

CHAPITRE III.

LOGIQUE DE LA CHIMIE.

1. La chimie est unie par des rapports intimes à toutes les parties de la physique moléculaire, et le fait spécial de cette science est la combinaison chimique.

La chimie traite de l'union et de la séparation des éléments; elle considère toutes les substances de la nature soit comme corps simples, soit comme corps composés, l'objet propre qu'elle poursuit étant de déterminer le mode d'union et de composition de ces corps. L'union des éléments matériels n'a pas toujours de caractères chimiques; il en est ainsi, par exemple, quand on pulvérise des corps dont on mêle ensuite la poussière. Il y a une autre union plus intime, la solution, qui cependant n'est pas encore la combinaison chimique.

2. La combinaison chimique comprend les faits suivants: 1° Les proportions des corps sont définies; 2° la combinaison est accompagnée d'un développement de chaleur; 3° les principales propriétés des éléments disparaissent.

Un quatrième fait, qui peut ou entrer dans la définition ou être réservé pour former un prédicat, c'est que la combinaison chimique se produit entre substances *différentes*, tandis que la solution ou l'adhésion a lieu entre substances *semblables*. Si l'on réserve ce fait pour en former un prédicat, il servira à composer des propositions réelles, comme nous l'expliquerons dans le paragraphe suivant.

Il n'est pas nécessaire de donner ici des exemples pour faire comprendre les trois faits qui entrent dans la définition de la combinaison chimique. Dans un livre de chimie, au contraire, il serait avantageux de présenter d'abord un petit nombre d'exemples et d'éclaircissements, avant d'entrer dans une exposition plus systématique des détails.

Ces caractères décident de la notion essentielle de la chimie; ils sont l'essence et la connotation du mot, la définition de la science. C'est une erreur logique de prendre l'exposition de ces propriétés pour des propositions *réelles*. Ces propriétés, en effet, ne sont pas des prédicats distincts attribués à un *sujet* qu'on appelle la combinaison chimique; elles constituent précisément ce sujet.

3. Les propositions réelles de la chimie se rapportent: 1° aux circonstances ou aux conditions des changements chimiques; 2° aux substances qui sont soumises au changement.

1° Après avoir défini le fait de la combinaison chimique (avec ses corrélatifs: décomposition, corps simples, corps composés), nous avons à établir les diverses circonstances, les conditions et les modifications des changements chimiques. De là un grand nombre de prédicats réels dont l'importance est grande pour la théorie comme pour la pratique.

2° L'énumération des substances qui se combinent chimiquement entre elles, ou qui favorisent les décompositions chimiques, donne lieu à une multitude de propositions réelles, qui se rattachent généralement au prédicat de coexistence. Ainsi l'oxygène se combine avec l'hydrogène pour former l'eau; l'acide sulfurique décompose la craie, le sel commun, etc.

L'expression des proportions définies qui entrent dans la combinaison fournit aussi des propositions réelles qui correspondent aux lois numériques de la physique.

La relation de la force chimique avec les autres forces corrélatives peut être, si on le veut, exposée de nouveau dès le début de la science; néanmoins elle ne saurait être bien

comprise que lorsqu'on aura développé tous les détails qui suivent.

Disposition et méthode de la chimie.

4. La chimie se divise en chimie *organique* et chimie *inorganique*. La chimie inorganique a pour objet la série des corps simples.

La distinction de la chimie inorganique et de la chimie organique nous montre un exemple de définition dont les limites sont indéfinies. Le fond de cette distinction, c'est qu'un grand nombre de substances très-importantes ne peuvent être obtenues que dans les êtres vivants, par exemple, le sucre, l'albumine, l'amidon. A cette particularité d'origine s'ajoutent deux autres particularités, à savoir le nombre limité d'éléments qui entrent dans les corps organiques, et la grande complexité de leur constitution chimique. Il paraît juste d'adopter ces trois faits comme une définition complexe des corps organiques, définition de laquelle nous tirerons par antithèse ou négation la définition des corps inorganiques.

La chimie du monde inorganique ou minéral occupe la première place. La méthode qui lui convient consiste à suivre un certain ordre dans l'énumération des corps simples, et à distribuer d'après cet ordre une fois établi les divers corps composés.

5. Les corps simples ou éléments se divisent d'abord en deux catégories : les métaux, et les non-métaux. Bien qu'il y ait des éléments intermédiaires, le tellure, l'arsenic, la distinction est fondée sur d'importantes différences.

Les métaux offrent certains caractères essentiels, mais ces caractères varient d'un métal à un autre, et même ils sont sujets à des exceptions accidentelles. 1° Ce qui frappe d'abord, ce sont leurs qualités *visibles* : opacité, éclat, couleur. Les métaux sont opaques ; ils ont un éclat particulier qu'on appelle métallique, et leur couleur est blanche ou grise, sauf trois exceptions, l'or, le cuivre et le titanium

qui sont jaunes. 2° Les métaux sont solides, sauf les deux exceptions notables de l'hydrogène et du mercure. L'état solide du métal est joint à la densité de la structure, ce que révèlent la dureté et la ténacité du métal. 3° Ils sont relativement bons conducteurs de la *chaleur*. 4° Ils sont aussi bons conducteurs de l'*électricité*. 5° Ils sont *électro-positifs*. 6° Ils se combinent chimiquement avec les non-métaux. 7° Les composés qu'ils forment avec l'oxygène sont pour la plupart des *bases*, et non des acides.

Il ne s'agit pas pour le moment de savoir lesquelles de ces propriétés dépendent des autres. Comme cette dépendance n'est pas évidente, il est permis de donner provisoirement ces qualités comme distinctes. Une remarque plus importante au point de vue logique, c'est qu'il se rencontre des exceptions à presque toutes ces propriétés. Dans la définition complexe des objets naturels, nous devons nous attendre à cette circonstance, qui ne suffit pas pour rendre la classification vaine et dérisoire. Bien que le mercure soit un liquide, nous ne pouvons ni effacer le caractère de la solidité parmi les caractères généraux des métaux, ni éliminer le mercure de la classe des métaux. La solidité ne manque qu'à deux, et le mercure possède les six autres caractères indiqués. C'est ici sans doute un de ces cas où Whewel demandait un *type*, un spécimen de représentation moyenne, un métal possédant dans une juste mesure tous les caractères essentiels.

On définit les non-métaux par l'antithèse de toutes les qualités précédemment groupées. Par rapport à la lumière, le non-métaux ne sont pas uniformément opaques ; lorsqu'ils le sont, excepté le sélénium, ils manquent de l'éclat métallique. Il n'y a qu'un seul métal gazeux, il y a quatre non-métaux gazeux. Ils ne sont pas conducteurs de l'électricité. Ils sont électro-négatifs. Leurs composés avec l'oxygène (qui fait d'ailleurs partie de cette classe) sont le plus souvent des acides, non des bases.

Partout où une classification est possible, il doit y avoir des propriétés communes que l'on peut déterminer.

Dans les habitudes des écrivains chimistes, l'indication des qualités générales des deux classes des métaux et des non-métaux ne dispense pas de répéter ces caractères dans le détail de chaque espèce. Les méthodes de l'histoire naturelle, qui ne sont guère applicables à la chimie, y sont rarement employées même dans les cas où on pourrait les admettre. Néanmoins, comme ce qui se passe dans la classification des corps simples éclaire vivement ce qui se passe en zoologie et en botanique, nous pouvons pousser un peu plus loin nos études sur ce point.

6. Les deux classes générales des métaux et des non-métaux sont subdivisibles en groupes inférieurs.

Parmi les métaux, il y a certains groupes qui se distinguent par d'importantes ressemblances, — par exemple, les métaux alcalins (sodium, etc.), les métaux alcalins terrestres (barium), les métaux terrestres (aluminium, etc.), les métaux nobles (mercure, argent, or, etc.), qui se distinguent parce qu'ils se refusent à toute combinaison. Un fait important, qui constitue une exception à la loi générale des métaux, à savoir la formation des acides par combinaison avec l'oxygène, distingue un autre groupe. Un petit nombre de métaux qui présentent des analogies avec le fer forment une autre catégorie : le manganèse, le cobalt, le nickel, le chromium, l'uranium. Une certaine quantité de ressemblances suggère encore la juxtaposition du zinc, du cadmium et du magnésium (Chimie de Miller, I, 44).

L'exposition successive des métaux suit l'ordre des plus grandes ressemblances. L'exposition est nécessairement linéaire, et tend naturellement à rapprocher le plus possible les corps qui se ressemblent dans un certain nombre de particularités essentielles. On a quelquefois conçu l'idée d'une distribution circulaire destinée à rapprocher les corps qui se ressemblent de deux côtés. Par un diagramme chaque corps peut être mis de trois côtés en relation avec d'autres corps. Néanmoins l'ordre d'exposition peut parfaitement ne suivre qu'une même ligne, indiquée par le

maximum de ressemblance; il faut alors avoir soin, à propos de chaque corps, d'indiquer les rapports qui existent entre lui et les corps des autres groupes.

Il ne peut y avoir aucun doute sur la convenance de placer à un bout de la ligne les substances dont l'affinité chimique est la plus grande (hydrogène, potassium, etc.), et à un autre bout les substances dont l'affinité chimique est la moindre (les métaux nobles).

Les non-métaux (qui sont au nombre de treize) contiennent un petit nombre de groupes, et quelques individus isolés. Les corps halogènes distingués par Berzélius, — le chlore, le brome, l'iode, le fluor; — puis le groupe des corps sulfurés, le soufre, le phosphore, le sélénium, le tellure. Ces corps ont entre eux de grandes et de nombreuses ressemblances.

Le silicium et le bore ont quelques points communs, et il y a aussi quelque analogie entre ces deux corps et le carbone. La substance dont l'isolement est le plus marqué, c'est l'azote. Quant à l'oxygène, il se distingue de toutes les autres substances par l'universalité de ses affinités chimiques.

Tout le monde s'accorde à donner le premier rang à l'oxygène. On assigne diversement la seconde place. La donner à l'hydrogène est une hypothèse qui n'a jamais été justifiée, et qui l'est encore moins aujourd'hui que jamais. Pour le simple avantage de placer le composé de l'oxygène et l'hydrogène, l'eau, au début de la classification, il ne convient pas de mettre au second rang un corps qui doit être au dernier. C'est l'azote qui le plus vraisemblablement doit être placé au second rang. Remarquable pour sa neutralité chimique, il donne l'occasion d'insister sur les particularités mécaniques des gaz, et l'on peut placer après l'étude de ce corps l'étude de l'atmosphère, qui est un mélange mécanique d'oxygène et d'azote.

Les corps qui doivent venir ensuite, comme ayant le plus de parenté avec l'oxygène, sont les *halogènes*, chlore, etc.

À la suite on placera le carbone, et peut-être le bore et le

silicium; enfin le groupe du soufre fermera la liste. En laissant néanmoins pendante la question de savoir si le carbone, le silicium et le bore doivent précéder ou non le groupe du soufre, voici comment on pourra disposer l'ensemble des métalloïdes, d'après la loi qui considère le maximum de ressemblance :

Oxygène.	Chlore.	Carbone.	Soufre.
Azote.	Brome.	Silicium.	Phosphore.
	Iode.	Bore.	Sélénium.
	Fluor.		Tellure.

Puisque la chimie suit un certain ordre dans l'énumération des corps simples. — les non-métaux d'abord, les métaux ensuite, — quelques remarques sont nécessaires pour indiquer la place que doivent occuper les composés, qui dépassent de beaucoup en nombre les corps simples. Comme il serait illogique de séparer l'étude des composés de celle des corps simples, vu que les caractères chimiques d'un corps simple se manifestent dans la faculté qu'il a de former des composés avec d'autres corps, les composés doivent être intercalés dans l'exposition, et suivre les corps simples avec lesquels ils sont le plus intimement alliés.

Par suite il y a souvent à faire un choix : par exemple est-ce à l'hydrogène, ou à l'oxygène, qu'il faut rattacher l'eau ?

Il y a sur ce point une remarque à faire. Un composé ne doit pas être décrit avant qu'on ait énuméré ses divers éléments : l'eau doit attendre jusqu'à ce qu'on ait parlé de l'hydrogène; l'acide carbonique suivra le carbone, l'oxygène ayant été préalablement décrit; les sels peuvent être rattachés aux métaux qui leur servent de base. Néanmoins cette disposition n'est pas sans inconvénient : l'élément donné en dernier lieu peut n'être pas le plus important qui entre dans les composés. Ainsi l'hydrogène est l'élément qui complète un grand nombre de composés importants, comme, par exemple, les acides hydrogénés; de telle sorte qu'en supposant l'hydrogène placé en tête des métaux, ce

corps serait suivi de l'exposition d'une énorme quantité de substances composées; bien qu'il fût plus juste de rattacher plusieurs d'entre elles à leurs autres éléments, l'azote, le chlore, le soufre, etc.

On a pu croire éviter cette difficulté en plaçant l'hydrogène après l'oxygène. Mais c'est là une transposition violente qui doit nous conduire à d'autres inconvénients. C'est en effet ce qui arrive. Tout en nous permettant de rattacher, sans contredire les principes, les acides à leurs éléments multiples, — l'acide nitrique à l'azote, etc., — l'arrangement proposé crée une solution de continuité là où il y a une transition naturelle, à savoir entre les acides et les sels. En fait la barrière est toujours forcée sur ce point; les sels sont exposés d'abord, bien que les bases métalliques ne soient présentées que beaucoup plus loin. Ainsi, en résumé, la transposition qui enlève l'hydrogène à la place qui lui convient ne fait que retarder pour un moment l'inconvénient.

D'autre part on peut soutenir que la place qui convient aux composés importants de l'hydrogène se trouve précisément après l'hydrogène, le trait caractéristique de ce corps étant précisément de constituer ces composés. La classe des acides d'hydrogène a pour connotation la présence de l'hydrogène; l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfurique sont à leur place plutôt parmi les acides d'hydrogène que parmi les composés du soufre. C'est la seule raison qu'on puisse donner pour ne pas placer l'hydrogène au dernier rang des non-métaux, parmi lesquels se trouvent les autres éléments constitutifs des acides. Si ces acides sont exposés avant l'hydrogène, toutes les conséquences intéressantes de l'hydrogène ont été indiquées avant qu'on ait parlé de l'hydrogène; sauf son intervention dans la production de l'eau, tous ses effets ont été préalablement déterminés.

Description des substances chimiques.

7. La description des corps en chimie, des corps simples ou des corps composés, n'est autre chose que l'exposition méthodique de leurs propriétés physiques et chimiques.

Dans la chimie, non moins que dans les sciences naturelles, le plan uniforme et méthodique que l'on suit dans la description est plus qu'un secours donné à la mémoire; c'est aussi un instrument d'investigation. Le plan adopté en chimie sera, avec quelques modifications, celui de la minéralogie.

Le chimiste a la prétention d'énumérer tous les caractères physiques et chimiques de chaque substance. Le système chimique comprend par conséquent deux groupes qui se développent l'un et l'autre dans le meilleur ordre possible. Pour les qualités physiques, l'ordre est celui de la physique moléculaire. Il peut y avoir quelque hésitation touchant la forme cristalline et les propriétés optiques. En dehors de ces qualités, la série régulière sera la cohésion moléculaire, la chaleur, l'électricité. Si la forme cristalline est considérée comme un fait géométrique, il convient de placer ce caractère avant toutes les propriétés physiques. Les qualités optiques, prises dans leurs apparences, sans qu'on s'inquiète des rapports qui les lient à l'organisation moléculaire ou aux qualités chimiques, doivent être exposées immédiatement après. Il y a un grand avantage à donner la priorité à ces deux qualités: c'est de mentionner tout de suite ce qui frappe d'abord les yeux. Les yeux doivent être les premiers renseignés dans tout ce qui concerne l'étude des choses visibles.

Aux qualités cristallines et optiques succédera la pesanteur spécifique.

Puis viendront les propriétés qui passent pour être différents modes de *cohésion*: la dureté, la ténacité, l'élasticité.

Ensuite les propriétés qui se résument dans l'*adhésion*:

la solution, la diffusion, l'osmose, l'effusion, et la transpiration (des gaz).

Enfin dans les trois dernières catégories nous rangerons:

1° les caractères du corps par rapport à la *chaleur*: coefficient de dilatation, température de fusion, conductibilité, chaleur spécifique, chaleur latente, rayonnement, absorption, réfraction, polarisation.

2° Les relations avec l'*électricité*: — propriétés magnétiques; conductibilité de l'électricité de frottement; conductibilité de l'électricité voltaïque; l'attribution du corps aux séries électro-positives ou électro-négatives; sa place dans les séries thermo-électriques.

3° Les qualités *chimiques*: — La composition chimique (si le corps n'est pas un élément); les corps avec lesquels la substance se combine; les circonstances qui accompagnent ces combinaisons; l'action de chaque substance sur les décompositions.

De ces caractères, deux, — l'adhésion et l'attraction chimique, — sont corrélatifs; ils impliquent l'action mutuelle d'au moins deux substances. Quand on considère un corps à ces deux points de vue, les qualités qu'on lui découvre sont relatives à un autre corps; une substance n'est pas universellement adhésive, ni universellement disposée à des combinaisons chimiques. Par suite l'exposition des propriétés adhésives et des propriétés chimiques est compliquée, et il est difficile de la mener à bonne fin. Il y a pour ce motif une difficulté toute particulière à donner une notion adéquate des corps qui se présentent les premiers dans l'énumération; il est impossible, par exemple, de traiter de l'oxygène avec une clarté complète, jusqu'à ce qu'on ait décrit un grand nombre de corps, à savoir les substances avec lesquelles se combine l'oxygène.

Il convient, en pareil cas, d'avouer la difficulté, et il ne faut pas s'attendre à ce que l'élève puisse avoir de l'oxygène autre chose qu'une connaissance incomplète, une demi-notion, tant qu'il n'a pas fait entièrement connais-

sance avec beaucoup d'autres corps, comme le carbone, le soufre, l'hydrogène, et quelques métaux.

—

Exemples de description.

OXYGÈNE : 1° *Lumière*. — Un gaz — transparent et incolore. Indice de réfraction, 1,00027.

2° *Densité*. — 1,1056 : celle de l'air étant prise pour unité.

3° *Affinité pour les autres substances*. — Soluble dans l'eau d'un vingtième à un trentième de son volume (0,04114 à 32° F. ; 0,02089 à 59° F.).

4° *Rapports avec la chaleur*. — Coefficient de dilatation non déterminé. Quant à la température de liquéfaction et de congélation, il n'a jamais pu être liquéfié. Il a été condensé pour $\frac{1}{554}$ de son volume. Sa chaleur spécifique est 0,2403, environ un quart de celle de l'eau.

5° *Rapports avec l'électricité*. — C'est un aimant à la température ordinaire. Dans la série voltaïque, il est en tête des éléments électro-négatifs.

6° *Relations chimiques*. — L'oxygène est l'élément le plus propre aux combinaisons. Sauf une exception incertaine, le fluor, il se combine avec tous les éléments connus, non-seulement avec les métaux, mais aussi avec les non-métaux. Des catégories entières de composés chimiques très-importants sont formées de composés de l'oxygène, les oxydes des métaux sont ce qu'on appelle les *bases*. Les oxydes des éléments non métalliques sont généralement des *acides*. Avec l'hydrogène il engendre l'eau. La combinaison de l'oxygène avec le carbone seul ou uni à l'hydrogène est l'exemple le plus familier d'une union chimique violente et soudaine, avec production de chaleur et de lumière ; c'est ce qu'on appelle la combustion.

Les circonstances qui accompagnent les combinaisons de l'oxygène varient selon le caractère du second élément. Ainsi, quant au fait essentiel, — la production de chaleur, — le maximum est atteint dans la combinaison avec l'hydrogène ; le carbone ne s'élève qu'à un quart de ce maximum ; le phosphore à un sixième environ ; le soufre à un quinzième ; le zinc, le fer, l'étain, à un vingt-sixième.

Le nombre atomique est 16.

Quant aux conditions requises pour que la combinaison ait lieu, il y a de grandes différences : tantôt les corps ont une extrême tendance à se combiner, et la combinaison a lieu à la température ordinaire, tantôt au contraire l'indifférence est extrême, et la combinaison doit être aidée par une condensation artificielle, par la chaleur, par l'étincelle électrique, par la contiguïté d'une action chimique déjà commencée, etc. Le degré de facilité de la combinaison tient en partie à l'état de l'oxygène lui-même, — ce gaz peut être en effet ou bien dans son état ordinaire de diffusion dans l'air, ou bien préparé à part et séparé de tout autre gaz, — ce qui accélère beaucoup les combinaisons, ou bien enfin, il peut être combiné avec d'autres corps, comme l'eau, par exemple (un oxydateur puissant), comme les nitrates, le chlorate de potasse, — sels qui permettent à l'oxygène de se dégager sous une forme très-concentrée.

Sources de l'oxygène. — Il est inutile de les détailler ici.

De même pour les *méthodes de préparation de l'oxygène*. Je ne crois pas qu'il convienne de rattacher à l'oxygène une exposition détaillée de ses composés. Plus loin de meilleures occasions se présentent de le faire, à propos des corps qui sont les autres éléments de ces composés, — le carbone, l'hydrogène, les métaux, etc. Il n'est pas nécessaire non plus de mettre en avant la combustion, dont on se sert communément pour frapper les sens lorsqu'on décrit l'oxygène. On donne par là une importance disproportionnée à un fait qui n'est après tout qu'un incident dans les phénomènes généraux de l'oxydation, et qui se manifeste dans d'autres combinaisons chimiques lorsqu'elles

se produisent avec rapidité et avec force. La combustion n'est qu'un chapitre détaché d'un chapitre général, — la combinaison chimique, ses conditions et ses circonstances. — Elle a sans doute une grande importance, au point de vue théorique comme au point de vue pratique, mais il n'est pas nécessaire d'en rattacher spécialement l'étude à l'oxygène. Si ce sujet paraît impliquer une trop grande anticipation de détails pour être exposé en entier dans le chapitre où l'on traite en général de la combinaison chimique (où il doit être du moins brièvement indiqué), il doit être placé, en manière de digression, à quelque endroit convenable, comme par exemple, après le carbone, qui est le principal élément de la combustion ordinaire.

OZONE. — Une autre forme de l'oxygène, forme sous laquelle l'oxygène devient plus actif en servant à diverses combinaisons.

La densité de l'ozone est plus grande que celle de l'oxygène.

Adhésion. — Il n'est pas soluble dans l'eau, ni dans les acides, ni dans les alcalis ; mais il est soluble dans l'iodure de potassium.

Rapports avec la chaleur. — Son action est détruite par une température qui n'est pas très-supérieure à celle de l'eau bouillante.

Rapports avec l'électricité. — C'est par la transmission d'une série d'étincelles électriques à travers l'oxygène sec qu'on peut le produire.

Odeur. — Il a une odeur caractéristique, d'où lui est venu son nom (1).

Propriétés chimiques. — S'il ne se combine qu'avec les substances qui peuvent se combiner avec l'oxygène, il se combine du moins avec elles à des températures, et dans des circonstances, où l'oxygène ne se combinerait pas. Il est

(1) Les caractères de goût et d'odeur peuvent être provisoirement indiqués après l'électricité, et avant les propriétés chimiques. Ces qualités sont à coup sûr les effets de quelques réactions chimiques.

par suite un agent puissant d'oxydation, — il oxyde les métaux, il détruit les composés végétaux et animaux, il blanchit, il purifie l'air de ses miasmes, il stimule les organes de la respiration.

Méthodes de préparation de l'ozone.

Remarques sur l'ozone (1). — Il est intéressant de noter le pouvoir qu'a l'électricité de donner à l'oxygène des aptitudes plus grandes encore à la combinaison.

AZOTE. — Un gaz.

Par rapport à la lumière, il est transparent, incolore. Son indice de réfraction est 1,0093.

Densité. — 0,9713.

Affinité. — L'eau à la température ordinaire dissout un trentième environ de son volume.

Rapports avec la chaleur. — Dilatation non déterminée. Il n'a jamais été liquéfié. Sa chaleur spécifique, un peu moindre que celle de l'oxygène est de 0,2368.

Rapports avec l'électricité. — Il vient immédiatement après l'oxygène dans la série des électro-négatifs.

Relations chimiques. — L'azote n'entre que dans un nombre très-limité de composés. Partout où il se combine, il est singulièrement inerte ; il a besoin d'être placé dans les conditions les plus favorables et les plus excitantes. A ce caractère doivent être attribuées bien des conséquences intéressantes de la vie des végétaux et des animaux.

Composés avec l'oxygène. — Ils doivent être énumérés et décrits dans la mesure où il est nécessaire pour faire connaître l'azote.

Composés avec l'hydrogène. — Ammoniaque, etc.

Composés avec le carbone. — Cyanides.

Sources de l'azote. — Moyens de l'obtenir. *Remarques* : — Influence sur la théorie chimique.

(1) Ce chapitre spécial a pour but d'empêcher la confusion qui résulterait du mélange des considérations spéculatives et de la description méthodique.

L'exemple suivant est un corps solide.

CARBONE. — Un corps solide qui se présente sous deux formes : le *diamant cristallisé* et le *graphite amorphe*. Ces corps se présentent à un tel degré de pureté qu'ils peuvent être pris comme les types de l'élément.

(*Diamant.*) — La cristallisation, les propriétés optiques, la densité, n'ont pas besoin d'être exposées ici.

Cohésion. — Le plus dur des corps connus, et par conséquent en tête de l'échelle des minéraux pour la dureté.

Adhésion. — Une circonstance très-importante pour les autres formes de carbone, mais qui ne peut être constatée dans le diamant lui-même.

Rapports avec la chaleur. — Il ne peut être fondu ni volatilisé par la plus haute chaleur connue : il n'existe pas à l'état liquide ou à l'état de vapeur. Une chaleur intense le réduit à une masse noire opaque.

Rapports avec l'électricité. — Il n'est pas bon conducteur. Le carbone occupe relativement une place élevée dans la série des *électro-négatifs*.

Avant de passer aux relations chimiques, il conviendrait de faire un exposé analogue pour l'autre forme du carbone, le *graphite*.

Relations chimiques. — La série des éléments qui se combinent avec le carbone comprend : — l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, le phosphore, le soufre, et plusieurs métaux, spécialement le fer. Il ne se combine jamais qu'à de hautes températures, mais dans ce cas la combinaison se produit avec rapidité et avec une abondante émission de chaleur.

Composés avec l'oxygène. — Acide carbonique, oxyde carbonique (qu'il faudrait décrire tout au long).

Composés avec l'azote. — Cyanogène.

Les autres composés peuvent être pour le moment passés sous silence.

Sources du carbone. — Son existence à l'état impur.

Remarques sur le carbone. — Combustion.

Ces exemples suffisent pour donner une idée de la description systématique des corps élémentaires. La même méthode peut également s'appliquer aux corps composés. Néanmoins, dans la description des composés, les relations chimiques impliquent une autre circonstance : les modes de décomposition.

Pour certains éléments, le principal intérêt pratique consiste dans les alliages, dans les mélanges qui les renferment à l'état impur : il en est ainsi, par exemple, du fer. Mais il n'en est pas moins utile, pour que la théorie soit complète et solide, de distinguer, en premier lieu, une forme pure et typique, afin de savoir tout de suite ce que la substance est en elle-même au point de vue physique et chimique. Après cela on peut en venir aux alliages et aux mélanges ; mais, avant d'exposer les usages pratiques de ces corps, il est nécessaire d'en avoir énuméré les propriétés, afin de comprendre les changements que le mélange détermine, et de contribuer par là à la connaissance des lois inductives d'adhésion.

8. Dans la méthode purement descriptive, il est important de ne pas mêler les explications et les théories avec les descriptions.

Quand on décrit une qualité, la première chose est d'établir avec précision en quoi elle consiste, et comment elle peut être distinguée. Il faut donc énumérer la série entière des caractères de ces qualités, et ne pas faire d'effort pour les associer à d'autres qualités, en vue de former des lois générales. Cette dernière opération doit toujours être distinguée soigneusement des autres. La remarque que nous venons de faire s'applique à toute science où la description joue un rôle.

9. Lorsque des corps sont étroitement unis par leurs caractères, et conséquemment groupés dans un même genre, leurs différences doivent être mises en relief par un contraste frappant.

Parmi les non-métaux, les halogènes, parmi les métaux, les alcalins, etc., forment des groupes ou des genres ; les

corps qui les composent se ressemblent par certains caractères. Ces points de ressemblance sont établis au début, afin d'abréger les détails de chaque espèce. Il faut ensuite songer à montrer en quoi contrastent ces corps, qui sur d'autres points s'accordent. Ainsi le sodium et le potassium se ressemblent par beaucoup de côtés; mais, après avoir noté leurs ressemblances, il faut insister sur leurs différences, dans une antithèse prolongée et présentée sous forme de table.

10. Les généralités de la chimie sont des *lois empiriques*.

On dit communément que la théorie atomistique est la plus haute généralisation de la chimie. Cette généralisation doit être établie avec précaution, de façon qu'on ne confonde pas la définition avec les propositions réelles. La nature de l'attraction chimique est exprimée dans une définition complexe (propositions définies, production de chaleur, suppression des caractères des éléments). Il peut y avoir des propositions réelles qui affirment la liaison de ces trois faits, et leur liaison peut être ramenée à des lois plus hautes, ou convertie, de proposition empirique qu'elle était d'abord, en proposition dérivée.

Les propositions relatives à l'action chimique qui ont au plus haut degré le caractère d'une concomitance *réelle* sont celles qui affirment les conditions, les arrangements, en un mot, la situation dans laquelle se produit la combinaison et la décomposition.

Par exemple, la combinaison exige que les éléments soient rapprochés; elle est favorisée par toutes les circonstances qui augmentent le rapprochement, comme par exemple, par la liquéfaction; elle est contrariée par la force de cohésion ou d'adhésion; elle réussit dans la mesure où cette force se relâche. La combinaison, dans beaucoup de cas, est déterminée par l'élévation de la température. Elle se produit sous l'influence de l'étincelle électrique, qui agit peut-être tout simplement parce qu'elle élève la température, ou plus probablement parce qu'elle polarise les atomes

Elle est encore déterminée par d'autres combinaisons concurrentes; elle accompagne les décompositions. Voilà autant de lois empiriques. Mais elles ne sont par elles-mêmes que des lois générales, qui ont besoin d'être accompagnées chacune d'une liste, où l'on indique les substances particulières, et les cas où elles s'appliquent.

On peut citer beaucoup d'autres lois. La célèbre loi de Berthollet, sur la double décomposition des sels; la loi d'après laquelle les substances les plus simples manifestent les plus fortes affinités; les lois qui disent que les composés sont plus fusibles que leurs éléments, que les combinaisons tendent vers un état inférieur de la matière, de l'état gazeux vers l'état solide.

Ces lois, en tant que lois empiriques, n'ont pas d'autre moyen de vérification que la concordance. On peut seulement soupçonner qu'elles sont des lois de causalité; elles sont limitées aux cas adjacents.

11. Les généralisations ultimes de la chimie doivent rentrer sous la loi de la conservation de la force, et exprimer les conditions les plus générales de la distribution nouvelle de la force chimique.

La loi de la persistance domine tout phénomène de changement, mais elle doit être accompagnée dans chaque cas de lois de collocation. En chimie, il faut indiquer les conditions précises dans lesquelles se produit la nouvelle distribution de la force, soit dans la combinaison, soit dans la décomposition. Il est nécessaire de déterminer, sous la forme la plus générale, la circonstance ou les circonstances qui font réussir le changement chimique dans un sens ou dans l'autre. Si ces circonstances peuvent être comprises dans une seule loi, cette loi sera la plus haute et la dernière loi de la chimie, l'appendice chimique de la loi de conservation. Les lois empiriques citées plus haut acquerront alors le caractère de rigueur particulière qui appartient aux lois dérivées.

12. La chimie contient, comme éléments essentiels, un grand nombre d'hypothèses. Ces hypothèses chimiques se rangent toutes dans la classe qu'on appelle les fictions représentatives.

Pour exprimer dans les termes les plus généraux les nombreux phénomènes de combinaison et de décomposition, on admet hypothétiquement certaines dispositions des éléments qui entrent dans les composés. C'est un fait que le sulfate de potasse contient certaines proportions en poids de soufre, d'oxygène, de potassium : c'est une hypothèse que le sel en question se forme selon le mode particulier qu'indique la formule $\text{KO}, \text{S}_2\text{O}$, c'est-à-dire qu'il est un composé binaire formé de deux autres composés.

La théorie atomistique de Dalton renfermait une généralisation de faits certains mêlés à des hypothèses. Les faits étaient les proportions définies des corps qui se combinent chimiquement ; l'hypothèse était que chaque substance est composée d'atomes, et que dans la combinaison chimique un atome d'une substance s'unit à un, ou deux atomes de l'autre substance, ou à un plus grand nombre ; de telle sorte qu'il y ait toujours une relation numérique nette et qui ne laisse pas de reste. Personne ne voit plus aujourd'hui dans cette théorie qu'une fiction représentative, qui n'est susceptible d'aucune preuve, et qui n'a pas d'autre valeur que d'exprimer facilement les faits.

C'est la composition des sels que les hypothèses chimiques ont pris pour terrain de leurs plus grandes discussions. Remarquons qu'il n'y a pas de doute sur la nature des preuves que les hypothèses rivales doivent faire valoir en leur faveur ; il faut qu'elles soient aptes à expliquer le plus grand nombre de réactions chimiques, de combinaisons ou de décompositions. La question est donc entièrement chimique, et non logique ; puisqu'il n'y a pas lieu de rappeler l'attention sur des principes logiques négligés.

Comme exemples d'hypothèses de moindre portée nous pouvons citer l'idée singulière qui suppose qu'un élément se combine avec lui-même ; l'hydrogène avec l'hydrogène,

le chlore avec le chlore, hypothèse hardie, puisque l'opposition des éléments est un des prédicats de la combinaison chimique. Un exemple meilleur encore d'une hypothèse vraisemblable est la supposition que les corps de propriétés différentes, mais qui ont la même constitution ultime, ont une constitution immédiate différente : comme l'éther formique et l'acétate.

L'hypothèse hardie de Gerhardt et Griffin — qui consiste à considérer comme deux substances, le fer qui entre dans les protocels, et qui entre dans les sesquiesels, et le même corps avec les autres éléments produisant les sesquioxydes, a été considérée comme un remède à des difficultés qui seraient autrement inextricables.

L'hypothèse de l'atome, ou du plus petit élément chimique, est maintenant associée à une autre entité hypothétique, la molécule, qui représente le plus petit nombre d'atomes de chaque substance que l'on suppose posséder une action séparée. Ainsi la molécule d'azote est, dit-on, formée de 2 atomes, la molécule de phosphore et d'arsenic de 4 atomes et ainsi de suite.

Lorsqu'un certain nombre de sels différents se trouve dans la même solution, par exemple, dans une eau minérale, c'est par hypothèse que nous saurons quel est l'acide qui s'unit à telle ou telle base. (*Chimie de Miller*, II, 824.)

La classe des hypothèses scientifiques qui consistent en théories non vérifiées n'a pas besoin d'une mention spéciale en chimie. En dehors des fictions représentatives, qui sont essentielles à cette science, il n'y a pas de forces ni d'agents hypothétiques. La cause, l'agent principal des changements chimiques est et ne peut être qu'une forme moléculaire de la grande force élémentaire comprise dans la loi de la conservation. Jusqu'à ce qu'on ait établi le supplément de cette loi relatif aux transformations chimiques, — à savoir les conditions ou colloctions universelles, — il y aura un grand nombre de colloctions hypothétiques qui seront facilement soumises à la preuve ou à la réfutation.

Nomenclature et classification de la chimie.

13. La nomenclature et la classification de la chimie impliquent trois choses : 1^o l'emploi d'un symbole pour chaque substance élémentaire ; 2^o l'expression de la constitution ultime des composés ; 3^o l'expression de la constitution immédiate supposée de chaque composé, d'une façon qui s'accorde avec ses réactions sur les autres corps.

1^o La notation symbolique a l'avantage de fournir une expression brève et cependant complète pour les composés les plus compliqués. La notation chimique rivalise sous ce rapport avec la notation mathématique. Elle permet aussi de classer aisément les corps qui ont la même composition, et indique rapidement aux yeux la classe à laquelle ils appartiennent.

La nomenclature des différents corps est formée avec les noms des éléments, — l'oxygène, le carbone, le fer, l'argent, en suivant des règles systématiques pour les unir dans des composés, acide carbonique, carbure de fer, etc. Les composés binaires peuvent seuls être exprimés de cette façon. On exprime les composés plus élevés en les ramenant à une composition binaire : acide sulfurique, acétate de potasse, etc. Les substances telles que le sucre, l'albumine, sont exprimées sous leurs noms ordinaires. Par suite les doubles noms en chimie n'ont qu'un emploi limité et spécial, et leur usage chimique est sans analogie avec l'emploi des noms doubles en botanique et en zoologie.

2^o La notation indique la constitution ultime de tous les corps composés, en déterminant leurs éléments et les proportions de chaque élément. H_2O est l'analyse de l'eau ; FeO représente le protoxyde de fer ; Fe_2O_3 le protoxyde ou le sesquioxyde.

3^o Les symboles sont de plus combinés de manière à donner la structure hypothétique des éléments dans les composés complexes, comme, par exemple, dans la théorie des sels. L'analyse ultime donne les proportions de l'oxygène dans un composé, et la formule établit comment on suppose que l'oxygène est distribué ; un sel d'oxygène, dans la

vieille théorie, était un composé binaire de deux particules oxydées, l'oxyde d'un non-métal (comme le soufre) et d'un métal (le fer), le sulfate de fer (protoxyde) SO, FeO . La formule analytique (ou empirique) de l'acide acétique est $C_2H_4O_2$. Quant à la formule rationnelle ou hypothétique, on n'en compte pas moins de sept expressions. (*Chimie de Miller*. Vol. III, p. 6.)

14. Un desideratum de la nomenclature chimique, c'est la détermination de la chaleur constitutive des corps.

La formule H_2O est donnée indifféremment pour la vapeur, l'eau, la glace ; bien que la différence exacte de la chaleur constitutive dans ces trois formes d'une même matière puisse être établie numériquement. Désignant la glace par H_2O , nous pouvons représenter l'eau par $H_2O + 180^\circ$; la vapeur par $H_2O + 1180^\circ$, d'après les résultats acquis sur la température de l'eau bouillante et de l'évaporation.

De plus, lorsque l'hydrogène et l'oxygène se combinent, il y a un grand développement de chaleur, chaleur qui est perdue pour le composé. On doit s'arranger de façon à indiquer les faits que constate l'expérience : une petite quantité devrait être attachée à la formule H_2O , et environ un quart de cette quantité à C_2O_2 .