

---

## TRENTE-HUITIÈME LEÇON.

---

### Examen philosophique de la théorie électro-chimique.

Dès l'origine de la chimie moderne, l'influence chimique de l'électricité a commencé à se manifester, d'une manière non équivoque, dans plusieurs phénomènes importants, et surtout dans l'expérience capitale de la recomposition de l'eau par la combinaison directe de l'oxygène avec l'hydrogène, déterminée à l'aide de l'étincelle électrique. Mais, la puissance d'un tel agent, quoique de plus en plus employée, ne pouvait attirer fortement l'attention spéciale des chimistes, jusqu'à ce que l'immortelle découverte de Volta vint permettre de dévoiler sa principale énergie, en rendant l'action électrique à la fois plus complète, plus profonde, et plus continue. Depuis cette mémorable époque, de nombreuses séries de phénomènes généraux ont graduellement constaté que l'électricité constitue un agent chimique encore plus universel et plus irrésistible que la chaleur elle-même, soit pour la décomposition,

soit même pour la combinaison. Toutefois, quelle que soit désormais l'importance fondamentale de l'électro-chimie actuelle, il y a lieu de craindre qu'on ne s'exagère beaucoup aujourd'hui la véritable influence rationnelle d'un tel ordre de considérations sur le système général de la science chimique. Quoique la chimie soit ainsi liée plus intimement à la physique que par aucune autre classe de phénomènes, il n'en serait pas moins radicalement contraire à la saine philosophie de cesser, d'après ces relations, de l'envisager comme une science parfaitement distincte, en confondant, ainsi qu'on le propose, les propriétés chimiques parmi les propriétés électriques. L'objet essentiel de cette leçon, sous le point de vue philosophique, est de faire sentir combien il est indispensable de maintenir avec fermeté l'originalité fondamentale de la science chimique, sans atténuer, néanmoins, l'étendue et l'importance de ses vrais rapports généraux avec l'électrologie. Il faut, à cet effet, considérer d'abord sommairement la filiation réelle des principales notions qui ont graduellement conduit à former la théorie électro-chimique actuelle, telle que M. Berzélius l'a surtout systématisée.

Le premier effet chimique important obtenu par l'influence voltaïque, consiste dans la décom-

position de l'eau, que Nicholson parvint à constater en 1801. Cette découverte devait nécessairement résulter d'un examen attentif de l'action naturelle de la pile, sans aucune intention chimique. Quoiqu'elle n'ait immédiatement abouti, pour la chimie, qu'à confirmer d'une nouvelle manière une vérité mise depuis long-temps hors de doute, elle n'en constitue pas moins le vrai point de départ de l'ensemble des études électro-chimiques, comme ayant spontanément révélé, par un exemple irrécusable, la haute énergie chimique de l'admirable instrument que Volta venait de créer. On doit même rattacher à cette origine les premières tentatives pour fonder une théorie générale des phénomènes électro-chimiques : car la conception proposée alors par Grothuss afin d'expliquer l'observation de Nicholson, d'après la polarité électrique des molécules, contient réellement le germe primitif de toutes les idées essentielles qui, graduellement étendues et développées, à mesure que les phénomènes l'ont exigé, constituent maintenant la théorie électro-chimique.

Une fois avertis, par cette observation fondamentale, de la puissance analytique propre à la pile de Volta, il était naturel que les chimistes s'efforçassent d'appliquer ce nouvel agent à la dé-

composition des substances qui avaient résisté jusque alors à l'ensemble des moyens connus. Cette première suite d'essais produisit, au bout de quelques années, la brillante découverte de l'illustre Davy sur l'importante analyse des alcalis proprement dits et des terres, que n'avaient pu encore opérer les influences purement chimiques. La grande et belle théorie de l'immortel Lavoisier avait conduit, dès sa naissance, à prévoir un tel résultat général, en établissant que toute base salifiable devait nécessairement provenir de la combinaison de l'oxygène avec un métal quelconque. A la vérité, la découverte essentielle de Berthollet sur la vraie composition de l'ammoniaque avait dû naturellement altérer déjà la confiance, jusque alors complète, qu'inspirait à tous les chimistes cette prévision rationnelle. Mais cette exception encore isolée, quoique capitale, ne pouvait alors prévaloir à cet égard sur l'ensemble des principales analogies chimiques. Il était donc vraiment inévitable que les chimistes, mis en possession d'un nouveau moyen analytique, dont l'énergie ne pouvait être contestée, entreprissent de constater la présence de l'oxygène dans les alcalis et dans les terres. L'importance majeure du beau résultat obtenu par Davy ne doit pas, sans doute, faire illusion sur la difficulté réelle d'une découverte aussi complètement

préparée. L'institution du procédé purement chimique, d'après lequel M. Gay-Lussac parvint, un peu plus tard, à confirmer l'analyse électrique de la potasse, constituait peut-être un problème plus difficile, quoique le succès dût en être beaucoup moins éclatant.

L'importante observation de Nicholson avait commencé l'électro-chimie; la belle découverte de Davy, outre sa haute valeur directe, détermina, dans cette nouvelle direction, une impulsion générale et décisive, qui fut la véritable source de tous les progrès ultérieurs. Néanmoins, il restait encore à étudier en elle-même l'influence chimique de l'électricité, envisagée sous un point de vue purement scientifique, et non plus seulement comme un moyen prépondérant d'opérer des décompositions nouvelles. Or le grand travail de Davy ne pouvait manquer encore de déterminer bientôt, d'une manière indirecte, mais nécessaire, cette indispensable conséquence philosophique. Car la chimie se trouvait ainsi avoir, évidemment, réalisé tout d'un coup les plus importantes et les plus difficiles des analyses inaccessibles jusque alors aux voies ordinaires; et, en effet, la science n'a fait depuis, sous ce rapport, aucune autre acquisition essentielle. Le sentiment de plus en plus profond de cette vérité frappante devait inévita-

blement rendre de plus en plus scientifique l'attention déjà irrévocablement fixée sur les actions électro-chimiques, bientôt assujetties à une étude directe et régulière. Cette dernière conséquence, qui a achevé de constituer l'électro-chimie, comme une partie fondamentale de la science chimique, a été surtout réalisée par l'importante série de recherches de M. Berzélius sur la décomposition voltaïque de tous les sels, et ensuite des principaux oxides et acides. De telles analyses, dont les résultats étaient faciles à prévoir d'après les expériences de Davy, ne pouvaient proprement avoir pour objet de dévoiler directement aucune nouvelle vérité chimique; mais elles étaient essentiellement destinées à présenter sous un aspect entièrement général l'influence chimique de l'électricité, jusque alors bornée à certains phénomènes isolés, quoique très importants. A cet égard, ce bel ensemble de recherches constituait une phase indispensable du développement naturel de l'électro-chimie, dès lors irrévocablement liée au système entier de la science chimique. C'est par l'influence graduelle de ces grands travaux de M. Berzélius, que la considération habituelle des propriétés électriques a pris une importance croissante dans l'étude chimique de toutes les substances, dont la division universelle en électro-négatives et électro-

positives est bientôt devenue fondamentale pour leurs définitions scientifiques, comme on le voit surtout quant à la distinction générale entre les acides et les alcalis, qu'il serait difficile d'établir solidement aujourd'hui sur aucune autre base, Aussi est-ce à M. Berzélius qu'il devait naturellement appartenir de concevoir l'ensemble de la théorie électro-chimique sous une forme entièrement systématique, résultat presque spontané de l'esprit général de ses recherches.

Quelle que fût la haute importance philosophique des travaux de M. Berzélius sur l'électro-chimie, une dernière condition était néanmoins encore indispensable à remplir pour donner à cette nouvelle branche essentielle de la chimie tout son vrai caractère scientifique. Jusque alors, en effet, l'action voltaïque avait été essentiellement envisagée sous le point de vue analytique; il restait à la considérer aussi, afin d'en avoir une notion complète, sous le point de vue synthétique. Cette grande lacune a été enfin comblée, de la manière la plus satisfaisante, par le bel ensemble des travaux de M. Becquerel. Sans doute, les décompositions opérées par la pile étant fréquemment accompagnées de certaines combinaisons, on ne pouvait depuis long-temps méconnaître, sous ce rapport, l'influence chimique de l'électricité galvanique.

Mais ces observations accessoires ne dispensaient aucunement, pour un sujet aussi important, de l'étude directe et féconde organisée par M. Becquerel, qui a rendu pleinement irrécusable l'action synthétique de l'électricité convenablement administrée, et qui surtout l'a employée à réaliser de nouvelles et précieuses combinaisons, jusque ici impossibles d'après les voies ordinaires.

Cette seconde face générale de l'électro-chimie a même nécessairement exigé d'abord une profonde et indispensable modification dans le mode primitif d'expérimentation. La première disposition de la pile, telle que Volta l'avait imaginée, devait être essentiellement maintenue pour opérer des décompositions, sauf les perfectionnements successifs que l'expérience a dû naturellement provoquer, et qui étaient surtout destinés à augmenter l'énergie de l'appareil. Mais, à l'égard des combinaisons, cette extrême énergie voltaïque eût constitué, au contraire, un obstacle radical, en déterminant le plus souvent la décomposition des principes immédiats que l'on voulait unir. Il a donc fallu recourir inévitablement ici à l'action très prolongée de puissances électriques extrêmement faibles, dont l'efficacité fut augmentée par la disposition avantageuse suivant laquelle les diverses substances seraient habituellement soumises à leur influence. M. Becquerel a très

heureusement satisfait à l'ensemble de ces conditions indispensables, en opérant presque toujours à l'aide d'un seul élément voltaïque, et en saisissant chaque corps dans l'état que les chimistes ont toujours reconnu comme le plus favorable à la combinaison, c'est-à-dire l'état *naissant*. Ce changement essentiel dans l'institution ordinaire des expériences, constitue le principal caractère scientifique de la marche propre à cet illustre savant, et qui ne pouvait être, sans doute, mieux adaptée à la nature des phénomènes qu'il voulait étudier. Non-seulement il a déterminé ainsi la combinaison directe de plusieurs corps, qu'on ne peut unir encore par aucun procédé purement chimique; mais, à l'égard même des composés susceptibles d'être autrement obtenus, ce nouveau mode présente la propriété remarquable de faire toujours éminemment ressortir leur structure géométrique, par une suite nécessaire de la lenteur et de la régularité de leur formation graduelle; ce caractère est surtout frappant envers certains sulfures métalliques, quelques oxides, et plusieurs sels.

Il ne convient nullement d'insister ici sur l'importance évidente que doivent avoir un jour les principaux résultats de M. Becquerel relativement à l'histoire naturelle du globe, pour expliquer, d'une manière satisfaisante, un grand nombre d'o-

rigines minérales, quand le temps sera vraiment venu d'aborder avec succès un tel ordre de questions concrètes. Du point de vue abstrait, seul conforme à la nature de cet ouvrage, nous devons surtout remarquer cette importante série de travaux comme ayant directement perfectionné le système général de la méthode chimique, en créant de nouveaux et puissans moyens de reconstitution, dont la valeur essentielle est d'autant plus grande que les progrès fondamentaux de la synthèse chimique sont loin jusque ici d'être suffisamment en harmonie avec ceux de l'analyse; la faculté de détruire étant naturellement susceptible d'un développement beaucoup plus rapide que celui de la puissance régénératrice. Enfin, quant à la suite de considérations qui nous occupe spécialement ici, les recherches de M. Becquerel ont évidemment complété la constitution générale de l'électrochimie, qui, étant désormais à la fois synthétique et analytique, ne peut plus, quels que puissent être ses perfectionnemens futurs, que s'étendre et se développer, à des degrés quelconques, suivant quelque une des diverses directions principales, déjà pleinement caractérisées par l'ensemble des travaux exécutés depuis le commencement de notre siècle.

Telle est la filiation générale des découvertes essentielles faites jusque ici dans l'étude des phé-

nomènes électro-chimiques. Afin de mieux saisir comment cette étude a graduellement conduit à une nouvelle conception fondamentale pour l'ensemble des effets chimiques, il est indispensable de considérer maintenant le grand phénomène qui a été le sujet primitif de la théorie électro-chimique, après quoi l'appréciation philosophique de cette théorie s'effectuera en quelque sorte spontanément.

On a souvent remarqué, et avec beaucoup de raison, que par sa nature, l'étude de la combustion constitue, pour ainsi dire, le point central du système des considérations chimiques. Cette remarque n'est pas seulement applicable aux époques les plus reculées de la chimie, envisagée dans un état encore théologique : elle convient surtout à la constitution la plus récente et la plus parfaite de son état métaphysique, principalement caractérisée par la transformation de la combustibilité, sous le nom de phlogistique, en une entité matérialisée, quoique insaisissable. Quand, après une longue préparation, la science chimique a commencé enfin à passer à l'état vraiment positif, sous l'influence prépondérante de l'admirable génie du grand Lavoisier, cette glorieuse révolution a essentiellement consisté dans l'établissement d'une nouvelle théorie fondamentale de la com-

bustion. Aujourd'hui, enfin, c'est la nécessité reconnue de modifier profondément cette théorie, qui a surtout conduit à la conception électrique des phénomènes chimiques. Une telle conception ne saurait donc être nettement jugée, sans avoir préalablement apprécié cette destination principale.

La théorie pneumatique de Lavoisier sur la combustion avait en vue deux objets essentiels, fort hétérogènes, qui n'ont pas été jusque ici nettement distingués : 1<sup>o</sup> l'analyse fondamentale du phénomène général de la combustion; 2<sup>o</sup> l'explication des effets de chaleur et de lumière qui en constituent, pour le vulgaire, le plus important caractère. L'une et l'autre condition furent remplies de la manière la plus admirable, d'après l'état des connaissances acquises : jamais, depuis cette grande époque, aucune théorie chimique n'a été aussi nettement et aussi profondément empreinte de ce double esprit de rationalité et de positivité, dont l'irrésistible influence devait entraîner irrévocablement les intelligences vers un mode radicalement nouveau de philosopher sur les faits chimiques. Toute combustion, brusque ou graduelle, fut regardée comme consistant nécessairement dans la combinaison du corps combustible avec l'oxygène, d'où, quand le corps

était simple, résulterait un oxyde, le plus souvent susceptible de devenir la base d'un sel, et, si l'oxygène était prépondérant, un véritable acide, principe d'un certain genre de sels. Quant au dégagement de chaleur et de lumière, il fut attribué, en général, à la condensation de l'oxygène, et accessoirement à celle du combustible, dans cette combinaison. Il importe de juger séparément ces deux parties essentielles de la théorie anti-phlogistique.

Sous le premier point de vue, en effet, cette théorie présente naturellement un caractère beaucoup plus philosophique que sous le second. Il était éminemment rationnel d'analyser avec exactitude, d'une manière générale, le phénomène de la combustion, afin de saisir ce qu'un tel phénomène, dont la nature chimique ne pouvait être contestée, offrait réellement de commun à tous les cas divers. Comme cet examen ne pouvait être d'abord rigoureusement complet, les conclusions fournies par une telle étude pouvaient pécher, sans doute, par une trop grande généralité, ainsi qu'on la constate depuis : mais, restreintes dans leurs limites naturelles, elles constituaient nécessairement un précieux ensemble de vérités ineffaçables, qui, en effet, formera toujours une partie essentielle de la science chimique,

quelles que puissent jamais être ses révolutions futures.

Il en était tout autrement pour l'explication de la chaleur et de la lumière dégagées. D'abord, cette seconde question générale n'appartient point réellement, par sa nature, à la chimie, mais à la physique; en sorte que, quelle que doive être sa solution finale, on ne saurait comprendre comment elle entraînerait rationnellement un changement radical dans la manière de concevoir les phénomènes vraiment chimiques. Toutefois, ce qu'il faut surtout remarquer, à cet égard, c'est qu'une semblable explication, pour ne pas dégénérer en une tentative de pénétrer la nature intime du feu et son mode essentiel de production, devait nécessairement consister en une simple assimilation d'une telle source de chaleur avec une autre plus étendue, déjà reconnue. Car, chaque cas de manifestation du feu ne saurait être expliqué, d'une manière vraiment positive, qu'en établissant son analogie réelle avec un autre plus général, sans que nous puissions d'ailleurs, en aucun cas, découvrir jamais quelle est la véritable cause du phénomène. Or, en considérant la recherche proposée sous ce point de vue, le seul strictement scientifique, on ne pouvait nullement garantir d'avance que la similitude sur laquelle devait reposer

l'explication désirée, ne serait point nécessairement gratuite et précaire, et, par suite, susceptible d'être renversée, comme en effet il arriva bientôt, par une étude ultérieure de la question. Aucun philosophe n'aurait voulu, à cette époque, et nul ne voudrait, sans doute, même aujourd'hui, ne reconnaître, en principe, qu'une seule source fondamentale de chaleur, à laquelle il faudrait inévitablement ramener toutes les autres: une telle obligation ne pourrait être remplie que par des rapprochemens très vagues et purement hypothétiques, qui ne sauraient avoir un vrai caractère scientifique. Dès lors, si l'on s'accorde à reconnaître, en général, plusieurs sources principales, parfaitement distinctes et indépendantes les unes des autres, pourquoi la combustion, ou, sous un point de vue plus étendu, toute action chimique très prononcée, ne constituerait-elle pas un de ces cas primordiaux, nécessairement irréductibles à aucun autre? Pourquoi une source de chaleur aussi puissante et aussi universelle serait-elle regardée comme secondaire, tandis que le frottement, par exemple, continuerait à être unanimement envisagé comme une source principale? Sans doute, on ne saurait se refuser à admettre, sous ce rapport, les analogies que l'observation aurait réellement constatées: mais il faut, néan-



moins, reconnaître qu'il n'existait vraiment, à cet égard, aucun grand besoin scientifique d'anticiper hypothétiquement sur les résultats de l'étude expérimentale, ni même aucun espoir rationnel de le tenter avec succès. Nous aurons lieu, dans la seconde partie de ce volume, d'appliquer de nouveau les mêmes remarques philosophiques à une autre question capitale, d'un genre analogue, celle de la chaleur vitale, et spécialement animale, dont l'étude positive est jusqu'ici radicalement entravée par de vains efforts hypothétiques pour réduire cette grande source de chaleur aux sources purement physiques et surtout chimiques, sans qu'on veuille s'accorder à reconnaître enfin que l'action nerveuse peut constituer, en effet, une source distincte et primordiale, indépendante de toutes les autres, et susceptible d'altérer, plus ou moins profondément, les résultats naturels de leur influence directe. La philosophie métaphysique, pour laquelle les rapprochemens étaient nécessairement très faciles, parce qu'ils n'avaient aucune réalité, nous a laissés encore, à beaucoup d'égards, une tendance exagérée à la généralisation; et, quoique le principe de cette tendance soit aujourd'hui éminemment respectable, en vertu de son indispensable participation aux plus grandes découvertes scientifiques, sa

prépondérance immodérée n'en est pas moins très préjudiciable au progrès naturel de nos connaissances positives.

Cette suite de considérations nous amène à conclure que, tout en prononçant, comme il a dû le faire, sur l'analyse fondamentale du grand phénomène de la combustion, Lavoisier eût plus sagement procédé s'il se fût abstenu de tenter aucune explication générale pour les effets de chaleur et de lumière qui l'accompagnent ordinairement, ce qui l'eût dispensé de supposer, en principe, une condensation inévitable, qui n'est point la conséquence nécessaire d'un tel phénomène, et qui, en effet, a été, plus tard, trouvée fréquemment en défaut. Sans doute, la science serait plus parfaite si ce remarquable effet thermologique pouvait être constamment rattaché à la loi plus étendue, découverte antérieurement par Black, sur le dégagement de chaleur propre à tout passage d'un corps quelconque d'un état à un autre plus dense; et c'est certainement une telle espérance qui a surtout excité Lavoisier. Mais, cette perfection, qui n'est nullement indispensable, deviendrait totalement illusoire, si elle ne pouvait être obtenue qu'en altérant la réalité des phénomènes, ou même si la condensation supposée, sans être expressément contraire à l'observation, n'était pas

effectivement indiquée par elle, dans la plupart des cas. Toutefois, il serait évidemment très déraisonnable d'exiger une réserve scientifique aussi difficile chez ceux qui, les premiers, tentent de ramener à des théories positives une science jusque alors essentiellement dominée par les conceptions métaphysiques; ces restrictions sévères, ces distinctions délicates, eussent probablement, imposées dès l'origine, arrêté le premier essor du génie positif. Mais, une semblable justification ne saurait être appliquée, dans le développement ultérieur de la science, à ceux qui, après avoir reconnu formellement l'insuffisance réelle des explications primitives, s'efforcent d'en construire d'analogues sur le même sujet, sans avoir préalablement examiné avec attention, d'après les règles essentielles de la saine philosophie, si ce sujet est effectivement susceptible d'une explication quelconque. Or, telle me paraît être aujourd'hui la grande erreur philosophique des chimistes qui ont voulu substituer la théorie électro-chimique à la théorie anti-phlogistique proprement dite. Afin de motiver convenablement ce jugement général, il faut maintenant poursuivre l'examen direct des principales considérations chimiques qui ont mis graduellement en évidence l'imperfection essentielle de la théorie de Lavoisier, que nous devons

continuer à envisager sous les deux aspects ci-dessus distingués.

Le plus illustre émule de Lavoisier reconnut bientôt la nécessité de modifier, sous un rapport très important, quoique indirect, la manière générale dont ce grand philosophe avait analysé le phénomène fondamental de la combustion. Une des principales conséquences de cette analyse consistait en ce que tout acide et toute base salifiable devaient inévitablement résulter d'une véritable combustion, c'est-à-dire de la combinaison d'un élément quelconque avec l'oxygène. Or Berthollet découvrit d'abord que l'un des alcalis les mieux caractérisés, l'ammoniaque, est uniquement formé d'hydrogène et d'azote, sans aucune participation de l'oxygène; et, peu de temps après, il établit aussi que le gaz hydrogène sulfuré, où l'oxygène n'existe pas davantage, présente néanmoins toutes les propriétés essentielles d'un acide réel. Ces deux points remarquables de doctrine ont été confirmés depuis par toutes les voies dont la science chimique peut jusqu'ici disposer, et spécialement par la méthode électrique. Une fois que les chimistes ont été ainsi avertis, par un double exemple aussi décisif, que la théorie de Lavoisier exagérait beaucoup la prépondérance chimique de l'oxygène, ils ont successivement mul-

tiplié et diversifié, à un haut degré, soit à l'égard des alcalis, soit surtout envers les acides, ces exceptions capitales, dont la comparaison approfondie a graduellement investi les notions fondamentales de l'acidité et de l'alcalinité de cette haute généralité qui les distingue aujourd'hui. En outre, la théorie primitive de la combustion a été peu à peu modifiée, sous un point de vue plus direct, quoique moins important, en ce qu'on a positivement constaté qu'un rapide dégagement de chaleur et de lumière n'est pas toujours l'indice certain d'une combinaison quelconque avec l'oxygène. Le chlore, le soufre, et plusieurs autres corps, même non-élémentaires, ont été successivement reconnus susceptibles d'opérer de vraies combustions, si, comme il convient, on donne à l'usage scientifique de cette expression le sens général indiqué par son acception vulgaire. Enfin, le phénomène du feu n'est plus désormais exclusivement attribué à aucune combinaison spéciale, mais, en général, à toute action chimique à la fois très intense et très vive.

Il importe, néanmoins, de remarquer ici, comme je l'ai précédemment indiqué, que, sous chacun de ces divers rapports essentiels, les éminentes vérités chimiques découvertes par le génie de Lavoisier ont nécessairement conservé toute

leur valeur directe, et que ces études ultérieures ont seulement altéré leur généralité rigoureuse. Cette inévitable altération a même bien moins porté sur les phénomènes vraiment naturels que sur les cas principalement artificiels, à la considération desquels, il est vrai, la chimie générale, du point de vue abstrait qui la caractérise, doit rationnellement attacher une aussi grande importance. Ainsi, quoiqu'il existe des acides et des alcalis sans oxygène, il n'en reste pas moins incontestable que la plupart d'entre eux, et surtout les plus puissans, sont ordinairement oxygénés : de même, quoique l'oxygène ne soit pas réellement indispensable à la combustion, il en demeure néanmoins le principal agent, surtout à l'égard des combustions naturelles. Aussi, pour l'histoire naturelle proprement dite, la théorie de Lavoisier pourrait-elle, sans aucun inconvénient majeur, être encore appliquée dans son intégrité primitive, quoique le progrès fondamental de la science chimique exige impérieusement que son imperfection générale soit prise en haute considération abstraite. En un mot, si la souveraineté universelle de l'oxygène a été désormais irrévocablement abolie, il sera toujours cependant le principal élément de tout le système chimique.

Sous le second aspect général, c'est-à-dire quant

à l'explication du feu, la théorie primitive de la combustion a éprouvé, au contraire, un sort très différent; car, elle a été tout d'un coup radicalement détruite, pour ainsi dire aussitôt qu'on a tenté de la soumettre à un examen direct. Quoique des préoccupations plus importantes n'aient permis que très tard aux chimistes d'entreprendre cet examen, la théorie anti-phlogistique, était à cet égard, si peu positive et si peu rationnelle au fond, surtout comparativement à l'analyse de la combustion, que son renversement n'a pas exigé, comme sous ce premier rapport, la considération ultérieure de phénomènes nouveaux et difficiles à découvrir, mais seulement une appréciation plus scientifique des phénomènes universellement envisagés. Loin de pouvoir, ainsi que sous l'autre point de vue, être encore essentiellement maintenue par les naturalistes, comme suffisant à peu près aux besoins principaux des études concrètes, on peut dire qu'elle n'a jamais réellement expliqué les effets même les plus vulgaires, incessamment reproduits par la plupart des combustions naturelles.

L'explication proposée obligeait nécessairement à constater, dans toute combustion, simple ou composée, une condensation quelconque, assez intense pour correspondre, d'une manière ap-

prochée, au dégagement effectif de chaleur, et qui ne fut point simultanément compensée par une dilatation presque équivalente. Or, dès l'origine, cette indispensable condition générale n'a été remplie qu'envers un petit nombre de cas, qui, sous ce rapport, n'étaient pas, à beaucoup près, les plus importants; et, surtout, elle a été manifestement en défaut à l'égard de plusieurs autres phénomènes, dont la considération était, au contraire, prépondérante. Aussi, sans la confusion vicieuse, mais radicale, d'une telle explication avec l'analyse de la combustion, qui devait être si justement admirée, on ne saurait comprendre comment elle a pu se maintenir jusqu'à une époque très récente, malgré que l'attention des chimistes dût être alors principalement absorbée par d'autres spéculations théoriques.

Dans la combustion du phosphore, du fer, et de la plupart des métaux, en général quand la combinaison produit un composé solide, la condition précédente peut être regardée comme suffisamment remplie; quoique d'ailleurs on n'ait jamais examiné si le dégagement effectif de chaleur est réellement en harmonie avec celui qui correspondrait à une semblable condensation directe de l'oxygène, ce qui doit néanmoins sembler nécessaire pour justifier complètement l'explication :

cette vérification supplémentaire serait, même aujourd'hui, presque impossible à instituer positivement. Mais, à l'égard des combustions nombreuses dont les produits sont, au contraire, essentiellement gazeux, et qui, cependant, présentent d'ordinaire, au degré le plus prononcé, le phénomène du feu, toute explication de ce genre est évidemment chimérique. Car, non-seulement on n'y remarque point le plus souvent une condensation suffisante; mais, en sens inverse, on observe clairement, dans les cas les plus énergiques, une dilatation totale très considérable, qui, suivant une telle théorie, devrait donner lieu à un immense refroidissement. Quelques exemples, choisis parmi les plus essentiels, feront aisément sentir l'irrésistible puissance de cette critique générale, qui est désormais à l'abri de toute réclamation, et dont il importe néanmoins à notre sujet actuel de préciser exactement la nature, afin de mieux apprécier le caractère fondamental de la théorie électro-chimique, sur la formation primitive de laquelle un tel ordre de considérations a exercé une influence principale et directe.

La chaleur dégagée dans la combustion du carbone, a pu être d'abord attribuée, avec une certaine vraisemblance, malgré la grande dilata-

tion de cet élément, à la condensation de l'oxygène, d'après la pesanteur spécifique très supérieure du gaz acide carbonique formé, quoique un tel accroissement de densité fût loin d'ailleurs de correspondre à l'intensité de l'effet thermologique. Mais, lorsqu'il a été reconnu, par des mesures exactes, qu'un volume quelconque d'oxygène fournit un volume parfaitement égal d'acide carbonique, ce qui constitue un fait essentiel pour la doctrine des proportions définies, il est aussitôt devenu évident que ce phénomène ne donnait lieu à aucune condensation, et que l'excès de pesanteur spécifique était seulement produit par l'interposition moléculaire du carbone, dont la vaporisation non-compensée eût dû alors déterminer, au contraire, un refroidissement très notable. A la vérité, tant qu'on n'a pas su évaluer avec quelque précision la chaleur spécifique des gaz, l'annulation d'une telle explication a pu être provisoirement retardée, en regardant à priori la chaleur spécifique de l'acide carbonique comme très inférieure à celle de l'oxygène, quoique cette inégalité supposée n'eût pu réellement satisfaire à l'ensemble des conditions du phénomène, sans excéder beaucoup toutes les limites probables. Toutefois, cette dernière et insuffisante ressource a été radicalement détruite, lorsqu'on est parvenu

à constater d'une manière irrécusable, que si, à poids égal, la chaleur spécifique de l'oxygène est légèrement supérieure à celle de l'acide carbonique, celle-ci, au contraire, à volume égal, surpasse, de plus d'un tiers, la première : or, ici, il n'était nullement douteux, surtout d'après la composition numérique du gaz acide carbonique, que la comparaison devait porter sur les volumes et non sur les poids; en sorte que l'analyse exacte et complète du phénomène ne laissait plus aucune issue à la théorie primitive. La combustion du soufre donne lieu à des remarques essentiellement analogues. Quant à celle de l'hydrogène, la condensation des deux élémens paraissait d'abord devoir expliquer, d'une manière vraiment satisfaisante, l'énorme dégagement de chaleur dont elle est si évidemment accompagnée, parce que la densité de ces élémens était seulement mise en opposition avec celle de l'eau à l'état liquide. Mais, en réfléchissant que le produit immédiat d'une telle combinaison est, en réalité, de la vapeur d'eau, même très raréfiée, on a facilement reconnu que, au lieu d'une véritable condensation, ce phénomène détermine une dilatation très sensible, dont les expériences eudiométriques constatent d'ailleurs directement l'existence. La comparaison des chaleurs spécifiques est encore

ici en sens inverse de l'explication primitive, qui, par l'ensemble judicieusement apprécié des circonstances caractéristiques de ce phénomène, devrait faire présumer, au contraire, un refroidissement très prononcé. J'indiquerai enfin, comme un dernier exemple frappant, pris dans les combustions indirectes et composées, le phénomène si vulgaire de l'inflammation de la poudre ordinaire. Tous les matériaux de cette réaction chimique sont solides, à l'exception de l'oxygène atmosphérique, dont la participation n'y est point numériquement considérable; tous les produits essentiels sont, au contraire, des gaz extrêmement dilatés, sauf un résidu solide, presque négligeable: et, néanmoins, malgré une réunion de conditions aussi défavorables d'après la théorie anti-phlogistique, le phénomène s'accomplit avec un intense échauffement. Les composés fulminans donnent lieu à une contradiction encore plus prononcée, quoique moins universellement connue, surtout dans le cas où une substance liquide, et même solide, se décompose presque spontanément, à la température ordinaire, en deux principes gazeux, en produisant néanmoins un échauffement très notable, et quelquefois une véritable inflammation.

L'ensemble des considérations précédentes peut être suffisamment résumé, d'une manière aussi