

L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains

Janine Thibault* maître de conférences

Pierre Figuière** professeur

Jean-Jacques Legendre*** professeur

Adolphe Pacault**** professeur

Andrée Tiberghien***** directeur de recherche

L'histoire montre que la notion d'élément chimique est liée à des approches très différentes : métaphysique, opératoire, particulière. Il n'est pas sans intérêt de chercher le sort fait à ce mot dans les écrits récents et dans l'enseignement. On a rassemblé, ci-dessous, quelques définitions données dans des livres et le résumé des résultats d'une enquête.

Le mot «élément chimique» dans les traités, dictionnaires, encyclopédies

«Terme de chimie, *corps* simples, *substance* indécomposée et regardée provisoirement comme indécomposable... Il se dit aussi des composés qui forment une combinaison nouvelle. L'acide nitrique et la potasse sont les éléments du salpêtre». *Littré*, dictionnaire 1877, édition de 1966.

«One of a limited number of *substances* each of which is composed entirely of atoms having an invariant nuclear charge and none of which may be decomposed by ordinary chemical means...». *Britannica World Language dictionary*.

* Université P. et M. Curie, Didactique de la chimie, bât. 72-73, 4, place Jussieu, 75252 Paris Tél. : (1) 44.27.30.17. Fax : (1) 44.27.25.02.

** Université de Cergy-Pontoise, 49 av. des Jeunottes, BP 8428, 95806 Cergy-Pontoise Cedex. Tél. : 30.75.36.34. Fax : 34.24.94.87.

*** ENSCP, 11, rue P. et M. Curie, 75231 Paris cedex 05. Tél. : (1) 44.27.67.28. Fax : (1) 43.25.79.75.

**** Centre de recherche Paul Pascal, av. A. Schweitzer, 33600 Pessac. Tél. : 56.84.56.64. Fax : 56.84.56.00.

***** École Nationale Supérieure, 46, allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex 07. Tél. : 72.72.85.37. Fax : 72.72.80.80.

«*Corps simple* considéré comme indécomposable. *Principe chimique* commun aux diverses variétés d'un corps simple (le diamant et le graphite ont en commun l'élément carbone)». *Le Grand Larousse Encyclopédique*, 1961.

«In the broadest sense, elements are the *fundamental substances* from which the universe is made. *Encyclopaedia International*, 1963-1968.

«La théorie atomique a permis de donner un support à la *notion abstraite* d'élément chimique : l'élément c'est l'atome dans ce qu'il a de proprement chimique, c'est-à-dire caractérisé par l'ensemble de ses électrons donc par son numéro atomique et sa formule électronique...»

...c'est du corps simple, produit d'expérience qu'est issue la notion d'élément». *La Grande Encyclopédie Larousse*, 1973.

«*Substance*, généralement non isolée, caractérisée par son numéro atomique et servant à constituer les corps simples. Exemple : le corps simple oxygène O₂ et le corps simple ozone O₃ sont formés par l'élément oxygène O, lequel est formé de trois isotopes ¹⁶O, ¹⁷O, ¹⁸O». *Dictionnaire de Chimie* de C.R. Duval.

«On a longtemps confondu corps simples et éléments ; mais de nos jours, les premiers désignent la *substance effective*, terme ultime de l'analyse chimique, tandis que l'élément serait la *substance fictive* entrant dans la constitution des corps simples. Ainsi l'oxygène O₂ et l'ozone O₃ sont deux corps simples constitués par l'élément oxygène O». *Encyclopaedia Universalis*, 1968.

«Élément se dit plutôt de la *substance fictive* entrant dans la décomposition de corps simples ou constituant l'élément

commun au corps simple et à ses composés». *Le Robert*, 1981.

«L'élémentaire est ce qui se révèle identique à soi-même au nœud terminal d'un réseau de différentes violences analytiques : ce n'est plus spécifiquement le terme des purifications mais bien ce qui est isolé et transférable sans altération dans divers parcours de réactions : c'est l'invariant empirique discernable entre les métamorphoses des combinaisons». *Encyclopaedia Universalis*, vol. 6, juillet 1978.

Belle définition qui plaira plus aux poètes qu'aux didacticiens.

Le mot «élément chimique» dans les manuels et articles didactiques

• 1915 : «On dit que l'oxygène est un corps simple ou élément...». Lugol, classes de 4e et 3e B

• 1920 : «Nous appellerons corps simples ou éléments tous les corps qui, comme l'oxygène, ne peuvent jamais être décomposés en deux ou plusieurs autres corps de propriétés différentes». *Massoulier*, classes de 4e B, éd. Vuibert, p. 95.

• 1925 : «Ce quelque chose de commun à un corps simple et à toutes ses combinaisons... c'est ce que j'appellerai provisoirement un élément». Urbain, *Les notions fondamentales d'élément chimique et d'atome*, p. 9.

• 1931 : «Un élément est un corps simple». «Un corps simple n'est pas décomposable. On ne peut en retirer aucun autre corps». Lamirand, classes de 2e AA' et B, éd. Masson.

• 1956 : «A chaque élément correspond une espèce déterminée d'atomes». Treherne, classes de 2^e C et moderne, éd. Nathan, p. 20

• 1958 : «La présence de l'élément est

une sorte de *caractère héréditaire* capable de se transmettre d'un corps à un autre au cours des transformations de la matière».

«On dit qu'un élément est ce qui reste d'un corps pur simple quand il entre en combinaison». Faucher, classes de 2e CC', MM', éd. Hatier, p. 54.

• 1968 : «Faire l'analyse d'un corps composé consiste à briser ses molécules et séparer les corps simples (éléments)». «Un corps simple est un corps pur qui résiste à toute tentative de décomposition». Cros, classes de 2e C, T, éd. Belin, p. 34.

La consultation de quelques manuels étrangers destinés à des élèves de 14 ans conduit à penser que la situation actuelle dans les pays voisins est relativement analogue à celle qui prévaut en France.

Toutefois, en RFA, la définition de l'élément chimique est de nature purement opératoire alors qu'en Grande-Bretagne, elle est souvent associée à une caractérisation des particules constituant l'élément et, à ce titre, fait référence à la théorie atomique.

• 1987 : «Les substances qui ne peuvent être décomposées en substances plus simples sont appelées éléments. Tous les atomes d'un élément ont le même numéro atomique». Hunt, Sykes Chemistry, éd. Longman, p. 347.

• 1988 : «Les éléments sont des corps purs qui ne se décomposent pas en d'autres substances». Barke, Dehnert, Jackel Sekundarbereich I, éd. Schroedel, p. 40.

• 1989 : «Modern Definition of Element : Each element is defined by its atomic number (or number of protons in the nuclei), whether it is isolated or combined». W.H. Roundy, Jr., *J. of Chemical Education*, 1989, vol. 66, n° 9. (On trouve dans cet article un grand nombre de références relatives à des définitions du même genre que celle données ici).

• 1991 : «Un élément chimique est caractérisé par un symbole et un numéro d'ordre dit numéro atomique. Ce numéro d'ordre traduit la position de l'élément dans un tableau appelé tableau périodique établi longtemps avant que ne fut connue la structure intime des atomes». D. Cabrol, R. Luft, J. Moore. Extrait du manuel pour Mendeleev logiciel d'exploration d'une base de données.

Ces différentes définitions comprennent presque toutes des mots non définis, vagues ou inexacts : substance, principe

chimique, substance fondamentale, notion abstraite, quelque chose de commun, caractère héréditaire. Les niveaux de description, soit macroscopiques, soit microscopiques (voir 3e partie) sont confondus quand on compare atome, élément, substance, particule, et il est fréquent de constater l'identification de l'élément au corps simple.

Enfin, quelquefois l'élément relève de la fiction ce qui surprend si on écoute à nouveau Mendeleev : «un corps simple est quelque chose de *matériel*, donc de propriétés physiques et capables de réactions chimiques... Il faut réserver le nom d'élément pour caractériser les particules *matérielles* qui forment les corps simples et composés».

Devant cette étrange situation, que nous recommandons une institution comme l'IUPAC dans «Nomenclature en chimie inorganique 1990» ?

Après s'être accommodée de la confusion précédemment constatée, l'IUPAC propose un remarquable cercle vicieux.

«This chapter is concerned with one of the basic formalism of chemistry, the representation of the elements by symbols. Generally no distinction is made between an element and an elementary substance in English-speaking countries. However, some consider the first to be an abstraction whereas the second in undoubtdly a form of matter. Often it is not clearly indicated in usage whether a symbol stands for an atom or an element.

Considerable difficulty was experienced in obtaining definitions that satisfied all requirements. The definitions presented here are intended to be useful and widely applicable, even if they can sometimes be criticised from a philosophical point of view».

«Element : an element (or elementary substance) is matter, all of whose atoms are alike in having the same positive charge on the nucleus».

«Atom : an atom is the smallest unit quantity of an element that is capable of existence whether alone or in chemical combination with other atoms of the same or other elements».

L'élément chimique dans les esprits

L'information recueillie dans les écrits a été complétée par une enquête

faite auprès de 290 étudiants de niveaux compris entre «bac + 1» et «bac + 5» et appartenant à des cursus universitaires variés : IUT, agrégation, classes préparatoires. La question posée était : *Qu'évoque pour vous l'élément chimique scientifiquement*»

La réponse écrite à la question devait être donnée en un quart d'heure après une explication circonstanciée de l'épreuve. La notion d'examen était exclue ; les étudiants étaient sollicités comme participants à une recherche didactique de chercheurs dont l'un restait présent pendant l'épreuve et collectait les questionnaires. L'enseignant chimiste, acceptant que l'enquête soit faite pendant son cours, était évidemment coopératif.

La méthodologie de l'analyse de l'enquête conduit aux résultats suivants obtenus en ne retenant que les aspects les plus souvent signalés. D'une manière générale, on ne rencontre aucun type de définition pouvant rentrer dans une des classes de la 3e partie. On se contente de citer des propriétés des éléments, de confondre ces derniers avec les atomes ou les corps simples, de rapprocher le mot élément d'autres mots non définis ou de signaler des analogies.

On ne doit pas être surpris de retrouver dans les esprits ce qui fut constaté dans les écrits, avec cependant des poids statistiques différents comme on peut le constater dans le tableau suivant où l'analyse des écrits a été faite avec la même méthode que celle employée pour les esprits. Dans la définition de l'élément apparaît :

	Dans les esprits (%)	Dans les écrits (%)
atome	20	12
constituants de l'atome	11	4
molécule	12	0
réaction chimique	10	14
tableau périodique	22	46
autres	25	24

Par ailleurs, l'ensemble des textes remis par les étudiants au cours de l'enquête révèle une confusion qui rend difficile l'appréciation du faux et du vrai. On a noté cependant que le contenu de 25 % des phrases est manifestement faux, que celui de 12 % environ est ambigu, alors que les autres sont approximativement vraies.