIII, p. 257.
- Détermination de l'équivalent du lithium : *CRAS*, **1862**, LIV, p. 766.
- Détermination du point d'ébullition des liquides bouillant à haute température, avec Sainte-Claire Deville : *CRAS*, **1864**, LVII, p. 879.
- Reproduction de la blende hexagonale et de la greenockite, avec Sainte-Claire Deville : *Ann. Chim. Phys.*, 4^e série, **1865**, V, p. 118.
- Recherches critiques sur la constitution des composés du niobium, avec Sainte-Claire Deville : *CRAS*, **1865**, LX, p. 1221.
- Recherches sur le zirconium : *CRAS*, **1865**, LXI, p. 109.
- Sur le coefficient de dilatation et la densité de vapeur de l'acide hypoazotique, avec Sainte-Claire Deville : *CRAS*, **1867**, LXIV, p. 238.
- Expériences sur la perméabilité de la fonte pour les gaz de la combustion, avec Sainte-Claire Deville : *CRAS*, **1868**, LXVI, p. 83.
- Recherches sur la paracyanogène, 1^{er} Mémoire, et Loi de la transformation du paracyanogène en cyanogène et de la transformation inverse, 2^e Mémoire, avec Hautefeuille : *CRAS*, **1868**, LXVI, p. 735 et p. 795.
- Chaleur de combinaison du bore avec le chlore et avec l'oxygène, et Chaleur de combinaison du silicium avec le chlore et avec l'oxygène, avec Hautefeuille : *CRAS*, **1870**, LXX, p. 185 et p. 252.
- Recherches sur les transformations allotropiques du phosphore, 1^{er} Mémoire et 2^e Mémoire, avec Hautefeuille : *CRAS*, **1873**, LXXVI, p. 76 et p. 219.
- Sur le palladium hydrogéné, avec Hautefeuille : *Ann. Chim. Phys.*, 5^e série, **1874**, II, p. 279.
- Recherches sur les fontes manganésifères, avec Hautefeuille : *CRAS*, **1875**, LXXX, p. 909.
- Sur la vapeur de l'hydrate de chloral : *CRAS*, **1877**, LXXXV, p. 32 et p. 400.
- Plusieurs mémoires de Troost sont réédités dans les *Classiques de la science*, par H. Le Chatelier : *III Eau oxygénée et ozone*, A. Colin, Paris, **1913** et *VI Fusion du platine et dissociation*, A. Colin, Paris, **1914**.

température fixe dans des vases distillatoires en fer. Il mesure la température en étalonnant ses vases avec de la vapeur d'iode. Reprenant une interprétation de Cahours au sujet des anomalies de densité de vapeur de l'acide acétique, il montre que le soufre est polyatomique jusque vers 860°. Une astuce

expérimentale lui permet de déterminer la densité de vapeur du sélénium et du tellure à 1 400° et de prouver que les halogénures d'ammonium obéissent à la loi de Gay-Lussac, laquelle « s'applique d'une manière tout à fait générale. »

L'existence d'équilibres de dissociation s'opposant à la dissociation complète de certaines substances était un autre obstacle que Troost sut dépasser en critiquant la méthode de diffusion de Playfair et Wanklyn dont il démontre l'insuffisance par des expériences variées effectuées avec Paul Hautefeuille (1836-1902) qui fut son principal collaborateur. Le « *point capital* » pour faire cesser les anomalies, dit-il, est de se placer « *dans des conditions où les vapeurs obéissent à la loi de Mariotte.* »

Pour ses études sur le lithium, Troost réussit à préparer d'assez grandes quantités de lithine pour étudier le métal et ses composés ; il montre l'analogie du lithium avec le manganèse, et détermine son équivalent, confirmé par Stas. Avec Sainte-Claire Deville, il obtient les bromure et iodure d'aluminium, jusqu'à lui inconnus. Il réussit à préparer le zirconium cristallisé et établit la formule de la zircone (ZrO_2), dont la bijouterie fait aujourd'hui grand usage comme substitut du diamant. Il révisé les formules des chlorures et oxychlorures du niobium et du tantale ($NbCl_5$, $NbOCl_3$ et $TaCl_5$).

À cause de ses études métallurgiques, communes avec Hautefeuille, Troost est considéré par Le Chatelier comme l'un des « *véritables initiateurs de la métallurgie scientifique.* »

Avec Paul Hautefeuille, dont les travaux sont inséparables des siens, Louis Troost illustre l'école d'Henri Sainte-Claire Deville, dont il a été le fidèle continuateur.

Sources

AN LH 2633/28 ; AN AJ16/1552 ; AN F17/21812 ; AN F17/3229 ; AJ16/235/2 ; Archives départementales de la Seine ; annuaire ENS, 1912 ; Archives de l'Académie des sciences.



Josette Fournier*

est professeur hors cadre des universités.

* 21 parc Germalain, F-49080 Bouchemaine.
Courriel : Josette.Fournier3@wanadoo.fr



Je suis membre de
la Société Chimique de France,
et vous ?

Rejoignez le réseau des chimistes : votre association !
www.societechimiquedefrance.fr



Société Chimique de France