

LA NOTION D'ÉLÉMENT CHIMIQUE AU PREMIER CYCLE *

Henri GASSEND

Lycée Thiers, Marseille

René VENTO

Lycée Saint Exupéry, Marseille

L'actuel programme de chimie de 5ème est centré sur la notion d'élément et sur la permanence des éléments au cours d'une réaction chimique. L'introduction de cette notion pose de sérieuses difficultés pédagogiques, comme l'ont montré les expérimentations en classe.

Cet article a donc pour but d'aider les professeurs qui abordent la chimie de 5ème, en leur signalant les points délicats du programme et en leur suggérant une démarche qui peut les guider dans leur progression.

Dans nos livres de classe du 1er cycle, de seconde et des classes suivantes on trouve rarement la définition simple de l'élément, de l'atome... On en parle, mais la définition... On arrive même à classer des noms dans un index alphabétique à la fin de l'ouvrage, mais le mot «élément» n'y figure même pas. On parle «d'entité»... nos élèves sont ravis. Définition du Larousse 1980 :

— Entité : principe commun aux diverses variétés d'un corps simple ainsi qu'aux combinaisons de ce corps avec d'autres atomes.

— Atome : particule d'un élément chimique qui forme la plus petite quantité pouvant se combiner.

On tourne en rond.

Voilà qui est clair pour nos jeunes élèves, qui n'ont aucun ou pratiquement pas de passé en chimie. On leur donne (quand on leur en donne) des «définitions d'adulte». Il ne faut pas s'étonner ensuite que le rendement de nos efforts pédagogiques soit pratiquement nul.

NdlR. Le texte qui suit est constitué d'extraits d'articles publiés dans «le Bulletin de l'Association des Professeurs d'Initiation aux Sciences Physiques» (APISP). MM. GASSEND et VENTO sont responsables de l'APISP.

I – CONTENU FONDAMENTAL DE LA CHIMIE DE 5ème.

En 6ème, les élèves ont étudié quelques combustions dans l'air. Ils ont donc appris que l'apparition de produits nouveaux est un fait expérimental caractérisant une réaction chimique. Il s'agit, en 5ème, d'approfondir la notion de réaction chimique en montrant que les produits qui apparaissent se forment à partir des éléments des produits qui disparaissent. La principale idée à dégager au cours de chaque leçon du programme est donc la conservation des éléments au cours d'une réaction chimique.

L'essentiel du programme de chimie de 5ème est donc consacré à la réalisation de réactions chimiques permettant de tester la présence d'un élément dans les produits initiaux et dans les produits formés. Les éléments prévus au programme sont : l'élément carbone, l'élément d'hydrogène, l'élément soufre et l'élément fer.

Jusqu'à Lavoisier, c'est-à-dire pendant près de vingt siècles, la théorie des 4 éléments (air - terre - eau - feu) connut un certain succès. Quand l'air et l'eau eurent livré leurs secrets, grâce aux expériences de Lavoisier et de Cavendish, l'air, la terre et l'eau disparurent de la liste des éléments, mais le feu y fut longtemps maintenu. L'oxygène, l'azote, le soufre, le carbone, les métaux furent alors considérés comme des éléments, mais on confondait éléments et corps simples. Avec Dalton, père de la théorie atomique, la distinction entre corps simple et élément devint très nette ; celui-ci interpréta la réaction chimique comme étant un nouvel arrangement des atomes provenant des substances réagissantes : l'idée d'une permanence de l'élément était née et la confusion avec le corps simple ne fut plus systématiquement faite. C'est en 1869 que Mendéléiev publia la première classification périodique, elle comportait alors 63 éléments. Quand Rutherford et Chadwick eurent révélé la composition du noyau de l'atome, l'élément prit sa signification actuelle, c'est-à-dire un ensemble d'atomes, d'ions simples, ayant même nombre de protons. Ainsi, quand un corps contient des atomes de fer, ou des ions fer, on dit qu'il contient l'élément fer.

II – UNE PROGRESSION POSSIBLE POUR INTRODUIRE LA NOTION D'ELEMENT EN 5ème.

1. L'élément carbone :

- a) Comment tester la présence de l'élément carbone ?
 - Apparition d'une fumée noire (combustion incomplète).
 - Apparition d'un solide noir (pyrolyse du sucre).
 - Formation de gaz carbonique.

- b) Expériences possibles.
 - Combustion du fuel, du kérosène, du benzène.
 - Combustion du fusain dans l'oxygène.

- Combustion du magnésium dans CO_2 .
- Pyrolyse du sucre, du bois.
- Décomposition du calcaire par la chaleur.

2. L'élément hydrogène :

a) Comment tester la présence de l'élément hydrogène ?

- Formation du gaz hydrogène caractérisé par son « aboiement ».
- Formation d'eau.

b) Expériences possibles.

- Action de l'acide chlorhydrique sur le fer.
- Combustion de l'hydrogène.
- Pyrolyse du sucre, du bois.
- Combustion de l'alcool, de la bougie.

3. L'élément soufre :

a) Comment tester la présence de l'élément soufre ?

- Formation de soufre (poudre jaune).
- Formation de dioxyde de soufre.

b) Expériences possibles.

- Combustion du soufre dans l'oxygène.
- Combustion du magnésium dans le dioxyde de soufre.
- Combustion du sulfure d'hydrogène.

4. L'élément fer :

a) Comment tester l'élément fer ?

Les expériences prévues au programme ne permettent pas de faire apparaître du fer à partir de composés contenant cet élément. L'action de l'eau de javel sur une solution contenant l'élément fer (en fait, l'ion Fe^{2+}) donne un précipité rouille caractérisant la présence de cet élément.

b) Expériences possibles.

- Action de l'acide chlorhydrique sur le fer.
- Action de l'acide chlorhydrique sur le sulfure de fer.

III – QUELQUES DIFFICULTES PEDAGOGIQUES.

1. Risque de confusion entre élément et corps simple.

Dans de nombreux cas, l'élément est mis en évidence en faisant apparaître un corps simple, fait de cet élément.

Par exemple, l'apparition d'une fumée noire caractérise l'élément carbone ; celle d'une poudre jaune caractérise l'élément soufre. Les élèves vont donc vite confondre ce qu'ils voient, c'est-à-dire un corps simple, avec un élément. Pour surmonter cette difficulté, il faut :

- Exiger un vocabulaire rigoureux excluant toute confusion : on dit carbone quand on parle de corps simple, et élément carbone quand on parle de l'élément.
- Insister sur la différence d'aspect de corps contenant le même élément. Par exemple le graphite et le gaz carbonique, l'oxygène et l'eau.
- Donner des exemples de corps simples faits du même élément : graphite et diamant, oxygène et ozone...

2. Risque de voir les élèves se construire un modèle personnel de l'élément.

Les élèves de 5ème se posent souvent la question de savoir comment «se trouve» l'élément à l'intérieur des corps.

Voici quelques réponses données par des élèves de 5ème à qui on a demandé : «d'où vient le carbone qui apparaît dans une flamme fuligineuse (combustion du fuel par exemple) ?».

- Le carbone est dissous dans le fuel ; la chaleur de la combustion fait évaporer le liquide et apparaît le carbone.
- Le carbone est dans le fuel, sous forme de petits grains invisibles. La chaleur les dilate et on peut alors les voir.
- Le carbone est présent sous forme de petites parcelles de matière.

Ces réponses qui font sourire, traduisent bien le besoin qu'ont les enfants de 5ème, de se raccrocher à un modèle concret pour expliquer les phénomènes observés. On est donc tenté de leur fournir ce modèle en faisant appel à la discontinuité de la matière. Par exemple, on peut dire que l'élément carbone est fait de toutes petites parcelles de matière. Quand elles sont unies entre elles, les parcelles de carbone donnent un produit noir : le corps simple carbone ; quand elles sont unies à ces parcelles d'oxygène, il se forme un gaz incolore le dioxyde de carbone...

IV – UNE AUTRE PROGRESSION POSSIBLE.

On peut essayer de rattacher la notion d'élément à quelque chose que les élèves connaissent bien ; ce n'est qu'un truc, un moyen, que nous pensons efficace pour comprendre la notion d'élément à cet âge là.

- j'écris O_2 ; O_3 ; CO_2 ; H_2O formules qu'ils connaissent même s'ils n'ont pas fait beaucoup de chimie.
- Ces corps purs ont une partie commune : l'élément oxygène O.

- Je compare les éléments aux lettres de l'alphabet.
- Les éléments sont classés dans un certain ordre : les lettres aussi.
- A partir des lettres de l'alphabet on a écrit, on écrit, on écrira toute la littérature.

- A partir des éléments on obtient, on fabrique tous les corps (passés, présents et futurs).

- J'écris la phrase : « Il a étudié la chimie à Marseille ».

C'est un mélange de mots purs : je peux allonger ou raccourcir cette phrase (déf. du mélange : proportion variable).

Si on ajoute ou retranche une lettre à l'un de ces mots on fait une faute d'orthographe ou c'est un autre mot (a, la, sa, as).

- Je filtre, je distille, j'analyse cette phrase et j'obtiens des mots purs « /il/ /a/ /étudié/ /la/ /chimie/ /à/ /Marseille/ ».

- Les uns /a/, /à/ sont formés par une seule lettre : ce sont des mots purs simples.

- Les autres sont formés de plusieurs lettres : ce sont des mots purs composés.

- Une même lettre (a) peut former 2 mots purs simples différents /a/ et /à/ : l'élément O peut former O₂ et O₃.

- Les expressions : dans la molécule d'eau, la molécule de dioxyde de carbone il y a de l'oxygène sont incorrectes : dans l'article /la/, le nom /Marseille/ il n'y a pas le verbe avoir /a/ mais la lettre a (dans H₂O et CO₂ il y a l'élément O etc...).

- Une lettre est la partie commune aux mots purs simples et aux mots purs composés.

Par analogie :

- L'élément est la partie commune aux corps purs simples et aux corps purs composés.

Il est évident qu'au fur et à mesure que nos élèves deviennent « savants » il faut abandonner cette « béquille » pour en venir à des définitions plus scientifiques. Mais vous serez étonnés de vérifier qu'ils en auront besoin pour un bout de chemin...

Dans leur livre, les élèves du 1er cycle, ont la classification périodique des éléments ; à leur niveau essayer de leur faire comprendre l'importance de cette classification par des considérations physico-chimique me paraît illusoire ; mais on peut pour les motiver, les tenir en haleine jusqu'au jour où ils seront capables de comprendre, leur dire que tout l'univers est formé par les mêmes éléments (analyse spectrale) que les nôtres.

Si une planète quelque part dans l'univers, est habitée par des êtres vivants intelligents et au moins aussi évolués que nous, ils ont la même classification des éléments et dans le même ordre !

Cette classification sera le premier message intelligent que nous nous enverrons.

Rien qu'à la forme du signal, nous serons capables, les uns et les autres, de reconnaître la classification et de comparer le signal (mot et nombre) qui correspond à la même case. La classification sera notre «Pierre de Rosette» en quelque sorte. Vos élèves passionnés de sciences fictions ouvriront des yeux comme des soucoupes ! Ils n'auront pas oublié son existence quand plus tard...

CONCLUSION.

Nous souhaitons que tous ceux qui seront confrontés à ces difficultés, nous écrivent pour nous faire part des réactions de leurs élèves et nous proposer quelques remèdes, même très modestes, pour faire passer cette difficile notion d'élément.