

Des méthodes scientifiques et de la signification des théories dans les sciences inductives.

*Discours prononcé à la Séance d'ouverture
du Cours de Chimie organique, à l'Université de Liège.*

1877

MESSIEURS,

Avant de commencer l'étude de la chimie organique, je désirerais vous entretenir brièvement des méthodes suivies dans les sciences pour arriver à la connaissance de la vérité; nous pourrions nous faire, de cette manière, une idée claire de ce qu'on nomme une *théorie scientifique*, ainsi que du rôle qu'elle est appelée à jouer dans les sciences: une fausse interprétation de sa signification a trop souvent été cause d'un résultat fâcheux, très grave même, pour l'avenir de la science dont nous avons à nous occuper.

Les sciences se divisent, comme vous le savez, en deux grandes classes: en *sciences déductives* et en *sciences inductives*.

Les premières procèdent dans leurs moyens de connaître par *déduction* et les autres par *induction*, c'est-à-dire que les unes tirent des conséquences de certaines propositions considérées comme évidentes par elles-mêmes ou bien émanant soit d'une convention, soit de l'expérience.

Les sciences déductives par excellence sont les sciences mathématiques. Leur but est la connaissance des propriétés de la grandeur, que celle-ci s'appelle *espace* ou *nombre*, peu importe. Leur richesse sera d'autant plus brillante qu'elles en connaîtront un nombre plus considérable; elles aspirent, par conséquent, à arriver à la notion nouvelle de propriétés, et c'est à cet effet qu'elles emploient la

méthode déductive. Elles partent d'une proposition qu'elles admettent comme vraie : *la partie est plus petite que le tout; deux quantités égales à une même troisième sont égales entre elles*, etc., et, par les règles du raisonnement, en déduisent les conséquences : elles arrivent de cette manière à savoir, par exemple, que les angles opposés par le sommet sont égaux; cette propriété est tout aussi vraie que l'axiome dont elle a été déduite. Ce n'est pas tout : en appliquant ensuite la même méthode, non plus à l'axiome, mais à cette propriété des angles opposés par le sommet, elles en déduisent certaines propriétés des droites parallèles et ainsi de suite. C'est là une manière de procéder. Il en est une autre : elles peuvent d'abord établir une convention, c'est-à-dire énoncer une proposition qui n'est pas évidente par elle-même, mais que l'on convient d'admettre comme telle; c'est ce que l'on nomme un *postulatum* — c'est-à-dire une demande faite d'admettre comme vraie une proposition qui ne l'est pas d'une manière évidente : le plus célèbre *postulatum* est celui d'Euclide, qui demande d'admettre qu'une perpendiculaire et une oblique à une même droite, situées dans un plan, finissent par se rencontrer. Quand cette convention est faite, on s'en sert comme d'un axiome, c'est-à-dire que l'on cherche les conséquences logiques auxquelles conduit son admission. On peut dire, dans ces sciences, que les propositions dont on part sont, en définitive, la cause des propriétés de la grandeur, car si deux quantités égales à une même troisième n'étaient pas égales entre elles, les angles opposés par le sommet ne seraient pas égaux. Les sciences déductives connaissent donc la cause avant de connaître l'effet.

Voilà leur caractère distinctif.

Or, quand on connaît une cause, on peut toujours, et même facilement savoir l'effet qu'elle produit; les sciences qui procèdent de cette façon sont donc à juste titre nommées *sciences exactes*. Les résultats auxquels elles arrivent sont aussi vrais que les points d'où elles découlent, ni plus ni moins.

Il n'en est plus de même des sciences qui appartiennent à la seconde classe, c'est-à-dire des sciences inductives.

On compte au nombre de celles-ci les sciences dites *d'observation*, telles que la *physique*, la *chimie*, la *géologie*, etc. : tandis que les mathématiques ont pour objet la connaissance des propriétés de la grandeur, celles-ci se proposent de connaître la raison des phé-

mènes naturels. La voie qu'elles suivent pour atteindre à leur but est diamétralement opposée à celle des sciences mathématiques. Elles *débutent* par la connaissance des faits, elles commencent par observer les phénomènes naturels.

C'est l'observation seule qui enseigne au physicien que les corps ont des poids différents sous un même volume, que la lumière se meut en ligne droite dans un milieu isotrope; c'est elle qui enseigne au chimiste que les corps se combinent dans des rapports pondéraux invariables lorsqu'un composé déterminé se forme. Le résultat d'une observation est ce qu'on nomme UN FAIT.

Or, il est dans la nature de l'esprit humain, non pas tant de désirer connaître des faits et de s'en tenir là, que d'arriver à savoir pourquoi ils existent. C'est là un trait caractéristique qui distingue non seulement l'homme de l'animal, mais encore l'homme de l'homme : celui que dévore la soif de connaître les causes, celui qui a ce qu'on nomme l'esprit philosophique, a, de tout temps, démontré sa puissance à celui qui en est dépourvu. La tendance naturelle de notre esprit nous amène à considérer *les faits* comme des effets de certaines causes et l'on peut dire que le but le plus élevé des sciences d'observation est surtout d'arriver à la connaissance des causes; — c'est là leur partie philosophique. Mais comment arriver à la connaissance des causes? Nous ne possédons qu'un seul moyen pour cela; nous devons mettre en usage une faculté qui nous est propre : la faculté de conclure; ainsi, par exemple, quand nous voyons tomber une pierre, ou bien quand nous voyons les astres graviter les uns autour des autres, *nous en concluons qu'ils s'attirent*, parce que leur mouvement a lieu comme s'ils s'attiraient sans qu'il soit démontré, en aucune façon, qu'il y ait attraction. Nous concluons de cette sorte, parce que nous ne connaissons jusqu'aujourd'hui rien de mieux pour interpréter la chute des corps.

La différence entre la manière de procéder des deux catégories de sciences est manifeste : tandis que, dans la première, on part des causes pour arriver à connaître leurs effets; on remonte, au contraire, des effets aux causes dans la seconde.

Mais ces deux catégories de sciences ont ce qu'on appelle « des théories » et nous pouvons nous demander si le sens attaché à ce mot sera le même selon qu'il se rapportera aux sciences déductives ou aux sciences inductives? Évidemment non.

Constatons d'abord que ce mot n'est employé ni dans l'une ni dans l'autre catégorie de sciences avec son sens propre : dans son sens propre le mot « théorie » signifie *une connaissance qui s'arrête à la simple spéculation sans passer à la pratique*. Un exemple rendra la chose claire. L'observation nous enseigne que le son qui émane d'un lieu de l'espace diminue d'intensité à mesure qu'il s'en éloigne, parce que, se répartissant sur une étendue plus grande, chaque unité de surface est moins frappée. On peut se borner à cette connaissance et l'on dira qu'on a une connaissance théorique. Mais on peut aussi se servir de cette connaissance pour transmettre un son à une grande distance en lui conservant son intensité; on sait qu'il suffit d'empêcher sa répartition sur une grande surface et l'on construira l'appareil connu sous le nom de *porte-voix*.

La construction du porte-voix est donc la mise en pratique d'une connaissance théorique.

Mais les mathématiques pures et la chimie générale, par exemple, ne s'occupant pas de pratique, sont des sciences théoriques, et l'on peut maintenant formuler nettement la question en demandant ce qu'on doit entendre par théorie d'une science théorique; il paraît qu'il y a ici pléonasme; cependant il n'en est rien.

Dans les sciences mathématiques le mot théorie est employé avec deux nuances différentes mais qui rappellent cependant, d'une manière assez frappante, son sens propre. Ainsi, nous venons de voir que la connaissance d'une propriété de l'étendue pouvait servir à en faire connaître d'autres, mais elle peut aussi servir à la solution de certaines questions nommées problèmes sans que ces derniers reçoivent nécessairement une application matérielle quelconque : on peut en effet se poser, d'une manière entièrement spéculative, la question de savoir comment on pourrait arriver à construire un carré qui serait en surface le double d'un rectangle donné, ou à couper deux droites, passant par un point, par une troisième de manière que la partie interceptée ait une longueur donnée, etc. Ces questions peuvent être résolues par la connaissance des propriétés de l'étendue; les problèmes sont donc, pour ainsi dire, des propositions de vérité pratique.

Eh bien, on donne à l'ensemble des connaissances qui peuvent être appliquées à la solution de ces questions le nom de théorie, et les parties constituant la théorie se nomment *théorèmes*. De plus,

comme les problèmes qu'on se propose de résoudre peuvent se diviser en problèmes relatifs à la ligne droite, au cercle, au plan, etc., on distingue les théories de la droite, du cercle, du plan, etc.

Ce n'est pas tout, il existe encore une autre acception du mot théorie dans les sciences mathématiques; je me servirai d'un exemple pour rendre ma pensée : On parle, en arithmétique, de la théorie du plus grand commun diviseur de deux nombres, de la théorie de la racine carrée et d'autres encore. Dans ces expressions le mot théorie ne traduit rien autre chose que le développement des séries de raisonnements et d'opérations qu'il faut effectuer pour extraire la racine carrée d'un nombre ou pour trouver le plus grand commun diviseur de deux nombres (il en est de cette acception du mot théorie comme de celle qui est en usage dans l'art militaire : quand on dit que les soldats apprennent *la théorie*, cela veut dire qu'ils apprennent ce qu'il faut savoir pour faire un mouvement réglementaire sans l'effectuer). On fait la pratique quand on extrait réellement une racine carrée d'un nombre et l'on fait la théorie quand on suit les raisonnements qu'il faut faire pour extraire une racine carrée sans effectuer l'opération.

Vous voyez que dans les sciences mathématiques les théories donnent le moyen d'arriver à la solution de certains problèmes. Or, nous venons de voir que les théorèmes, et par conséquent les théories mathématiques, émanaient, par voie de déduction logique, d'un très petit nombre de vérités évidentes par elles-mêmes; il faut donc qu'elles soient, elles aussi, l'expression de la vérité : jamais, dans ces sciences, il n'y aura désaccord entre la théorie et la pratique. C'est là un des caractères spécifiques des théories mathématiques.

Il en est autrement dans les sciences d'observation. Celles-ci, procédant par voie inductive, doivent remonter d'un effet observé à sa cause présumée; mais s'il est possible de déduire logiquement d'une cause les effets qu'elle peut produire, il n'en est plus de même quand on doit remonter d'un effet à sa cause. L'opération est abandonnée aux hasards de l'imagination. On ne peut faire qu'une *hypothèse*, c'est-à-dire qu'on crée une cause quelconque à laquelle on demande seulement de rendre compte de tous les faits connus et rien de plus. Il est évident que cette condition n'implique pas la nécessité de rendre également compte des faits que des découvertes ultérieures peuvent faire connaître. Au reste, ce qui montre bien

qu'il en est ainsi, c'est l'histoire des hypothèses elles-mêmes; il suffira de prendre un seul exemple :

Il y aura bientôt deux siècles, un chimiste allemand s'est proposé d'expliquer un phénomène qui était connu depuis des temps immémoriaux, mais dont l'interprétation avait défié les imaginations les plus vives et les esprits les plus sagaces : je veux parler du phénomène de la combustion. On savait qu'il existait des corps combustibles et des corps incombustibles, que les premiers corps, en brûlant, produisaient une quantité de chaleur variable et que, la combustion terminée, chacun laissait un résidu, une cendre, dont la nature était différente d'un corps à un autre, mais toujours la même pour une même substance.

Stahl interpréta tous ces faits par une hypothèse célèbre qui captiva les esprits pendant tout un siècle, tant sa simplicité était grande, tant elle paraissait porter en elle le caractère de la vérité. Voici, en deux mots, en quoi elle consiste : Stahl supposa *que pendant la combustion quelque chose était expulsé du corps qui brûle*. Ses disciples donnèrent le nom de *phlogistique* à cette substance (de $\phi\lambda\omicron\zeta$, flamme). C'est là toute l'hypothèse de Stahl; elle ne pouvait être plus simple; les corps combustibles renfermaient du phlogistique et les corps incombustibles n'en renfermaient pas : voilà en quoi ils différaient. Ce principe, le phlogistique, insaisissable à l'état de combinaison, devient libre pendant la combustion et constitue alors le feu proprement-dit avec accompagnement de flammes et de lumière. La combustion n'est donc autre chose que la séparation du phlogistique d'avec les substances auxquelles il était combiné. Les corps qui dégagent beaucoup de chaleur pendant la combustion étaient ceux qui renfermaient le plus de phlogistique : ainsi le phosphore, le soufre, le bois étaient des substances riches en phlogistique. Le phosphore et le soufre, que nous appelons aujourd'hui des corps simples, étaient alors des corps composés; il en était de même des métaux. Pour Stahl, un métal était formé d'une matière terreuse et de phlogistique. La matière terreuse variait suivant la nature du métal, mais le phlogistique était constant dans son essence. Cette matière terreuse n'était autre chose que le résidu de la combustion d'un métal : c'est du blanc de zinc si l'on brûle du zinc, de la litharge si l'on brûle du plomb, du colcotar si l'on brûle du fer.

Il y a plus :

Si la litharge est réellement du plomb qui a perdu son phlogistique, il doit être possible de la transformer en plomb en lui rendant ce qu'elle a perdu. Mais nous venons de voir que le charbon est très riche en phlogistique; il pourra donc en céder, et, en effet, il suffit de chauffer de la litharge avec du charbon pour obtenir du plomb. Le charbon s'est déphlogistiqué, il s'est brûlé et a communiqué son phlogistique à la litharge.

Voilà comment on raisonnait au siècle dernier. Il faut convenir que si ce raisonnement est erroné, il est cependant plus simple que celui que nous faisons aujourd'hui. Vous voyez que la vérité n'est pas toujours, ni ce qui est le plus simple, ni ce qui est cru par le plus grand nombre de personnes. On avait fait une objection à l'hypothèse du phlogistique; on avait dit : mais si un métal perdait du phlogistique en brûlant, il ne devrait pas augmenter de poids par la combustion. Au contraire, répondit Stahl, le phlogistique n'étant autre chose que le feu, il est plus léger que l'air; il a même un poids négatif, puisque les flammes montent; par conséquent, un corps qui perd son phlogistique doit devenir plus pesant.

Cette hypothèse rendait parfaitement compte de tous les faits connus à cette époque; aussi fut-elle généralement admise et même considérée par les personnes crédules comme l'expression de la vérité absolue, au point même que la nouvelle théorie ne parvint pas à les convaincre et que beaucoup moururent dans l'impénitence finale.

Vers la fin du siècle dernier, cependant, en 1774, Priestley, chimiste anglais, découvrit l'oxygène en soumettant l'oxyde de mercure à l'action de la chaleur, et il observa déjà que ce gaz activait singulièrement la combustion. Peu d'années après lui, Lavoisier montra que la présence de ce gaz est indispensable à la combustion et que c'est parce que l'air atmosphérique en renferme que les corps peuvent brûler dans son sein. L'époque de cette découverte a été, comme le dit très bien Hoëfer, le 89 de la chimie. A partir de ce moment l'hypothèse du phlogistique telle que Stahl l'avait formulée devait disparaître. Les corps ne perdaient pas une matière par la combustion; ils en prenaient une, au contraire.

Il faut bien se garder de croire cependant que le fond de la pensée de Stahl ait disparu; il n'en est rien; il s'est modifié seulement à la

suite des découvertes de Priestley et de Lavoisier. Stahl avait pour objet de dire ce qu'était le feu. Mais est-ce que Lavoisier le dit? Le feu, la chaleur serait-ce l'oxygène? Évidemment non. Lavoisier a démontré le mécanisme de la combustion mais rien de plus. Stahl disait : les corps combustibles sont ceux qui peuvent perdre du phlogistique et nous disons aujourd'hui que ce sont ceux qui peuvent donner de la chaleur, mais quand nous nous demandons pourquoi ces corps peuvent donner de la chaleur en prenant de l'oxygène, nous nous lançons à notre tour dans le domaine des hypothèses : nous pouvons dire seulement que nous avons changé, complété, l'hypothèse de Stahl : *nous l'avons accommodée aux faits nouveaux que nous connaissons, mais nous ne la remplaçons pas par une vérité absolue.*

Cet exemple nous montre comment une hypothèse faite en vue d'interpréter certains faits peut devoir se modifier; mais il peut arriver aussi qu'elle nous conduise à la découverte de faits nouveaux : *c'est quand l'hypothèse produit ce résultat qu'elle prend le nom de théorie.*

Un exemple nous montrera clairement comment il est possible qu'une hypothèse puisse faire découvrir des faits nouveaux. Je le choisirai en dehors de la chimie, pour montrer que cette définition de la théorie n'est pas spécifique, mais qu'elle est générale à toutes les sciences inductives.

Tout ce qu'on savait de positif sur la lumière, avant notre siècle, était qu'elle se propageait en ligne droite dans un milieu de densité homogène, se réfléchissait quand elle frappait la surface d'un milieu de densité différente et qu'elle se réfractait quand elle pénétrait dans un corps transparent de densité différente à celle du milieu dans lequel elle se mouvait, c'est-à-dire que sa direction était changée au moment de son entrée dans le corps transparent. Ces trois faits, qui résumaient toutes les connaissances qu'on avait sur la lumière, pouvaient être interprétés très bien par deux hypothèses contradictoires, pour ainsi dire, qu'on faisait sur la nature de la lumière. Dans la première de ces hypothèses, connue sous le nom d'*hypothèse de l'émission*, la lumière était une matière dans la véritable acception du mot; c'est même au point que les anciens traités de chimie lui consacraient un chapitre et la considéraient comme un corps simple : la seule chose qui distinguait ce corps, c'est qu'il était

impondérable. Aujourd'hui cela ne pourrait plus être, puisque, pour nous, la matière doit être pondérable et impénétrable, tandis qu'alors on la définissait « tout ce qui frappe nos sens », définition vicieuse s'il en fut. On supposait que les corps lumineux émettaient la matière lumineuse, c'est-à-dire qu'ils lançaient, en quelque sorte, des projectiles dans l'espace, et cela, proportionnellement à leur intensité lumineuse, un corps non lumineux n'en lançant pas et un corps très lumineux en lançant beaucoup. Se trouvant dans l'espace, ces projectiles devaient naturellement se mouvoir en ligne droite, puisqu'ils étaient impondérables, et se réfléchir s'ils rencontraient une surface quelconque, comme le ferait une bille de billard frappant un corps élastique; en vue d'interpréter la réfraction, on admettait qu'il existait une certaine attraction entre la matière pondérable et la lumière et que grâce à cette attraction une particule de lumière était plus ou moins déviée de sa direction en pénétrant dans un corps plus ou moins dense. Cette hypothèse était très simple et rendait parfaitement compte des faits; aussi eut-elle droit de cité jusqu'au commencement de ce siècle.

Dans le XVII^e siècle, cependant, un physicien hollandais, Huygens, imagina une autre hypothèse qui est en définitive plus simple encore que la première. D'après lui, la lumière n'était pas une matière, mais le résultat du mouvement vibratoire d'une matière; comme le son, par exemple, n'est pas non plus une matière mais le résultat d'un mouvement vibratoire de la matière. Dès lors, la lumière devait se propager en ligne droite, se réfléchir, se réfracter selon les circonstances, comme le son le faisait lui-même. Ces deux hypothèses eurent chacune leurs adeptes; cependant l'hypothèse de l'émission en compta un nombre plus considérable, parce qu'elle avait pour elle d'avoir été défendue par l'homme le plus considérable que les sciences aient jamais produit : Newton; tant il est vrai que les hommes préfèrent, le plus souvent, accepter une opinion lorsqu'elle est présentée par un homme influent, que se former eux-mêmes leur conviction.

Ce ne fut qu'au commencement de ce siècle qu'un esprit indépendant, Thomas Young, s'occupa de la question de savoir laquelle des deux hypothèses en présence devait être sacrifiée, et voici comment il raisonna : si la lumière est le résultat d'un mouvement, on doit pouvoir l'éteindre en lui en opposant un égal mais de sens contraire;

en d'autres termes : deux rayons lumineux d'égale intensité, se rencontrant dans certaines circonstances, devront produire l'obscurité absolue. Si, au contraire, la lumière est de la matière, comme celle-ci ne peut pas s'anéantir, deux rayons lumineux d'égale intensité doivent s'ajouter et donner naissance à un rayon d'intensité plus grande : ce sont deux rivières qui se réunissent et forment un fleuve.

Il ne restait plus qu'à vérifier par l'expérience la vérité de l'une ou de l'autre de ces conclusions; c'est ce que Fresnel s'empessa de faire. Je ne vous décrirai pas l'arrangement auquel il eut recours pour donner un corps à cette idée; je vous dirai seulement qu'il découvrit le phénomène le plus important de l'optique, phénomène qui avait été prévu, à savoir que deux rayons lumineux peuvent s'éteindre mutuellement et produire l'obscurité. A partir de ce moment l'hypothèse de l'émission disparut; il n'en fut plus question.

Ainsi donc l'hypothèse de l'ondulation, tout en donnant une explication simple des phénomènes lumineux, avait fait découvrir l'*interférence* : elle cessa dès lors d'être une hypothèse et devint une théorie; on la connaît aujourd'hui sous le nom de *théorie de l'ondulation*.

Préons maintenant un exemple dans le domaine de la chimie :

Il y a déjà quelques années, une étude comparative des propriétés des corps montra qu'on pouvait les classer en quatre grandes catégories nommées types. C'était là un fait, mais il restait à savoir pourquoi ce classement était possible; on pouvait se demander pourquoi les corps composés se rapportaient à quatre types, c'est-à-dire, en définitive, pourquoi certains atomes ne s'unissaient qu'à un atome d'hydrogène, tandis que d'autres en prenaient plusieurs.

Pour répondre à ces questions, Kekulé fit une hypothèse : il admit que les atomes se divisaient eux-mêmes en quatre catégories dont l'une renfermait des atomes pourvus d'un seul centre d'attraction et les autres, des atomes pourvus de deux, trois ou quatre centres d'attraction; de plus, on admit que ces centres étaient caractérisés encore par la propriété de perdre toute puissance attractive dès qu'ils étaient aux prises avec les centres d'attraction d'un autre atome. Le chlore et l'hydrogène s'unissaient atome à atome, parce que leurs atomes n'avaient chacun qu'un centre d'attraction; l'oxygène prenait, au contraire, deux atomes d'hydrogène pour former de l'eau, parce qu'il avait deux centres d'attraction, et ainsi de

suite. C'était très simple. Mais il résultait de là qu'on ne devait plus considérer les atomes qui formaient une molécule comme unis indistinctement les uns aux autres; il fallait maintenant les envisager comme enchaînés d'après certaines lois; on devait se demander si dans l'acide sulfurique, par exemple, l'atome de soufre était enchaîné à des atomes d'oxygène ou s'il portait un atome d'hydrogène. En un mot, on pouvait se poser en chimie une nouvelle question, une question d'une portée immense, celle de savoir quelle était la structure de la molécule des corps composés. Eh bien, Messieurs, c'est en travaillant à la solution de cette question que la chimie est devenue ce que nous la voyons aujourd'hui. On obtint une définition claire, simple, de l'isomérisie, comme nous le verrons d'ailleurs plus tard; c'est par milliers que l'on compte les travaux chimiques qui ont été entrepris depuis ce moment et qui ont conduit à des résultats importants pour toutes les branches des connaissances humaines. Il y a plus : avant l'existence de cette hypothèse, le nombre de problèmes physiques qu'on pouvait poser à la chimie était restreint, tandis qu'à présent on ne peut plus en voir les limites et il est tout au moins probable que la fusion se fera non seulement entre la chimie et la physique, mais que dans un avenir encore indéterminé, à la vérité, les mathématiques pourront aussi prêter leurs puissants moyens d'investigation aux chimistes. Avant l'hypothèse de Kekulé, la chimie se trouvait confinée en quelque sorte dans le laboratoire, tandis que maintenant elle ne connaît plus de barrières, plus d'entrave. Cette hypothèse prouva donc sa fécondité; elle cessa d'être une hypothèse et devint la *théorie de l'atome*.

Et cependant l'atome n'est qu'une hypothèse, car de ce que les atomes des corps se comportent l'un par rapport à l'autre *comme s'ils* avaient des centres d'attraction, il n'en résulte pas nécessairement que ces centres aient une existence réelle, pas plus, par exemple, qu'il ne résulte du fait que l'eau monte dans les pompes que la nature a horreur du vide; le phénomène se passe cependant comme si la nature avait horreur du vide; ce qui le montre bien c'est qu'on l'a cru jusqu'à Galilée.

Je me résume : dans les sciences déductives les théories constituent un ensemble de connaissances exactes acquises par déduction logique de quelques vérités évidentes par elles-mêmes et qu'on peut appliquer à la solution de certains problèmes; dans ces sciences les théories

sont l'expression de la vérité. Dans les sciences inductives, au contraire, il n'en est plus de même; les théories ne sont que des hypothèses fécondes et rien de plus.

Mais, peut-on se demander alors, si les théories ont, avant tout, un caractère hypothétique, pourquoi donc leur faire l'honneur de les prendre en considération? — Pourquoi me donnerais-je la peine de m'assimiler les produits d'imagination qui ne peuvent avoir qu'une existence éphémère? — La véritable science réside dans la connaissance des faits; je m'en tiens là!

Non, Messieurs, cela n'est pas possible, car la nature de l'esprit humain s'y oppose. Si l'on se pose en simple observateur des phénoménalités de l'esprit, on voit que jamais l'homme, à n'importe quelle époque de son développement collectif ou individuel, ne s'est contenté de la connaissance pure et simple des faits; toujours il les a considérés comme des effets, et il a essayé d'en découvrir la cause: on peut le dire, c'est bien moins le désir de connaître des faits que celui d'en savoir les causes qui stimule l'homme à interroger la nature. Ce qui montre d'ailleurs combien est impérieux ce besoin de connaître les causes, c'est que chaque fois que l'homme ne parvient pas à débrouiller le motif véritable d'un phénomène, il va jusqu'à suppléer par son imagination à son impuissance et il engendre des spéculations, des systèmes, préférant attacher son esprit à des chimères que le contraindre à se plonger dans des ténèbres intellectuelles. L'histoire de chaque peuple abonde en exemples qui pourraient être cités à l'appui de cette thèse. Tous les systèmes inventés par les philosophes n'ont pas d'autre but que d'interpréter les phénomènes de la nature ou de la pensée. Fils de notre ignorance, ils ne peuvent être que des produits de l'imagination; ils sont la manifestation des efforts que l'homme fait pour déchirer le voile tendu entre lui et le savoir. Ce qui montre d'ailleurs, à l'évidence, qu'ils n'ont aucun caractère de vérité, c'est qu'ils sont tous différents, contradictoires souvent, et cependant chacun a ses adeptes, chacun peut se soutenir et se défendre; mais je me hâte d'ajouter que jamais un philosophe n'en a converti un autre à son système: c'est que celui qui arrive à la philosophie par la voie des sciences naturelles pense différemment que celui qui y parvient par l'étude des mathématiques, de la philologie, du droit, des sciences sociales et des sciences théologiques. N'y a-t-il pas un enseignement immense à tirer de la discordance

des systèmes philosophiques, et de cet autre encore que les naturalistes commencent à ne plus être d'accord dès qu'ils font des systèmes? Au reste, il n'en pourrait être autrement; l'idée qu'un homme se fait de la nature dépend de ses connaissances; on ne peut rien conclure d'un fait qu'on ignore; pour qu'un système philosophique soit l'expression de la vérité absolue il faudrait que celui qui l'a conçu eût une connaissance complète, entière, des faits naturels; mais celui qui fait un système a précisément pour objet de suppléer à son ignorance.

Les systèmes n'ont qu'un caractère fantastique, et l'on est loin cependant d'avoir édifié le dernier; pourquoi demander dès lors à l'homme de s'abstenir des théories?

Il y a plus: l'existence des théories n'est pas seulement une conséquence nécessaire de la nature de notre esprit, elle a aussi une utilité réelle: ce sont les théories qui coordonnent les faits que l'observation accumule, qui les classent, qui donnent à chacun son importance; en un mot, ce sont elles qui nous facilitent l'étude des sciences et nous permettent de les embrasser dans leur ensemble.

Celui qui refuserait de s'initier aux théories de la chimie, par exemple, serait incapable de s'assimiler ce nombre considérable de faits connus jusqu'aujourd'hui; eût-il même pu y arriver, il ne saurait juger de leur valeur relative, et, chose plus grave encore, il serait impuissant à faire faire à la science un pas quelconque; entre ses mains la chimie serait frappée de stérilité. Il est aisé de s'en convaincre.

Dans les sciences d'observation, ce n'est que par l'expérience qu'on peut arriver à la connaissance d'un fait nouveau; la première question à résoudre est donc celle de savoir quelle expérience on fera, ce qu'on cherchera en définitive; l'institution d'une expérience est par conséquent subordonnée à l'existence d'une idée; mais si l'on a pour but de faire un travail scientifique sérieux, cette idée ne devra pas être une idée quelconque, il faut qu'elle traduise une pensée scientifique; il faut donc être à même de penser dans la science qu'on se propose d'étudier; or, les faits seuls n'engendrent pas la pensée, mais l'esprit qui les éclaire, la théorie qui les coordonne, car la lettre tue, mais l'esprit vivifie.

Rien ne montre d'une façon plus éclatante le rôle magnifique qu'une théorie peut être appelée à jouer que la révolution que les idées de Darwin ont fait faire aux sciences zoologiques.

La théorie de Darwin s'appuie, comme toutes les autres d'ailleurs, sur une hypothèse de la même nature que celles que nous avons définies précédemment. S'il est un fait avéré qu'on peut classer les espèces animales, existant actuellement ou ayant existé, en séries dont les termes diffèrent assez peu l'un de l'autre et qu'en changeant les conditions dans lesquelles un animal vit habituellement, celui-ci peut subir des modifications profondes; s'il est vrai enfin qu'en étudiant l'évolution des espèces supérieures on retrouve dans les phases de leur développement la progression des formes animales elles-mêmes, rien ne montre, d'un autre côté, que les termes des séries soient *nécessairement* issus l'un de l'autre : les formes animales sont telles qu'on peut dire qu'elles se présentent *comme si* les espèces procédaient l'une de l'autre par voie de continuité. Et cependant quel développement considérable le darwinisme n'a-t-il pas apporté aux sciences zoologiques! de quelles idées splendides ne les a-t-il pas illustrées! On peut le dire : enlevez le darwinisme à la zoologie et il ne restera plus qu'une ménagerie plus ou moins bien tenue.

Ce sont les théories, Messieurs, qui nous permettent de nous orienter dans le dédale des faits; ce sont elles qui nous mettent à même d'élargir le cercle de nos connaissances, l'horizon de nos idées. Elles seules nous indiquent la route à parcourir pour rassembler des connaissances utiles à la science; *ce sont de véritables méthodes d'investigation* qui nous fraient un chemin à travers les difficultés sans nombre qui s'élèvent sur la route de la vérité. C'est à ce sujet que François Bacon, ce rénovateur des sciences expérimentales, avait coutume de dire qu'il y a trois manières de marcher dans les ténèbres : ou bien, on avance à tâtons aussi bien qu'on peut, ou bien on se fait conduire par un autre, ou bien encore on éclaire sa route au moyen d'un flambeau. Eh bien, Messieurs, pour marcher dans les ténèbres de l'inconnu d'une science, c'est la lumière vivifiante des théories qui doit nous éclairer.

Seulement il ne faut pas perdre de vue que sa seule mission est de guider nos pas; notre reconnaissance doit être raisonnée et non sentimentale, et nous devons nous garder d'imiter les peuples qui adorent le soleil.

Permettez-moi encore de vous communiquer à ce sujet l'opinion d'un de nos compatriotes, d'un chimiste belge qui a placé la chimie sur des bases vraiment scientifiques, en montrant, par des travaux

QU'ON NE SURPASSERA JAMAIS, l'exactitude mathématique de la loi des proportions définies : Jean-Servais Stas m'écrivait, il y a quelques années, une lettre dont un passage montre clairement la valeur que les théories ont à ses yeux :

« Les idées qui nous guident, dit-il, je les compare aux échafaudages qu'on élève quand on bâtit, mais qu'on s'empresse de jeter bas quand l'édifice est élevé. Ne trouvez-vous pas le monument plus beau lorsqu'il est débarrassé de tout l'attirail qui a servi à le construire? »

Cette idée, Messieurs, est belle et juste; nous la continuerons en disant que comme l'édifice scientifique se distingue par cela même qu'il n'est pas achevé, il faut bien se garder de jeter bas dès à présent l'échafaudage qui l'entoure. Il faut, au contraire, travailler tout autant à grandir ce dernier qu'à accumuler les pierres de l'édifice. Il y a plus : de même qu'un échafaudage doit dépasser toujours le bâtiment en hauteur pour atteindre son but, de même aussi les théories peuvent dépasser un peu le fait. Je sais qu'il y a beaucoup d'esprits qui redoutent cet état de choses et qui tremblent de voir attacher une importance à la théorie, qui craignent qu'on ne renonce à l'expérience et qu'on ne prépare ainsi, pour les sciences, le retour de ces siècles ténébreux pendant lesquels toute connaissance positive était bannie, de ces siècles où toutes les questions de physique étaient résolues par des subtilités de dialectique, où les preuves mathématiques elles-mêmes perdirent leur valeur quand elles étaient contraires à certains systèmes philosophiques. Ces craintes sont vaines, Messieurs; si l'on a abusé dans le temps des facultés spéculatives, cet abus n'est pas venu des hommes de science; il ne viendra même jamais d'eux, puisque l'homme de science part de cet article de foi « *qu'il raisonne juste quand il raisonne conformément à la nature* »; il contrôlera donc toujours par l'observation les résultats auxquels la méditation l'aura conduit. Kekulé a dit avec raison qu'une mauvaise hypothèse n'a jamais fait de tort à une science mais bien un fait mal observé.

Je crois que ce que nous venons de voir suffit à donner une idée de ce qu'on doit comprendre par le mot *théorie*. Je vous disais au commencement de cet entretien qu'une fausse interprétation du sens traduit par ce mot avait eu des conséquences funestes pour le développement de la chimie. Je me propose maintenant de vous les signaler rapidement.

Vous aurez souvent eu l'occasion de remarquer — si vous ne l'avez déjà fait — que la chimie est une science qui ne jouit que de très peu de considération parmi les hommes adonnés à l'étude des mathématiques, de la philosophie et aussi des sciences littéraires.

Il y a quelques années ce mépris de la chimie se manifestait même dans certains pays par des agressions acerbes; depuis peu, les attaques sont devenues plus rares; elles ont même fini par disparaître, — peut-être parce que les chimistes y répondaient par un redoublement de vigueur dans la poursuite de leurs études. — Mais il ne faut pas croire cependant que la chimie soit réhabilitée aux yeux de ses détracteurs. On n'imprime plus ce qu'on pense, voilà tout.

Ne croyez pas, Messieurs, qu'il y ait exagération dans ce que je vous dis ici; pour vous en convaincre il n'est pas besoin de consulter l'histoire moderne écrite de la chimie; interrogez les personnes étrangères à l'étude de cette science et demandez-leur ce qu'elles pensent. Vous en trouverez même souvent qui, partageant leur mépris entre toutes les sciences d'observation, vous répondront qu'elles n'ajoutent pas foi aux résultats scientifiques, parce qu'ils découlent d'observations que nous ne pouvons faire qu'au moyen de nos sens! Or ce ne sont pas nos sens qui nous trompent mais le jugement que nous portons sur ce que nous avons éprouvé: ces personnes ignorent que les méthodes expérimentales ont précisément toutes pour objet d'éliminer le jugement dans la constatation d'un fait. Je prendrai un exemple: on peut se demander si un objet a le même poids qu'un autre; pour cela on pourrait les soupeser à la main et juger s'il y a égalité ou non; on sait quelles grossières erreurs on commettrait par cette méthode; aussi a-t-on soin de confier ce jugement à un appareil inconscient qui obéit seulement aux lois éternelles de la physique et qui nous traduit son impression sans détour; nous éliminons notre jugement par l'emploi de la balance.

Cette méthode n'a jamais trompé; des millions d'expériences l'attestent; un fait bien constaté, c'est-à-dire un fait qu'on peut reproduire quand on veut, a un caractère de vérité qu'aucun raisonnement ne peut porter en lui, et ce qui le prouve, c'est que tous les hommes bien pensants ont toujours cherché à vérifier par l'expérience les résultats de leurs raisonnements. Quand Newton avait découvert une propriété de l'étendue par les méthodes analytiques dont il était l'inventeur, c'est-à-dire par le raisonnement, il vérifiait

sa découverte par la géométrie synthétique, c'est-à-dire par l'expérience, et ne se déclarait convaincu que lorsqu'il avait vu.

Mais si les philosophes méprisent la chimie, il est vrai, d'autre part, qu'il existe une classe extraordinairement nombreuse d'hommes qui professent pour elle la plus grande admiration, le plus grand enthousiasme même. Permettez-moi de vous le dire sans détour, cette classe est celle des gens que la chimie enrichit: elle comprend les fabricants d'allumettes, de savon, les teinturiers et autres industriels qui voudraient voir la chimie progresser davantage encore, non pas par amour de la vérité scientifique, mais parce qu'ils savent ce que cela peut leur rapporter.

Vous voyez donc bien, répondent alors les premiers, que la chimie n'est pas une science philosophique! Voilà où nous en sommes. La raison de cette déconsidération est facile à trouver.

Pour la majorité, les méthodes d'investigation de la chimie, aussi bien que son but principal, sont peu ou point connues. Elle a de la chimie des notions tout aussi superficielles que le plus grand nombre des chimistes en a des mathématiques; entendant parler de *théories chimiques*, elle les juge en se plaçant au point de vue, ou bien des théories mathématiques, ou bien des systèmes philosophiques. Il est clair qu'elle ne peut y trouver ni l'exactitude dont resplendent les théories des mathématiques, ni la poésie dont brillent souvent les systèmes; aussi ne craint-elle pas de conclure que la chimie n'a pas de théories et qu'en conséquence elle n'est pas une science, mais tout au plus un amas de faits que l'industrialisme de l'homme a découverts, classés, étiquetés, pour pouvoir les retrouver au besoin: ainsi on sait que le chlore blanchit; on sait que l'alcool peut s'obtenir en soumettant à la fermentation une solution étendue de sucre, et ainsi de suite. Mais tous ces faits n'intéressent pas ces personnes, car elles ne peuvent comprendre ce qu'ils démontrent; pour elles la chimie est un métier dont l'apprentissage devrait être rélégué dans les écoles industrielles et polytechniques.

Ainsi pensent ceux qui demandent aux théories des sciences inductives ce qu'elles n'ont pas pour mission de donner; mais, chose plus grave, il n'y a pas que des personnes étrangères aux sciences chimiques qui versent dans cette erreur: il y a même un trop grand nombre de chimistes qui pensent comme elles.

Beaucoup de chimistes ne saisissent pas que le caractère d'une

théorie, émanant de l'induction, réside précisément dans sa mutabilité; effrayés des changements que le temps apporte aux théories chimiques, ils concluent qu'elles sont des produits d'imagination *que rien ne justifie*. Ils s'efforcent de rejeter toute théorie : mais comme il est impossible de concevoir l'ensemble de la chimie sans l'aide d'une théorie quelconque, ils n'abandonnent en somme que les théories modernes et se cramponnent à celles qui ont fait la joie de leur jeune âge. Ils se rendent incapables, dès lors, de comprendre le rôle que la chimie joue aujourd'hui dans les sciences naturelles.

Il y a plus : le véritable but de la chimie a disparu de l'horizon de leurs idées. Pour eux, la chimie n'a plus pour objet d'étudier les lois de la nature au même titre que la physique ou la physiologie; son objet unique c'est de trouver des réactions; ces pseudo-chimistes sont heureux quand ils ont découvert, par exemple, que les acides colorent en rouge la teinture bleue du tournesol; mais ils se gardent bien de se demander pourquoi ce changement de couleur a lieu; pour eux encore, le comble de la fortune est de découvrir un corps nouveau; ils croient avoir rendu à la science un service signalé qui immortalisera leur nom, et ils ignorent que les théories qu'ils dédaignent formulent des recettes permettant de trouver autant de corps nouveaux qu'on veut.

Le but de la chimie n'est pas de découvrir de nouveaux corps, pas plus que le but de l'astronomie n'est de découvrir de nouvelles étoiles, mais son objet est de nous mettre à même de pénétrer la raison de l'existence des corps que nous connaissons, de même que le véritable problème de l'astronomie est de connaître le mouvement et la nature des astres. Il importe peu, en astronomie, qu'on sache que dans tel coin du ciel il y a un astre de plus. N'obéit-il pas comme les autres aux mêmes lois qui les régissent tous? et tant que l'astronomie aura pour but de pénétrer la cause du mouvement des masses célestes, elle pourra poursuivre son étude aussi bien sur les astres connus que sur un de plus. De même aussi en chimie, l'étude des lois de la nature peut se faire sur les corps connus; leur nombre en est, au reste, déjà tellement considérable, qu'il n'existe aucun chimiste capable de les embrasser tous. Que peut alors faire la connaissance d'un corps de plus ou de moins? S'appliquer à en découvrir, — ce qui n'est pas difficile, — c'est encombrer la route de matériaux inutiles, du moins pour le moment; on a déjà bien assez à

faire pour découvrir pourquoi les corps connus existent. Lorsqu'on aura résolu ce problème, il conviendra de se lancer dans une autre voie; mais il est fâcheux de voir les chimistes se disperser pour le moment dans des directions si différentes; la science aurait tout à gagner s'ils voulaient unir leurs efforts et travailler d'un commun accord à la solution du problème qui se pose aujourd'hui.

Mais, direz-vous, cette recherche fiévreuse des corps nouveaux a pourtant du bon, elle a produit des résultats pleins de valeurs : sans elle les photographes n'auraient pas eu si tôt le collodion; les dégraisseurs n'excelleraient pas dans l'art d'enlever les taches, et les tanneurs en seraient encore à abandonner leurs cuirs pendant quatre années dans les fosses.

Cela est parfaitement vrai, mais c'est précisément cette recherche effrénée de corps ayant une valeur vénale qui a créé cette classe d'individus qui ont perdu entièrement le véritable but de la chimie et, qui plus est, ont dégradé la science chimique aux yeux de beaucoup d'hommes. C'est cette tendance qui a pour résultat que les marchands coiffeurs s'intitulent chimistes lorsqu'ils fabriquent une de leurs pommades philocomes.

Le public qui juge toujours mal, parce qu'il ne se donne pas la peine d'approfondir les questions sur lesquelles il se permet d'émettre un avis, a fini par croire que la chimie n'avait d'autre but que de donner des recettes aux différentes industries. Il s'est produit alors ce fait tout naturel que je vous ai déjà cité précédemment, c'est que la chimie est en assez grand honneur auprès des coiffeurs et des savonniers, tandis que beaucoup de personnes instruites et bien pensantes ne la considèrent que comme un honorable métier; elles ne comprennent pas qu'un homme qui trouve plus de satisfaction intime dans le domaine de la pensée que dans la pratique d'une industrie puisse faire de la chimie l'objet de son étude.

Je le répète, Messieurs, il n'y a pas d'exagération dans ces paroles; elles sont encore au-dessous de la vérité; vous en ferez souvent l'expérience et vous verrez que ceux qui méprisent la chimie forment la masse des gens qui ne la connaissent pas ou qui ne l'ont pas comprise. Dernièrement encore, un philologue, un homme très instruit, me manifestait son étonnement de ce que tant de personnes pouvaient trouver goût à l'étude de « cet art » qui s'est décoré du nom de science et qui ne s'appuie sur aucun principe, qui est même incapable de connaître la cause de quoi que ce soit!

Au reste, ce qui ne manque pas d'intérêt à ce propos, c'est d'apprendre de ces personnes quelle idée elles se font de la valeur relative des sciences. Eh bien, pour les philosophes, la philosophie est naturellement à la tête des sciences : c'est la science des sciences, ils le proclament sans sourciller; puis ils placent les autres sciences les unes à la suite des autres dans l'ordre de la valeur qu'elles ont à leurs yeux, et, chose curieuse à constater, c'est que l'ordre dans lequel les sciences se suivent est précisément celui des connaissances que les philosophes en ont : ce qu'ils connaissent le mieux c'est la philosophie; aussi est-elle à la tête, et ce qu'ils connaissent le moins, c'est la chimie; aussi se trouve-t-elle au bas de l'échelle des connaissances humaines.

Faut-il en vouloir aux personnes du faux jugement qu'elles portent sur la chimie? Non, Messieurs, en aucune façon; la faute n'en est pas à eux; la faute en est à ces chimistes prévaricateurs, qui ont réussi à faire croire au monde que la science se résumait dans leurs pratiques. Ce sont là les vendeurs du temple qu'il faut chasser! Ils sont à la chimie ce que certains jongleurs sont à la physique. Ces derniers sèment dans le monde de fausses idées; ils font croire que la physique a pour objet de donner des séances de somnambulisme, de donner les moyens de marcher au plafond et bien d'autres choses encore, si bien que pour un nombre considérable de personnes le nom de physicien est devenu synonyme de saltimbanque!

Mais, peut-on dire, pourquoi se préoccuper des opinions que les personnes étrangères à la chimie peuvent avoir sur celle-ci? Ne sont-elles donc pas incompetentes? et ne suffit-il pas que les chimistes révèrent leur science comme un croyant vénère sa religion? Non, cela ne suffit pas; il y a un grand danger pour une science, aussi bien que pour une institution quelconque, à être déconsidérée.

Une science sera toujours ce que les hommes en feront; il y a donc à compter avec ceux-ci et il faut les prendre tels qu'ils sont et non tels qu'ils devraient être. Eh bien, Messieurs, je pose cette seule question : combien y a-t-il d'hommes qui renonceraient à la fortune qu'un travail moindre pourrait leur procurer, qui se consacraient à l'étude d'une science, qui s'useraient au travail, s'il savaient que pour la récompense de leurs fatigues il recueilleraient seulement le mépris et la pitié de leurs concitoyens? Quand une science n'a plus de considération, elle se trouve désertée et elle tombe aux mains des

prévaricateurs. Il en est de même d'une institution quelconque. Un pays qui déconsidère son armée, par exemple, sera un pays qui n'aura plus de défenseurs; le jour où l'on marchera aux soldats le respect qui leur est dû, je pose en fait que plus un seul ne fera le sacrifice de sa vie lorsque son devoir l'appellera sur le champ de bataille, car l'homme ne se sacrifie pas pour de l'argent, mais bien pour une idée.

Il importe que nous travaillions, tous, nous qui faisons de la chimie l'objet de notre étude, à la présenter au monde dans toute sa pureté scientifique et, par conséquent, dans toute sa splendeur; il importe que nous ne confondions pas nous-mêmes la science avec ses applications, afin de ne pas justifier l'erreur des personnes non initiées et de mettre à néant leurs accusations injustes; il importe enfin que nous nous tenions toujours à la hauteur des théories qui ont cours dans la science; ce sont elles qui nous permettront de penser scientifiquement, de donner la vie à la science et de ne jamais perdre de vue son véritable but. Loin de nous effrayer de leur mutabilité, nous saurons les modifier, sans regret, lorsqu'une découverte nouvelle nous en montrera la nécessité. Nous ne verrons pas dans les changements que subissent les théories chimiques une marque de faiblesse; nous y trouverons au contraire la manifestation de la vie : une science inductive dont les théories ne changent plus est une science stagnante. Nous montrerons ainsi que la chimie est une science qui, par la grandeur de ses aspirations et la noblesse de ses vues, ne le cède pas aux autres, et qu'au contraire, si on veut la juger en se plaçant au point de vue des services qu'elle a rendus et qu'elle rendra encore à la philosophie naturelle, elle partage le premier rang avec sa sœur aînée la physique.