

FAUT-IL CONSTRUIRE LE CONCEPT DE SUBSTANCE ?

Ezio Roletto
Bruno Piacenza

Le concept de substance pure occupe une position importante dans l'enseignement/apprentissage de la chimie et il fait en même temps, partie du langage de tous les jours. En étudiant, par entretien et questionnaire, les conceptions des élèves de lycées professionnels et techniques à propos de cette notion, nous en avons repéré cinq : non mélange, produit naturel, produit non pollué, corps simple, particules du même type. Le critère faisant appel au modèle particulaire est le moins évoqué spontanément et, de toute façon, les particules auxquelles les élèves font référence sont le plus souvent les atomes. Par conséquent, seuls les corps simples sont des substances pures, les corps composés étant fréquemment considérés comme des agrégats de corps simples et donc des mélanges. Les résultats de cette étude montrent que les enseignants doivent travailler avec les élèves à l'élaboration du concept de substance pure, aussi bien au niveau macroscopique qu'à celui du modèle particulaire.

Remarque préliminaire

En Italie, dans l'enseignement de la chimie, le mot "élément" est employé aussi bien pour désigner l'élément proprement dit que le corps simple. On parle ainsi de "composto" et d'"elemento" pour faire la distinction entre corps composé et corps simple. Les auteurs de cette recherche ont toujours utilisé le mot "élément" pour indiquer le "corps simple", aussi bien dans les entretiens que dans le questionnaire, afin d'être compris par les élèves auxquels ils s'adressaient.

Dans la rédaction de l'article, nous avons souvent utilisé le mot "corps simple" dans le souci de rendre plus compréhensible le texte aux lecteurs francophones.

deux définitions
de substance
pure :
macroscopique
et particulaire

La notion de substance pure occupe une place importante dans l'enseignement des sciences physiques : les activités de modélisation aussi bien des états de la matière et des transformations physiques que des réactions chimiques y font appel. Du point de vue scientifique, on peut donner deux définitions d'une substance pure : l'une au niveau macroscopique et l'autre faisant appel au modèle particulaire. Dans le premier cas, on dit qu'une substance pure reste homogène et garde son identité au cours des transformations d'état ; dans le second, on dit qu'elle est constituée de particules du même type

En même temps, aussi bien l'idée de "substance" que celle de "pureté" sont souvent évoquées dans le langage de tous

les jours : on parle ainsi, dans la langue italienne, de "sostanze alimentari" ("substances alimentaires"), de "sostanze inquinanti" ("substances polluantes"), etc. et la publicité fait appel à la "pureté" d'un produit pour gagner la faveur d'éventuels acheteurs.

interférence du
savoir commun
sur le savoir
scientifique

Nous sommes donc dans une situation où les mots du langage commun véhiculant un concept scientifique acquièrent une signification tout à fait spécifique dans le contexte des sciences physiques. Il est donc fort probable que les apprenants aient construit une conception personnelle de la notion de substance pure en dehors de toute connaissance scolaire et en liaison avec les référents empiriques (produits, faits, phénomènes) de la vie quotidienne. Il est donc important de déceler les conceptions communes des élèves à propos du concept de substance pure et de vérifier quelle en est l'influence sur l'apprentissage du concept scientifique.

Jusqu'à présent ce problème a été abordé par Vogezelang (1). Selon lui, le concept de substance pure devrait être enseigné avant celui de molécule. De Vos (2), au contraire, pense qu'il vaut mieux commencer le programme de chimie par le concept de molécule. Dans un travail très récent, Solomonidou (3) a mené une recherche afin d'étudier les premiers pas conceptuels de jeunes élèves vers la construction d'une représentation rationnelle des "substances".

Nous-mêmes avons envisagé cette étude pour :

objectifs
envisagés

- explorer en profondeur le concept de substance pure auprès des élèves italiens de lycées techniques et professionnels ;
- étudier l'interaction entre les connaissances issues de l'enseignement scolaire et celles qui se sont développées en dehors de l'école ;
- essayer de tirer de cette étude des renseignements sur les difficultés d'apprentissage et les moyens pour y remédier.

Les résultats issus de cette étude devraient aider les enseignants à mettre au point des activités d'enseignement et d'apprentissage permettant d'amener les élèves à élaborer, en partant des conceptions personnelles, une notion convenable de substance pure.

-
- (1) VOGEZELANG M.J., "Development of the Concept «Chemical Substance» : Some Thoughts and Arguments", *Int. J. Sci. Educ.*, 9, 519-528, 1987.
 - (2) DE VOS W., VERDONK A.H., "A New Road to Reactions", *J. Chem. Educ.*, 62, 238-240, 1985.
 - (3) SOLOMONIDOU C., *Comment se représenter les substances et leurs transformations ? Étude chez de jeunes élèves du collège.* Thèse soutenue à Paris VII, 1991.

1. MÉTHODOLOGIE

entretien et
questionnaire

La méthodologie de cette recherche est basée sur des entretiens individuels et sur un questionnaire élaboré à partir de ceux-ci. Pour étudier les conceptions des élèves sur la notion de substance pure, il nous a fallu en provoquer la mobilisation. Deux méthodes différentes ont été utilisées. Dans le cas des élèves qui venaient d'entrer en première année de lycée, la mobilisation a été provoquée directement par les questions posées. Si l'apprenant s'est approprié un concept donné, il devrait être capable d'en donner une définition et d'en citer des exemples. Dans le cas des élèves plus âgés, nous leur demandions de grouper un certain nombre de produits. Dans ce cas, l'apprenant devrait être à même de mobiliser le concept et de le faire émerger en procédant à une catégorisation.

1.1. Entretiens

L'échantillon de cette première phase de notre recherche comprend 42 élèves ainsi répartis :

- groupe A : 14 élèves (14-15 ans) de première année d'un lycée professionnel (4 à 5 mois d'études en chimie) ;
- groupe B : 12 élèves (15-16 ans) de deuxième année du même lycée (un an et demi d'études en chimie) ;
- groupe C : 16 élèves (16-17 ans) de troisième année d'un lycée technique (un an d'études en chimie).

question posée
aux élèves de
première année
de chimie

Aux élèves du groupe A on posait la question suivante : *“Les chimistes ont forgé un langage spécifique, dont les termes ont une signification scientifique ou technique. Par exemple, on trouve dans ce ‘jargon’ des termes tels que : élément, corps simple, corps composé, substance pure, etc. Quelle est, d’après toi, la signification du terme ‘substance pure’ pour un chimiste ?”* Ensuite, on demandait aux élèves de donner quelques exemples de substances pures en précisant toujours le(s) critère(s) de leur choix.

Un certain nombre de récipients en matière plastique transparente étaient montrés aux élèves des groupes B et C. Ils contenaient :

- a) des corps simples : fer (limaille), aluminium (poudre), zinc (pastilles), soufre (poudre) ;
- b) des corps composés : chlorure de potassium, sulfate d'aluminium et de potassium, trichlorométhane, carbonate de sodium, sulfate de fer ;
- c) des produits domestiques : huile d'olive vierge extra, lait pasteurisé, vinaigre, estragon sec.

tâche proposée
aux élèves de
deuxième année
de chimie

Chaque récipient était accompagné d'un petit carton sur lequel était noté le nom du produit ainsi que sa formule chimique. En outre, deux corps purs composés, le carbonate de sodium et le sulfate de fer étaient présentés dans leur flacon d'origine Carlo Erba, chacun portant son étiquette. Chaque

élève était invité à repérer les substances pures. Il devait, ensuite, justifier ses choix.

1.2. Questionnaire

repérage des
critères de
catégorisation

L'analyse des entretiens nous a permis de dégager un certain nombre de conceptions des élèves sur la notion de substance pure et d'inventorier les critères de catégorisation. À partir de ces données, nous avons mis au point un questionnaire (voir ci-contre) qui a été proposé à 200 élèves de cinq lycées techniques de la région du Piémont. Tous les élèves étaient en début de troisième année et avaient étudié la chimie pendant un an.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Entretiens

Il faut tout d'abord souligner qu'au cours d'un entretien un même élève fait souvent appel à différentes conceptions de substance pure. Dans ce qui suit, nous présentons celles qui sont les plus fréquentes.

• Mélange/non mélange

une substance
pure n'est pas un
mélange

À la question par laquelle on ouvre l'entretien, la plupart des élèves du groupe A répondent en opposant substance pure à mélange. Une substance pure "*est quelque chose qui n'est pas mélangé à d'autres substances...*", "*... est constituée par une seule substance et rien d'autre...*". Les élèves ont spontanément cité, comme exemples de substance pure, les produits chimiques utilisés au cours des premières séances de travaux pratiques pour la préparation de solutions "mères", d'usage courant dans les dosages volumétriques.

un critère visuel

Il faut aussi remarquer que certains élèves font appel à un critère purement visuel pour distinguer entre mélange et substance pure. Par conséquent, seuls les mélanges hétérogènes sont opposés aux substances pures. Ainsi, un élève a affirmé : "*Si l'on voit qu'un autre composant est là, on peut affirmer qu'il ne s'agit pas d'une substance pure : par exemple, eau et sucre avec du sucre sur le fond du récipient. Mais si le sucre est complètement dissous dans l'eau, celle-ci est transparente et donc il s'agit d'une substance pure*".

• Corps simple/corps composé

une substance
pure est un corps
simple

Plus de la moitié des élèves du groupe A donnent les corps simples comme exemples de substances pures, la raison étant que dans un corps simple "*... il n'y a qu'un seul élément, et donc on ne peut pas aller plus loin dans sa décomposition*". Aucun élève de ce groupe ne considère les corps composés en tant que substances pures : "*un corps pur est constitué par un seul élément ; dans les corps composés on*

Questionnaire soumis aux élèves

1) Indiquez, dans la liste ci-dessous, les substances pures

| | | | |
|----------------------------|-----|-----|-------------|
| Lait | oui | non | ne sais pas |
| Huile d'olive vierge extra | oui | non | ne sais pas |
| Air | oui | non | ne sais pas |
| Oxygène (O ₂) | oui | non | ne sais pas |

Pour chaque corps, argumentez votre choix.

2) Indiquez, dans la liste ci-dessous, les substances pures

| | | | |
|--|-----|-----|-------------|
| Fer (Fe) | oui | non | ne sais pas |
| Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃) | oui | non | ne sais pas |
| Sulfate de calcium (CaSO ₄) | oui | non | ne sais pas |
| Eau (H ₂ O) | oui | non | ne sais pas |

Pour chaque corps, argumentez votre choix.

3) D'après vous, une substance pure est :

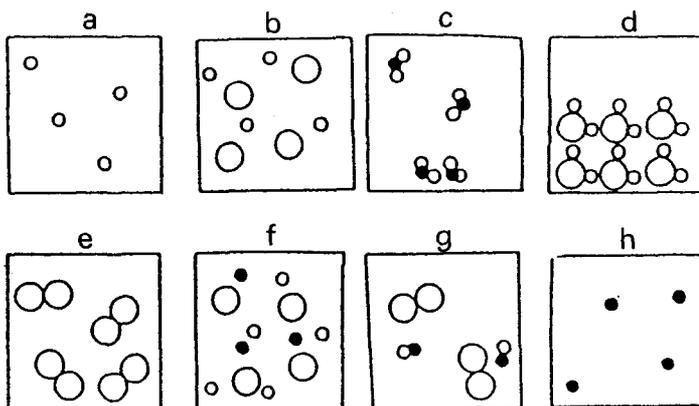
- A) un corps non pollué
- B) un corps d'origine naturelle
- C) un élément chimique
- D) un composé chimique
- E) un produit industriel
- F) un corps constitué par des particules du même type
- G) un produit naturel non soumis à des procédés industriels
- H) un corps qui reste homogène et garde son identité au cours des changements d'état

Argumentez vos choix.

Parmi les définitions de substance pure données ci-dessus, quelle est, d'après vous, la plus générale ?

A B C D E F G H

4) Dans quel(s) dessin(s) a-t-on représenté une substance pure ?



Argumentez vos choix.

trouve plusieurs éléments et donc il ne s'agit pas de substances pures".

les corps
composés :
plusieurs
difficultés

Presque la moitié des élèves des groupes B et C considèrent d'abord comme substances pures aussi bien les corps simples que les corps composés. Au moment de justifier leur choix, quelques-uns font appel au critère du "non mélange" ; les autres affirment que les corps simples sont des substances pures parce que "... constitués par un seul élément", "... il n'y a pas d'agrégats d'éléments". Mais ce critère ne peut pas être utilisé vis-à-vis des corps composés. Face à cette difficulté, les élèves ont trois types de réactions : ils reviennent sur leur classification en affirmant que les corps composés ne sont pas des substances pures, puisqu'il s'agit de mélanges d'éléments ; ils font appel aux connaissances scolaires concernant les corps composés utilisés au cours des entretiens "... j'ai appris qu'il s'agit d'une substance pure" ; ils laissent tomber le problème posé par la présence de plusieurs éléments en revenant au critère du «non mélange» "... il s'agit de substances pures parce qu'elles sont à cent pour cent composées par la même substance".

le corps
composé :
un agrégat
d'éléments

Beaucoup d'élèves ont des difficultés face aux corps composés qui ne sont pas perçus comme des substances pures mais comme des mélanges, somme ou agrégation de corps simples. Cette conception, comme le montrent d'autres recherches menées aussi bien par d'autres chercheurs (4) que par nous (5), pourrait être la conséquence d'une mauvaise maîtrise du modèle particulaire de la matière et de la notion de réaction chimique, considérée comme l'addition des réactifs pour donner un seul produit.

• *Naturel/artificiel*

une substance
pure est un
produit naturel...

Plusieurs élèves pensent que les produits naturels, tels que le miel, le lait, le bois, les minerais, etc. sont des substances pures : "... une substance pure, on la trouve telle quelle dans la nature".

ou qui n'a pas
été traité
chimiquement...

Pour d'autres élèves, il faut classer parmi les substances pures tous les corps qui n'ont pas été soumis à des traitements chimiques : "le lait qu'on achète n'est pas une substance pure parce qu'on a ajouté des agents conservateurs, mais le lait qui sort de la vache est une substance pure" ; "... la farine est une substance pure parce qu'on l'obtient en moulant le blé, sans aucun traitement chimique". D'après cette conception, les produits naturels qui sont en grande majorité des mélanges, seraient des substances pures ; par contre, presque tous les corps purs simples et composés, issus de procédés de l'industrie chimique, ne seraient pas

- (4) BEN-ZVI R., EYLON B.S., SILBERSTEIN J., "Students' Visualisation of a Chemical Reaction", *Educ. Chem.*, 64, 117-120, 1987.
- (5) FRANCESCHETTI G., ROLETTO E., Come gli studenti concepiscono le reazioni chimiche, *Didattica delle Scienze*, XXVII (160), 31-34, 1992.

des substances pures. Parfois le critère "origine naturelle" prévaut sur tous les autres, comme chez l'élève qui affirme : "... même si le fluor est un élément, on ne le trouve pas tel quel dans la nature, et donc il ne s'agit pas d'une substance pure".

- **Absence de pollution**

ou qui n'est pas pollué

Pour un certain nombre d'élèves, les substances pures sont des corps non pollués : "... l'eau de mer, tant qu'elle n'est pas polluée, est une substance pure".

- **Structure particulière**

très peu d'élèves font appel au modèle particulière

Quatre élèves seulement sur quarante-deux font appel au modèle particulière de la matière en disant que les substances pures sont constituées par des molécules du même type ou bien par des molécules où les rapports entre les éléments ne changent jamais. Mais il y a aussi un usage "opérateur" des symboles chimiques comme c'est le cas chez l'élève pour qui : "... là où l'on trouve une formule il y a sûrement une substance pure".

- **Changements d'état**

Un seul élève fait appel à l'invariance du corps pendant les changements d'état physique pour donner une définition de substance pure : "... l'eau qui s'évapore c'est toujours la même eau, aussi bien à l'état liquide qu'à l'état de vapeur."

2.2. Questionnaire

- **Première question**

classer des corps de la vie commune

Par cette question, les élèves devaient indiquer quelles étaient, à leur avis, les substances pures parmi le lait, le bois, l'huile d'olive vierge-extra, l'air et le dioxygène (O₂) et justifier leurs réponses. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 1.

Tableau 1

| | pure % | non pure % | je ne sais pas % |
|-----------------------------|-----------|---------------|---------------------|
| lait | 12 | 72 | 16 |
| huile | 21 | 51 | 28 |
| bois | 50 | 30 | 20 |
| air | 5 | 85 | 10 |
| dioxygène (O ₂) | 95 | 2 | 3 |

Les élèves n'ont pas trop de mal à classer le dioxygène parmi les substances pures et l'air comme un mélange. Le choix s'avère plus difficile pour le lait et surtout l'huile et le bois : ce dernier est classé parmi les substances pures par la moitié des élèves. Les argumentations apportées par ceux qui pensent que le dioxygène est une substance pure sont résumées dans le tableau 2.

Tableau 2. Arguments pour le dioxygène considéré comme substance pure

| | % |
|---|----|
| Particules (atomes, molécules) du même type | 19 |
| Non mélange | 32 |
| Absence d'impuretés | 11 |
| Homogénéité | 11 |
| Élément | 21 |
| Pas de réponse | 6 |

Les avis sont partagés : le critère "mélange/non mélange" est prioritaire, suivi par "élément". Le pourcentage d'élèves qui font appel au modèle particulaire est peu important.

Pour le lait, l'huile et l'air, l'argument majoritaire pour ne pas les classer parmi les substances pures est celui de "mélange", cité par 44 % des élèves. 19 % des élèves classent le bois parmi les substances pures parce qu'il est d'origine naturelle et 17 % parce qu'il s'agit d'une seule substance.

D'après ces résultats on pourrait penser que les élèves ont une certaine connaissance de la composition du lait, de l'huile et de l'air, ce qui leur permet de les classer parmi les corps qui ne sont pas purs. Cette connaissance faisant défaut dans le cas du bois, les deux arguments "produit naturel" et "une seule substance" sont invoqués pour justifier son classement parmi les substances pures.

• *Deuxième question*

classer des
produits
chimiques

Si dans la première question les référents empiriques de la vie commune sont majoritaires, dans la deuxième on ne trouve que des produits chimiques : le fer (Fe), le carbonate de sodium (Na_2CO_3), le sulfate de sodium (Na_2SO_4) et l'eau (H_2O), dont les statuts particuliers sont bien signalés par leur formule chimique.

Le fer est défini comme une substance pure par la plupart des élèves (90 %), mais presque la moitié (46 %) d'entre eux ne classent pas l'eau parmi les substances pures et le pourcentage passe à environ 70 % pour le carbonate et le sulfate de sodium. Parmi les élèves qui pensent que le fer est une substance pure, 58 % justifient leur choix en disant qu'il

difficultés de classement vis-à-vis des corps composés

s'agit d'un élément ; le pourcentage de ceux qui font appel au modèle particulière est de 18 %. 64 % des élèves qui pensent que les deux sels de sodium ne sont pas des substances pures, justifient leur choix en disant qu'il s'agit de mélanges d'éléments. Ce même argument est évoqué par 57 % des élèves qui ne jugent pas l'eau comme une substance pure ; parmi ceux qui sont de l'avis contraire, 41 % font appel au critère du "non mélange" pour la classer parmi les substances pures.

• **Troisième question**

Avec la troisième question, les élèves devaient choisir, parmi plusieurs définitions de substance pure, celles qui, d'après eux, étaient acceptables et indiquer la plus générale. Les résultats sont portés dans le tableau 3.

Tableau 3. Choix des élèves parmi plusieurs définitions de substance pure (ac. = acceptable ; lpg : la plus générale)

| Définition | ac. % | lpg % |
|--|-------|-------|
| A - Non polluée | 36 | 10 |
| B - Origine naturelle | 28 | 6 |
| C - Élément chimique | 60 | 22 |
| D - Composé chimique | 14 | 2 |
| E - Produit industriel | 2 | 0 |
| F - Particules du même type | 71 | 40 |
| G - Produit naturel sans traitements chimiques | 27 | 10 |
| H - Garde ses propriétés au cours des changements d'état | 25 | 6 |

dans le choix d'une définition, c'est encore l'élément qui l'emporte

Presque deux tiers des élèves sont de l'avis qu'une substance pure est constituée par des particules du même type, mais cette réponse s'avère fortement biaisée si l'on considère que l'argument C est choisi par 60 % des répondants, tandis que le pourcentage tombe à 14 % pour le critère D. Les tris croisés des réponses montrent que 48 % des élèves choisissent en même temps les arguments C et F, tandis que seulement 8 % portent leur choix sur C, D et F.

Il est aussi à remarquer la différence entre les arguments B (28 %) et G (27 %) d'un côté et E (2 %) de l'autre côté et le fait qu'à peu près un tiers des élèves donnent leur préférence à l'un des trois critères A, B et G. D'après les tris croisés des réponses, 17 % des élèves choisissent en même temps les arguments B et G, 10 % les critères A et G et 9 % l'association A et B. Tous ces résultats montrent qu'un pourcentage important d'élèves ont une conception que l'on pourrait définir "écologique" et naturaliste de substance pure, c'est-à-dire celle qui est véhiculée par les médias et par le sens commun.

une conception naturaliste de corps pur

L'analyse des choix des élèves pour la définition la plus générale nous amène aux mêmes conclusions. Une proportion d'élèves inférieure à 50 % choisit les définitions F, qui fait appel à la structure particulière, et H, définition de substance pure au niveau macroscopique. 22 % des élèves sont de l'avis que les seuls corps simples sont des substances pures, tandis que 26 % au total portent leur choix sur les définitions A, B ou G.

• **Quatrième question**

choisir parmi
plusieurs
représentations
iconiques celles
de corps purs

Avec la quatrième question, il était fait appel directement au modèle particulière en demandant aux élèves de choisir, parmi plusieurs représentations graphiques, celles qui pouvaient être attribuées à des substances pures. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 4. Les élèves n'ont pas trop de problèmes à classer, parmi les représentations de substances pures, celles où l'on emploie un seul symbole de particule : A, E et H.

D'autre part, les représentations B, F et G ne sont pas attribuées aux substances pures par la grande majorité des élèves. Mais dans cette catégorie sont placées aussi les représentations C et D par presque deux tiers des élèves. Il est évident que le critère de classement qui s'impose, est celui qui fait appel à un seul type de particule et renvoie donc à l'idée de corps simple.

Tableau 4. Choix de représentations de substances pures

| Représentation | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----------------|----|----|----|----|----|---|---|----|
| % | 87 | 10 | 26 | 28 | 77 | 8 | 3 | 76 |

CONCLUSIONS

des conceptions
variées
de corps pur

Les entretiens ont permis de déceler auprès des élèves cinq critères de classement des substances pures, dont trois faisant appel au sens commun : mélange/non mélange, naturel/artificiel, absence de pollution et deux ayant un statut scientifique : un seul élément (dans le sens de corps simple), particules du même type. Parmi ces deux derniers, seul le critère du corps simple était évoqué fréquemment. Ces données confirment, d'autre part, l'analyse faite par Vogezelang (6) à propos de la conception initiale de substance pure considérée comme "une seule substance". D'autre part, elles montrent que les conceptions initiales des élèves sont très diverses.

Les questionnaires ont confirmé que les élèves, même après un an d'études de chimie, le plus souvent font spontanément

(6) *Ibidem* note (1).

ment appel aux critères du sens commun quels que soient les référents empiriques qu'on leur demande de classer : produits domestiques ou espèces chimiques utilisées dans les laboratoires. Le critère le moins évoqué spontanément est celui faisant appel à la structure particulière de la matière (unités élémentaires du même type). Par contre, quand ce critère est induit par les questions, les élèves le choisissent en grande majorité, mais ils montrent clairement que les unités élémentaires évoquées sont des atomes : c'est donc encore le critère de l'élément qui dirige ce choix.

substance et
matière sont
synonymes

Il faut remarquer que dans les premiers entretiens nous avons essayé d'employer uniquement le mot "substance", sans y joindre aucun attribut. Mais les réponses des élèves nous ont permis de comprendre que, pour eux, "substance" et "matière" sont des synonymes : tout est substance. Nous avons donc été obligés d'adopter le terme de "substance pure", mais il est évident que même celui-ci n'a pas un sens, une signification bien définis dans un contexte scientifique. En effet, la grande majorité des élèves utilise deux registres pour la notion de substance pure : celui du sens commun et celui de la science, limité à la seule classe des corps simples. Ces deux registres ne sont pas indépendants et en passant de l'un à l'autre les élèves donnent des explications acceptables avec des argumentations fausses ou bien ils arrivent à des conclusions erronées tout en partant de prémisses correctes.

Le choix du corps simple comme seule et unique substance pure est justifié par l'argument que la subdivision des substances ne peut pas aller au-delà de l'élément. On peut se demander si ce critère ne trouve pas son origine dans l'introduction "brutale" du concept d'élément, à partir de la structure de l'atome et donc du nombre de protons dans le noyau, telle qu'elle se produit dans l'enseignement traditionnel de la chimie en Italie. Si l'apprenant ne s'est pas encore approprié la notion de substance, il est tout à fait compréhensible qu'il arrive à identifier les substances pures avec les corps simples, les seuls constitués par un unique élément qui garde son identité dans les réactions et qui ne peuvent être décomposés en éléments différents. Cette représentation de la substance pure pourrait être à l'origine de deux autres conceptions qui ont été mises en évidence, aussi bien par cette recherche que par d'autres : celle de corps composé comme mélange de corps simples et celle de réaction en tant qu'addition, agglomération de deux corps différents (7).

Dans leur globalité, les résultats de cette recherche font apparaître que les lycéens et les enseignants italiens de chi-

(7) *Ibidem* notes (4) (5).
STAVRIDOU H., *Le concept de réaction chimique dans l'enseignement secondaire. Étude des conceptions des élèves*. Thèse soutenue à Paris VII, 1990.

mie ne donnent pas suffisamment d'importance au langage utilisé pour expliquer les concepts de la chimie. Du moment que les mots sont utilisés couramment, tout le monde admet qu'ils sont compris, ce qui n'est pas du tout le cas. Ainsi, aussi bien le substantif "substance" que l'attribut "pure" ne sont perçus, par une grande partie des élèves, que dans la signification qu'ils acquièrent dans la langue de tous les jours.

une notion
"commune"
n'est pas une
notion banale

La difficulté à s'approprier le concept de substance relève aussi de l'interférence de l'acception courante du mot qui, de toute évidence, pousse les enseignants à penser qu'il s'agit d'une notion banale. Mais rien n'est plus difficile et compliqué que de bien séparer le langage et les concepts de la vie quotidienne du langage et des concepts de la science. Pour réaliser cette séparation il faut mettre en place des stratégies éducatives adéquates, capables de faire évoluer les conceptions spontanées. Ces stratégies font appel à des situations-problèmes, qui mettent les apprenants en situation d'exprimer leurs conceptions. Celles-ci peuvent alors être utilisées comme des hypothèses de travail pour faire des prédictions. C'est en mettant en cause leurs conceptions personnelles que les élèves sont amenés à un travail d'approfondissement, pendant lequel certaines conceptions sont remplacées par d'autres élaborées par les mêmes apprenants. L'enseignement actuel de la chimie en Italie fait prévaloir la représentation des substances au niveau atomique : par conséquent, il ne permet pas aux élèves de mettre à l'épreuve leurs conceptions personnelles concernant les substances et donc d'élaborer un concept de substance à partir de leurs propres connaissances.

Ezio ROLETTO
Bruno PIACENZA
Groupe de Didactique de la Chimie
Université de Turin et IRRSAE Piemonte
Italie