

L'élaboration de la notion d'élément chimique dans les manuels de sciences physiques (chimie)

par Quang DAO TRONG

1. INTRODUCTION

La chimie est une science expérimentale. Selon Roger VIOVY, si l'on veut maîtriser la chimie des réactions, la notion d'élément chimique est incontournable [2], [3]. En France, cette notion est placée à la classe Seconde dans les manuels de Sciences Physiques utilisés à partir de 1987 conformes aux nouveau programme [4].

Étant responsable de l'élaboration des manuels de chimie au Ministère de l'Éducation du Vietnam et actuellement stagiaire à l'Institut National de Recherche Pédagogique, je m'intéresse au problème de présentation de cette notion dans les manuels de chimie au secondaire.

Au Vietnam, cette notion figure au premier chapitre du premier manuel de chimie du secondaire, en classe de 8^e. Chez nous, la scolarité est de 12 ans, de la 1^{ère} classe à la 12^{ème} classe. Les élèves de 8^{ème} ont l'âge de 13 ans. Les conditions d'enseignement de chimie chez nous sont difficiles : une économie en voie de développement, une industrie chimique petite et peu développée, un matériel scolaire très limité, le nombre moyen d'élèves de chaque classe aux environs de cinquante, le nombre limité de professeurs spécialisés dans l'enseignement de chimie dans les classes de 8^e et de 9^e. Le problème qui se pose est comment présenter la notion d'élément chimique dans les manuels quand le matériel scolaire est très limité ?

2. PRÉSENTATION DE LA NOTION D'ÉLÉMENT CHIMIQUE DANS LES MANUELS DU SECONDAIRE

2.1. Pourquoi cette notion est indispensable à la compréhension de la réaction chimique

Tout énoncé théorique est la réponse à un problème. Au niveau de la chimie du XIX^{ème} siècle, la notion d'élément chimique est devenue le pivot théorique de l'ensemble des principales réponses aux questions qui se posent dans le cadre de la pratique et des connaissances des chimistes. Au niveau de la physique des atomes des débuts du XX^{ème} siècle, c'est la notion d'atome qui se rattache à celle d'élément, et non l'inverse : à chaque élément correspond un type d'atomes. Un programme qui introduit l'étude des réactions chimiques assez simples comme celles prises en compte par Mendeleieff impose théoriquement la notion d'élément pour les interpréter [5].

Il existe deux voies possibles dans l'initiation aux Sciences Physiques [5] :

- compréhension opératoire des réactions chimiques (voie « chimique ») ;
- modélisation structurale de la matière (voie « physique »).

Des chercheurs en didactique, parmi lesquels J.L. MARTINAND et R. VIOVY, ont remarqué que, si la notion de discontinuité peut-être saisie assez facilement, l'utilisation d'un modèle évolué pour expliquer la permanence de la matière paraît problématique [2]. Nous savons que la transmutation est impossible avec les réactions chimiques : on ne peut pas « obtenir n'importe quoi à partir de n'importe quoi ». Un élément présent au départ se retrouve toujours à la fin. C'est précisément la notion d'élément chimique qui s'oppose à l'idée de transmutation. Il est possible avec des cycles de réactions chimiques de retrouver un même corps après l'avoir transformé en d'autres corps intermédiaires. On peut aussi à chaque étape d'une chaîne de réactions faire des « tests chimiques » qui donnent des résultats identiques pour un corps donné au départ.

Enfin, rappelons que la nomenclature chimique scientifique formalise la conservation des éléments.

Tout cela montre qu'on ne peut faire l'économie de cette notion dans l'interprétation de la réaction chimique, tant que l'on ne dispose pas d'une théorie électronique des structures moléculaires et des réactions chimiques.

2.2. Comment définir le concept d'élément ?

Deux voies et plusieurs définitions sont possibles :

Voie «chimique» : le concept est défini indépendamment de toute hypothèse concernant la structure de la matière ; il n'est lié à aucun modèle de structure corpusculaire.

Définition A *A chaque corps simple correspond un élément, qui est ce qui se conserve dans la réaction chimique* [1].

Définition B *L'élément est «ce» qui est commun au corps simple à tous les composés qu'il peut former (ex. : l'élément oxygène est commun au gaz portant le même nom, à l'ozone et à tous les composés oxygénés).*

Définition C (non explicitée dans le manuel de 8^{ème}) [10] *On appelle éléments chimiques les matières premières qui constituent les corps purs.*

Les définitions A et B nécessitent l'acquisition de la notion de corps composé ; la définition C seulement la notion de corps pur.

Voie «physique» : la définition est indissociable du modèle atomique et nécessite même une certaine connaissance du noyau et du cortège électronique.

Définition *L'élément est l'ensemble des particules (atomes ou ions) qui ont même numéro atomique Z (même nombre Z de protons).*

Dans les collections Eurin - Gié de Hachette [6], G. Martin de Bordas [7], et de Magnard [8], nous pouvons trouver des définitions dans la voie «physique».

Dans la collection vietnamienne [10], la définition dans la voie «physique» sera présentée à la classe de 10^{ème} après l'étude de la structure de l'atome.

2.3. Particularités de présentation de la notion d'élément chimique dans les manuels

La notion d'élément chimique est théorique et abstraite. Elle n'est pas connue des enfants, et est difficile pour les adultes eux-mêmes. Elle se pose en s'opposant aux notions de corps pur, de corps simple et de corps composé, qui sont des notions empiriques. Il existe deux confusions : la confusion élément - corps simple chez des élèves et même chez des professeurs et des auteurs de manuels, et celle de corps composé - mélange chez des élèves. C'est contre ces deux obstacles que doit se construire la connaissance chimique scientifique.

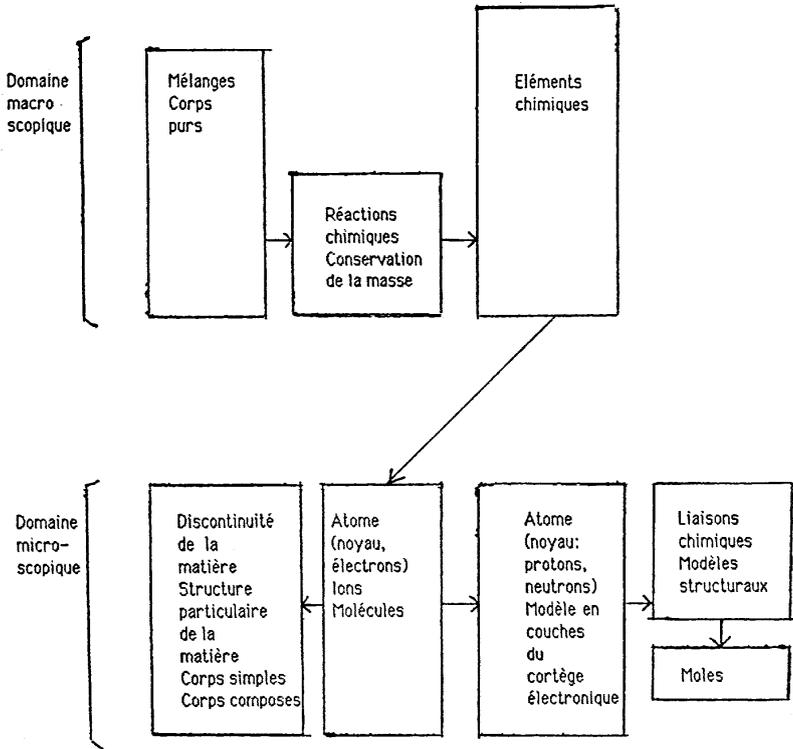
Au niveau de la 5^e en France et de la 8^e au Vietnam, face aux enfants de 12 à 13 ans, il est impossible de faire construire par eux la notion d'élément à partir de l'expérience. Il faut présenter la notion dans une démarche d'exposition.

Il est possible en utilisant la voie «physique» d'introduire la notion après l'étude de la structure des atomes ; mais en retardant considérablement une systématisation des faits chimiques. Et c'est justement ce rôle de systématisation qui fait que cette notion reste incontournable pour la maîtrise de la chimie. Dans ce cas, il serait mieux d'utiliser des activités manipulatoires nombreuses et variées avec l'acquisition par les élèves des notions plus ou moins approfondies sur la structure de la matière.

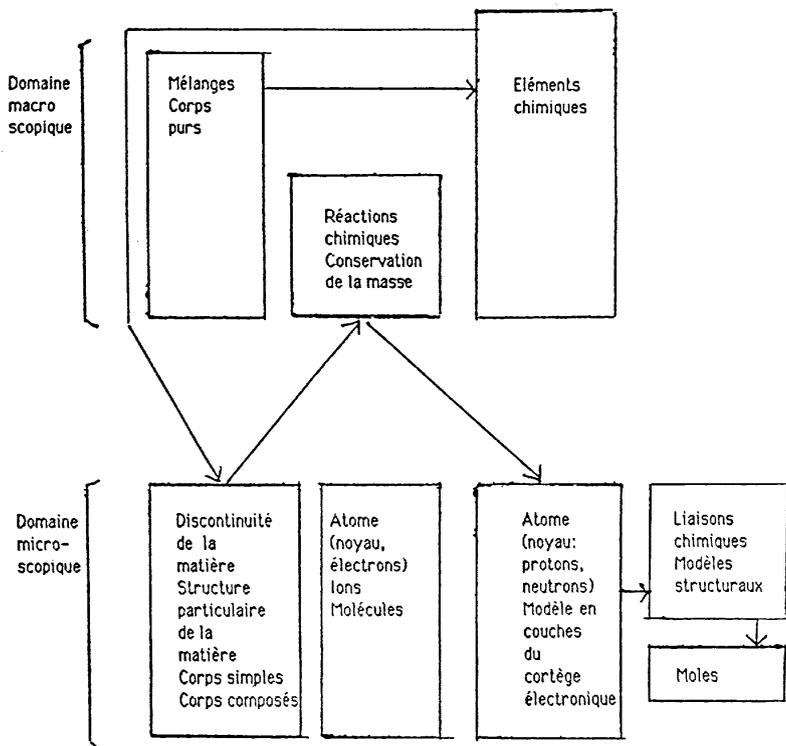
Dans l'une ou l'autre démarche, le support expérimental sert à [5] :

- familiariser les élèves assez longtemps avec les réactions pour qu'ils arrivent à se poser et à comprendre les questions scientifiques auxquelles répond la notion, par exemple : peut-on retrouver le soufre lorsqu'on l'a combiné au fer ? Le fer est-il aussi récupérable ? Peut-on trouver d'autres corps simples lorsqu'on est parti de soufre et de fer ?
- motiver la demande d'exposé théorique, d'explication ;
- illustrer, concrétiser ces explications (sans prétendre vérifier la théorie).

Nous essayons d'étudier le problème de présentation de la notion d'élément chimique dans les manuels de secondaire en faisant l'analyse du rapport entre le support expérimental et les notions de structure de la matière et d'élément chimique dans quelques collections de manuels.



Progression pédagogique dans Libres Parcours [9].



Progression pédagogique dans la collection vietnamienne.

3.2. Avantages et inconvénients des différentes progressions

Comparaison	Collections Durandeu, Eurin-Gié, Dirand, G. Martin, Magnard	Libres parcours	Collection vietnamienne
Avantages	<p>1. Difficulté de construction de la notion d'élément chimique au niveau 5^{ème} contournée</p> <p>2. Activités manipulatoires comme support au questionnement de caractère scientifique</p>	<p>1. Possibilité d'interprétation de la réaction chimique dès le collège</p> <p>2. Des manipulations nombreuses et variées comme source de genèse de motivation et de questions scientifiques</p>	<p>1. Possibilité d'une systématisation de propriétés des corps purs dès le niveau 9^{ème} à l'aide de la classification périodique des éléments</p> <p>2. Utilisation d'un matériel scolaire très limité</p>
Inconvénients	<p>1. Remise au lycée de la systématisation des propriétés chimiques à l'aide de la classification périodique des éléments</p> <p>2. Inadéquation entre le support expérimental et la notion de conservation des atomes</p>	<p>1. Notion d'élément chimique construite seulement dans une démarche d'exposition</p> <p>2. Bonne formation didactique nécessaire à la réussite</p>	<p>1. Notion d'élément chimique construite seulement dans une démarche d'exposition</p> <p>2. Bonne formation didactique nécessaire à la réussite</p>

4. PROPOSITIONS SUR LES CONDITIONS D'APPLICATION DES DIFFÉRENTES DÉMARCHES DANS LA PRÉSENTATION DE LA NOTION D'ÉLÉMENT CHIMIQUE

Démarche dominante	Son rôle	Ses conditions d'application
Activités manipulatoires comme support de questionnement scientifique	Acquérir les capacités : – observer (phénomènes) – formuler (hypothèses) – expérimenter (par des manipulations) – interpréter (organiser, comparer, formuler des résultats)	1. Matériel scolaire complet 2. Remise au lycée de la systématisation des propriétés chimiques à l'aide de classification périodique des éléments
Exposition de la théorie Variantes : a. Notion d'élément chimique introduite après les notions de corps simple et corps composé b. Notion d'élément chimique introduite immédiatement après la notion de corps pur	1. Présenter la théorie, l'illustrer, la concrétiser, motiver les élèves par des manipulations 2. Faire appel à un travail sur documents (histoire de la chimie)	1. Matériel scolaire limité pour la variante a et très limité pour la variante b (11X12) 2. Recours à des schémas et représentations abondantes pour compenser la rareté des manipulations dans les conditions de matériel scolaire très limité.
Présentation de modèles	1.Représenter et expliquer les phénomènes physiques et chimiques par des modèles 2. Penser les transformations moléculaires sans s'être posé les problèmes du chimiste, et sans construire le lien entre les données empiriques et l'interprétation, entre les phénomènes manipulables et le modèle théorique [5]	Remise de l'étude de la chimie aux dernières années du secondaire.

5. CONCLUSION

Étant donné qu'on ne peut faire l'économie de la notion d'élément chimique dans l'interprétation de la réaction chimique au stade d'initiation envisagé, un support expérimental abondant et varié est inévitable, et la démarche la mieux placée doit comporter des activités manipulatoires

abondantes et variées. Dans les conditions d'un matériel scolaire très limité, il est possible de présenter la notion par la démarche d'exposition en suivant une progression pédagogique appropriée, analogue à celle réalisée dans les manuels vietnamiens. Cependant, dès que le matériel scolaire le permet, il est préférable de passer résolument à la démarche comportant des activités manipulatoires et à la progression pédagogique basée sur cette démarche. Le programme et les manuels français récents de sciences physiques peuvent servir d'exemples.

RÉFÉRENCES

- [1] J.L. MARTINAND. Thèse de doctorat d'État, Université de Paris Sud, Centre d'Orsay, 1982, p. 95-117.
- [2] J.L. MARTINAND, R. VIOVY. La notion d'élément chimique en classe de 5^e : difficultés, ressources et propositions, B.U.P., 1979, N° 613, p. 878-884.
- [3] R. VIOVY. La notion d'élément chimique, B.U.P., 1984, N° 663, p. 901-910.
- [4] Sciences Physiques, Classes des collèges, 6^e ; 5^e ; 4^e ; 3^e. Horaires. Objectifs. Programmes. Instructions. Arrêté du 14 novembre 1985 fixant les programmes des classes des collèges. Sciences physiques, Classes de Seconde, Première et Terminale. Horaires. Objectifs. Programmes. Instructions. Arrêté du 14 mars 1986.
- [5] J.L. MARTINAND. Le concept d'élément chimique dans l'initiation aux Sciences Physiques. Connaître et transformer la matière. Berne, Peter Lang, 1986, p. 157-166
- [6] Sciences Physiques, Collection Durandeau, Hachette,
6^e, 1986
5^e, 1987
4^e, 1988
3^e, 1989

Physique et Chimie, Seconde, Collection Eurin-GIé, Hachette, 1987.
- [7] Sciences Physiques, Nouvelle collection Dirand, Bordas,
6^e, 1987
5^e, 1987
4^e, 1988
3^e, 1989*

* Chimie 2^{de}, Collection G. Martin, Bordas, 1987.

- [8] Sciences Physiques, Magnard, 1988
5^e et 4^e
Sciences Physiques Actives, Magnard, 1989
Chimie Seconde, Collection GCE, Magnard, 1988
- [9] Sciences Physiques, Collection Libres Parcours, Hachette
6^e, 1977
5^e, 1978
4^e, 1979
3^e, 1980
- [10] Chimie, Collection vietnamienne, NXBGD
8^e, 1988
9^e, 1989
- [11] J. CARRETTO, A. CHOMAT, M. MESMIM, R. VIOVY. Matériel de Chimie miniaturisé, B.U.P., N° 613, p. 896-905.
- [12] J. CARRETTO, Mini-matériel de chimie, B.U.P., N° 686, p.1169-1179.