

intermédiaires, à caractères moins prononcés; en un mot, si, comme on le pense aujourd'hui, la proportion définie constitue la règle, ou seulement, comme Berthollet avait tenté de l'établir, l'exception, d'ailleurs très importante à considérer : tel est, à ce sujet, le seul dissentiment qui puisse aujourd'hui être examiné.

Par les considérations indiquées au début de cette leçon, il est évident, ce me semble, que la décision définitive d'une telle question, dans un sens ou dans l'autre, ne saurait avoir, à beaucoup près, pour le système général de la science chimique, toute l'importance qu'on y attache communément. Sans doute, en restreignant à un très petit nombre les diverses combinaisons possibles des mêmes substances, la doctrine des proportions définies a très heureusement tendu, comme je l'ai établi, à simplifier le problème général de la chimie, tel que je l'ai posé dans cet ouvrage. Mais il ne faudrait pas croire que, sans cette préalable simplification, sa solution fût radicalement impossible : car elle serait seulement plus difficile, et surtout moins précise. Si, au premier abord, l'existence d'un nombre indéterminé de combinaisons distinctes entre des élémens identiques, paraîtrait devoir interdire l'établissement d'aucune loi constante sur les compositions et les

décompositions, il faut reconnaître, par une considération plus approfondie, que, dans une semblable hypothèse, ces divers composés successifs auraient nécessairement des propriétés très peu différentes, en sorte qu'il n'importerait guère de pouvoir les distinguer avec une scrupuleuse précision. Les termes d'une telle série qui seraient vraiment caractérisés par des propriétés très tranchées, se trouveraient, par cela même, comme l'établit la théorie de Berthollet, assujettis, en général, à des proportions définies, et, par conséquent, la difficulté scientifique n'en recevrait aucun accroissement nouveau. Ainsi, la précision chimique resterait encore également possible, là où elle acquiert une véritable importance, et ne cesserait d'être permise qu'à l'égard des cas où elle n'aurait aucune valeur essentielle. Ces réflexions philosophiques ne sont nullement destinées à diminuer le haut intérêt si justement attaché à la belle doctrine des proportions définies, mais seulement à empêcher, autant que possible, que son exclusive considération ne fasse perdre de vue le vrai but scientifique de la chimie. On conçoit que les importantes séries de travaux nécessaires à la formation de cette doctrine aient dû absorber essentiellement les éminens chimistes qui y ont si bien concouru. Mais leurs successeurs, pour

lesquels, depuis dix ans au moins, la chimie numérique est tout aussi pleinement constituée qu'aujourd'hui, ne devraient point se borner, sans doute, à contempler ce vestibule, presque superflu, de la science chimique, pendant qu'ils négligent la construction directe, à peine ébauchée, de l'édifice lui-même, vers laquelle il est temps que l'attention se reporte enfin.

Il est, néanmoins, indispensable de considérer exactement ici jusqu'à quel point le principe général des proportions définies peut être regardé désormais comme irrévocablement établi. À la manière dont une telle question a été posée ci-dessus, on reconnaît évidemment qu'elle ne saurait comporter de solution catégorique que par un examen effectif de tous les composés connus. Or, cet examen a été précisément effectué, de la manière la plus étendue et la plus décisive, pour tous les cas importants, par les illustres fondateurs de la chimie numérique, comme je l'ai précédemment expliqué. Il reste donc seulement à discuter si cette doctrine est suffisamment compatible avec certains phénomènes chimiques, négligés pendant sa formation, et qu'on s'est efforcé d'y rattacher ensuite.

La première objection générale a été tirée du phénomène si important de la dissolution, évi-

demment possible en une infinité de proportions différentes. Il faut franchement reconnaître qu'on n'a répondu jusqu'ici à cette grande difficulté que par des distinctions peu satisfaisantes, et quelquefois même plus subtiles que réelles, entre l'état de dissolution et celui de combinaison. Sans doute, on peut signaler, entre ces deux états, cette différence essentielle que le premier maintient intacts toutes les propriétés chimiques de chaque substance, tandis que le second les altère toujours plus ou moins. Mais, sous tout autre rapport, il doit paraître impossible de ne point regarder, ainsi qu'on le propose, le phénomène de la dissolution comme un phénomène vraiment chimique. La dissolution présente évidemment, d'une manière tout aussi prononcée au moins que la combinaison elle-même, ce caractère spécifique et électif propre aux affections chimiques. Elle est toujours susceptible, ainsi que la combinaison, d'une limite supérieure de saturation, quoiqu'elle ne comporte point, à la vérité, de limite inférieure. Par ces deux propriétés essentielles, l'état de dissolution diffère radicalement de celui de simple mélange, qui ne peut naturellement exclure aucune proportion. Quant au seul caractère du maintien ou de l'altération des propriétés chimiques de la substance dissoute ou combinée, il est peut-être

moins décisif, en général, qu'on ne le pense communément. Ceux qui regardent la dissolution comme le plus faible degré de la combinaison peuvent répondre que, dans toute combinaison peu énergique et où la saturation est très imparfaite, les propriétés du principal agent doivent être naturellement à peine dissimulées. Quand, par exemple, un alcali très puissant forme un sous-sel avec un acide très faible, les propriétés essentielles du premier ne sont pas beaucoup plus altérées par une telle combinaison que par une simple dissolution, comme on le voit surtout dans les sous-carbonates alcalins proprement dits. D'un autre côté, comment juger positivement si la dissolution a rigoureusement maintenu, sans aucune altération, les propriétés d'une substance, dans les cas nombreux où cette substance ne peut manifester son activité chimique qu'après avoir été préalablement dissoute? On manque évidemment alors du second terme de la comparaison. Ainsi, malgré les distinctions proposées, je considère l'extension effective du principe des proportions définies aux phénomènes de la dissolution, comme la seule réponse pleinement irrécusable qui puisse être faite à l'importante objection fondée sur la considération de ces phénomènes. Or, cette extension, quoique très difficile, ne me semble point

nécessairement impossible à réaliser. Car, en l'admettant, il suffirait, pour la concilier avec les phénomènes ordinaires, d'envisager tous les degrés successifs de concentration du liquide comme de simples mélanges du petit nombre de dissolutions définies qu'on aurait établies, soit entre elles, soit avec le dissolvant, à la manière des mélanges habituels de l'eau avec l'alcool, ou l'acide sulfurique, etc. Cette hypothèse a déjà été proposée pour d'autres cas, où elle devait sembler moins admissible. Sa vérification positive doit, d'ailleurs, être extrêmement délicate, en quelque cas que ce soit. Du reste, en reprenant, sous ce point de vue, l'étude générale des dissolutions, il deviendrait indispensable, pour la rendre pleinement rationnelle, de la combiner avec celle des autres phénomènes chimiques analogues, relatifs à l'absorption des gaz par les liquides ou par les solides poreux. Tous ces divers modes d'union moléculaire sont souvent assez énergiques pour résister à des influences susceptibles de détruire certaines combinaisons proprement dites : pourquoi ne seraient-ils point, comme elles, soumis à la règle des proportions définies, si cette règle constitue vraiment une loi fondamentale de la nature?

Les considérations précédentes peuvent être appliquées, d'une manière bien plus frappante,

à un autre cas très étendu, quoique plus particulier, celui des divers alliages métalliques. Ici, on ne peut certainement contester, en aucune façon, l'existence d'un véritable état de combinaison, comparable à celui d'un grand nombre des composés assujettis aux lois de la chimie numérique : et, néanmoins, presque toutes les proportions s'y trouvent évidemment réalisées entre certaines limites. La supposition d'un mélange, qu'on n'a pas même tenté d'appliquer en ce cas, serait cependant le seul moyen de maintenir, envers de tels composés, la généralité du principe de la chimie numérique. Mais il paraît bien difficile de concevoir, entre des solides, un véritable mélange, qui puisse subir, sans aucune altération évidente, de grands changemens de température, l'influence de la cristallisation, et plusieurs autres causes perturbatrices qui sembleraient devoir le détruire nécessairement. Cette question délicate ne peut être réellement décidée que par une suite spéciale, rationnellement instituée, d'expériences directes sur les limites générales de la permanence des mélanges dont la nature n'est nullement équivoque. Ce nouvel ordre de recherches serait également indispensable pour juger positivement de la validité des explications proposées, avec une confiance trop hasardée, dans plusieurs autres

questions de chimie numérique, par exemple à l'égard de certains oxides. En général, l'hypothèse habituelle d'un mélange a dû nécessairement prévaloir comme le seul moyen de ramener à la loi des proportions définies les diverses combinaisons qui semblent d'abord susceptibles d'une proportion indéterminée. Un tel dénouement est, sans doute, très rationnel, mais à la stricte condition de ne point rester indéfiniment hypothétique. Or, quoique l'état de mélange ait été, en quelques rares occasions, réellement constaté, on se contente ordinairement aujourd'hui, à ce sujet, d'é luder ainsi la difficulté par cet expédient facile, sans s'occuper aucunement d'établir, sur une expérimentation convenable, une véritable théorie chimique du mélange, qui puisse, en réalisant de semblables projets d'explication, détruire enfin une importante objection contre le principe fondamental de notre chimie numérique. Il y a lieu d'espérer, toutefois, que le travail essentiel, dont je viens d'indiquer l'esprit général, permettra plus tard aux chimistes de mettre ce principe à l'abri de toute difficulté sérieuse sous ce rapport.

Mais, indépendamment de tous ces divers motifs secondaires, l'obstacle le plus profond et le plus capital à la généralisation rationnelle de la loi des proportions définies, celui qu'il est indispensable

de surmonter sous peine de réduire cette loi importante à une simple règle empirique, uniquement destinée à faciliter un certain ordre d'analyses chimiques, consiste dans l'étrange anomalie générale que présente jusque ici, à cet égard, l'ensemble des substances dites organiques.

Il a été précédemment remarqué, d'après M. Berzélius, que les proportions ne seraient point réellement *définies*, dans l'acception actuelle des chimistes, si, pour représenter la composition numérique de certaines substances, on était forcé d'y supposer un nombre très élevé d'atomes élémentaires, qui n'exclurait point, en d'autres cas, l'existence de tous les nombres inférieurs envers les mêmes élémens. Or, c'est ce qui a éminemment lieu, de la manière la plus étendue, dans ce qu'on nomme la chimie organique, où l'on voit souvent un élément entrer, tantôt pour cent cinquante à deux cents atomes, tantôt pour deux ou trois, et offrir ensuite la plupart des degrés intermédiaires, de telle sorte que, les divers composés de ce genre présentant d'ailleurs les mêmes élémens essentiels, l'ensemble de leur composition numérique réalise, à l'égard de ces élémens, presque toutes les proportions imaginables. Aussi les chimistes n'hésitent-ils point aujourd'hui à proclamer, plus ou moins franche-

ment, que les substances organiques échappent au principe des proportions définies. Mais un tel aveu, s'il devait être définitif, équivaldrait réellement, ce me semble, à reconnaître que ce principe ne constitue point une véritable loi de la nature, ou, ce qui serait presque identique, que cette loi convient à tous les élémens, excepté à l'oxigène, à l'hydrogène, au carbone, et à l'azote. Car autrement, la séparation, évidemment arbitraire, que l'on établit entre la chimie inorganique et la chimie organique, pourrait-elle avoir une aussi profonde influence? Une loi réelle doit, sans doute, être radicalement indépendante de cette vicieuse division scolastique. Au fond, toute chimie n'est-elle point, par sa nature, nécessairement inorganique, c'est-à-dire homogène? Ainsi, l'immense exception que paraît offrir la composition numérique des substances dites organiques, doit, si elle est irrévocable, ruiner scientifiquement la doctrine des proportions définies, envisagée comme une théorie vraiment rationnelle, et la rabaisser à l'assemblage purement empirique de certaines remarques analytiques plus ou moins particulières et d'un usage plus ou moins commode. Cette doctrine aurait alors, en réalité, une consistance scientifique beaucoup moins satisfaisante que dans la théorie de Berthollet : car celle-

ci, en restreignant à certains cas les proportions définies, leur assignait au moins des causes rigoureuses et intelligibles, tandis que, dans l'état provisoire de l'ensemble actuel de la chimie numérique, les cas de proportions définies resteraient encore limités, quoique à un moindre degré, sans que la restriction fût susceptible d'aucune justification véritable. Comme le principe des proportions définies ne peut, évidemment, par sa nature, être directement fondé sur aucune considération *à priori*, il ne saurait devenir vraiment rationnel que par une entière et stricte généralité, qui peut seule le dispenser d'une explication positive.

Les considérations présentées dans les deux leçons précédentes, et qui se trouveront encore spécialement fortifiées par la trente-neuvième leçon, sur l'impérieuse nécessité de concevoir désormais la science chimique comme un tout homogène, sans aucune vaine distinction d'origine organique ou inorganique, montrent cette difficulté capitale sous son jour le plus éclatant. Je crois avoir, à ce sujet, radicalement détruit d'avance la principale ressource actuelle, qui consiste, en regardant les composés organiques comme ternaires ou quaternaires, à limiter aux seuls composés binaires la loi des proportions définies. Outre ce qu'une telle restriction aurait évidemment d'arbitraire et d'ir-

rationnel, j'ai établi la nécessité et la possibilité, pour le perfectionnement essentiel de la science chimique, de ramener désormais toute combinaison quelconque à la conception universelle du dualisme.

Si l'on ne pouvait réaliser cette double amélioration fondamentale qu'en renonçant à la doctrine des proportions définies, envisagée comme théorie générale, on ne devrait point, ce me semble, hésiter à faire un tel sacrifice; car les progrès que la chimie doit nécessairement éprouver par l'homogénéité des conceptions et par le dualisme systématique ont, sans doute, une bien plus haute importance que le perfectionnement général des études chimiques sous le simple point de vue numérique. Mais, malgré les apparences, il n'y a point, au fond, la moindre incompatibilité réelle entre ces deux sortes de progrès. J'espère prouver, au contraire, par les considérations suivantes, que la dissolution de la chimie organique comme corps de doctrine séparé, et surtout l'extension rationnelle du dualisme à tous les composés organiques, offrent les seuls moyens réels de faire naturellement acquérir enfin à la loi des proportions définies la généralité complète qui lui est indispensable. Quoique la nature de cet ouvrage m'interdise de donner ici à cette conception nouvelle

les développemens essentiels qui pourraient la faire goûter, une simple indication générale suffira peut-être néanmoins pour la caractériser auprès des lecteurs qui auront convenablement saisi l'esprit des deux leçons précédentes.

En incorporant désormais au système uniforme de la chimie proprement dite, tous les composés organiques susceptibles de la stabilité nécessaire, on sera simultanément conduit, par la même opération philosophique, comme je l'ai déjà indiqué dans la dernière leçon, à réunir au domaine de la physiologie, soit végétale, soit animale, l'étude des nombreuses substances secondaires qui ne doivent leur existence passagère et variable qu'au développement des phénomènes vitaux, et qui surtout ne présentent un véritable intérêt scientifique que sous le point de vue biologique. Cette importante séparation deviendra plus nette par un examen direct, réservé pour la trente-neuvième leçon; je dois me borner en ce moment à l'énoncer comme dérivant essentiellement, en principe, de la distinction fondamentale entre l'état de mort et l'état de vie. La seconde classe des matières organiques, qui est de beaucoup la plus étendue, se compose, en majeure partie, de véritables mélanges, qui, en tant que tels, comportent naturellement toutes les proportions imaginables, seule-

ment limitées alors par les conditions vitales. Quant à celles de ces substances où l'on doit admettre des combinaisons réelles, il faudra, sans doute, les concevoir, en principe, assujetties à la loi des proportions définies, qui, sans cette rigoureuse extension, ne saurait avoir entièrement son vrai caractère scientifique. Mais la complication de tels composés, et surtout leur instabilité, ne permettront peut-être jamais de les étudier avec succès sous le point de vue numérique, qui, d'ailleurs, n'offre, en biologie, qu'un intérêt très subalterne. Cette épuration essentielle de la science chimique, outre sa haute importance directe, fournit donc accessoirement une puissante ressource préliminaire pour diminuer beaucoup la difficulté fondamentale qu'on éprouve aujourd'hui à étendre aux composés organiques la loi des proportions définies. Néanmoins, après une semblable préparation, le domaine rationnel de la chimie comprendrait encore un tel nombre de ces composés, que cette extension indispensable ne saurait être enfin réalisée, sans que le point de vue chimique ordinaire, à l'égard de ces substances ternaires ou quaternaires, n'ait été d'abord radicalement changé. Or, l'établissement général du dualisme rigoureux, dont j'ai déjà établi, sous des rapports d'une plus haute importance, la néces-

sité fondamentale, remplit, ce me semble, de la manière la plus naturelle, ce dernier office essentiel envers la doctrine générale des proportions chimiques. C'est ce qui me reste maintenant à expliquer sommairement.

L'irrationnelle obstination des chimistes à considérer les combinaisons dites organiques comme ternaires ou quaternaires, en confondant leur analyse élémentaire avec une analyse immédiate, est si loin d'être propre, comme ils le croient, à justifier la doctrine numérique de ne point s'étendre à ces combinaisons, qu'elle constitue, au contraire, par la nature même du sujet, le principal obstacle à cette extension générale. En effet, tant que l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote y seront envisagés comme directement unis, en combinaison ternaire ou quaternaire, les nombreux composés qui devront être reconnus distincts, même après une judicieuse et sévère épuration, continueront à former dès lors une invincible objection contre le principe fondamental de la chimie numérique. Mais si, au contraire, ces substances organiques devenaient de simples composés binaires du second ordre, ou, tout au plus, du troisième, dont les principes immédiats seraient seuls formés par la combinaison directe et toujours binaire de ces trois ou quatre élémens,

ou parviendrait à représenter exactement toutes les variétés numériques effectives que constate l'analyse élémentaire, en se bornant à concevoir, pour chaque degré de combinaison, un très petit nombre de proportions distinctes et bien définies.

Considérons d'abord le cas ternaire, essentiellement propre aux composés d'origine végétale.

Les trois élémens dont ils sont formés peuvent être unis en trois sortes de combinaisons binaires. En combinant de nouveau deux à deux ces premiers composés, ce qui conduit à employer toujours simultanément les trois élémens, oxygène, hydrogène et carbone, on obtient trois classes principales de composés du second ordre, qui, pour plus de clarté, dans l'écriture chimique actuelle, peuvent être représentés, en supprimant toute indication numérique, par les trois formules générales :



Or, dans l'état présent de la chimie, chacun des termes de ces diverses formules correspond réellement à deux corps bien distincts, tels que l'eau et le deutocide d'hydrogène, le gaz oxyde de carbone et le gaz acide carbonique, l'hydrogène carboné et le gaz oléfiant. Ainsi, en n'admettant qu'une seule proportion pour la combinaison bi-



naire de ces corps, on pourvoit déjà à la composition numérique de douze substances aujourd'hui ternaires. Mais, d'un autre côté, il doit paraître impossible de ne pas concevoir, en général, au moins trois proportions différentes pour toute combinaison binaire; l'une constituant la neutralisation parfaite, et les autres les deux limites extrêmes de la saturation réciproque: l'ensemble des analogies chimiques indique même évidemment, dans la plupart des cas bien explorés, un plus grand nombre de composés divers. Néanmoins, en se bornant au principe rationnel des trois rapports, il est clair que, même avec les seules combinaisons aujourd'hui connues de ces trois élémens, on peut parvenir, par un dualisme invariable, à représenter trente-six compositions distinctes, sans dépasser le second ordre. Enfin, il n'y aurait, sans doute, rien d'étrange maintenant à concevoir aussi une troisième combinaison possible entre l'oxygène et le carbone, ou entre celui-ci et l'hydrogène, etc., qui, de nos jours, en fournissent deux, après avoir été longtemps regardés comme n'en admettant qu'une seule. Dès lors, par l'ensemble de ces considérations, chacun peut aisément s'assurer que le dualisme permettrait d'assujettir, de la manière la plus naturelle et la plus complète, à la loi générale

rale des proportions définies, quatre-vingt-un composés du second ordre formés d'oxygène, d'hydrogène et de carbone; ce qui serait, sans doute, plus que suffisant pour représenter l'analyse élémentaire de toutes les substances vraiment distinctes propres à la chimie végétale.

Passons maintenant au cas quaternaire, qui caractérise surtout ce qu'on nomme la chimie animale.

Les classes principales de composés du second ordre semblent d'abord devoir être ici plus nombreuses; mais, la condition indispensable de faire concourir les quatre élémens à la fois permet encore seulement trois classes, représentées, comme ci-dessus, par les formules générales



Si l'on se borne strictement aux combinaisons connues aujourd'hui, les termes *oh*, *oc*, *hc*, déjà précédemment considérés, correspondent chacun à deux corps distincts; le terme *ah* ne représente encore qu'un seul corps, ainsi que le terme *ac*; mais le terme *oa* indique cinq composés différens. Dès lors, ces trois formules fourniraient seulement quatorze compositions diverses, avec une seule proportion, et quarante-deux, en admettant les trois rapports. Mais, en appliquant à tous les de-

grés la règle très rationnelle de la triple combinaison binaire, sans s'arrêter aux inévitables lacunes de la chimie actuelle, les formules précédentes comprendraient quatre-vingt-dix-neuf composés du second ordre, maintenant envisagés comme quaternaires. L'analyse rationnelle des substances animales est probablement fort loin d'en exiger réellement un aussi grand nombre. Du reste, les matières animales ayant subi, en général, un degré d'élaboration vitale de plus que les matières simplement végétales, il serait, ce me semble, très philosophique de reconnaître, à leur égard, la possibilité d'un ordre de composition supérieur, que les combinaisons physiologiques doivent surtout tendre à réaliser.

Dans une semblable hypothèse, sans dépasser le troisième ordre, comme toutes les combinaisons binaires seraient alors logiquement admissibles, il est facile de constater, par la même méthode, que cette conception suffirait à représenter, entre l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote, plus de dix mille composés prétendus quaternaires, tous formés d'après un dualisme invariable, et tous évidemment assujettis, sous la forme à la fois la plus simple et la plus stricte, à la loi des proportions définies, quoique étant, néanmoins, parfaitement distincts les uns des autres. Sans doute,

la nature ne saurait permettre la réalisation effective d'une grande partie de ces combinaisons spéculatives. Mais j'ai cru devoir poursuivre les conséquences de ma conception jusqu'à cette extrême limite idéale, qui n'offre rien d'irrationnel, afin de caractériser, avec une plus énergique évidence, toute la fécondité des ressources simples et directes que fournirait cette théorie nouvelle pour satisfaire enfin aux justes exigences des philosophes impartiaux quant à la généralisation si indispensable, et aujourd'hui si incomplète, des lois fondamentales de la chimie numérique. Je serais, à cet égard, pleinement satisfait si quelques-uns des esprits distingués qui cultivent aujourd'hui la science chimique croyaient, d'après cette indication sommaire, pouvoir contribuer à son perfectionnement général, en suivant la voie que je viens de leur ouvrir, et dans laquelle ma destination spécialement philosophique doit m'interdire l'espoir de jamais marcher moi-même.

Si l'on n'adoptait point cette conception, ou si, par toute autre méthode équivalente, dont je ne saurais comprendre quel pourrait être le principe, on ne parvenait point à étendre réellement aux composés organiques la doctrine des proportions définies, il faudrait nécessairement renoncer à ériger cette doctrine en une loi essentielle de la phi-

losophie naturelle, et rentrer enfin dans la grande théorie de Berthollet, en se bornant à élargir beaucoup les cas généraux de proportions fixes qu'il avait admis. Dans l'état présent de l'ensemble de la question, il ne saurait exister aucune autre alternative. Mais, la théorie que je propose n'ayant pas été directement instituée pour une telle destination, et dérivant, au contraire, de la manière la plus naturelle, de principes établis, par un tout autre ordre de considérations supérieures, pour les besoins fondamentaux de la philosophie chimique, cette remarquable coïncidence constitue, ce me semble, une puissante présomption en faveur de sa réalisation future et peut-être prochaine.

Tels sont les importants résultats généraux de l'examen philosophique auquel j'ai dû soumettre, dans cette leçon, la doctrine actuelle des proportions chimiques, envisagée sous ses divers aspects essentiels. Chacun peut désormais juger avec exactitude du véritable progrès fondamental de cette intéressante partie des études chimiques depuis son origine jusqu'à ce jour, des conditions essentielles qui doivent encore y être remplies avant de convertir le principe de cette doctrine en une grande loi de la nature, et enfin de la marche

rationnelle qui peut seule conduire à cette constitution finale de la chimie numérique.

Je dois maintenant considérer, sous un dernier point de vue général, l'ensemble actuel de la chimie inorganique, en consacrant la leçon suivante à l'examen philosophique de la théorie électro-chimique.