

frappante que philosophique, par cette réflexion naturelle que, si le feu ordinaire de nos foyers n'était point pour nous le sujet d'une expérience intime et continue, son existence serait rendue très douteuse, et même formellement rejetée, par les prétendues explications scientifiques qu'on a jusqu'ici tenté si vainement d'établir pour ce grand phénomène. Rien n'est plus propre, ce me semble, qu'une telle pensée à faire sentir que la production chimique du feu ne saurait comporter, en général, aucune explication rationnelle. Car, s'il en était autrement, il devrait paraître incompréhensible, que, à une époque aussi rapprochée de nous, des hommes de génie, dont l'instruction essentielle, à cet égard, était presque équivalente à la nôtre, se fussent, sous ce rapport, aussi grossièrement trompés. Le feu électrique, tant recommandé maintenant pour une telle explication, était, sans doute, assez connu de Lavoisier, de Cavendish, de Berthollet, etc., pour que ces illustres philosophes eussent pu en faire la base principale de leur théorie, si une semblable hypothèse avait réellement, sur celle qu'ils ont adoptée, une prépondérance aussi parfaite qu'on le pense communément aujourd'hui. Mais, cette considération préjudicielle, quelle que soit son importance effective, ne saurait nullement nous

dispenser d'un examen direct de la conception électro-chimique, qui se trouve ainsi convenablement préparé, et qui, par suite, peut être entrepris ici d'une manière satisfaisante, quoique très rapide, sous le point de vue philosophique.

Suivant cette nouvelle théorie, le feu produit dans la plupart des fortes réactions chimiques devrait être attribué à une véritable décharge électrique qui s'opérerait au moment de la combinaison, par la neutralisation mutuelle, plus ou moins complète, des deux états électriques opposés propres aux deux substances considérées, dont l'une serait toujours électro-positive et l'autre électro-négative. Mais, il y a tout lieu de craindre que, lorsque cette nouvelle explication aura pu être soumise à une discussion aussi approfondie que l'ancienne, elle ne soit pas trouvée, au fond, plus rationnelle. Quoique la plupart des chimistes et des physiciens paraissent s'accorder aujourd'hui à reconnaître des effets électriques dans tous les phénomènes chimiques, cette électricité n'est pourtant jusqu'ici admise le plus souvent que d'après une simple induction analogique, en sorte que, si réellement elle existe toujours, elle doit être ordinairement assez peu intense pour avoir directement échappé à l'exploration très délicate de l'électrologie actuelle. Il

est particulièrement digne de remarque que les phénomènes chimiques sur lesquels on a le plus justement insisté pour renverser l'ancienne explication, et dont je viens d'indiquer les principaux, fassent précisément partie de ceux où l'on n'a pu parvenir encore, par aucune voie, à constater réellement aucun symptôme électrique. Dans les cas où l'électrisation n'est point douteuse, son influence chimique est jusqu'ici tellement équivoque que les uns la regardent comme la cause, et les autres, au contraire, comme l'effet de la combinaison : cette dernière opinion est même devenue très vraisemblable, depuis que l'explication chimique des effets généraux de la pile de Volta a été définitivement établie par Wollaston. Quand M. Berzélius, pour mieux caractériser sa théorie électrique du feu chimique, a rapproché ce phénomène de la production de l'éclair et du tonnerre, il a involontairement donné lieu à une comparaison très défavorable pour sa conception, par le contraste si prononcé de l'admirable enchaînement de preuves positives d'après lequel l'immortel Franklin a si complètement démontré la nature électrique de ce grand phénomène atmosphérique, avec l'ensemble des considérations hasardées et insuffisantes sur lesquelles on veut fonder une opinion analogue à l'égard d'une

multitude de phénomènes beaucoup plus variés et plus complexes. L'explication anti-phlogistique proprement dite, quoique radicalement vicieuse, avait néanmoins le mérite d'être, sinon rigoureusement démontrée, du moins extrêmement plausible, dans quelques cas particuliers, par exemple quant à la combustion du fer ou du zinc dans l'oxygène pur, où elle ne laisse rien à désirer qu'une exacte confrontation numérique des effets thermologiques. Au contraire, l'explication électrique n'est réellement établie jusqu'ici, d'une manière positive, pour aucun phénomène convenablement analysé. Toutefois, on peut craindre que sa nature vague ne permette point de la détruire aussi radicalement, et surtout aussi promptement, que l'ancienne. Car, celle-ci, en se rattachant à une condensation nettement spécifiée et exactement appréciable, comportait aisément une critique directe et irrécusable, qui a pu ne laisser aucune issue : tandis que la nouvelle conception réserve presque toujours la ressource spécieuse de regarder l'état électrique comme trop peu prononcé ou trop fugitif pour être perceptible à nos moyens actuels d'exploration positive. Mais une semblable propriété devrait être loin, sans doute, de constituer aucun motif de recommandation, en faveur d'une théorie quelconque, auprès

d'aucun esprit philosophique, surtout en considérant qu'il s'agit alors d'attribuer mystérieusement à des causes aussi faibles ou aussi équivoques des effets très intenses et fortement caractérisés. Ce n'est pas, néanmoins, que je veuille regarder le dégagement de chaleur et de lumière dans les grandes réactions chimiques comme ne pouvant jamais avoir une origine vraiment électrique, pas plus que je ne voudrais universellement exclure l'explication fondée sur la condensation. Mais, en considérant l'ensemble des phénomènes sans aucune préoccupation spéculative, je pense que, dans la plupart des combustions, artificielles ou naturelles, il n'y a ni condensation, ni électrisation. Enfin, du point de vue philosophique, ces vaines tentatives pour expliquer, de diverses manières, la production chimique du feu, me paraissent principalement résulter encore d'un reste de disposition métaphysique à pénétrer la nature intime des phénomènes et leur mode essentiel de génération. En un mot, l'action chimique constitue, à mes yeux, une des diverses sources primordiales de la chaleur et de la lumière, et ne saurait, par conséquent, comporter, le plus souvent, en cette qualité, aucune explication positive, c'est-à-dire être effectivement rattachée, sous ce rapport, à aucune autre influence fondamentale.

Si la philosophie chimique n'était point aujourd'hui aussi imparfaitement constituée, même dans ses notions les plus simples et les plus élémentaires, il serait, sans doute, inutile de prouver expressément que la considération du feu, qui, malgré son importance réelle, constitue seulement un simple accessoire physique des vrais phénomènes chimiques, ne saurait être rationnellement susceptible de motiver un changement radical dans la conception fondamentale de toute action chimique, lors même qu'on croirait pouvoir adopter, à cet égard, l'explication vague et hasardée que je viens de caractériser. Quand nos prédécesseurs devaient regarder la chaleur comme le principal agent physique des phénomènes de composition et de décomposition, ils savaient s'abstenir de dénaturer une telle considération au point d'assimiler les effets chimiques à de simples effets thermologiques. On n'est pas, en général, aussi réservé de nos jours, depuis que le développement et l'extension des études expérimentales ont fait reconnaître la grande influence chimique de l'électricité, quoique cette influence soit d'ailleurs essentiellement analogue à celle de la chaleur, et seulement plus complète et plus prononcée dans l'ensemble des cas explorés. L'idée vague d'*attraction*, qui s'attache naturellement à toute considération électrique, a suffi ici

pour entraîner à confondre l'auxiliaire du phénomène, ou, si l'on veut, son agent physique général, avec le phénomène lui-même, et pour faire tendre à dénaturer profondément la chimie en la confondant avec l'électrologie, par l'irrationnelle assimilation des propriétés chimiques à de simples propriétés électriques, comme on le voit surtout dans la théorie de M. Berzélius.

Mais y a-t-il réellement aucune comparaison scientifique à établir entre la tendance de deux corps à rester mécaniquement adhérens l'un à l'autre après un certain mode d'électrisation, et la disposition à unir intimement toutes leurs molécules, intérieures ou extérieures, par suite d'une véritable action chimique? M. Berzélius a franchement déclaré que la cohésion proprement dite, c'est-à-dire la force qui réunit si énergiquement entre elles les particules d'un même corps, ne comporte réellement aucune explication électrique. Il serait difficile, en effet, que la faible adhérence de deux corps électrisés, même par le mode magnétique, si aisément surmontée, envers des masses considérables, par de médiocres efforts mécaniques, pût véritablement faire comprendre cette puissante liaison moléculaire, qui, sur le moindre fragment, résiste à toutes les forces mécaniques. On a beau envisager les particules d'un corps quelconque

comme autant d'éléments voltaïques, ayant chacun son pôle positif et son pôle négatif, et attachés les uns aux autres par l'antagonisme électrique des pôles opposés; cette fiction inintelligible, et qui ne saurait admettre aucune vérification, ne peut pas donner la moindre idée de la véritable cohésion moléculaire. Mais l'affinité elle-même, c'est-à-dire la tendance à la combinaison, n'est pas, au fond, mieux expliquée par la théorie électro-chimique. Les phénomènes électriques, en tant que physiques, sont, de leur nature, éminemment généraux; ils ne présentent, d'un corps à un autre, que de simples différences d'intensité: tandis que les phénomènes chimiques sont, au contraire, essentiellement spéciaux ou électifs. On doit donc regarder comme anti-scientifique toute tentative de faire rentrer, dans une branche quelconque de la physique, l'ensemble de la chimie, qui constitue nécessairement une science fondamentale, d'un caractère propre et indépendant. Je sais que M. Berzélius croit avoir suffisamment égard aux différences spécifiques des diverses substances chimiques, en concevant, pour les corps élémentaires, un certain ordre électrique, primordial et invariable, que j'ai déjà eu occasion d'indiquer dans l'avant-dernière leçon, et suivant lequel ces éléments seraient toujours, les uns envers les autres,

ou électro-positifs ou électro-négatifs. Mais l'existence d'un tel ordre, et surtout sa permanence rigoureuse, semblent d'abord radicalement contraires aux notions les plus certaines de l'électrologie, où l'on voit le plus léger changement, soit dans le mode, soit dans les circonstances de l'électrisation, déterminer souvent, entre les mêmes corps, le renversement de l'antagonisme électrique. Quoi qu'il en soit, en admettant même cette disposition fondamentale, on est loin de pouvoir aucunement en déduire les nouvelles propriétés électriques que la théorie électro-chimique oblige à supposer ensuite dans les composés des différens ordres. En se bornant à ceux du premier ordre, suivant quelles lois leurs caractères négatifs ou positifs dérivent-ils de l'état électrique de chacun des deux élémens? Faut-il seulement avoir égard, dans une telle appréciation, à la simple composition numérique, ou bien doit-on considérer aussi l'énergie électrique propre à chaque élément, et qui ne semble guère susceptible d'estimation exacte? C'est ce que la théorie électro-chimique laisse jusqu'ici profondément indéterminé. Dès lors, même en la supposant réelle, comment pourrait-elle efficacement contribuer à nous rapprocher du véritable but général de la science chimique, tel que je l'ai caractérisé au commencement de ce volume, c'est-

à dire nous aider à prévoir les affections des composés par celles des composans? Mais il y a plus, quelque solution qu'on imagine à la question fondamentale qui vient d'être posée, l'ensemble des phénomènes chimiques lui opposera des difficultés inextricables. Ainsi, par exemple, dans la théorie électro-chimique, on doit regarder, avec M. Berzélius, l'oxygène comme l'élément le plus négatif, puisqu'il paraît l'être envers tous les autres : et, néanmoins, certains oxides, où la quantité pondérale d'oxygène est très considérable, doivent être ensuite envisagés comme positifs envers certains acides, où il est beaucoup moins abondant, quoique les radicaux des premiers soient souvent tout aussi négatifs que ceux des derniers. En un mot, loin de tendre à perfectionner le système de la science chimique, une telle théorie y introduit mal à propos de nouvelles difficultés fondamentales, en faisant naître une longue suite de questions vagues, obscures, insolubles même, et qui, en aucun cas, ne sauraient faciliter la découverte rationnelle des lois chimiques.

Les composés organiques, suivant la franche déclaration de M. Berzélius lui-même, opposent, en général, à cette théorie des obstacles insurmontables, par la profonde et irrégulière perturbation que ces nombreuses substances, toujours formées.

de trois ou quatre élémens identiques, doivent naturellement jeter dans l'ordre primordial des relations électriques, qui se trouve alors continuellement interverti. A la vérité, M. Berzélius croit pouvoir suffisamment expliquer cette immense anomalie, en alléguant le défaut de permanence d'une telle classe de combinaisons. Mais, en principe, tout composé réel me semble devoir être regardé comme nécessairement stable par lui-même, c'est-à-dire comme n'étant susceptible d'aucune altération spontanée, s'il est exactement soustrait à toute cause extérieure de décomposition; et, en sens inverse, aucun composé ne saurait persister, d'une manière absolue, contre des influences convenables. Les substances dites organiques ne constituent point, par leur nature, la moindre exception réelle à cette règle fondamentale, sans laquelle la science chimique me paraîtrait radicalement impossible : soigneusement préservées du contact de l'air et de l'eau, ainsi que de toute autre action perturbatrice, elles perséverent indéfiniment, tout aussi bien que les substances spécialement qualifiées d'inorganiques. Si leur conservation est habituellement plus difficile, c'est uniquement parce que, essentiellement formées des élémens les plus répandus autour de nous, elles sont naturellement plus accessibles aux causes d'altération les plus fré-

quentes. Une semblable justification serait donc entièrement illusoire. On ne saurait non plus recourir ici au dualisme, dont la considération a été si importante, dans la leçon précédente, pour faire concevoir le moyen d'expliquer un jour, d'une manière pleinement satisfaisante, les principales anomalies actuelles de la doctrine des proportions définies. Quant à la théorie qui nous occupe maintenant, le dualisme en diminuerait, sans doute, la difficulté essentielle; il y serait même strictement indispensable, comme je l'indiquerai ci-dessous. Mais il ne pourrait, évidemment, suffire à lever les objections principales; car l'ordre invariable des relations électriques n'est pas, en réalité, beaucoup mieux observé jusqu'ici envers les composés notoirement assujettis au dualisme, qu'à l'égard de ceux qui ne sont pas encore ainsi considérés. D'ailleurs l'obstacle fondamental consistant ici dans l'identité des élémens opposée à la variété électrique, le dualisme ne saurait, évidemment, permettre de le surmonter.

En faisant même abstraction de ces difficultés capitales, et en concédant l'existence d'un système fixe et uniforme de propriétés électro-chimiques, applicable à tous les degrés de composition, on n'aurait encore nullement éclairci la notion élémentaire des phénomènes chimiques, par

leur vaine assimilation aux actions électriques proprement dites; car on n'aurait établi ainsi aucune harmonie intelligible entre les prétendues causes et les effets réels. En considérant surtout la belle série des expériences électro-chimiques de M. Becquerel, qui, par cela même qu'elles sont synthétiques et non analytiques, doivent être, à ce sujet, plus spécialement envisagées, il serait, sans doute, impossible de comprendre comment les faibles puissances électriques qu'on y emploie le plus souvent, pourraient être les véritables causes des combinaisons énergiques qui s'effectuent alors, si l'on croyait devoir faire abstraction de tout effet spécifique et spontané, inhérent aux substances combinées. De tels phénomènes sont, ce me semble, éminemment propres à faire ressortir l'influence purement auxiliaire, quoique très importante, de l'électricité dans les effets chimiques, où elle agit essentiellement à la manière de la chaleur, sauf l'énergie comparative. Cette conclusion est d'autant plus rationnelle, qu'il n'y a presque point de combinaisons électro-chimiques qui ne puissent aussi être opérées par les procédés chimiques ordinaires sans aucun symptôme électrique: du moins l'ensemble des analogies doit faire présumer, dès aujourd'hui, à cet égard, la régularisation future de

tous les cas encore exceptionnels. Si, par une vaine obstination, trop ordinaire à l'esprit humain, on voulait sauver la théorie électro-chimique en investissant arbitrairement l'influence électrique de tous les attributs spécifiques et moléculaires qui caractérisent essentiellement l'action chimique, une opération philosophique aussi vicieuse n'aboutirait, en réalité, qu'à restaurer, sous une forme nouvelle, l'entité primitive de l'*affinité*, décorée seulement alors de quelques qualités matérielles purement hypothétiques, qui ne sauraient la rendre plus positive. Ce rapprochement fictif et irrationnel ne nuirait pas seulement à la chimie, mais aussi à la physique, par le vague presque indéfini qu'il répandrait nécessairement désormais sur les notions électriques, qui sont déjà fort loin d'être trop circonscrites. Au fond, une telle direction scientifique me paraît essentiellement due à la prépondérance prolongée de l'ancien esprit philosophique, qui, dans l'étude totale de la nature, prétendait établir une vaine unité systématique, non-seulement de méthode, mais de doctrine, radicalement incompatible, soit avec les différences profondes des diverses catégories générales de phénomènes, soit avec la faiblesse effective de notre intelligence. Il est aisé d'apercevoir, en effet, que M. Berzélius ne serait nullement éloigné, en

thèse philosophique, de fonder systématiquement, dans l'électrologie, non-seulement la chimie tout entière, mais aussi la théorie de la chaleur, celle de la pesanteur, et probablement, par suite, la mécanique céleste. En ajoutant à cet assemblage hétérogène la confusion, très facile à établir d'une manière spécieuse, du prétendu fluide nerveux avec le prétendu fluide électrique, on arriverait aisément à une apparence de système universel, qui ne saurait avoir aucune efficacité scientifique, et qui, aussitôt qu'on essaierait de l'employer à des études réelles, se décomposerait spontanément en plusieurs catégories de doctrines indépendantes, à peu près analogues à nos sciences actuelles, sans que cet illusoire échafaudage eût pu exercer d'autre influence essentielle que d'embarasser la philosophie naturelle de questions vagues, mystérieuses, et insolubles, qu'il faudrait préalablement écarter de nouveau.

Ainsi, en résumé, la grande influence chimique de l'électricité, comme celle de la pesanteur, et surtout comme celle de la chaleur, ne saurait aujourd'hui être méconnue : et je me suis efforcé, dans cette leçon, de faire d'abord convenablement ressortir la haute importance de l'électro-chimie pour le perfectionnement général de la science chimique, dont elle constitue désormais un des éléments essen-

tiels. Mais, je crois devoir, néanmoins, rejeter sans retour, comme profondément irrationnelle et radicalement nuisible, la conception générale par laquelle on a tenté de transformer tous les phénomènes chimiques en de simples phénomènes électriques. Du point de vue philosophique, la théorie de Lavoisier, surtout en la réduisant à l'analyse fondamentale du phénomène de la combustion, me paraît, malgré ses imperfections capitales, très supérieure, comme composition scientifique, à celle qu'on s'est efforcé de lui substituer, et qui est loin d'avoir été aussi fortement ni aussi heureusement conçue. La première se rapportait directement au but essentiel de la science chimique, l'établissement des lois générales de la composition et de la décomposition, dont la nouvelle théorie tend, au contraire, à écarter la considération immédiate, pour détourner l'attention sur une vaine enquête de la nature intime des phénomènes chimiques. Aussi, la conception anti-philogénistique a-t-elle réellement suggéré de nombreuses et importantes découvertes chimiques, tandis qu'il est fort douteux que cette propriété décisive puisse jamais appartenir à la conception électrique, qui, depuis quinze ans, n'en a présenté aucun exemple effectif (1).

(1) Conformément à l'esprit de cet ouvrage, j'ai dû me borner, à

Cette conception pourra, néanmoins, sous un point de vue indirect, exercer aujourd'hui une heureuse influence accessoire, en ce que, par sa nature, elle tend à pousser les esprits à l'établissement général du dualisme chimique, dont j'ai fait ressortir, dans les leçons précédentes, la haute nécessité pour le progrès philosophique de la science. On voit aisément, en effet, que, l'antagonisme électrique étant nécessairement toujours binaire, les efforts pour étendre la théorie électro-chimique doivent conduire à dualiser tous les composés qui sont encore supposés plus que binaires. M. Berzélius paraît avoir senti cette liaison générale, et l'on pourrait s'étonner que sa prédilection pour la théorie électro-chimique ne l'ait point amené à ériger le dualisme en un principe fondamental, si une telle inconséquence apparente ne s'expliquait chez lui par sa répugnance naturelle à s'affranchir

l'égard d'une conception qui, par sa nature, est, à mes yeux, radicalement vicieuse, à considérer seulement sa systématisation primitive, telle que M. Berzélius l'a effectuée. Il eût été inutile, et même intempestif, de discuter ici les diverses modifications qu'elle a reçues postérieurement, sans que son caractère essentiel ait été changé, d'après les hypothèses de M. Faraday, de M. Becquerel, etc., et surtout de M. Ampère, qui, en remplaçant la polarité électrique des molécules par les notions des atmosphères électriques et de l'électrisation permanente des atomes, a peut-être rendu cette théorie encore plus vague et plus irrationnelle qu'elle ne l'était d'abord, en s'écartant davantage de la vraie considération fondamentale des phénomènes chimiques.

de la division primitive de la chimie en organique et inorganique. Mais, un tel obstacle ne saurait arrêter les chimistes déjà disposés d'ailleurs à détruire cette vicieuse distribution; et la théorie électro-chimique contribuera, sans doute, à les préparer au dualisme général, quoique, en principe, on ne doive pas compter sur la puissance des mauvais moyens pour amener indirectement de bons résultats.

Sous un dernier point de vue collatéral, la théorie électro-chimique, et surtout l'ensemble des phénomènes qui y ont donné lieu, tend à fixer l'attention des chimistes sur un nouvel aspect très important de leur science, jusqu'ici beaucoup trop négligé. Il s'agit de l'influence propre exercée par le temps dans la production générale des effets chimiques, influence que plusieurs phénomènes ont déjà hautement manifestée, et qui, néanmoins, n'a pas encore été directement analysée. Non-seulement, en effet, le temps augmente naturellement la masse des produits de la réaction chimique, par la combinaison successive des diverses parties des deux principes, qui, le plus souvent, ne peuvent toutes agir à la fois. Mais, en outre, il est incontestable que la durée suffisamment prolongée des mêmes influences chimiques détermine des formations qui n'auraient pas eu

lieu sans cela. C'est sous ce rapport que la théorie chimique du temps constitue encore, dans la science, une lacune essentielle. Or, les phénomènes électro-chimiques, et surtout ceux que M. Becquerel a si bien examinés, me paraissent éminemment propres à éclaircir nos idées à cet égard, comme rendant une telle influence plus spécialement sensible. Je n'ai pas besoin d'insister davantage ici sur cette importante indication, dont le sujet se rattache directement aux plus hautes questions de la géologie chimique, tout en constituant un élément indispensable des conceptions générales de la chimie abstraite.

Telles sont les principales considérations philosophiques que je devais présenter, dans cette leçon, sur l'électro-chimie actuelle; et tel est, enfin, le jugement, suffisamment motivé, auquel j'ai dû soumettre la théorie électro-chimique, qui en a été abusivement déduite. En créant un nouvel ordre essentiel d'études chimiques, cette grande série de travaux doit, néanmoins, maintenir intacte le caractère original et indépendant, si évidemment propre à la science chimique, et qui est strictement indispensable à ses progrès généraux. Si l'on voulait s'abandonner à suivre de vaines fictions scientifiques sur la forme des molécules élé-

mentaires, et sur la petitesse de leurs dimensions comparativement à leurs intervalles, ainsi que Laplace l'avait proposé comme un simple jeu philosophique, on aboutirait à faire vaguement rentrer les effets de l'action chimique dans ceux de la gravitation générale, sans aucune utilité réelle pour le système des connaissances chimiques. Il en est essentiellement ainsi quant à la fusion, non moins hypothétique, et peut-être encore plus irrationnelle, de la chimie dans l'électrologie, malgré l'indication précieuse de phénomènes mal-interprétés. La science chimique doit rester aujourd'hui, par son immense développement, aussi distinctement caractérisée, sans doute, qu'à l'époque où l'illustre Boërhaave avait si vainement entrepris, par une autre voie, de la confondre avec la physique, sous l'influence prépondérante de l'hypothèse des tourbillons.

Je dois, en dernier lieu, consacrer maintenant la leçon suivante à l'examen direct des considérations philosophiques, déjà accessoirement signalées par les leçons précédentes, qui appartiennent spécialement à ce qu'on appelle la chimie organique, afin d'avoir envisagé le système actuel de la science chimique sous ses divers aspects fondamentaux, conformément à l'esprit général de cet ouvrage.