

LE CONCEPT DE SUBSTANCE PURE CHEZ LES ELEVES ITALIENS DE LYCEES TECHNIQUES

Bruno PIACENZA () , Ezio ROLETTO (**)*

() IRRSAE Piemonte*

*(**) Gruppo di Didattica della Chimica - Dipartimento di Chimica Analitica
Università di Torino - via P. Giuria, 5 - 10125 Torino - Italia*

1- INTRODUCTION

La notion de substance pure occupe une place importante dans l'enseignement des sciences physiques. En même temps, aussi bien l'idée de "substance" que celle de "pureté" sont souvent évoquées dans le langage de tous les jours. 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.

Jusqu'à présent, ce problème a été abordé par Vogelezang (1), De Vos (2) et Solomonidou (3). Nous avons envisagé cette étude pour :

- 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.

2- METHODOLOGIE

La méthodologie de cette recherche est basée sur des entretiens individuels et sur un questionnaire élaboré à partir de ceux-ci. La recherche a été réalisée avec le financement du MURST (Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica) et le soutien de L'IRRSAE Piemonte.

2.1. ENTRETIENS

L'échantillon de cette première phase de notre recherche comprend 42 élèves (environ un an d'études en chimie).

2.2. QUESTIONNAIRE

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. A partir de ces données nous avons mis au point un questionnaire qui a été proposé à 200 élèves de cinq lycées techniques de la Région Piémont. Tous les élèves étaient en début de troisième année et avaient étudié la chimie pendant un an.

3- RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. 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. Par la suite, nous présentons celles qui sont les plus fréquentes.

a) Mélange/non mélange

La plupart des élèves opposent substance pure à mélange. 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.

b) Corps simple / corps composé

Plus de 25% des élèves donnent les corps simples comme exemples de substances pures. A peu près un quart des élèves 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". 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".

c) Naturel/artificiel

Plusieurs élèves pensent que les produits naturels, tels que le miel, le pétrole, le lait, le bois, les minerais, etc... sont des substances pures. Pour d'autres élèves, il faut classer parmi les substances pures tous les corps qui n'ont pas été soumis à des traitements chimiques.

d) Absence de pollution

Pour un certain nombre d'élèves, les substances pures sont celles qui ne sont pas polluées.

e) Structure 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 molaires entre les éléments ne changent jamais.

f) 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".

3.2. QUESTIONNAIRE

3.2.1. Première question

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 leur réponses. Les résultats sont rassemblés dans le Tableau 1.

Tableau 1

	pure %	non pure %	ne sait pas %
Lait	12	72	16
Huile	21	51	28
Bois	50	30	20
Air	5	85	10
Dioxygène (O ₂)	95	2	3

Le classement s'avère difficile pour le lait, 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.

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.

Tableau 2

Argument	%
Particules du même type	19
Non mélange	32
Absence d'impuretés	11
Homogénéité	11
Élément	21
Pas de réponse	6

3.2.2. Deuxième question

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 (Na₂CO₃), le sulfate de sodium (Na₂SO₄) et l'eau (H₂O), dont le statut particulier est bien signalé par leur formule chimique.

Le fer est défini comme une substance pure par la plupart des élèves (90%), mais presque la moitié (46%) 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 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 de 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.

3.2.3. Troisième question

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

Tableau 3

Définition	%
A- Non polluée	36
B- Origine naturelle	28
C- Elément chimique	60
D- Composé chimique	14
E - Produit industriel	2
F- Particules du même type	71
G- Produit naturel sans traitements chimiques	27
H- Garde ses propriétés aux cours des changements d'état	25

3.2.4.- Quatrième question

Avec la quatrième question, il était fait appel directement au modèle particulaire 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

4- CONCLUSIONS

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 (corps simple), particules du même type. Parmi ces deux derniers, seul le critère du corps simple était évoqué fréquemment.

Les questionnaires ont confirmé que les élèves, même après un an d'études de chimie, le plus souvent font spontanément appel aux critères du sens commun. 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, justifié par l'argument que la subdivision des substances ne peut pas aller au delà de l'élément. Cette conception de la substance pure pourrait être à l'origine de deux autres conceptions : celle de corps composé comme mélange d'éléments et celle de réaction en tant qu'addition ou mélange de corps différents (4,5, 6).

REFERENCES

- (1) VOGELZELANG 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., Thèse, Paris VII, 1991.
- (4) FRANCESCHETTI G., ROLETTO E., Come gli studenti concepiscono le reazioni chimiche, *Didattica delle Scienze*, sous presse.
- (5) BEN-ZVI R., EYLON B.S., SILBERSTEIN J., Students' Visualisation of a Chemical Reaction, *Educ. Chem.*, **64**, 117-120, 1987.
- (6) STAVRIDOU H., Thèse, Paris VII, 1991.