Lecomte, président de l'Institut, et par une soirée de gala que leur offrit, au Palais de l'Elysée, M. Doumergue, président de la République. Le programme de la fête comportait d'abord un dialogue philosophique inédit de M. Paul Claudel: «Sous les remparts d'Athènes», mis en scène par M. Louis Jouvet, interprété par M^lle^ Ventura, M. Bacqué et M. Jean Marchal, de la Comédie Française et M. Oetly, de l'Odéon; puis des déclamations faites par M^lle^ Mary Marquet de «Le Masque» d'Henry Bataille; de «Mort à cheval au galop», d'Edmond Rostand; de «Prière devant le soleil», de la comtesse de Noailles; puis des esquisses chorégraphiques exécutées par M^lle^ Carina Ari avec le concours du corps de ballet de l'Opéra; enfin une musique enchanteresse sous la direction de M. Inghelbrecht.

* * *

Marcelin Berthelot était une apparition phénoménale dans le monde terrestre, ce fut un génie! Pour rendre un dernier hommage à Marcelin Berthelot dans l'idée de synthèse qu'il chérissait tant, demandons-nous, si la géniale personnalité de Berthelot ne doit pas nous apparaître dans la création d'une humanité perfectionnée dont l'évolution se fera nécessairement par un progrès synthétique, comme une phase à l'instar de ces phases par lesquelles doit passer pendant sa formation synthétique une substance chimique de composition très complexe?

M. Berthelot et la chimie organique.

Par **Pierre Medinger.**

La science de la chimie organique compte sans aucun doute parmi celles dont le nom évoque une admiration profonde et universelle à cause des services extraordinaires qu'elles ont rendus à l'humanité. Et dans la chimie organique ces résultats éclatants sont dus presque uniquement à la synthèse créée par Marcelin Berthelot, dont le monde entier a fêté cette année le centenaire de la naissance.

Comme les jubilés sont des haltes de repos dans la vie journalière, nous allons parcourir rapidement le passé de cette jeune science. Au moyen âge, et au commencement des temps modernes encore, la chimie était, d'après Diels, «essentiellement la science de la fonderie». Elle s'attaquait exclusivement aux corps de la nature morte, du règne minéral. Et tandis que, dans d'autres sciences, comme p. ex. les mathématiques, la physique, on suivait une échelle toujours ascendante de nouvelles vérités, la chimie semblait tomber

d'une erreur dans l'autre, jusqu'à ce que enfin Lavoisier et Dalton lui créèrent une base solide. Et dès lors seulement, les chimistes commençaient à s'intéresser aux corps organiques. On commençait par étudier les individus et les parties des plantes pour arriver enfin à l'étude des substances qui composent les êtres organisés. Peu à peu alors on changeait «substances organisées» en «substances organiques» et on parlait d'une chimie organique qui, du temps de Berthelot, fut définie «chimie des composés du carbone». On isolait les corps organiques, on en déterminait les propriétés et la composition, on les décomposait et on étudiait les produits de leur décomposition. C'est-à-dire que la chimie organique de cette époque était purement analytique; on n'osait pas s'attaquer à la reproduction des corps organiques. On voyait dans la «force vitale» une barrière infranchissable entre l'ancienne chimie et la chimie organique.

Ainsi, en 1796 F. A. C. Gren, dans ses «Eléments de Chimie» disait: «Nous pouvons bien transformer les corps organiques, mais nous ne pouvons pas les reproduire à partir de leurs éléments, cela n'est possible qu'aux organismes vivants.» —— «Les corps organiques se distinguent des mélanges chimiques par le fait, qu'il est impossible de les reproduire par des forces chimiques en dehors de l'organisme vivant. Aucun chimiste ne reproduira jamais ce qui se forme dans le corps des organismes.»

Et en 1827 Berzélius écrivait dans son traité de chimie: «Nous ne pouvons jamais espérer de produire artificiellement des corps organiques et d'en confirmer l'analyse par la synthèse, comme nous pouvons le faire dans la chimie minérale.»

Et en 1865 encore, dans ses lettres de chimie, Liebig écrit: «Nous pouvons décomposer les molécules organiques complexes en corps plus simples, et transformer le bois et l'amidon en sucre, et le sucre en acide oxalique, acide lactique, acide acétique, en aldéhyde, en alcool et en acide formique, mais nous ne pouvons reproduire aucune de ces substances à partir des éléments.»

Ce passage est particulièrement intéressant, parce qu'il montre bien qu'à cette époque encore, où Berthelot avait déjà publié son ouvrage célèbre, «Chimie organique fondée sur la synthèse», le grand chimiste allemand avait toujours la frousse de la force vitale et ne croyait pas à la synthèse organique. Et il montre clairement qu'après la synthèse de l'urée en 1828 par Wöhler, celle de l'acide formique par Pelouze en 1832, celle de l'acide acétique par Kolbe-Melsens en 1845, on n'avait guère confiance dans la synthèse organique et on continuait à croire à la mystérieuse force vitale. En effet, on prétendait, que tous ces corps n'étaient que des produits de décomposition des corps organiques.

Berthelot a été le premier à entreprendre résolument la tâche de bannir la vie de la chimie organique, et par ses travaux méthodiques il a donné à la chimie organique jusqu'alors purement analytique une nouvelle base: la synthèse organique. Il ne considéra l'analyse en chimie organique que comme point de départ de l'étude des substances organiques, point de départ pour la synthèse dont il appréciait comme aucun autre avant lui l'importance théorique et pratique. Et nous savons aujourd'hui combien sa manière de voir était justifiée, car tous les brillants succès qui font aujourd'hui la gloire de la chimie organique, ont été obtenus par la synthèse, c.-à-d. par la construction de la molécule d'un corps organique, en partant des éléments qui la composent.

Fidèle à une vieille tradition dans l'histoire de la chimie, de soumettre les corps à étudier à l'action du feu, Berthelot commença ses expériences par la méthode pyrognostique.

C'est ainsi qu'en faisant passer des vapeurs d'alcool par un tube chauffé au rouge il obtint en 1851 le benzène et du phénol. L'acide acétique soumis au même traitement lui donna du benzène et de la naphtaline.

Les remarques dont commentait Berthelot la publication de ces expériences, sont caractéristiques pour sa manière de voir, et montrent déjà le but élevé qu'il cherchait à atteindre. «Après cette transformation de l'acide acétique en benzène et naphtaline», écrit-il, «la synthèse intégrale de ces deux corps est réalisée. Car on peut combiner directement le carbone au soufre pour obtenir du sulfure de carbone. Kolbe, par l'action combinée du chlore et de l'eau, a transformé celui-ci en acide trichloracétique, dont Melsens a obtenu l'acide acétique par réduction au moyen d'hydrogène naissant.»

Il y a encore à remarquer que cette publication de Berthelot a été la première dans laquelle le mot synthèse a été employé pour la reproduction d'un corps organique.

Une longue étude sur l'essence de térébenthine, remarquablement riche en faits nouveaux et intéressants, conduit à la découverte du camphre artificiel, et la fabrication actuelle de ce produit est basée sur un travail de jeunesse de Marcelin Berthelot!

Puis ce fut le tour de la glycérine, dont Berthelot établit la nature d'alcool triatomique. Nous devons à cette étude toute une série de nouveaux dérivés intéressants de la glycérine: les trois chlorhydrines, l'épichlorhydrine etc. Enfin ces recherches furent couronnées par la synthèse des graisses et celle de l'allylsénévol, essence de moutarde.

Entretemps Berthelot, qui avait constamment plusieurs travaux sur le métier, étudiait les sucres et prouva que le sucre de l'érable à sucre, ainsi que celui de la caroube sont identiques avec celui de

la canne à sucre. Du tréhala (coques produites par la piqure d'un coléoptère (Larinus nidificans) sur une composée du genre Echinops), il isola un nouveau sucre, la tréhalose, qu'on a retrouvé aussi dans le Secale cornutum et dans certains champignons.

De la manne de Briançon (fournie par le mélèze) il isola la mélitozitose, et de la manne australienne la mélitose, deux nouveaux sucres.

Vers la même époque Berthelot identifia le bornéol, la cholestérine et la méconine comme alcools. En général on peut dire qu'il n'y a presque pas d'alcool, du plus simple jusqu'au plus compliqué, auquel ne se rattache une découverte de Berthelot. Un de ses chefs-d'œuvres sous ce rapport, c'est sa synthèse de l'alcool éthylique.

Faraday avait déjà observé que l'acide sulfurique absorbait l'éthylène et le transformait en un acide. Hennell identifiait cet acide comme acide sulfoéthylique, et exprima la pensée, qu'il devait être facile de transformer cet acide en alcool éthylique. Mais Liebig mit en doute ces travaux de Faraday et Hennell, et l'autorité du chimiste allemand suffisait pour les faire disparaître pendant un quart de siècle des traités de chimie. Enfin en 1855 Berthelot confirma d'une manière décisive les résultats et prévisions de Faraday et Hennell, et en perfectionna le procédé. Ce procédé est employé aujourd'hui sur une échelle industrielle, en partant de l'acétylène, dont, comme nous le verrons tantôt, Berthelot a réalisé la synthèse.

Berthelot saisit de suite l'importance de cette réaction pour la synthèse des alcools en général, et en l'appliquant au propylène, il obtint l'acool propylique. Plus tard il élabora une nouvelle méthode générale de synthèse des alcools: par halogénisation des oléfines et décomposition des produits ainsi obtenus soit par l'action de l'eau, soit par éthérification.

C'est encore cette transformation de l'éthylène en alcool, qui a conduit Berthelot à une de ses plus retentissantes découvertes dans le domaine de la synthèse organique. Partant de l'idée, qu'entre l'oxyde de carbone et l'acide formique il devait y avoir la même relation qu'entre l'éthylène et l'alcool éthylique, il chercha à combiner l'oxyde de carbone à l'eau, afin d'obtenir par combinaison simple des deux molécules, de l'acide formique:

$$CO + H_2O = HCOOH$$

Et en 1856 il réussit effectivement à transformer l'oxyde de carbone en formiate de potasse, en chauffant l'oxyde de carbone pendant 70 heures en présence de potasse caustique légèrement humectée. Comme toujours, Berthelot n'a pas développé cette réaction comme procédé industriel, cela a été fait dans la suite par d'autres, et depuis 1894 elle forme la base d'une fabrication in-

dustrielle de l'acide formique. Et c'est encore Berthelot qui a trouvé la méthode la plus commode de préparation de l'acide formique par chauffage de l'acide oxalique en présence de glycérine. Cette méthode est en usage dans les laboratoires depuis 70 ans.

De l'étude de l'acide formique résultèrent de nouveaux faits intéressants dans le domaine de la synthèse. En calcinant le formiate de baryum à l'abri de l'air, Berthelot obtint du méthane, de l'éthylène et du propylène. A la même opération les acétates fournissent du méthane, du propylène, du butylène et de l'amylène. Enfin Berthelot prépara le méthane par l'action d'un mélange de sulfure de carbone et d'hydrogène sulfuré sur le cuivre chauffé au rouge, et en 1857 il transforma le méthane en alcool méthylique et réalisa ainsi la synthèse de l'alcool le plus simple, qui n'était pas réalisable par les méthodes générales décrites tantôt.

Ainsi par la synthèse des principaux hydrocarbures à chaîne ouverte et à chaîne fermée, le point de départ de la synthèse des composés organiques était assuré. Il ne restait plus qu'à passer des carbures d'hydrogène aux composés oxygénés correspondants, ce que Berthelot a fait en transformant les carbures d'hydrogène en alcools. Et avec cela la synthèse d'innombrables composés, qui se préparent à partir des alcools, était également obtenue.

Après ces beaux résultats, Berthelot, dans sa «Chimie organique basée sur la synthèse» a donné une image d'ensemble de la chimie organique toute nouvelle de conception, dans laquelle il se séparait de ceux qui, tant sur le terrain de l'enseignement que sur celui de la recherche, réduisaient la chimie à un véritable catalogue descriptif des modes de préparation et d'analyse des corps.

A la fin de cet ouvrage classique se trouve la phrase si souvent citée: «La chimie crée son objet. Cette faculté créatrice, semblable à celle de l'art lui-même, la distingue essentiellement des sciences naturelles et historiques. Les dernières ont un objet donné d'avance et indépendant de la volonté et de l'action du savant.»

Un des plus beaux chapitres de l'activité créatrice de Berthelot est son étude sur l'acétylène, qui d'ailleurs lui doit son nom. Il l'avait préparé déjà en faisant passer de l'alcool ou de l'éther à travers un tube chauffé au rouge vif. Mais cette méthode, comme plusieurs autres qu'il trouvait dans la suite, ne le contentaient pas, n'étant pas assez synthétiques. Son ambition était de préparer l'acétylène par combinaison directe des éléments qui constituent sa molécule. Après de nombreux essais, qui font preuve d'une rare ténacité, il y parvint enfin dans son célèbre œuf électrique, en produisant l'arc électrique dans une atmosphère d'hydrogène.

Par réduction il transforma ensuite l'acétylène en éthylène et éthane, et par oxydation en acide acétique et oxalique. Enfin, en

1864 il réussit à obtenir le benzène par polymérisation de l'acétylène. Par cette célèbre synthèse du benzène, Berthelot a été le premier à démontrer la possibilité de passer par une réaction simple des composés à chaîne ouverte aux composés cycliques. A la suite de ces travaux il trouva une nouvelle synthèse de la naphtaline et de l'anthracène.

Après ces travaux mémorables Berthelot a pris cette synthèse de l'acétylène comme point de départ de tout son système de la synthèse organique.

Il nous reste pour terminer cet exposé succinct des principaux travaux du grand maître dans le domaine de la synthèse, à citer sa méthode universelle d'hydrogénisation au moyen de l'acide iodhydrique, qui a été le premier pas vers l'hydrogénisation industrielle des substances organiques et la liquéfaciton de la houille par le procédé Bergius.

* * *

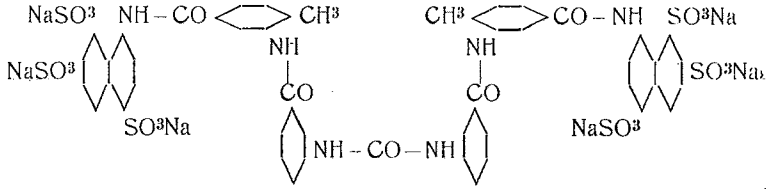
Si de l'édifice à la construction duquel nous venons d'assister, nous abattons l'échafaudage, de façon à en faire apercevoir l'ensemble, nous restons émus devant cet amas gigantesque de faits nouveaux, de méthodes nouvelles, de dates expérimentales et de valeurs scientifiques établies avec une rare précision, et qui ont servi comme point de départ à tant de beaux travaux réalisés par des savants de tous les pays. «La gloire des premiers explorateurs est d'être dépassés et de donner à leurs successeurs les moyens par lesquels ceux-ci les dépasseront.»

Qu'importe donc que Berthelot ait puisé, dans une expérience précaire de Faraday, l'idée de la synthèse de l'alcool? Que des études de Chevreul sur l'hydrolyse des graisses et de l'éthérification de la glycérine par l'acide butyrique, il ait extrait les éléments de la réaction de la synthèse de presque toutes les matières grasses naturelles? Que dans la géniale transformation de l'acide cyanhydrique en urée et du sulfure de carbone en acide trichlorocétique, premiers pas faits dans l'obscur inconnu par Wöhler et Kolbe, il ait vu le premier indice pour franchir la barrière séparant le monde minéral du monde organique, et pour tracer dans ce domaine inconnu la route principale d'un bout à l'autre?

Plus que de ses propres, et cependant si nombreuses contributions immédiates, les chimistes de la génération actuelle sont redevables à Berthelot de l'institution d'un nouvel état d'esprit, qui a été leur guide dans tant de conquêtes ultérieures de la science chimique. Et ainsi le nom de Berthelot résonnera à jamais dans tous les laboratoires de chimie organique.

Son œuvre principale, la synthèse organique consitue, en effet, aujourd'hui la tâche primordiale de tout laboratoire de recherches. On peut comparer aujourd'hui un laboratoire organique à un atelier de constructions mécaniques où l'on forge des chaînes d'atomes, et où l'on bâtit des édifices moléculaires, dans lesquels, après une série de transformations simples, chaque atome vient occuper la place que la théorie lui a assignée d'avance.

Je ne saurais mieux illustrer les progrès réalisés dans ce nouveau domaine créé par Berthelot, qu'en citant la célèbre synthèse du fameux 309 d'Ernest Fourneau ou du 205 Bayer (Germanine). Continuant les travaux des deux savants français Nicolle et Mesnil sur le traitement des trypanosomiases par les couleurs de benzidine, les chimistes de la maison Bayer avaient fini par trouver une substance appelée 205, qui était douée d'un pouvoir trypanocide tout-à-fait exceptionnel, et d'une efficacité inconnue jusqu'alors dans le traitement de la maladie du sommeil et d'autres maladies causées par des trypanosomes. Ce nouveau remède ne fut pas breveté et sa composition fut tenue secrète. C'est le chimiste français Fourneau, qui à la suite d'un travail magnifique, qui constitue un véritable chef-d'œuvre dans les annales de la chimie, en a pu réaliser la synthèse et établir la formule que voici:



On voit que c'est une formule gigantesque, d'un poids moléculaire de 1428 et composée de 126 atomes dont chacun a eu sa place assignée d'avance. D'après cette formule ce corps est l'urée du métaaminobenzoylparaméthylmétaaminobenzoylaminonaphtalènetrisulfonate de sodium.

Quel chemin de la synthèse de l'acétylène de Berthelot: C_2H_2 à celle du 309: $C_{51}H_{34}O_{23}N_6S_6Na_6$ de Fourneau! A quand la synthèse de l'albumine $C_{726}H_{1171}O_{214}N_{191}S_3$ (albumine des globules rouges du sang de chien)?

C'est ainsi que depuis Berthelot on a synthétisé plus de 200 000 corps chimiques nouveaux, dans les domaines des matières colorantes, des produits pharmaceutiques, des parfums, des résines etc.

«Vous êtes ruinée, pourpre de Tyr!» ,disait Herriot dans un brillant discours lors des fêtes du centenaire de Berthelot à Paris, «Dignitaires, sachez que votre prestige ne se colore plus que d'indigo bromé; — garance d'Avignon ou de Chypre, ce n'est plus.

à vous, à vos racines broyées sous la meule que l'on demandera les rouges éclatants; adieu résines, adieu baumes, huiles subtiles extraites des fleurs, aromates naturels dont les vapeurs annonçaient la présence des dieux! — Le camphre qu'il fallait aller chercher au Japon ou à Sumatra, que l'on sublimait par des techniques d'une poésie si charmante, qui nous valut le vieux laque et peut-être aussi le feu grégeois, voici que ce destructeur de mythes en fait, comme il dit, la synthèse avec un carbure!»

Des nouveaux corps synthétisés journellement, la plupart ne se trouvent pas dans la nature. Déjà en 1864, en envisageant la grandeur du domaine de la synthèse organique, Berthelot écrivait: «Le domaine où la synthèse exerce sa puissance créatrice, est en quelque sorte plus grand que celui de la nature actuellement réalisé.» Et sous un certain point de vue, comme nous venons de voir, il a eu raison.

* * *

Cependant, dans tout rapport sur les progrès des sciences, et même de la chimie organique, il est toujours indiqué de terminer en toute modestie!

Par des méthodes plutôt brutales nous pouvons produire une infinité de corps organiques, de composés du carbone, mais nous ne savons presque rien sur les phénomènes chimiques qui se déroulent dans les plantes, les synthèses qui s'y réalisent tranquillement et régulièrement à partir des éléments inorganiques. Au moyen d'acide carbonique, de l'eau, de l'air et quelques autres éléments, la plante produit avec l'unique énergie solaire toutes les matières nutritives indispensables à l'homme et aux animaux, les parfums, les médicaments les plus compliqués et les plus variés. Nous ne connaissons toujours pas les méthodes du plus grand chimiste: la Nature, pour passer des molécules simples aux molécules complexes, dont l'étude exerce depuis plus d'un siècle la sagacité de nos savants. Et nous ne savons absolument rien sur les méthodes employées par ce grand chimiste, pour transformer ces édifices complexes en plantes qui croissent, en animaux qui marchent et en hommes qui pensent.

Et malgré les prophéties de Berthelot, notre existence dépend encore, et dépendra toujours de ce que la nature produit d'une manière si régulière et rationnelle dans le laboratoire de la plante. Ce n'est que dans ce laboratoire, dont l'accès nous est encore fermé, que se fait la transformation des pierres et de l'air en pain et en vin.

Malgré l'œuvre gigantesque de Berthelot, il restera donc toujours un des premiers devoirs de la science, et de la chimie en

particulier, d'intensifier et de perfectionner par tous les moyens possibles la culture des plantes alimentaires, et mêmes des plantes industrielles. Car, dans bien des cas, l'expérience des dernières années a démontré, que malgré tous les progrès de la synthèse, la nature reste le producteur le plus rationnel. C'est ainsi que la fameuse synthèse du caoutchouc a fait faillite à cause de la culture plus étendue et plus perfectionnée du caoutchouc naturel. Et ce n'est pas une chimère du vieil inventeur Edison, de s'occuper actuellement de sa manière tenace connue du problème de la fabrication du caoutchouc, non pas par synthèse, mais au moyen de plantes d'autres espèces. Berthelot a opéré la première synthèse d'une graisse, mais toutes les tentatives d'une production industrielle de graisse par synthèse ont échoué devant la concurrence des produits naturels. Il en est de même pour les sucres et beaucoup d'autres corps.

«Imiter la cellule végétale», a dit Willstaetter, «c'est le but le plus élevé et le plus tentant de la chimie organique.» Mais combien dans ses synthèses industrielles la chimie organique s'est-elle éloignée de ce but idéal, de l'étude des conditions chimiques de la vie! Cette tâche est passée à la chimie physiologique et à la chimie biologique. Et il y a peu de domaines de la vie scientifique dans lesquels la disproportion entre le vouloir et le pouvoir humain se manifeste d'une manière plus cruelle que dans la chimie biologique. Nous étudions les corps végétaux et animaux, nous en trouvons la constitution, nous les reproduisons par des méthodes différentes de celle des organismes, mais il ne nous a pas été donné de pénétrer dans les secrets de la vie végétale. Nos connaissances de cette œuvre de la nature se caractérisent le mieux par ce dicton de Lichtenberg: «En quoi consistent les œuvres de Newton? — Réponse: En papier et encre d'imprimerie.»

Nous sommes comme des enfants jouant sur la plage en cherchant des cailloux et des coquilles toujours plus beaux que ceux déjà trouvés, et devant nous s'étend à perte de vue le grand problème irrésolu de la mer immense.

On a bien banni la vie de la chimie organique, et elle est devenue une chimie de substances mortes. Car c'est un phénomène curieux qui se reproduit constamment: Dès qu'un phénomène biologique est, par des nouvelles méthodes, devenu accessible à l'analyse exacte, il perd son caractère biologique. Dès que le chimiste eut trouvé le principe de la constitution de l'albumine, l'albumine «vivante» quitte la faculté biologique pour passer dans la chimie organique. Depuis que les rayons x nous ont appris que les fibres biologiques avaient une structure cristalline, elles sont devenues une partie «inanimée» des corps vivants.

Ce sont là des étapes du progrès dues à de nouvelles méthodes, à de nouvelles armes que les différentes branches de la science se fournissent réciproquement. La lumière du jour nous a appris à connaître, par son spectre, la composition, et par la polarisation, la constitution moléculaire des corps. La lumière x nous a révélé la disposition des atomes dans les molécules et dans les cristaux, et des rayons plus forts encore, les rayons alpha, nous ont permis de battre une brèche dans la citadelle considérée comme inexpugnable de l'atome!

Quelle nouvelle lumière, quelle nouvelle énergie nous éclairera le domaine des phénomènes vitaux? Mais quelle qu'elle soit, elle ne sera toujours qu'un outil de l'énergie la plus précieuse et la plus rare, celle qui se manifeste dans le cerveau du savant, du chercheur, d'un Marcelin Berthelot.

M. Berthelot et la thermochimie.

Par **Gustave Faber.**

Tout comme le chapitre de la synthèse organique, celui de la thermochimie [1]) porte en sous-titre le nom de Marcelin Berthelot. Berthelot n'est pas le fondateur de la thermochimie. Avant lui Lavoisier et Laplace, Favre et Silbermann, Regnault, Hess, J. Thomsen avaient appliqué la calorimétrie à l'étude des phénomènes chimiques. Hess et Thomsen avaient déjà énoncé des principes de thermochimie qui ont été généralisés et précisés dans la suite par Berthelot. Mais, s'il faut se hasarder à assigner des rangs, la première place parmi les thermochimistes revient, sans contredit, à Berthelot, la seconde à J. Thomsen.

L'importance de l'œuvre accomplie par Berthelot dans le domaine de la thermochimie a été mise en lumière dans l'adresse lue au nom de la Société Chimique Allemande, en 1901, à l'occasion du cinquantenaire scientifique de Berthelot:

---

[1]) La thermochimie est cette partie de la chimie qui s'occupe des variations d'énergie dont sont accompagnés les phénomènes chimiques. Elle donne à ces variations une expression calorimétrique. Nous emploierons, comme unité, la petite calorie, c'est-à-dire la quantité de chaleur qu'il faut fournir à 1 gr d'eau pour l'amener de 0° à 1°.

Les données thermochimiques sont rapportées à des quantités qui représentent l'atome-gramme ou la molécule-gramme, c'est-à-dire le poids atomique resp. le poids moléculaire exprimé en grammes.