

## Regards sur l'histoire de l'élément chimique

par Bernadette BENSUADE-VINCENT,

Historienne des sciences  
au Musée de La Villette.

Professeur de philosophie

---

Le mot élément appartient au langage courant : c'est un terme familier et ancien. Tout le monde le comprend plus ou moins. Mais quiconque a essayé de préciser la notion d'élément chimique, ou de l'enseigner, sait combien elle soulève de confusions et difficultés.

Car la notion d'élément n'est pas élémentaire. Sa transparence est un piège. Et l'histoire le prouve en montrant que ses définitions n'ont rien d'immédiat, qu'elles supposent d'importants développements, théoriques autant qu'expérimentaux, et bien des mutations.

Sans doute, une approche historique ne faciliterait-elle pas l'assimilation de cette notion par les élèves, mais elle peut aider les maîtres, en tout cas, à mieux comprendre la nature des difficultés en jeu.

C'est une longue histoire qui remonte au moins à la Grèce antique, passe par le monde arabe, la Suisse, la Grande-Bretagne, la France, la Russie... pour finir dans les manuels scolaires. Chaque épisode est marqué d'un nombre. Car en ce qui concerne l'élément, la qualité dépend de la quantité. La définition varie avec le nombre. Suivant qu'on en admet un, trois, quatre, des dizaines ou une centaine, le concept n'est plus le même.

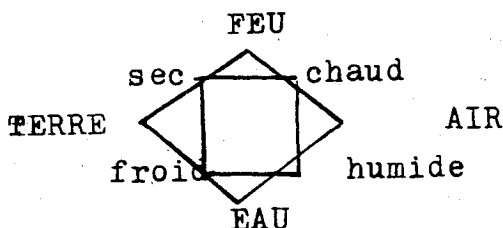
### ELEMENTS. PRINCIPES.

Au commencement était l'un. C'est ce qu'affirment, au VI<sup>e</sup> siècle avant J.-C., les premiers physiciens grecs. Thalès de Milet admet que l'eau est le principe primitif originaire, qui, par un processus physique engendre la terre, l'air, le feu et toutes substances qui forment l'Univers. Pour Héraclite d'Ephèse, l'élément primordial est le feu, mais dans les deux cas, l'élément est pensé au singulier, et il est autant un principe mythique qu'une réalité matérielle. Mais c'est déjà une explication rationnelle de l'Univers, ou plutôt de sa genèse. Car le premier concept d'élé-

ment comme l'atome, son rival antique, est forgé en réponse à une question cosmogonique, sur l'origine et la formation de l'Univers.

A peine un ou deux siècles après, Empédocle d'Agrigente brise l'unité de la matière première avec la fameuse théorie des quatre éléments. L'air, la terre, l'eau et le feu sont, aux yeux de ce physicien poète, comme les personnages d'un drame — le grand cycle de l'Univers — animé par deux forces motrices l'Amour, qui assemble, et la Haine, qui désunit.

Au <sup>iv</sup>e siècle avant J.-C., Aristote, en lutte contre les doctrines atomistes, reprend et consacre cette théorie des quatre éléments. Il en modifie profondément le sens. Les quatre éléments sont pour lui des supports ou véhicules de qualités sensibles : la terre est le principe qui associe le froid et le sec ; l'air, le chaud et l'humide ; l'eau, le froid et l'humide, et enfin le feu, le chaud et le sec :



Ce système marque un tournant décisif, pour deux raisons : d'abord c'est la première théorie pluraliste ; or le passage de un à quatre éléments suppose un renoncement à l'idéal absolu d'une matière première, unique source de toute la multiplicité des êtres, au profit d'une notion plus réaliste et relative. Ensuite, c'est une conception très intuitive des éléments qui rend bien compte des changements de propriétés qu'on observe dans les transformations matérielles. Aussi cette doctrine a-t-elle connu un succès extraordinaire pendant des siècles. Elle est toujours d'actualité — au prix de quelque amendement — en plein milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, dans l'article « Principes » de l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert.

Elle a cependant été éclipsée à la Renaissance par une autre doctrine héritée des alchimistes arabes et formulée par Paracelse au <sup>xvi</sup>e siècle. C'est la doctrine des trois éléments, Soufre, Sel et Mercure. Les alchimistes ont sacrifié le réalisme des éléments antiques : leurs principes n'ont rien de commun avec des corps ordinaires. Le mercure des philosophes, comme ils le nomment, n'est pas le mercure commun mais le principe de toute matérialité ou même parfois, l'« âme du monde ». Le soufre est le

principe de toute combustibilité et le sel le principe soluble et résistant à la chaleur. Ces éléments ne sont donc pas des composants matériels, des espèces chimiques permanentes, isolables et bien définies. Ils désignent plutôt des fonctions ou des propriétés.

Bien qu'ils aient perdu l'aspect phénoménal des éléments d'Aristote, ces éléments ont acquis une signification expérimentale et presque « opératoire ». Ils concrétisent, en effet, des propriétés liées aux techniques expérimentales de l'époque, combustion, dissolution, etc. Ainsi, dans le cadre d'une doctrine qui s'intéresse plus aux réactions chimiques qu'aux composants matériels, l'élément se définit par son activité au cours des expériences et non par le fait qu'on peut l'isoler ou l'identifier concrètement.

Les doctrines des éléments-principes ont été sévèrement attaquées au XVII<sup>e</sup> siècle lorsque le mécanisme cartésien commence à gagner la chimie. Aristotéliens et alchimistes sont la cible favorite de Robert Boyle dans un ouvrage célèbre *Le Chimiste sceptique* (1661). On a souvent prétendu que R. Boyle était le père de la notion moderne d'élément. En fait, sa définition n'est pas très originale pour l'époque. L'importance de Robert Boyle tient beaucoup plus aux questions et aux doutes qu'il soulève qu'aux réponses que, d'ailleurs, son scepticisme lui interdit. Pourquoi, dit Boyle, n'y aurait-il que trois ou quatre éléments ? Pourquoi pas un nombre considérable ? Et pourquoi ces éléments devraient-ils entrer dans la constitution de tous les mixtes ? Ne pourrait-on penser des éléments qui n'aient pas la fonction de constituant universel omniprésent ?

Bref, une interrogation radicale sur la nature et le nombre des éléments. Mais elle ne débouche pas tout de suite sur une révolution conceptuelle. L'histoire ne suit pas forcément la pente logique qu'on attendrait.

Pendant tout le XVIII<sup>e</sup> siècle, la notion d'élément-principe domine néanmoins et triomphe même plus que jamais, grâce au phlogistique. Cette doctrine développée par un chimiste allemand G.-E. Stahl, constitue le premier système de chimie. Le premier à faire l'unanimité des chimistes puisqu'il est adopté dans toute l'Europe ; le premier aussi à unifier les connaissances dispersées. Car le phlogistique — ou principe du feu — explique un grand nombre de réactions chimiques : la combustion, conçue comme une libération, sous forme de chaleur ou de lumière, du phlogistique contenu dans un corps, la calcination des métaux, et la réciproque des réactions — que l'on nomme aujourd'hui d'oxydo-réduction.

En plus, le phlogistique qui est un principe toujours invisible et caché a trouvé un semblant de réalité expérimentale au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle avec la découverte des gaz. On l'identifie

au gaz inflammable — futur hydrogène — que l'on nomme souvent « phlogiston ». Tous les autres gaz sont alors définis par rapport à lui : l'azote est de « l'air déphlogistiqué » aux yeux de Priestley et l'oxygène de « l'air phlogistiqué ». Ainsi, bien que l'on ait isolé ses constituants, on regarde toujours l'air comme un élément indécomposé, tandis que le phlogistique tend à dépouiller son vieil habit de principe pour devenir un véritable corps simple. On se trouve ainsi, vers 1770, dans une situation fort complexe. L'élément-principe perd peu à peu ses fonctions traditionnelles pour devenir de plus en plus un corps simple. Mais ceci n'ébranle pas vraiment la théorie des quatre éléments car on les considère comme authentiquement simples en interprétant toutes les expériences de décomposition comme des combinaisons.

### LE CORPS SIMPLE LAVOISIEN.

En s'attaquant au phlogistique, Lavoisier devait ruiner définitivement la conception des éléments-principes. En 1777, il démontre, par une étude expérimentale et quantitative, le rôle de l'oxygène dans la combustion. C'est le premier choc. Six ans après, tout s'effondre : Lavoisier proclame, en 1783, que le phlogistique est « un être hypothétique, une supposition gratuite » ; il publie aussi un mémoire sur la composition de l'eau et, en 1785, il établit la proportion des constituants de l'air. Cette critique engage un nouveau style de chimie où la conservation de la masse devient le principe fondamental, où il s'agit avant tout de faire le bilan pondéral des réactions, où la balance joue un rôle privilégié.

Cette chimie exclut toute spéculation sur la nature des éléments. Aussi, dans son révolutionnaire *Traité élémentaire de chimie* (1789), Lavoisier condamne les hypothèses et propose une définition strictement expérimentale et toute relative du terme élément :

« Si... nous attachons au nom d'éléments ou de principes des corps l'idée du dernier terme auquel parvient l'analyse, toutes les substances que nous n'avons encore pu décomposer par aucun moyen, sont pour nous des éléments ; non pas que nous puissions assurer que ces corps, que nous regardons comme simples, ne soient pas eux-mêmes composés d'un plus grand nombre de principes, mais puisque nous n'avons aucun moyen de les séparer, ils agissent à notre égard à la manière des corps simples, et nous ne devons les supposer composés qu'au moment où l'expérience et l'observation nous en auront fourni la preuve » [1].

On a voulu voir souvent, dans cette définition, l'acte de naissance de la chimie moderne. De fait, elle a été immédiatement perçue par les chimistes contemporains et successeurs de

Lavoisier comme un décret révolutionnaire qui écliprait, en quelques mots, toute la tradition chimique. La rupture paraît si évidente que personne ne s'inquiète de l'ambiguïté créée par cette fameuse définition entre trois termes fondamentaux : « corps simple », « élément » et « principe ». Lavoisier les emploie l'un pour l'autre et à sa suite presque tous les chimistes du XIX<sup>e</sup> siècle.

Pourtant, la rupture n'est pas absolue. Nombreux sont les résidus du passé. Lavoisier a chassé le phlogistique mais il compte le calorique parmi les éléments. De plus, il accorde à l'oxygène un rôle privilégié (agent d'acidité et médiateur dans presque toutes les réactions chimiques) qui rappelle étrangement les fonctions des anciens principes. Ces survivances traduisent la difficulté qu'il y a à passer d'un petit nombre bien défini d'éléments à une pluralité indéfinie et quelconque. D'après sa définition, Lavoisier est partisan du pluralisme. Il n'est plus question de fixer, en théorie, le nombre des éléments. L'expérience est seul juge, et Lavoisier prévoit que sa table des substances simples peut s'allonger ou diminuer avec les progrès de l'analyse. Mais on décèle une pointe de nostalgie du petit nombre à la faveur d'une distinction sournoise entre élément et corps simple : le premier groupe du tableau des substances simples est intitulé : « Substances simples qui appartiennent aux trois règnes et qu'on peut regarder comme les éléments des corps ». L'élément apparaît bien comme un super-corps simple, doté d'un privilège d'omniprésence ; et assurément, cette référence naturaliste aux trois règnes n'a rien à voir avec le critère strictement expérimental de la définition du corps simple.

Cette distinction, à peine perceptible dans le *Traité élémentaire*, est d'ailleurs explicitée dans un recueil tardif resté inédit : « Il ne suffit pas, écrit Lavoisier, qu'une matière soit simple ou au moins indécomposable pour qu'elle ait le titre d'élément ; il faut encore qu'elle soit abondamment répandue dans la nature et qu'elle entre comme principe essentiel et constituant dans la composition d'un grand nombre de corps. Ainsi, bien que l'or puisse être une substance simple, on ne dira pas que l'or est un élément » [2]. Ces notes disent clairement que parmi la foule des corps simples, il n'y aura que peu d'éléments. Décidément le pluralisme indéfini, incontrôlé, des éléments semble inacceptable. Il est en tout cas si difficile à admettre qu'il remet en cause, au XIX<sup>e</sup> siècle, l'idée même du pluralisme que l'on croyait pourtant acquise depuis l'Antiquité.

## LA NOSTALGIE DE L'UNITE PERDUE.

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, le nombre des corps simples se multiplie rapidement grâce à un puissant moyen d'analyse, la pile de Volta. Lavoisier en dénombrait 33, qui n'étaient pas tous

## TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

|                                                                                                                     | Noms nouveaux.      | Noms anciens correspondans.                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes &amp; qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i> | Lumière.....        | Lumière.<br>Chaleur.<br>Principe de la chaleur.                    |
|                                                                                                                     | Calorique.....      | Fluide igné.<br>Feu.<br>Matière du feu & de la chaleur.            |
|                                                                                                                     | Oxygène.....        | Air déphlogistiqué.<br>Air empiréal.<br>Air vital.                 |
|                                                                                                                     | Azote.....          | Base de l'air vital.<br>Gaz phlogistiqué.<br>Mofete.               |
|                                                                                                                     | Hydrogène.....      | Base de la mofete.<br>Gaz inflammable.<br>Base du gaz inflammable. |
|                                                                                                                     | Soufre.....         | Soufre.                                                            |
| <i>Substances simples non métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>                                             | Phosphore.....      | Phosphore.                                                         |
|                                                                                                                     | Carbone.....        | Charbon pur.                                                       |
|                                                                                                                     | Radical muriatique. | Inconnu.                                                           |
|                                                                                                                     | Radical fluorique.. | Inconnu.                                                           |
|                                                                                                                     | Radical boracique.. | Inconnu.                                                           |
|                                                                                                                     | Antimoine.....      | Antimoine.                                                         |
|                                                                                                                     | Argent.....         | Argent.                                                            |
|                                                                                                                     | Arsenic.....        | Arsenic.                                                           |
|                                                                                                                     | Bismuth.....        | Bismuth.                                                           |
|                                                                                                                     | Cobalt.....         | Cobalt.                                                            |
| <i>Substances simples métalliques oxidables &amp; acidifiables.</i>                                                 | Cuivre.....         | Cuivre.                                                            |
|                                                                                                                     | Etain.....          | Etain.                                                             |
|                                                                                                                     | Fer.....            | Fer.                                                               |
|                                                                                                                     | Manganèse.....      | Manganèse.                                                         |
|                                                                                                                     | Mercuré.....        | Mercuré.                                                           |
|                                                                                                                     | Molybdène.....      | Molybdène.                                                         |
|                                                                                                                     | Nickel.....         | Nickel.                                                            |
|                                                                                                                     | Or.....             | Or.                                                                |
|                                                                                                                     | Platine.....        | Platine.                                                           |
|                                                                                                                     | Plomb.....          | Plomb.                                                             |
| <i>Substances simples salifiables terreuses.</i>                                                                    | Tungstène.....      | Tungstène.                                                         |
|                                                                                                                     | Zinc.....           | Zinc.                                                              |
|                                                                                                                     | Chaux.....          | Terre calcaire, chaux.                                             |
|                                                                                                                     | Magnésie.....       | Magnésie, base du sel d'Epſom.                                     |
|                                                                                                                     | Baryte.....         | Barote, terre pesante.                                             |
|                                                                                                                     | Alumine.....        | Argile, terre de l'alun, base de l'alun.                           |
|                                                                                                                     | Silice.....         | Terre siliceuse, terre vitrifiable.                                |

simples ; dès 1830, on en compte une cinquantaine et plus de 70 dans les années 60 quand commence l'analyse spectrale. Et plus il y a de corps simples, plus fort est le désir de réduire leur nombre à l'unité d'un élément originaire.

Vers 1810 un chimiste anglais, Prout, avance l'hypothèse que tous les éléments dérivent d'une matière première, l'hydrogène. Cette hypothèse, peu fondée au début, va connaître un succès extraordinaire tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle. Elle est, en effet, renforcée par l'hypothèse atomique. Dans son *New System of chemical Philosophy* (1808), John Dalton introduit l'atome pour rendre compte de la discontinuité manifeste dans les combinaisons chimiques, exprimée par la loi des proportions définies et celle des proportions multiples. Il donne à l'antique notion une assise expérimentale en déterminant le poids atomique des éléments. Dalton conçoit les atomes comme des individus intransmutables mais comme il a déterminé les valeurs de ses poids atomiques à partir de l'unité conventionnelle  $H = 1$ , il a encouragé, malgré lui, les tentatives de réduction de la pluralité des atomes. Ainsi enrichie par des motifs arithmétiques, l'hypothèse de Prout triomphe. Lors même que la précision accrue des mesures ajoute quelques décimales importunes aux valeurs de poids atomiques, l'hypothèse résiste au prix d'une révision qui la rend invulnérable : on admet que l'élément originaire doit être un élément inconnu de poids atomique égal à un quart ou un demi de celui de l'hydrogène [3].

Si l'idée de Prout doit sa fortune à l'hypothèse atomique, il faut souligner qu'elle doit son existence même à la conception lavoisienne de l'élément : d'une part, le critère d'indécomposition provisoire et relative est une invitation à pousser toujours plus loin l'analyse et la recherche de la simplicité ; d'autre part, la confusion entretenue entre élément et corps simple permet de penser une réalité ultime, unique, par-delà l'existence phénoménale et multiple des corps simples.

D'où l'importance d'une distinction explicite de ces deux notions trop souvent confondues.

#### DU CORPS SIMPLE A L'ELEMENT.

Entre 1869 et 1871, un professeur de la lointaine université de Saint-Petersbourg, D.-I. Mendeleïev, publie un manuel de chimie générale pour ses étudiants. Le titre *Principes de chimie* n'a rien d'original. Il reflète l'esprit de l'époque : la chimie est une science à principes et non plus la science des principes. Au lieu de s'enquérir des premiers principes de toutes choses, elle s'ordonne, depuis Lavoisier, autour d'un petit nombre d'énoncés fondamentaux établis par voie expérimentale. En bon pédagogue,

Mendeleïev réfléchit sur le sens des concepts qu'il utilise. Il ne se contente pas de répéter les définitions usuelles et passe-partout, il entreprend une mise au point sur le vocabulaire de base de la chimie : partant de la récente distinction entre atome et molécule, il distingue symétriquement élément et corps simple, et constitue ainsi un solide réseau de quatre concepts qu'on peut représenter ainsi :

$$\frac{\text{atome}}{\text{molécule}} = \frac{\text{élément}}{\text{corps simple ou composé}}.$$

Or, il ne s'agit pas d'une simple précision de vocabulaire à usage pédagogique. La distinction entre élément et corps simple joue un rôle capital dans la découverte de la loi périodique ; et Mendeleïev a voulu le souligner en commençant ainsi le premier Mémoire où il publiait en 1871 la découverte :

*« De même que jusqu'à Laurent et Gerhardt, on a employé les mots molécule, atome, équivalent, les uns pour les autres indistinctement, de même, aujourd'hui, on confond souvent les expressions de corps simple et d'élément. Chacune d'elles cependant a un sens bien distinct, et qu'il importe de préciser pour éviter la confusion dans les termes de la philosophie chimique. Un corps simple est quelque chose de matériel, métal ou métalloïde, doué de propriétés physiques et capable de propriétés chimiques. A l'expression de corps simple correspond l'idée de molécule. (...) Il faut réserver, au contraire, le nom d'éléments pour caractériser les particules matérielles qui forment les corps simples et composés, et qui déterminent la manière dont ils se comportent au point de vue physique et chimique. Le mot élément appelle l'idée d'atome » [4].*

D'où vient l'importance de ces affaires de mots ? C'est que la distinction explicite entre élément et corps simple traduit un changement d'orientation de toute la chimie. Du temps de Lavoisier, l'axe directeur de la théorie était la distinction du simple et du composé et la chimie marchait « vers son but et sa perfection en divisant, subdivisant et resubdivisant encore » [5]. Au temps de Mendeleïev la distinction entre simple et composé est devenue secondaire, périphérique ; l'axe directeur passe entre l'élément abstrait, invisible, et la réalité concrète des corps simples et composés. Cette distinction permet de tracer un nouveau programme de recherches, de fixer un nouveau but :

*« Le but principal de la chimie contemporaine est d'approfondir les rapports entre la composition, les réactions et les qualités des corps simples et composés, d'une part, et les*

*qualités intrinsèques des éléments qui y sont contenus, d'autre part, pour pouvoir déduire du caractère déjà connu d'un élément, toutes les propriétés de toutes ses combinaisons » [4].*

De ce programme précisément est sorti le système périodique : sa découverte procède d'un va-et-vient des corps simples et composés aux éléments. En rassemblant et ordonnant les connaissances acquises sur les corps simples et composés, Mendeleïev découvre la loi périodique des éléments qui rendent compte de leurs propriétés : la distinction entre élément et corps simple commande donc l'énoncé de la fameuse loi :

*« Les propriétés des corps simples et composés dépendent d'une fonction périodique des poids atomiques des éléments pour la seule raison que ces propriétés sont elles-mêmes les propriétés des éléments dont ces corps dérivent » [6].*

Et plus loin Mendeleïev insiste encore :

*« Les relations périodiques que nous avons énumérées précédemment appartiennent aux éléments et non aux corps simples ; cela est important à connaître car les poids atomiques sont propres aux éléments, les corps simples et les corps composés ont leur poids moléculaire » [7].*

C'est en passant des corps simples aux éléments que Mendeleïev a pu systématiser la chimie. Il a fallu quitter le terrain des concepts strictement expérimentaux, faire un pas vers l'abstraction, pour arriver à prévoir non seulement les propriétés et combinaisons des corps mais aussi pour prévoir des éléments encore inconnus. N'oublions pas, en effet, que les fameuses prévisions (gallium, germanium et scandium) qui ont fait la gloire de Mendeleïev n'étaient possibles que par cette distinction. Seul un élément est, au sens strict, prévisible ; les corps simples, par définition, n'existent qu'à partir du moment où ils ont été isolés au terme d'une analyse expérimentale.

La distinction entre élément et corps simple a donc joué un rôle heuristique remarquable. Or elle procède, chez Mendeleïev, d'une position très ferme sur la nature et le nombre des éléments.

La classification périodique a été construite sur la base d'une conviction fondamentale, totalement contraire aux conceptions évoquées précédemment : les éléments chimiques sont d'authentiques individus, à la fois indivisibles et intransmutables. Mendeleïev est un partisan convaincu du pluralisme des éléments ; toute sa vie il a combattu l'hypothèse de Prout et il s'est particulièrement révolté parce que le système périodique a ranimé les espoirs de réduction et prêté main forte aux hypothèses de

matière première à la fin du siècle. Si la découverte a pu ainsi être exploitée contre les convictions de son auteur, c'est parce que le poids atomique joue chez Mendeleïev le rôle fondamental. Mais l'opposition se joue dans la signification qu'on lui donne : pour les disciples de Prout, il est un indice de la filiation des éléments et il sert avant tout de prétexte à des spéculations arithmétiques sur leur généalogie. Mendeleïev, au contraire, entend lui donner une signification physique ; il fait du poids atomique le matricule de chaque élément, le caractère qui l'individualise et permet de le classer.

En retour, le tableau périodique, confirme et complète cette idée d'individualité en assignant à chaque élément une place unique. Et il situe l'individualité des éléments au niveau des échanges et combinaisons chimiques sans préjuger de leur indivisibilité réelle.

Mendeleïev a cependant refusé jusqu'à la fin de sa vie l'idée qu'on puisse désintégrer ou transmuter les éléments. Il voit dans la découverte de l'électron et de la radioactivité un retour aux égarements de l'alchimie. Il tente alors désespérément de sauver l'individualité en interprétant la radioactivité comme un phénomène dû à l'éther. Pour étayer l'hypothèse, il avance une conception chimique de l'éther : il le traite comme un élément, de poids atomique très très léger, et le classe dans le tableau périodique au-dessus du groupe O, des gaz rares, en raison de l'inertie chimique qu'on lui suppose [8].

### UN CONCEPT PERIME ?

Mais si la notion d'élément fait tellement corps avec l'idée d'individualité, comment penser l'élément chimique aujourd'hui ? La connaissance de la structure des atomes, qui a si magistralement confirmé le tableau périodique de Mendeleïev, n'aurait-elle pas, en contrepartie, périmé le concept qui lui servait de base ?

Depuis le début du siècle, l'intégrité de l'élément s'est brisée, imposant une pléiade d'unités de plus en plus fines qui éloignent toujours davantage le chimiste de la quête de l'élémentaire. Du coup, le concept d'élément chimique semble lui aussi éclaté en plusieurs définitions. A partir des années 1920-1930, elles varient d'un ouvrage à l'autre, parfois d'une page à l'autre. On peut sommairement les regrouper en trois types :

1) Les définitions les plus courantes, jusqu'en 1950 au moins, sont de type passéiste : elles relèguent la radioactivité dans l'extraordinaire et sauvegardent l'individualité de l'élément en précisant simplement ses limites. Exemple : cette définition d'un cours de chimie pour les classes préparatoires des années 1950 : « substances chimiques non transformables par les moyens chimiques ordinaires » [9].

2) La deuxième définition est moins typique ; elle est même restée très originale malgré le rayonnement de son auteur sur la chimie française dans l'entre-deux guerres. Georges Urbain publie, en 1925, une étude fouillée des concepts d'élément et d'atome. Le concept déclaré périmé par les récentes découvertes est celui de corps simple : « il est clair, dit-il, qu'un corps susceptible d'être décomposé n'est pas un corps simple ». L'élément reste toujours actuel mais tellement abstrait qu'il ressemble plus à une vue de l'esprit qu'à un concept scientifique bien établi :

*« Ce quelque chose de commun à un corps simple et à toutes ses combinaisons présente un caractère nettement mystérieux. Cependant son existence nous semble indiscutable encore qu'il n'y ait positivement là qu'une vue de l'esprit. C'est ce que j'appellerai provisoirement un élément. D'après cela l'élément échappe au contrôle immédiat de la sensation. Cette notion dont l'origine expérimentale est hors de discussion présente néanmoins et, j'insiste sur ce point, un caractère idéologique » [10].*

Le troisième type de définition, le plus courant aujourd'hui, caractérise l'élément par un ensemble d'atomes de même numéro atomique  $Z$ . La référence à l'atome permet à la fois d'éviter la question de l'individualité de l'élément et d'échapper à son abstraction extrême. Elle est donc extrêmement commode. Elle fournit de plus un critère d'identification des éléments, le numéro atomique, qui permet de surmonter la difficulté des isotopes. Pour toutes ces raisons, cette définition a été finalement retenue par la Commission Internationale des Eléments chimiques en 1923.

Ce survol historique suffit déjà à faire voir que la notion d'élément chimique n'est pas primitive, qu'elle n'a rien d'intuitif, d'immédiat. Il montre, en particulier, combien il a été difficile d'accepter le pluralisme indéfini des éléments et de distinguer cette notion de ses voisines : du corps simple, d'une part, qui relève d'une problématique de la composition ; de la particule élémentaire, d'autre part, qui répond à une interrogation sur la structure et relève aujourd'hui de la physique. Quant à l'élément, il s'attache fortement par son histoire à l'étude des réactions. Mais il a un sort ambigu car, logiquement, c'est une notion indépendante de toute hypothèse sur la structure de la matière ; mais elle est si abstraite qu'elle a requis, historiquement, et requiert encore, une référence à l'atome. Il reste pourtant que le concept de « quelque chose de commun aux corps simples et composés » n'est pas caduc. Il est toujours une clé de lecture possible — et même essentielle — des réactions chimiques.

### NOTES

---

- [1] LAVOISIER. — *Traité élémentaire de chimie*, 1789 ; *Œuvres* (1864), T. 1, p. 7.
  - [2] LAVOISIER. — Manuscrit inédit intitulé « *Cours de chimie expérimentale rangée suivant l'ordre naturel des idées* », cité in M. Daumas, *Lavoisier, théoricien et expérimentateur* (1955), p. 170.
  - [3] Voir J.-B. DUMAS. — Mémoire « *Sur les équivalents des corps simples* », *Annales de Chimie et de physique*, IV, 1859, pp. 129-210.
  - [4] MENDELEÏEV. — « *La loi périodique des éléments chimiques* » (1871) in *Le Moniteur scientifique*, 21 mars 1879, p. 693.
  - [5] LAVOISIER. — *Traité élémentaire de chimie*, op. cit. ; p. 136.
  - [6] MENDELEÏEV. — *Principes de chimie* (trad. franç. 1896), T. 2, p. 351.
  - [7] *Ibid.*, p. 485.
  - [8] MENDELEÏEV. — *Towards a chemical conception of ether*, London, 1904.
  - [9] J. SIMON et G.-E. GERMAIN. — *Cours de chimie*, classes préparatoires aux grandes écoles, Paris, 1958, p. 20.
  - [10] G. URBAIN. — *Les notions fondamentales d'élément chimique et d'atome*, Paris, 1925, p. 9.
-