

l'unité de distance, etc. Les autres grandeurs électriques étant toutes rattachées par des lois connues, soit à la quantité électrique, soit à la quantité de courant, on conçoit qu'elles puissent être toutes exprimées en unités C. G. S. ¹.

Ce système de mesures est donc la consécration du principe de l'identité essentielle de la force, de la chaleur, de l'électricité.

On aurait pu prendre pour unité de lumière, pour unité de son, la longueur d'une onde lumineuse ou sonore déterminée. Mais, dans la pratique ordinaire, la lumière et le son sont considérés plutôt en tant que sensations qu'en tant que mouvements vibratoires.

Quant aux actions chimiques, Faraday et Becquerel ont montré qu'une même quantité de courant électrolysait les différentes combinaisons, en séparant de chaque corps un poids égal à son équivalent chimique.

En cherchant la relation qui rattache les unités électro-statiques, aux unités électro-magnétiques, on a trouvé qu'une unité électro-magnétique était égale au produit d'une unité

1. Dans la pratique, les unités C. G. S. trop petites donneraient pour la plupart des cas des nombres trop grands et peu maniables. Le congrès de 1881 en a choisi d'autres dont le rapport exact avec les unités C. G. S. a été déterminé et qui sont l'ohm, le volt, l'ampère, le coulomb, le farad, en souvenir des grands hommes qui ont trouvé les lois électriques.

électro-statique par un nombre exactement égal à la vitesse de la lumière, telle que l'ont déterminée Fizeau, Foucault et M. Cornu. On crut d'abord à un hasard, mais Clerk Maxwell produisit une théorie fort ingénieuse d'après laquelle il a montré que les perturbations électro-magnétiques se propageaient dans tous les corps avec une vitesse égale à celle de la lumière, d'où il résulte à la fois la confirmation de l'existence de l'éther et de l'identité mécanique des phénomènes électriques et lumineux à titre de propriétés de cet éther. (Voir un résumé de cette théorie dans l'ouvrage de MM. Mascart et Joubert.)

Chimie.

La chimie est née de l'alchimie à partir du moment où Lavoisier s'avisait d'opérer la balance à la main et qu'en vertu du principe de la conservation de la matière, il retrouva dans le composé la somme exacte des poids des composants ¹. Son *Traité de chimie* date justement de

1. Chose curieuse et peu connue, par l'application du même principe Voltaire faillit découvrir l'oxygène; dans ses expériences d'amateur, il avait remarqué qu'un corps chauffé à l'air augmente de poids, et il en avait fort justement conclu qu'une partie de l'air devait se combiner au corps. Il soumit timidement cette conjecture à un chimiste du temps, à un Rouelle quelconque, qui le prit de très haut et renvoya tout penaud le pauvre philosophe à ses moutons.

1789; il y a donc juste cent ans que la chimie a été élevée au rang des sciences régies *numero et pondere*. Elle a réalisé aussi dans ce siècle d'incroyables progrès dont on trouvera plus bas l'énumération nécessairement très incomplète.

Au point de vue théorique, il ne semble pas cependant qu'elle soit encore rattachée à la mécanique générale comme elle devrait l'être. Et cependant les phénomènes dont elle s'occupe apparaissent de plus en plus comme reliés par des lois exactes à la chaleur et à l'électricité.

Dès le commencement du siècle, Proust et Richter découvrirent la loi des proportions simples bientôt complétée par la loi des proportions multiples de Dalton. Il fut démontré que, dans toutes les combinaisons où un corps peut entrer, il y figure en proportion déterminée; que le poids de l'oxygène allié au carbone, par exemple, est le *même* que celui de l'oxygène allié à l'hydrogène; bref, qu'il existe pour chaque substance un certain nombre appelé *équivalent*, et que les différentes substances ne peuvent s'allier entre elles qu'en proportions exactement égales à ces équivalents, ou au produit de ces équivalents par les nombres 1, $\frac{3}{2}$, 2, $\frac{5}{2}$, 3, 4, 5 et 7.

Cette simplicité des rapports numériques se retrouve dans les volumes des gaz combinés.

On reconnut également que le produit de

l'équivalent d'un corps par sa chaleur spécifique est une quantité constante. Un courant sépare les éléments d'un électrolyte en proportion exacte avec leurs équivalents.

Enfin, dans ces dernières années, M. Berthelot a posé et démontré un principe général très important, savoir que, quand plusieurs corps sont en présence, il se forme le composé qui correspond à la plus grande quantité de chaleur développée.

Bref, on sent à chaque pas les liens étroits qui relient les phénomènes chimiques aux phénomènes calorifiques, électriques, et cependant, je le répète, la chimie a quelque peine à rentrer dans la théorie mécanique du monde, sommairement exposée plus haut.

La cause de cette difficulté me paraît reposer sur deux concepts auxquels les chimistes ne semblent pas vouloir renoncer, savoir le concept de la diversité des substances dites *simples*, et le concept d'un atome différent pour chacune de ces substances.

Il est philosophiquement contradictoire d'admettre que deux substances différentes puissent se combiner. Comment pourrait-il y avoir contact intime entre objets hétérogènes? En mathématiques même, une équation ne peut renfermer que des termes homogènes.

Un atome est, par définition, en mécanique, un point *matériel* soustrait par destination à toute différence de forme, de mouvement interne; on a vu plus haut que les points matériels ont tous la même masse. Un atome plus gros, plus dur, plus compressible qu'un autre, c'est une contradiction logique.

Il en est autrement de la molécule; elle peut renfermer un nombre plus ou moins grand d'atomes, lesquels peuvent être animés de mouvements très différents, et cela suffit amplement pour expliquer des différences autrement plus considérables que celles qui distinguent entre eux les soixante corps « soi-disant simples ».

Si l'on admet avec Prout, avec J.-B. Dumas, avec Normann Lockyer, que les molécules constitutives des différents corps simples diffèrent seulement, comme les masses, par le nombre et les mouvements des atomes ou points matériels qu'elles renferment, la première question se trouve résolue du même coup. On peut, en effet, associer comme on veut des mouvements, et obtenir de la sorte les combinaisons les plus variées.

Seulement on se heurte ici à une difficulté nouvelle. La théorie de l'atome correspondant à chaque corps permettrait de comprendre géométriquement jusqu'à un certain point la loi des

proportions simples et la loi des proportions multiples. Un atome d'oxygène, par exemple, pouvait s'associer à un, deux, trois atomes de charbon ou de soufre. Gaudin a exposé avec beaucoup d'ingéniosité des considérations de ce genre dans son traité de l'architecture des atomes. Avec la molécule élémentaire, cette explication est peut-être moins plausible¹. Quoi qu'il en soit, l'histoire de la chimie peut, depuis cent ans, se partager en trois périodes distinctes.

Dans la première, qui commence à Lavoisier, la chimie minérale rentre dans le groupe des sciences de calcul par la création de la nomenclature, la loi des proportions définies, la loi des proportions multiples, la loi des volumes, les lois de Berthollet sur les combinaisons des sels, et enfin les lois de l'électrolyse.

La découverte des acides non oxygénés jette un premier trouble dans la nomenclature de Guyton de Morveau et Fourcroy, mais la dis-

1. Je risquerai cependant ici une hypothèse, sous les plus expresses réserves.

Supposons que la molécule constitutive de chaque corps soit caractérisée par un rythme particulier de la vibration des points matériels qui la composent. D'après les lois des mouvements vibratoires, cette molécule ne pourrait s'associer à une autre d'une façon permanente et stable que si les nombres exprimant leurs vibrations caractéristiques respectives étaient dans un rapport simple. Les combinaisons chimiques correspondraient ainsi à une sorte d'accord musical. Les équivalents seraient les nombres de vibrations.

tion des corps composés paraît nettement établie.

La seconde période commence avec la découverte du cyanogène par Gay-Lussac; ce grand savant trouve, pour la première fois, un corps composé, un carbure d'azote qui, dans les réactions chimiques, se comporte exactement comme un corps simple. Les chimistes imaginent alors certains corps hypothétiques, les *radicaux*, jouant un rôle analogue à celui du cyanogène et dont l'introduction dans la théorie apporte de nombreuses simplifications. C'est ainsi, par exemple, qu'on suppose l'ammoniaque formé d'oxygène et d'un corps hypothétique, l'*ammonium*.

Cependant le domaine de la chimie s'est agrandi; du règne minéral elle a passé au règne animal, au règne organique. Ici les combinaisons sont formées par un petit nombre de corps simples, l'hydrogène, l'oxygène, toujours le carbone, et en plus quelquefois l'azote; la variété repose sur le nombre souvent très considérable des éléments pondéraux associés. Une propriété toute nouvelle se manifeste; certaines substances organiques, le sucre, l'acide tartrique, etc., modifient la direction du plan de la lumière polarisée.

Enfin, toutes les combinaisons organiques sont

beaucoup moins stables que les composés minéraux; elles ne résistent guère à la température de 100°.

On découvre les lois de la substitution. Dans certaines substances organiques, les éthers simples par exemple, on peut remplacer l'équivalent d'oxygène par un équivalent de soufre, de sélénium, de tellure, de chlore, de brome, d'iode ou de cyanogène, sans altérer sensiblement les propriétés physiques et chimiques; dans les alcools, un équivalent d'eau peut être remplacé de même par un équivalent de potasse, d'acide sulfhydrique, de sulfure de plomb, etc., sans que les propriétés caractéristiques des alcools disparaissent, etc.

A la suite des travaux de J.-B. Dumas, Laurent, Gherardt, etc., bon nombre de corps organiques nouveaux sont ainsi créés. Dans cet ordre d'idées il faut signaler aussi la recombinaison par synthèse des substances organiques opérée pour la première fois vers 1860 par M. Berthelot, la découverte des innombrables dérivés de la houille, etc. Mais à ce vaste accroissement de territoire pour ainsi dire, la chimie est comme bouleversée; les lois de la chimie minérale sont infirmées sur certains points; l'ancienne nomenclature devient inapplicable. Même en admettant l'existence d'un grand nombre de

radicaux, on arrive à des noms de quarante syllabes d'un emploi plus nuisible qu'utile.

Enfin la dernière période, celle où nous sommes, est caractérisée par la découverte par Berthelot des lois de la thermo-chimie, de la dissociation par Sainte-Claire Deville, des ferments par Pasteur, découverte dont la portée est immense. En 1685, Leuwenhœck trouve que la levure de bière est constituée par de petits globules en suspension¹.

En 1835, par l'examen microscopique, Cagnard-Latour en France, Schwann en Allemagne prouvent que ces corpuscules sont des êtres vivants. Mais, comme le dit fort bien Tyndall, le beau mémoire publié en 1862 par Pasteur dans les *Annales de chimie* inaugure une ère nouvelle. En 1854, Regnault déclarait encore que l'action du ferment était absolument mystérieuse, puis que le corps fermenté ne révélait la présence d'aucun produit chimique nouveau. Il comparait cette action à cette fameuse *force cataly-*

1. Il m'est impossible d'exposer ici les idées d'*atomicité*, de *valence*, d'affinité mutuelle entre deux atomes d'un même corps, sur la base desquelles MM. Würtz, Mendéléeff, Kekulé ont édifié la chimie organique moderne. Je dirai seulement que, si leur théorie a rendu et rendra probablement encore d'immenses services à titre de *schéma*, elle a le vice radical d'employer des termes impropres, de parler une langue mal faite (sous-atomes, atomes étendus, différant en densité, etc.), qui trahit nécessairement des erreurs dans le concept fondamental. (Voir l'ouvrage de M. Stallo.)

tique ou *action de présence* déjà constatée dans certaines réactions. Après les expériences de Pasteur, le doute n'était plus possible. Le ferment est un être vivant qui, placé par exemple dans un milieu pauvre en oxygène, décompose la matière fermentescible pour en retirer l'oxygène nécessaire à sa vie.

Et, ce qui prouve bien que la fermentation est due à l'action d'un être vivant, c'est que, si l'on tue le ferment, soit en le chauffant au-dessus d'une certaine température, ou mieux encore en l'écrasant mécaniquement de façon à laisser toute sa substance dans la liqueur fermentescible, la fermentation s'arrête immédiatement. Les ferments, comme tous les êtres vivants, naissent, grandissent, se reproduisent dans leurs espèces respectives, et meurent. Comme un grain de blé semé dans un bon terrain peut produire une végétation couvrant plusieurs hectares, de même un microbe suffit pour engendrer une postérité nombreuse. Tous ces phénomènes, inconnus dans la chimie minérale, ont une portée considérable en ce qu'ils rattachent au moins par un côté la chimie générale à la physiologie. C'est dans l'étude de cette dernière, au paragraphe suivant, que je me réserve d'en tirer les conséquences les plus importantes.