

COURS

DE

PHILOSOPHIE POSITIVE.

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON.

Considérations philosophiques sur l'ensemble de la chimie.

Le dernier aspect fondamental sous lequel la philosophie naturelle doit étudier l'existence d'un corps quelconque, se rapporte aux modifications, plus ou moins profondes et plus ou moins variées, que toutes les substances peuvent éprouver dans leur composition, en vertu de leurs diverses réactions moléculaires. Ce nouvel ordre de phénomènes généraux, sans lequel les plus grandes et les plus importantes opérations de la nature terrestre nous seraient radicalement incompréhensibles, est le plus intime et le plus complexe de tous ceux que peut manifester le monde inorga-

009744

nique. Dans aucun acte de leur existence, les corps inertes ne sauraient paraître aussi rapprochés de l'état vital proprement dit, que lorsqu'ils exercent avec énergie les uns sur les autres cette rapide et profonde perturbation qui caractérise les effets chimiques. Le véritable esprit fondamental de toute philosophie théologique ou métaphysique consistant essentiellement, ainsi que je l'établirai dans le volume suivant, à concevoir tous les phénomènes quelconques comme analogues à celui de la vie, le seul connu par un sentiment immédiat, on s'explique aisément pourquoi cette manière primitive de philosopher a dû exercer, sur l'étude des phénomènes chimiques, une plus intense et plus opiniâtre domination qu'envers aucune autre classe de phénomènes inorganiques.

Outre cette cause principale, il convient de remarquer subsidiairement que, pour un tel ordre d'effets naturels, l'observation directe et spontanée ne peut d'abord s'appliquer qu'à des phénomènes extrêmement compliqués, comme les combustions végétales, les fermentations, etc., dont l'analyse exacte constitue presque le dernier terme de la science; car les phénomènes chimiques les plus importants, ou ceux du moins auxquels s'adapte le mieux l'ensemble de nos moyens d'exploration, ne se produisent que dans des circonstances

éminemment artificielles, dont la pensée a dû être fort tardive et la première institution très difficile. Il est aisé de nos jours, même aux esprits les plus médiocres, de provoquer, en ce genre, de nouveaux phénomènes susceptibles de quelque intérêt scientifique, en établissant, pour ainsi dire au hasard, entre les nombreuses substances déjà connues, des relations auparavant négligées: mais, dans l'enfance de la chimie, la création de sujets d'observation vraiment convenables a dû, au contraire, long-temps présenter des difficultés capitales, que nos habitudes actuelles ne nous permettent guère de mesurer judicieusement. On ne saurait même comprendre (comme je l'ai rappelé, d'après l'illustre Berthollet, dans les prolégomènes de cet ouvrage) comment l'énergique et persévérante activité des anciens scrutateurs de la nature eût pu conduire à la découverte des principaux phénomènes chimiques, sans la stimulation toute-puissante qu'entretenaient habituellement en eux les espérances illimitées dues à leurs notions chimériques sur la composition de la matière.

Ainsi, la nature complexe et équivoque de ces phénomènes, et en second lieu les difficultés fondamentales qui caractérisent leur première exploration, doivent suffire pour expliquer la tardive et incomplète positivité des conceptions chimiques,

comparativement à toutes les autres conceptions inorganiques. Après avoir si pleinement constaté, dans la seconde moitié du volume précédent, combien l'étude des simples phénomènes physiques est encore imparfaite, combien même son caractère scientifique doit, en général, nous sembler jusqu'ici, à plusieurs égards, radicalement défectueux, nous devons naturellement prévoir un état d'infériorité bien plus prononcé pour la science, beaucoup plus difficile, et en même temps plus récente, qui recherche les lois des phénomènes de composition et de décomposition. Sous quelque aspect qu'on l'envisage, en effet, soit spéculativement, quant à la nature de ses explications, soit activement, quant aux prévisions qu'elles comportent, cette science constitue évidemment aujourd'hui la branche fondamentale la moins avancée de la philosophie inorganique. Par la seconde considération surtout, que j'ai tant recommandée comme offrant le critérium à la fois le plus rationnel, le moins équivoque, et le plus exact du degré de perfection propre à chaque classe de connaissances spéculatives, il est clair que, dans la plupart de ses recherches, la chimie actuelle mérite à peine le nom d'une véritable science, puisqu'elle ne conduit presque jamais à une prévoyance réelle et certaine. En introduisant, dans des actes chi-

miques déjà bien explorés, quelques modifications déterminées, même légères et peu nombreuses, il est très rarement possible de prédire avec justesse les changemens qu'elles doivent produire : et néanmoins, sans cette indispensable condition, comme je l'ai si fréquemment établi dans ce traité, il n'existe point, à proprement parler, de science; il y a seulement *érudition*, quelles que puissent être l'importance et la multiplicité des faits recueillis. Penser autrement, c'est prendre une carrière pour un édifice.

Cette extrême imperfection de notre chimie tient sans doute essentiellement à la nature plus compliquée d'une telle science et à son plus récent développement; il serait même entièrement chimérique d'espérer qu'elle puisse jamais atteindre à un état de rationalité aussi satisfaisant que celui des sciences relatives à des phénomènes plus simples, et spécialement de l'astronomie, vrai type éternel de la philosophie naturelle. Mais il me semble néanmoins incontestable que son infériorité actuelle doit, en outre, être subsidiairement attribuée au vicieux esprit philosophique suivant lequel les recherches habituelles y sont jusqu'ici conçues et dirigées, et à l'éducation si défectueuse de la plupart des savans qui s'y livrent. Sous ce rapport, il y a tout lieu de croire qu'une judicieuse

analyse philosophique pourrait directement contribuer à un prochain perfectionnement général d'une science aussi capitale. Telle est la conviction que je désire provoquer en esquissant rapidement, dans la première partie de ce volume, l'examen sommaire de la philosophie chimique, envisagée sous tous ses divers aspects essentiels. Quoique la nature et les limites de cet ouvrage ne me permettent point de consacrer à cette importante opération tous les développemens convenables pour assurer son efficacité, peut-être parviendrai-je à faire sentir, à quelqu'un des esprits éminens qui cultivent aujourd'hui cette belle science, la nécessité de soumettre à une nouvelle et plus rationnelle élaboration l'ensemble des conceptions fondamentales qui la constituent.

Nous devons, avant tout, caractériser avec exactitude l'objet général propre à cette dernière partie de la philosophie inorganique.

Quelque vaste et compliqué que soit, en réalité, le sujet de la chimie, l'indication nette du but de cette science, et la circonscription rigoureuse du champ de ses recherches, en un mot, sa définition, présentent beaucoup moins de difficulté que nous n'en avons éprouvé dans le volume précédent relativement à la physique. Nous avons dû

surtout définir celle-ci par contraste avec la chimie, en sorte que, par cela même, notre opération actuelle est déjà essentiellement préparée. Il est aisé d'ailleurs de caractériser directement, d'une manière très tranchée, ce qui constitue les phénomènes vraiment chimiques; car tous présentent constamment une altération plus ou moins complète, mais toujours appréciable, dans la constitution intime des corps considérés; c'est-à-dire une composition ou une décomposition, et le plus souvent l'une et l'autre, en ayant égard à l'ensemble des substances qui participent à l'action. Aussi, à toutes les époques du développement scientifique, du moins depuis que la chimie, se séparant de l'art des préparations, est devenue l'objet d'études réellement spéculatives, les recherches chimiques ont-elles manifesté sans cesse un degré remarquable d'originalité, qui n'a jamais permis de les confondre avec les autres parties de la philosophie naturelle: il n'en a pas été de même, à beaucoup près, pour la physique proprement dite, si généralement mêlée, par exemple, jusqu'à des temps très modernes, avec la physiologie, comme le témoigne encore si clairement le langage scientifique lui-même (1).

(1) En Angleterre surtout, la même expression s'applique encore vulgairement à ces deux ordres d'idées; et c'est essentiellement pour

Par ce caractère général de ses phénomènes, la chimie se distingue très nettement de la physique, qui la précède, et de la physiologie, qui la suit, dans la hiérarchie encyclopédique que j'ai établie: et cette comparaison tend à faire mieux ressortir la nature propre d'une telle science. L'ensemble de ces trois sciences peut être conçu comme ayant pour objet d'étudier l'activité moléculaire de la matière, dans tous les divers modes dont elle est susceptible. Or, sous ce point de vue, chacune d'elles correspond à l'un des trois principaux degrés successifs d'activité, qui se distinguent entre eux par les différences les plus profondes et les plus naturelles. L'action chimique présente évidemment, en elle-même, quelque chose de plus que la simple action physique, et quelque chose de moins que l'action vitale, malgré les vagues rapprochemens que des considérations purement hypothétiques peuvent conduire à établir entre ces trois ordres de phénomènes. Les seules perturbations moléculaires que puisse produire dans les corps l'activité physique proprement dite, se ré-

véler une telle confusion que les Boyle, les Newton, etc., ont d'abord introduit l'usage du nom de *philosophie naturelle*, dont la signification s'est ensuite tant élargie. La chimie, au contraire, y est invariablement désignée, depuis le moyen âge, par une dénomination spéciale, qui n'a jamais eu d'autre destination.

duisent toujours à modifier l'arrangement des particules; et ces modifications, ordinairement peu étendues, sont même le plus souvent passagères: en aucun cas la substance ne saurait être altérée. Au contraire, l'activité chimique, outre ces altérations dans la structure et dans l'état d'agrégation, détermine toujours un changement profond et durable dans la composition même des particules; les corps qui ont concouru au phénomène sont habituellement devenus méconnaissables, tant l'ensemble de leurs propriétés a été troublé. Enfin, les phénomènes physiologiques nous montrent l'activité matérielle dans un degré d'énergie encore très supérieur: car, aussitôt que la combinaison chimique est effectuée, les corps redeviennent complètement inertes; tandis que l'état vital est caractérisé, outre les effets physiques et les opérations chimiques qu'il détermine constamment, par un double mouvement plus ou moins rapide, mais toujours nécessairement continu, de composition et de décomposition, propre à maintenir, entre certaines limites de variation, pendant un temps plus ou moins considérable, l'organisation du corps, tout en renouvelant sans cesse sa substance. On conçoit ainsi, d'une manière irrécusable, la gradation fondamentale de ces trois modes essentiels d'activité moléculaire, qu'aucune

saine philosophie ne saurait jamais confondre (1).

Pour compléter cette notion fondamentale des phénomènes chimiques, il peut être utile d'y ajouter deux considérations secondaires, qui ont déjà été indirectement indiquées, dans le volume précédent, en définissant la physique : la plus importante est relative à la nature du phénomène, et l'autre à ses conditions générales.

Toute substance quelconque est sans doute susceptible d'une activité chimique plus ou moins variée et plus ou moins énergique; c'est pourquoi les phénomènes chimiques ont été justement classés parmi les phénomènes généraux, dont ils constituent, dans l'ordre de complication croissante, la dernière catégorie : ils se distinguent profondément ainsi des phénomènes physiologiques, qui, par leur nature, sont exclusivement propres à certaines substances, organisées sous certains modes. Néanmoins, il doit être incontestable que les phénomènes chimiques, surtout par contraste aux simples phénomènes physiques, présentent, en

(1) Il doit être bien entendu, sans doute, que, dans la comparaison des actes chimiques avec les actes vitaux, on envisage seulement les phénomènes physiologiques les plus généraux, ceux relatifs au plus simple degré de la vie proprement dite, et abstraction faite de tout ce qui constitue spécialement l'*animalité* : hors de ces limites naturelles, le parallèle deviendrait radicalement impossible, par le défaut complet d'analogie.

chaque cas, quelque chose de spécifique, ou, suivant l'énergique expression de Bergmann, d'*électif*. Non-seulement chacun des différens élémens matériels produit des effets chimiques qui lui sont entièrement particuliers; mais il en est encore ainsi de leurs innombrables combinaisons de divers ordres, dont les plus analogues manifestent toujours, sous le rapport chimique, certaines différences fondamentales, qui fournissent souvent le seul moyen de les caractériser nettement. Par conséquent, tandis que les propriétés physiques ne présentent essentiellement, d'un corps à un autre, que de simples distinctions de degré, les propriétés chimiques sont, au contraire, radicalement spécifiques (1). Les unes constituent le fondement commun de toute existence matérielle; c'est surtout par les autres que les individualités se prononcent.

En second lieu, parmi les conditions extrême-

(1) Cette spécialité fondamentale des diverses actions chimiques ne saurait nullement disparaître, quand même on parviendrait, par une extension exagérée de la théorie électro-chimique, à se représenter vaguement tous les phénomènes de composition et de décomposition comme de simples effets électriques. Dans cette supposition, la difficulté ne serait évidemment que reculée : il demeurerait encore incontestable que chaque substance, simple ou composée, manifeste une nature de polarité électrique qui lui est propre. Le langage seul serait donc changé, comme cela doit arriver pour toutes les notions scientifiques réellement fondées sur l'immuable considération des phénomènes.

ment variées propres au développement des divers phénomènes chimiques, on a pu remarquer, pour ainsi dire de tout temps, cette condition fondamentale et commune, qui est ordinairement bien loin de suffire, mais qui se présente toujours comme strictement indispensable : la nécessité du contact immédiat des particules antagonistes, et, par suite, celle de l'état fluide, soit gazeux, soit liquide, de l'une au moins des substances considérées. Quand cette disposition n'existe pas spontanément, il faut d'abord la remplir artificiellement en liquéfiant la substance, soit par la fusion ignée, soit à l'aide d'un dissolvant quelconque. Sans cette modification préalable, la combinaison ne saurait avoir lieu, conformément à un célèbre et judicieux aphorisme, qui remonte à l'enfance de la chimie. Il n'existe pas jusqu'ici un seul exemple bien constaté d'action chimique entre deux corps réellement solides, du moins en ne s'élevant pas à des températures qui rendent difficilement appréciable le véritable état d'agréga-tion des corps. C'est lorsque l'une et l'autre substances sont liquides, que l'action chimique se manifeste avec le plus d'énergie, si la légère différence des densités permet aisément un mélange intime. Rien n'est plus propre que de telles remarques à constater clairement combien les effets

chimiques sont, par leur nature, éminemment moléculaires, surtout par opposition aux effets physiques. Ils présentent même, à cet égard, une distinction essentielle, quoique moins tranchée, avec les effets physiologiques ; puisque la production de ceux-ci suppose, de toute nécessité, un concours indispensable des solides avec les fluides, comme nous le reconnaitrons dans la seconde partie de ce volume.

L'ensemble des considérations précédentes peut être exactement résumé, en définissant la chimie comme ayant pour but général *d'étudier les lois des phénomènes de composition et de décomposition, qui résultent de l'action moléculaire et spécifique des diverses substances, naturelles ou artificielles, les unes sur les autres.*

Il y a tout lieu de craindre que, vu son extrême imperfection, cette science ne doive pas, de long-temps, comporter une définition plus rigoureuse et plus précise, propre à caractériser, avec une pleine évidence, quelles sont, en général, les données indispensables et les inconnues finales de tout problème chimique. Néanmoins, afin de mieux signaler le véritable esprit de la chimie, il importe, sans doute, de considérer directement la définition la plus rationnelle, et, pour ainsi dire, la plus mathématique, dont une telle science

soit susceptible, quoique, dans son état présent, elle ne puisse correspondre que très incomplètement à une semblable position générale de la question.

A cet effet, en rattachant toujours, pour cet ordre de phénomènes comme pour tous les autres, la considération de *science* à celle de *prévoyance*, il me semble évident que, dans toute recherche chimique, envisagée du point de vue le plus philosophique, on doit finalement se proposer; étant données les propriétés caractéristiques des substances, simples ou composées, placées en relation chimique dans des circonstances bien définies, de déterminer exactement en quoi consistera leur action, et quelles seront les principales propriétés des nouveaux produits. Logiquement examiné, le problème, quelques difficultés qu'il présente, est certainement déterminé; et, d'ailleurs, on n'y pourrait rien supprimer sans qu'il cessât aussitôt de l'être, en sorte que cette formule ne renferme aucune énonciation superflue. D'un autre côté, on conçoit aisément que, si de telles solutions étaient effectivement obtenues, les trois grandes applications fondamentales de la science chimique, soit à l'étude des phénomènes vitaux, soit à l'histoire naturelle du globe terrestre, soit enfin aux opérations industrielles, au lieu d'être, comme

aujourd'hui, le résultat presque accidentel et irrégulier du développement spontané de la science, se trouveraient, par cela même, rationnellement organisées, puisque, dans l'un quelconque de ces trois cas généraux, la question rentre immédiatement dans notre formule abstraite, dont les circonstances propres à chaque application fournissent aussitôt les données. Cette manière de concevoir le problème chimique remplit donc toutes les conditions essentielles. Quelque supérieure qu'elle paraisse aujourd'hui à l'état réel de la science, ce qui prouve seulement qu'il est encore très imparfait, on n'en doit pas moins reconnaître que tel est le but effectif vers lequel tendent finalement tous les efforts des chimistes, puisque, de leur aveu unanime, les questions simples et peu nombreuses à l'égard desquelles ce résultat a pu être atteint jusqu'ici, d'une manière plus ou moins complète, sont regardées comme les parties les plus avancées de la chimie, d'où résulte la vérification formelle d'une semblable destination générale.

En examinant plus profondément cette définition rationnelle de la science chimique, on la jugera susceptible d'une importante transformation, puisque, par l'application redoublée d'une telle méthode convenablement dirigée, toutes les données fonda-

mentales de la chimie devraient, en dernier lieu, pouvoir se réduire à la connaissance des propriétés essentielles des seuls corps simples, qui conduirait à celle des divers principes immédiats, et par suite, aux combinaisons les plus complexes et les plus éloignées. Quant à l'étude même des éléments, elle ne saurait, évidemment, par sa nature, être ramenée à aucune autre; elle doit nécessairement constituer une élaboration expérimentale et directe, divisée en autant de parties, entièrement distinctes et radicalement indépendantes les unes des autres, qu'il existe, à chaque époque, de substances indécomposées. Tout ce qu'on pourrait, à cet égard, concevoir de vraiment rationnel, abstraction faite des inductions analogiques plus ou moins plausibles auxquelles peuvent conduire certains rapprochemens déjà constatés, consisterait à découvrir des relations générales entre les propriétés chimiques de chaque élément et l'ensemble de ses propriétés physiques. Mais, quoique quelques faits paraissent confirmer déjà le principe, d'ailleurs éminemment philosophique, d'une certaine harmonie générale et nécessaire entre ces deux ordres de propriétés, on peut, ce me semble, affirmer que, à aucune époque, cette harmonie ne saurait être assez explicitement dévoilée pour suppléer à l'exploration

immédiate des caractères chimiques de chaque élément. Ainsi, sans prétendre à une perfection chimérique, on devra toujours regarder comme obtenues, par autant de suites d'observations directes, les études chimiques des divers corps simples. Mais, cette grande base générale une fois empruntée à l'expérience, tous les autres problèmes chimiques, malgré leur immense variété, devraient être susceptibles de solutions purement rationnelles, d'après un petit nombre de lois invariables, établies par le vrai génie chimique pour les diverses classes de combinaisons.

Sous ce rapport, les combinaisons présentent naturellement deux modes généraux de classification, qui doivent nécessairement être pris l'un et l'autre en considération fondamentale; 1°. la simplicité ou le degré de composition plus ou moins grand des principes immédiats; 2°. le nombre des éléments combinés. Or, d'après l'ensemble des observations, l'action chimique devient d'autant plus difficile, entre des substances quelconques, que leur ordre de composition s'élève davantage; la plupart des atomes composés appartiennent aux deux premiers ordres, et, au-delà du troisième ordre, leur combinaison semble presque impossible: de même, sous le se-

cond point de vue, les combinaisons perdent très rapidement de leur stabilité à mesure que les éléments s'y multiplient ; le plus souvent il n'y a qu'un simple dualisme, et presque aucun corps qui soit plus que quaternaire. Ainsi, le nombre des classes chimiques générales auxquelles peut donner lieu cette double distinction nécessaire, ne saurait être bien étendu : à chacune d'elles, devrait correspondre une loi fondamentale de combinaison, dont l'application aux divers cas déterminés ferait rationnellement connaître, par les données élémentaires, le résultat de chaque conflit. Tel serait, sans doute, l'état vraiment scientifique de la chimie. C'est à la faiblesse radicale et, accessoirement, à la direction vicieuse de notre intelligence, que nous devons surtout attribuer, bien plus qu'à la nature propre du sujet, l'immense éloignement où nous sommes aujourd'hui d'une telle manière de philosopher. Quelque difficile qu'elle paraisse encore, il ne faut point oublier qu'elle commence maintenant à se réaliser en partie relativement à une catégorie fort importante, quoique secondaire, des recherches chimiques, l'étude des proportions, comme je le ferai soigneusement ressortir dans la trente-septième leçon. A cet égard, en effet, à l'aide d'un coefficient chimique, empiriquement évalué pour

chaque corps simple, on parvient à déterminer rationnellement, en beaucoup de cas, avec une suffisante exactitude, d'après un petit nombre de lois générales, la proportion suivant laquelle s'unissent les principes, préalablement connus, de chaque nouveau produit. Pourquoi toutes les autres études chimiques ne comporteraient-elles point, dans la suite, une perfection analogue ? Nous pouvons donc, en résumé, définir la chimie, le plus rationnellement possible, comme ayant pour objet final : *étant données les propriétés de tous les corps simples, trouver celles de tous les composés qu'ils peuvent former* (1).

Quoiqu'un tel but soit bien rarement atteint

(1) Le problème chimique est, sans doute, comme tout autre, logiquement susceptible de renversement; c'est-à-dire qu'on peut demander, réciproquement, de remonter des propriétés des composés à celles de leurs éléments : ce genre de recherches se présente même naturellement en plus d'une occasion importante, surtout quand on veut appliquer la chimie à l'étude des phénomènes vitaux. Mais, en thèse logique générale, plus les questions se compliquent, plus leur inversion devient difficile, au point d'être bientôt presque insurmontable lorsqu'on dépasse les premiers degrés de simplicité : on peut le vérifier éminemment pour les recherches mathématiques elles-mêmes, malgré leur facilité comparative. Une science aussi compliquée que la chimie ne saurait donc, très probablement, acquérir jamais une assez grande perfection pour donner lieu réellement, d'une manière un peu suivie, à ces problèmes inverses; c'est pourquoi j'ai dû m'abstenir d'en faire une mention formelle.

dans l'état présent de la science, sa considération familière n'en serait pas moins, ce me semble, très utile, dès aujourd'hui, pour donner aux recherches habituelles une direction plus progressive et une marche plus philosophique. Il n'y a pas de science qui ne soit, en réalité, plus ou moins inférieure à sa définition : mais l'usage d'une définition précise et systématique est, néanmoins, pour une doctrine quelconque, le premier symptôme d'une consistance vraiment scientifique, en même temps que le meilleur moyen de mesurer, à chaque époque, avec exactitude ses divers progrès généraux. Tels sont les motifs qui m'ont déterminé à insister ici sur cette importante opération, dont les chimistes philosophes me sauront peut-être quelque gré.

La loi fondamentale que j'ai établie, dès le commencement du volume précédent, sur l'harmonie nécessaire entre l'accroissement de complication des divers ordres de phénomènes et l'extension correspondante de nos moyens généraux d'exploration, se vérifie éminemment pour la science chimique, comparée à celles qui la précèdent, et spécialement à la physique, comme il est aisé de le constater sommairement.

C'est ici que le premier et le plus général des trois modes essentiels d'investigation que nous avons

alors distingués dans la philosophie naturelle, *l'observation* proprement dite, commence à recevoir son développement intégral. Jusque là, en effet, l'observation est toujours plus ou moins partielle. En astronomie, elle est nécessairement bornée à l'emploi exclusif d'un seul de nos sens : en physique, le secours de l'ouïe, et surtout celui du toucher, viennent s'ajouter à l'usage de la vue; mais le goût et l'odorat restent encore essentiellement inactifs. La chimie, au contraire, fait concourir simultanément tous nos sens à l'analyse de ses phénomènes. On ne peut se former une juste idée de l'accroissement de moyens qui résulte d'une telle convergence, qu'en cherchant à se représenter, autant que possible, ce que deviendrait la chimie s'il fallait y renoncer, soit à l'olfaction, ou à la gustation, qui nous fournissent très souvent les seuls caractères par lesquels nous puissions reconnaître et distinguer les divers effets produits. Mais ce qu'un esprit philosophique doit surtout remarquer à ce sujet, c'est qu'une telle correspondance n'a rien d'accidentel, ni même d'empirique. Car, la saine théorie physiologique des sensations, ainsi que j'ai soin de le constater dans la seconde partie de ce volume, montre clairement que les appareils du goût et de l'odorat, par opposition à ceux des autres organes

sensitifs, agissent d'une manière éminemment chimique, et que, par conséquent, la nature de ces deux sens les adapte spécialement à la perception des phénomènes de composition et de décomposition.

Quant à l'expérience proprement dite, il serait, sans doute, superflu d'insister pour apprécier l'importance de la fonction prépondérante qu'elle remplit en chimie; puisque la plupart des phénomènes chimiques actuels, et surtout les plus instructifs, sont, évidemment, de création artificielle. Toutefois, malgré cette imposante considération, je persiste à croire, comme je l'ai indiqué dans le volume précédent, qu'on s'exagère communément la véritable part de l'expérimentation, dans les découvertes chimiques. En effet, que les phénomènes étudiés soient naturels ou factices, ce n'est point là, il importe de le rappeler, ce qui constitue essentiellement l'expérimentation, envisagée comme un mode d'observation plus parfait : son caractère fondamental consiste surtout dans l'institution, ou, ce qui revient au même, dans le choix, des circonstances du phénomène, pour une exploration plus évidente et plus décisive. Or, sous ce point de vue, on trouvera, ce me semble, malgré les apparences, que la méthode expérimentale est moins spécialement

appropriée à la nature des recherches chimiques qu'à celle des questions physiques. Car, les effets chimiques dépendent ordinairement d'un trop grand concours d'influences diverses pour qu'il soit facile d'en éclairer la production par de véritables expériences, en instituant deux cas parallèles, qui soient exactement identiques dans toutes leurs circonstances caractéristiques, sauf celle qu'on veut apprécier; ce qui est pourtant la condition fondamentale de toute expérimentation irrécusable. Notre esprit commence réellement à rencontrer ici, par la complication des phénomènes, mais à un degré infiniment moindre, l'obstacle essentiel que la nature des recherches physiologiques oppose si complètement à la méthode purement expérimentale, dont l'usage est presque toujours illusoire. On ne saurait douter, néanmoins, que l'expérimentation n'ait puissamment contribué jusqu'ici au perfectionnement de la science chimique, abstraction faite des nouveaux sujets d'observation qu'elle a fait naître. Il me semble même incontestable que l'éminente supériorité, sous ce rapport, de la physique sur la chimie, ne tient pas seulement aujourd'hui à la nature respective des deux sciences (qui en est cependant la principale cause), mais aussi à ce que la première se trouve maintenant parvenue

à une époque plus avancée de son développement que la seconde. Quand la chimie sera cultivée habituellement d'une manière plus rationnelle, l'art des expériences y sera, sans doute, mieux entendu et plus efficacement employé. Dès les premiers temps de cette science difficile, les immortelles séries de travaux de Priestley, et surtout du grand Lavoisier, ont offert, à cet égard, d'admirables modèles, presque comparables à ce que la physique nous présente de plus parfait, et qui suffiraient seuls pour constater que la nature des phénomènes chimiques n'oppose point d'insurmontables obstacles à un emploi lumineux et étendu de la méthode expérimentale.

Enfin, relativement au troisième mode fondamental de l'exploration rationnelle, la *comparaison* proprement dite, le moins général de tous, il importe de considérer ici que si, par sa nature, ce procédé est essentiellement destiné aux études physiologiques, son usage pourrait cependant commencer à acquérir, dans les recherches chimiques, une véritable efficacité. La condition essentielle de cette précieuse méthode, consiste dans l'existence d'une suite suffisamment étendue de cas analogues mais distincts, où un phénomène commun se modifie de plus en plus, soit par des

simplifications, soit par des dégradations successives et presque continues. Or, d'après ce seul énoncé, il est évident qu'un tel artifice ne convient, dans toute sa plénitude, qu'à l'analyse des phénomènes vitaux. Aussi, est-ce uniquement là que ce mode d'observation a été jusqu'ici fécond en résultats importants : on ne saurait l'étudier ailleurs pour s'en former une idée nette. Néanmoins, après avoir abstraitement formulé, comme je viens de le faire, l'esprit général de ce procédé, il me semble évident que, si un tel art est radicalement inapplicable à l'astronomie, et ne peut même offrir à la physique aucune ressource vraiment importante, la chimie, par sa nature, est, à cet égard, dans de tout autres conditions, qui se rapprochent, à un certain degré, de celles que la physiologie seule peut manifester complètement. Je n'ai pas besoin d'en signaler ici d'autre indice général que l'existence des familles naturelles, unanimement admise aujourd'hui, en chimie, par toutes les têtes philosophiques, quoique la classification correspondante à ce principe soit encore loin, sans doute, d'être convenablement établie. La possibilité reconnue d'une semblable classification doit nécessairement conduire à celle de la méthode comparative, l'une et l'autre étant fondées sur la considération commune de l'uni-

formité, dans une longue série de corps différens, de certains phénomènes prépondérans. Il existe même entre ces deux ordres d'idées une telle liaison réciproque, que la construction d'un système naturel de classification chimique, si justement désiré aujourd'hui, est impossible sans une large application de l'art comparatif proprement dit, entendu à la manière des physiologistes; et, pareillement, en sens inverse, la chimie comparée ne saurait être régulièrement cultivée, tant que l'esprit ne pourra point s'y diriger d'après une ébauche de classification naturelle. Quoi qu'il en soit, ces considérations de haute philosophie chimique me paraissent rendre incontestable la convenance fondamentale, et même l'application peu éloignée, du procédé comparatif au perfectionnement général des connaissances chimiques. Peut-être en indiquant cette importante relation, mon esprit se tient-il trop au-delà de l'état présent de la science, qui ne semble, en effet, offrir jusqu'ici d'exemple réel d'une telle marche que dans un très petit nombre de recherches, où son influence est même difficilement appréciable. Mais il ne faut point oublier que la chimie est encore, pour ainsi dire, une science naissante; et en conséquence, on ne doit pas trouver étrange que l'ensemble des procédés généraux qui lui

sont propres ait été jusqu'à présent incomplètement caractérisé par son développement spontané. C'est surtout en devant, à un degré modéré, les phases naturelles de ce développement, que l'étude spéciale de la philosophie des sciences, telle que je me suis efforcé de la concevoir et de l'organiser, peut contribuer, avec une efficacité notable, à hâter et à étendre leurs progrès effectifs.

Quels que soient les moyens, directs ou indirects, employés pour l'exploration chimique, il convient de remarquer, en dernier lieu, que leur emploi est ordinairement susceptible d'une vérification générale, éminemment appropriée à la nature de cette science, bien qu'elle ne lui soit pas rigoureusement particulière. Cette ressource capitale résulte de la confrontation exacte du double procédé de l'*analyse* et de la *synthèse* (1).

(1) Les diverses sectes de philosophes métaphysiciens ont tellement abusé, depuis un siècle, de ces deux expressions, par une multitude d'acceptions logiques profondément différentes, que tout esprit judicieux doit répugner aujourd'hui à les introduire dans le discours, quand les circonstances de leur emploi n'en spécifient pas naturellement le sens positif. Mais, en chimie, elles ont dû heureusement conserver, d'une manière tout-à-fait pure, leur netteté originelle; en sorte qu'elles y sont usitées sans aucun danger; encore serait-il préférable, pour plus de sécurité, d'adopter habituellement les mots équivalens de *composition* et *décomposition*, qui n'ont pas été viciés, et qui ne sont guère plus longs, quoique d'ailleurs ils n'offrent pas autant de facilité pour la formation des mots secondaires.

Tout corps qui a été décomposé doit, évidemment, être conçu, par cela même, comme susceptible d'une recomposition, d'ailleurs plus ou moins difficile et quelquefois presque impossible à réaliser. Or, si cette opération inverse reproduit exactement la substance primitive, la démonstration chimique acquiert aussitôt la plus incontestable certitude. Malheureusement l'admirable extension de la puissance chimique dans le siècle actuel a beaucoup plus porté jusqu'ici sur les facultés analytiques que sur les moyens synthétiques; en sorte que ces deux voies sont encore très loin de conserver entre elles une exacte et constante harmonie.

Afin de caractériser plus profondément les cas où une telle harmonie est néanmoins indispensable à l'établissement d'une conviction vraiment inébranlable, il faut distinguer, en général, avec plus de soin qu'on ne l'a fait, deux genres très différens d'analyse chimique : une analyse préliminaire, consistant dans la simple séparation des principes immédiats, et une analyse finale, conduisant à la détermination des *élémens* proprement dits (1). Quoique celle-ci soit toujours

(1) Ces deux expressions, *préliminaire* et *finale*, sont ici seulement destinées à caractériser, aussi nettement que possible, le but propre à cha-

le complément nécessaire de toute étude chimique, l'usage de la première est, cependant, dans un très grand nombre de cas, et surtout relativement aux applications, plus important et plus étendu. Or, il est aisé de concevoir que l'analyse élémentaire peut être, par sa nature, rigoureusement dispensée d'une vérification synthétique. Car, en instituant l'opération avec exactitude et la poursuivant avec soin, on déduira toujours, sans incertitude, de la composition des réactifs employés, comparée à celle des produits obtenus, la composition inconnue de la substance proposée, dont les divers élémens auront ainsi été séparés d'une manière quelconque. L'impossibilité où l'on serait de les combiner de nouveau pour reproduire le corps primitif, ne saurait, évidemment, en un tel cas, jeter aucun doute légitime sur la réalité de la solution; à moins toutefois, ce qui doit être infiniment rare, qu'on n'eût des motifs valides de contester la simplicité effective de quelqu'un des élémens considérés. La synthèse ne fait donc alors qu'ajouter, à la démonstration ana-

enne des deux analyses, sans aucune allusion à l'ordre qui s'établit entre elles. Du point de vue abstrait, il paraîtrait, sans doute, que la première doit toujours, rationnellement, précéder la seconde. Mais comme, en réalité, celle-ci est souvent beaucoup plus facile et plus sûre que l'autre, dont elle peut être rendue indépendante, on conçoit sans peine que cet ordre naturel doive se trouver fréquemment interverti.

lytique, une confirmation utile et lumineuse, mais nullement indispensable. Il en est tout autrement, au contraire, quand il s'agit de déterminer seulement les vrais principes immédiats. Comme les divers élémens dont ils sont formés seraient nécessairement toujours plus ou moins susceptibles de produire entre eux d'autres combinaisons de différens ordres, on ne peut jamais avoir absolument, dans un tel genre d'analyse, la certitude directe qu'un ou plusieurs des prétendus principes immédiats qu'elle a fournis ne doivent pas leur origine aux réactions provoquées par l'opération analytique elle-même. La synthèse, en général, peut seule alors, en reconstruisant, avec les matériaux trouvés, la substance proposée, décider finalement la question d'une manière irrécusable; à moins que la faible énergie des réactifs employés ou la puissance des inductions analogiques ne suffisent, ce qui a souvent lieu, pour que les résultats directs des opérations analytiques ne doivent comporter aucun doute raisonnable. Dans les analyses immédiates très compliquées, lors même que la concordance de plusieurs moyens analytiques distincts vient fortement corroborer la solidité des conclusions obtenues, on ne saurait presque jamais, sans la confirmation synthétique, compter sur de véritables démonstrations chi-

miques. L'analyse des eaux minérales, et surtout celles des matières organiques, abondent en exemples importans, propres à mettre dans tout son jour la justesse de cette maxime essentielle de philosophie chimique.

Pour compléter l'aperçu d'un tel principe, on doit remarquer enfin, à ce sujet, l'existence nécessaire d'une certaine harmonie générale entre la possibilité d'appliquer la méthode synthétique et l'obligation d'y recourir; sans prétendre d'ailleurs, bien entendu, que, sous ce rapport, la correspondance des moyens au but ne laisse jamais rien à désirer. Cela résulte de la loi, mentionnée ci-dessus à autre intention, que les combinaisons deviennent moins tenaces à mesure que l'ordre de composition des particules constituantes s'élève davantage. Or le degré de facilité de la recomposition doit, sans doute, correspondre à celui avec lequel la séparation s'est opérée. Ainsi, l'analyse élémentaire, la seule qui, d'après les considérations précédentes, puisse être rigoureusement dispensée de la contre-épreuve synthétique, est précisément celle qui obligerait aux recompositions les plus difficiles, souvent même impossibles pour peu que les élémens soient nombreux, à cause des réactions très énergiques qu'il a fallu d'ordinaire employer, comme l'expérience

chimique le vérifie chaque jour : tandis que les cas d'analyse immédiate, au contraire, n'exigent, en général, que de faibles antagonismes, n'opposent pas de grands obstacles aux opérations synthétiques, qui sont alors devenues presque indispensables.

Après avoir suffisamment considéré, du point de vue philosophique, le véritable but général de la science chimique, et les moyens fondamentaux d'exploration qui lui sont propres, l'ordre naturel des idées principales relatives à cette leçon nous conduit à examiner rapidement la position encyclopédique de la chimie, c'est-à-dire à justifier, d'une manière directe et spéciale, quoique sommaire, le rang que j'ai dû lui assigner dans la hiérarchie scientifique établie au début de ce traité.

Ce cas me paraît être l'un des plus propres à constater qu'une telle classification fondamentale ne repose point sur de vaines et arbitraires considérations, mais qu'elle est le fidèle résumé des harmonies nécessaires, naturellement manifestées, entre les différentes sciences, par leur développement commun. Aucune position encyclopédique ne me semble, en effet, se présenter avec plus de spontanéité que celle de la chimie, d'après ma formule, entre la physique et la physiologie. Qui pourrait méconnaître aujourd'hui

que, par plusieurs parties essentielles, et surtout par l'importante série des phénomènes électro-chimiques, le système des connaissances chimiques touche immédiatement à l'ensemble de la physique ; dont il constitue, en apparence, un simple prolongement ; et que de même, à son autre extrémité, par l'étude, non moins fondamentale, des combinaisons organiques, il adhère, en quelque sorte, à la physiologie générale, dont il établit, pour ainsi dire, les premiers fondemens ? Ces relations sont tellement intimes, que, dans plus d'un cas particulier, les chimistes qui n'ont point approfondi la vraie philosophie des sciences n'osent décider si tel sujet tombe effectivement sous leur compétence, ou s'ils doivent le renvoyer, soit à la physique, soit à la physiologie.

Considérons, en premier lieu, la chimie relativement aux sciences qui la précèdent dans notre échelle encyclopédique, et d'abord, à la physique, qui lui est immédiatement antérieure.

Les phénomènes de la première sont, évidemment, d'une nature plus compliquée, que ceux de la seconde ; et l'étude en est nécessairement subordonnée à la leur. Quoique les uns et les autres soient rigoureusement généraux, cependant l'ordre de généralité des faits chimiques doit

être classé comme réellement inférieur à celui des faits physiques. En comparant ceux-ci aux faits astronomiques, j'ai démontré, dans le volume précédent, que leur généralité est moindre, parce que, propres à tous les corps, ils ne s'y manifestent point cependant dans toutes les circonstances, leur développement étant toujours soumis à certaines conditions. Or, le même principe est applicable ici, et à bien plus forte raison, car les effets chimiques exigent un concours de conditions variées beaucoup plus étendu. Avec de simples modifications, les propriétés physiques appartiennent, non-seulement à toutes les substances, mais aussi à tous les états d'agrégation, et même de combinaison, de chacune d'elles : chaque corps ne manifeste, au contraire, ses propriétés chimiques que dans un état plus ou moins déterminé, et souvent tellement restreint qu'il a fallu de longues séries d'essais laborieux pour parvenir à le réaliser. En un mot, la nature nous offre très fréquemment des effets physiques qui ne sont accompagnés d'aucun effet chimique, tandis que nul phénomène chimique ne saurait avoir lieu sans la coexistence de certains phénomènes physiques. Ainsi, les uns formant les divers modes spécifiques de l'activité propre à chaque substance, et les autres, au contraire, constituant l'existence

fondamentale de toute matière, le sujet de la chimie se complique nécessairement toujours de celui de la physique, et ne saurait être rationnellement étudié sans la connaissance préalable de celui-ci. D'ailleurs, les agens chimiques les plus puissans sont, désormais, empruntés à la physique, qui, en outre, fournit constamment, par ses différens ordres de phénomènes, les premiers caractères distinctifs des diverses substances. Il serait inutile d'insister davantage aujourd'hui pour faire sentir qu'on ne saurait concevoir de chimie vraiment scientifique sans lui donner, préalable-ment, l'ensemble de la physique pour base générale. Sous ce premier rapport, qui est décisif, la position encyclopédique de la chimie se trouve donc déterminée, à l'abri de toute incertitude.

De cette relation immédiate, résulte, évidemment, une subordination indirecte, mais nécessaire, de la chimie envers l'ensemble de l'astronomie, et même de la science mathématique, comme fondemens indispensables de toute physique sérieuse. Quant à des liaisons directes, il faut convenir que, sous le rapport de la doctrine, elles sont peu étendues et d'une médiocre importance.

Toute tentative de faire rentrer les questions chimiques dans le domaine des doctrines mathématiques, doit être réputée jusqu'ici, et sans

doute à jamais, profondément irrationnelle, comme étant antipathique à la nature des phénomènes : elle ne pourrait découler que d'hypothèses vagues et radicalement arbitraires sur la constitution intime des corps, ainsi que j'ai eu occasion de l'indiquer dans les prolégomènes de cet ouvrage. J'ai fait ressortir, dans le volume précédent, le tort général fait jusqu'ici à la physique par l'abus de l'analyse mathématique. Mais là, il ne s'agissait que de l'usage irréfléchi d'un instrument, qui, judicieusement dirigé, est susceptible, pour un tel ordre de recherches, d'une admirable efficacité. Ici, au contraire, on ne doit pas craindre de garantir que si, par une aberration heureusement presque impossible, l'emploi de l'analyse mathématique acquerrait jamais, en chimie, une semblable prépondérance, il déterminerait inévitablement, et sans aucune compensation, dans l'économie entière de cette science, une immense et rapide rétrogradation, en substituant l'empire des conceptions vagues à celui des notions positives, et un facile verbiage algébrique à une laborieuse exploration des faits.

La subordination directe de la chimie envers l'astronomie, est, pareillement, très faible, mais, néanmoins, plus prononcée. Elle est presque insensible pour la chimie *abstraite*, seule cultivée

aujourd'hui. Mais, quand l'ensemble des progrès de la philosophie naturelle viendra permettre le développement de la chimie *concrète*, c'est-à-dire l'application méthodique du système des connaissances chimiques à l'histoire naturelle du globe, on éprouvera, sans doute, en plus d'une recherche, le besoin de combiner, pour la saine explication des phénomènes, les considérations chimiques et les considérations astronomiques, qui semblent maintenant ne comporter aucun point de contact réel. La géologie actuelle, si informe qu'elle soit, doit nous faire clairement pressentir la manifestation future, et peut-être prochaine, d'une semblable nécessité, qu'un vague instinct avait probablement révélée aux philosophes de l'âge théologique, au milieu de leurs chimériques et pourtant opiniâtres rapprochemens entre l'astrologie et l'alchimie. Il est, sans doute, impossible, en principe, de concevoir l'ensemble des grandes opérations intestines de la nature terrestre comme radicalement indépendant des mouvemens de notre globe, de l'équilibre général de sa masse, en un mot, du système de ses conditions planétaires.

Si les relations immédiates de la chimie avec la science mathématique, et même avec l'astronomie, sont nécessairement peu considérables sous

le point de vue de la doctrine, il n'en saurait être ainsi, à beaucoup près, relativement à la méthode. En ce nouveau sens, il est aisé de reconnaître, au contraire, qu'une suffisante habitude préalable, chez les chimistes, de l'esprit mathématique et de la philosophie astronomique exercerait inévitablement la plus grande et la plus salutaire influence sur la manière de concevoir et de cultiver la chimie, et, par suite, accélérerait beaucoup ses perfectionnements ultérieurs.

Pour la mathématique (dont il serait, d'ailleurs, superflu d'expliquer ici que les premières notions élémentaires sont désormais directement indispensables aux travaux journaliers des chimistes), je n'ai pas besoin de reproduire les considérations générales, tant exposées dans les diverses parties antérieures de ce traité, qui établissent invinciblement l'ensemble d'une telle étude comme le premier fondement nécessaire du système entier de la méthode positive. Il n'y a, dans cette subordination commune à toute la hiérarchie scientifique, rien qui soit précisément particulier à la chimie, si ce n'est cette sage réflexion que, plus les phénomènes se compliquent, plus nous devons nous préparer soigneusement, par ce salutaire régime intellectuel, à les analyser avec une judicieuse sévérité. On ne

doit pas craindre d'attribuer aujourd'hui, en partie, au défaut habituel d'accomplissement de cette indispensable condition, le peu de rationalité, de rigueur, et de liaison que les bons esprits remarquent si péniblement dans la plupart des travaux chimiques. Il est évident, néanmoins, afin de prévenir ici toute exagération, que l'éducation mathématique des chimistes n'a pas besoin d'être aussi étendue, dans ses détails, que celle convenable aux physiciens, puisqu'elle n'est point destinée à leur fournir, comme à ceux-ci, un secours direct et d'un usage journalier, mais seulement à les pénétrer assez de l'esprit géométrique pour que leur intelligence soit convenablement préparée à l'étude rationnelle de la nature.

Quant à l'astronomie, la subordination directe de la chimie envers elle, sous le rapport de la méthode, est d'une importance tout aussi grande, et encore plus sensible, d'après la propriété fondamentale que nous avons reconnue à la science céleste de constituer nécessairement le type le plus parfait de l'étude de la nature. La salutaire influence d'un tel modèle doit devenir, en général, d'autant plus indispensable, que la complication croissante des phénomènes tend davantage à faire perdre de vue le véritable esprit de la philosophie naturelle. C'est seulement par une semblable