

Images spontanées et induites par l'enseignement du concept «atome» pour les élèves de collèges

par Danie BREHELIN*, Danièle CROS et André SIVADE
Laboratoire de Recherche en Didactique des Sciences
Université de Montpellier II - Case 39 - Place E. Bataillon
34095 Montpellier Cedex

INTRODUCTION

Cette recherche s'inscrit, en principe, dans un cadre plus large : «images des concepts "atome" et "molécule" pour les collégiens et les étudiants de faculté».

L'objectif de l'étude en collège est double :

- les images «spontanées» des enfants jeunes (11-15 ans) s'expriment plus facilement,
- cela fait maintenant quinze ans que la chimie était enseignée dès la sixième en collège : il est intéressant de voir si cet enseignement a eu un rôle positif ou non.

Remarque : rappelons que l'enseignement des Sciences Physiques a été introduit en classe de sixième en septembre 1976 et supprimé en septembre 1991.

Le questionnaire donné en annexe, a été proposé à trois cent quarante-quatre élèves de deux collèges de Montpellier, répartis selon quatre niveaux :

- 152 élèves de 6^{ème}-5^{ème} avant enseignement de la notion d'atome,
 - 52 élèves de 5^{ème}
 - 72 élèves de 4^{ème}
 - 68 élèves de 3^{ème}
- } après enseignement.

* Également professeur en collège.

Les réponses données par les élèves ont été analysées en appliquant la méthode des mots-clés (selon M. BEGEL, D. CROS, G. JOURDAN, A. SIVADE) [1].

ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans cet article, seules les réponses à la première question : « *Un ATOME, pour toi, qu'est-ce que c'est ?* » ont été analysées (cf. tableau 1).

Classes	Nbre d'élèves	Réponses «je ne sais pas»
6 ^{ème} -5 ^{ème} avant enseignement	152	65,8 %
5 ^{ème} après enseignement	52	9,6 %
4 ^{ème} après enseignement	72	6,9 %
3 ^{ème} après enseignement	68	16,2 %

Tableau 1

1. REMARQUES GÉNÉRALES

On peut noter tout d'abord qu'un grand nombre d'élèves répondent « *Je ne sais pas* ».

Ce taux d'ignorance est bien entendu «normal» en sixième-cinquième avant enseignement. Après enseignement, l'augmentation de ce taux d'ignorance de la cinquième à la troisième (fin de collège) peut sembler curieuse (et décevante pour les enseignants). Elle s'explique en partie par le contenu des programmes qui étaient enseignés au collège :

- en cinquième sont abordées les notions d'atomes et de molécules (vus de «l'extérieur» !),
- en quatrième, on étudie la structure de l'atome (noyau + nuage électronique),
- en troisième, c'est l'étude de quelques molécules (eau, hydrocarbures, ...) qui est au programme. On ne revient pas sur la structure de l'atome, favorisant ainsi une tendance à l'oubli.

2. MÉTHODE DES MOTS-CLÉS

Dans le tableau 2 sont reportés le nombre de mots utilisés ainsi que le nombre de citations. Nous y avons rajouté les rapports $r_1 = m/n$,

significatif de l'éventail de mots proposés et de l'inventivité moyenne individuelle et $r_2 = y/n$, indicateur de l'abondance de réponses moyennes individuelles.

Niveau	Nombre			Rapport	
	d'élèves n	de mots utilisés m	de citations y	r_1 m/n	r_2 y/n
6 ^{ème} -5 ^{ème} avant enseignement	52	31	67	0,60	1,29
5 ^{ème} après enseignement	44	23	58	0,52	1,32
4 ^{ème} après enseignement	68	32	136	0,47	2,00
3 ^{ème} après enseignement	57	27	108	0,47	1,89

Tableau 2

On peut ainsi constater et mesurer un changement notable. Les plus jeunes (sixième et cinquième), caractérisés par r_1 grand associé à r_2 faible, sont très prolixes et peu précis. On pourrait dire qu'ils accumulent les points de repère sans qu'ils soient nécessairement très fortement reliés au concept d'atome.

Les plus âgés (quatrième et troisième), caractérisés par r_1 plus faible et r_2 plus grand, utilisent un éventail de mots plus restreints, mais plus souvent cités. Dans le détail, on notera plus loin qu'il s'agit d'une meilleure adéquation moyenne des mots au concept.

3. CHOIX D'UN «FILTRE»

L'utilisation de la totalité de l'information est très lourde à gérer. Pour avoir une image utilisable et pratique, il faut réduire l'information aux termes les plus significatifs. On est donc amené à placer un «filtre» à un certain niveau (cf. tableau 3).

On a choisi de placer ce filtre à des endroits différents, par exemple :

- 60 % des citations,
- 75 % des citations.

L'ATOME...							
pour l'élève de 6 ^{ème} -5 ^{ème} avant enseignement		pour l'élève de 5 ^{ème} après enseignement		pour l'élève de 4 ^{ème} après enseignement		pour l'élève de 3 ^{ème} après enseignement	
y		y		y		y	
8	- c'est un «truc», c'est «quelque chose», ...	10	- ça forme, ça fait partie de la molécule	22	- est composé d'un noyau	14	- est composé d'un noyau
6	- c'est une particule	8	- c'est minuscule	8	- est composé d'un nuage électronique	22	- est composé d'un nuage électronique
5	- c'est une matière	8	- c'est un groupe de molécules	8	- est composé de protons, neutrons et électrons	13	- ça forme la molécule
5	- ça forme la matière, les corps, ...	5	- c'est (comme) une molécule	5	- c'est un groupe de molécules	10	- c'est une particule
5	- c'est une bombe	5	- c'est une particule	5	- c'est une boule	9	- c'est tout ce qui constitue la matière
3	- c'est un objet	3	FILTRE Å 60 % - c'est une boule	3	FILTRE Å 60 % - c'est minuscule, petit	9	- c'est un groupe de molécules
2	- c'est une pierre	2	- c'est assemblé à d'autres atomes	2	- c'est une particule	7	- c'est minuscule, petit
2	- c'est un aimant	2	- ça forme les produits chimiques	2	- est composé de particules positives, négatives et neutres	7	- est composé de protons, neutrons et électrons
2	- c'est un produit chimique	2	FILTRE Å 75 %	2	- c'est tout ce qui constitue la matière	4	- est composé d'un noyau et d'électrons tournant autour
2	- c'est (comme) une molécule	2		2	- est électriquement neutre	2	- est composé de protons, neutrons
2	- c'est dans l'air, l'espace	2		2	FILTRE Å 75 %	2	FILTRE Å 75 %
2	- c'est dangereux	2		2			
2	- ce n'est pas vivant	2		2			
2	- c'est une maladie	2		2			
2	- c'est une blessure (un hématome)	2		2			
2	- c'est une petite cellule	2		2			
	FILTRE Å 75 %						

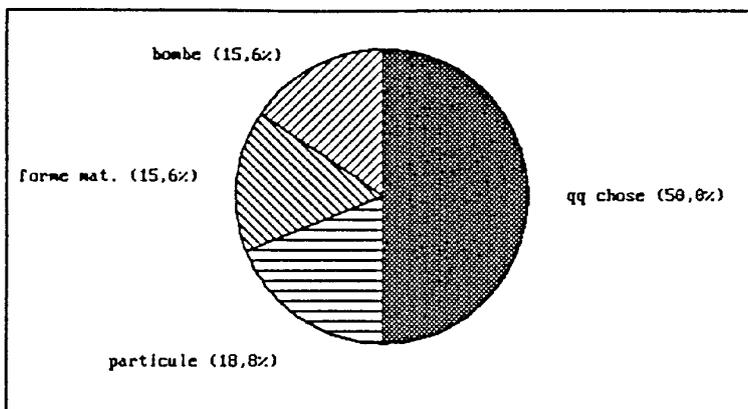
Tableau 3

Il faut remarquer qu'un filtre plus restrictif, placé à 40 ou 50 % des citations nous aurait amené à une image plus simple, certes, mais plus déformée.

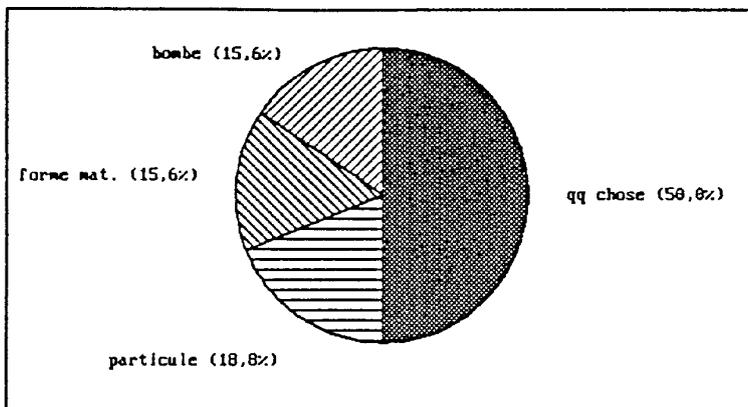
4. REPRÉSENTATIONS GRAPHIQUES

Le tableau 3 peut être illustré sous forme de diagrammes circulaires.

1) En considérant le premier filtre (correspondant à 60 % des citations)

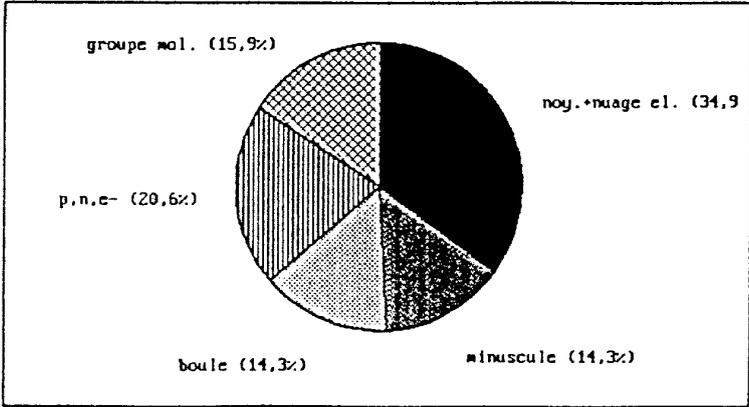


6^{ème} avant enseignement

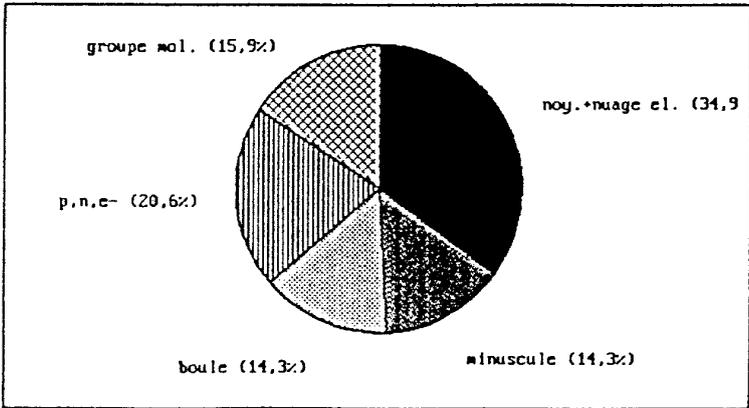


5^{ème} après enseignement

Pour les classes de quatrième et troisième, nous avons volontairement regroupé deux propositions en une seule image : «l'atome est constitué d'un noyau - et - d'un nuage électronique». En effet, à une exception près, ce sont les mêmes élèves qui ont donné les deux citations.

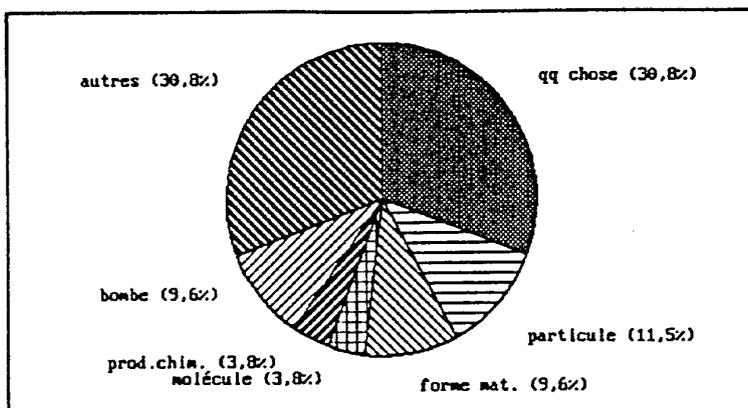
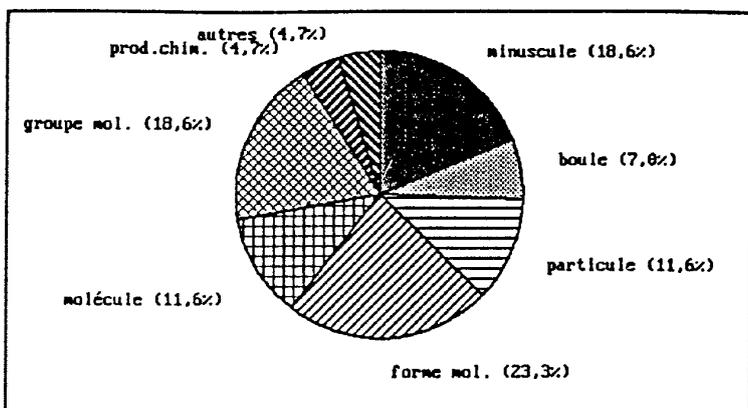


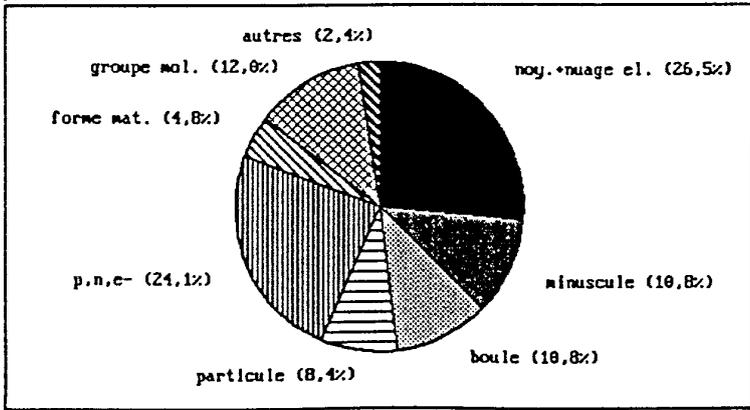
4^{ème} après enseignement



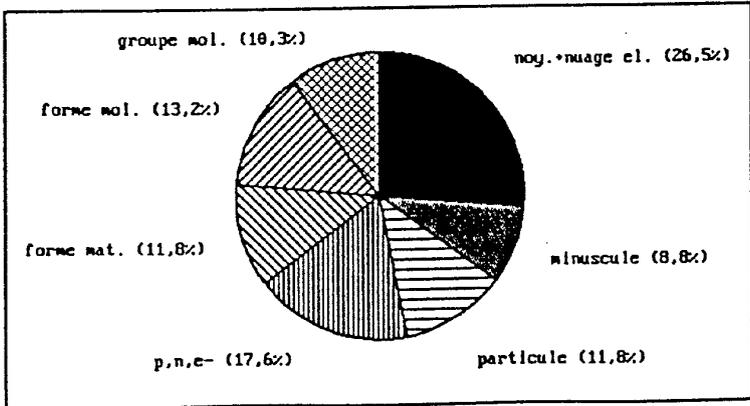
3^{ème} après enseignement

2) En considérant le deuxième filtre (placé à 75 % des citations)

6^{ème} et 5^{ème} avant enseignement5^{ème} après enseignement



4^{ème} après enseignement



3^{ème} après enseignement

Remarque : dans le diagramme de troisième, pour faciliter la comparaison avec les autres classes, nous avons regroupé les propositions suivantes :

- «l'atome est constitué d'un noyau et d'un nuage électronique»,
- «l'atome est constitué d'un noyau et d'électrons tournant autour de lui»,

ainsi que les deux propositions partielles :

- «l'atome est constitué de protons, neutrons et électrons»,
- «l'atome est constitué de protons et neutrons».

L'examen des diagrammes montre que les termes vagues («truc, chose, ...»), ainsi que le mot «bombe» utilisés en sixième-cinquième disparaissent totalement après l'enseignement.

Avec le filtre à 60 %, en quatrième, où le programme est axé sur la structure de l'atome, les autres images (l'atome est minuscule, il forme des molécules, ...) semblent totalement oubliées. De même, le mot «particule» présent dès la sixième et jusqu'à la troisième, semble remplacé dans cette classe de quatrième par le mot «boule». Sans doute parce que le mot «particule» s'applique maintenant aussi aux constituants de l'atome et que les élèves ont manipulé des modèles moléculaires.

Mais, si on place le filtre à 75 %, on constate que les images «fortes» comme «l'atome est minuscule», «c'est une particule», «il forme des molécules»,... , réapparaissent. On voit bien ici l'importance du choix de la position du filtre : placé trop bas, il arriverait à déformer totalement l'image.

On peut regretter enfin que l'enseignement induise, pour une assez grande partie des élèves une confusion : l'atome est pour eux un «groupe de molécules». Cette erreur se retrouve pour :

- | | | |
|--|---|-----------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - 18 % des élèves de 5^{ème} - 15 % des élèves de 4^{ème} - 12 % des élèves de 3^{ème} | } | (filtre placé à 75 %) |
|--|---|-----------------------|

Il est assez «rassurant» de constater que ce pourcentage d'erreurs va en diminuant de la cinquième à la troisième ! Par ailleurs, une étude plus fine des réponses erronées montre que la confusion se situe surtout au niveau du vocabulaire : ce ne sont que les mots «atome» et «molécule» que les enfants confondent. Ils disent par ailleurs que «la molécule fait partie d'un atome», ou que «la molécule est constituée d'un noyau et d'un nuage électronique».

5. IMAGES DE L'ATOME AUX DIFFÉRENTS NIVEAUX DU COLLÈGE

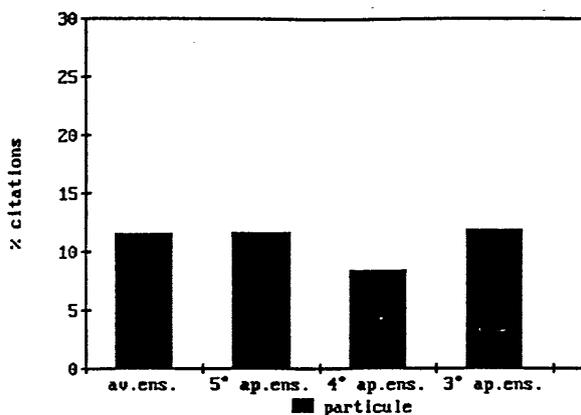
Dans le tableau 4 ont été classées toutes les citations relevées jusqu'au filtre à 75 %, en regroupant sous le qualificatif «autres citations» celles qui n'ont pas été proposées plus de deux fois au niveau de tout le collège.

Nombre d'élèves	52		44		67		57	
Nombre de citations	52		43		83		68	
Niveau	6 ^{ème} -5 ^{ème}		5 ^{ème}		4 ^{ème}		3 ^{ème}	
L'ATOME...	y	%	y	%	y	%	y	%
– c'est une particule	6	11,5	5	11,6	7	8,4	8	11,8
– c'est un groupe de molécules	–	–	8	18,6	10	12,0	7	10,3
– c'est petit, minuscule	–	–	8	18,6	9	10,8	6	8,8
– ça forme la matière	5	9,6	–	–	4	4,8	8	11,8
– est composé d'un noyau central et d'un nuage électronique	–	–	–	–	22	26,5	13	19,1
– formé de protons, neutrons, e ⁻	–	–	–	–	13	15,7	6	8,8
– forme les molécules	–	–	10	23,3	–	–	9	13,2
– est une boule	–	–	3	7,0	9	10,8	–	–
– c'est (comme) une molécule	2	3,8	5	11,6	–	–	–	–
– forme des produits chimiques	2	3,8	2	4,7	–	–	–	–
– c'est un «truc», quelque chose, ...	16	30,8	–	–	–	–	–	–
– fait de particules +, -, neutres	–	–	–	–	7	8,4	–	–
– fait de protons et neutrons	–	–	–	–	–	–	6	8,8
– fait d'un noyau avec e ⁻ autour	–	–	–	–	–	–	5	7,4
– c'est une bombe	5	9,6	–	–	–	–	–	–
– autres citations	16	30,8	2	4,7	2	2,4	–	–

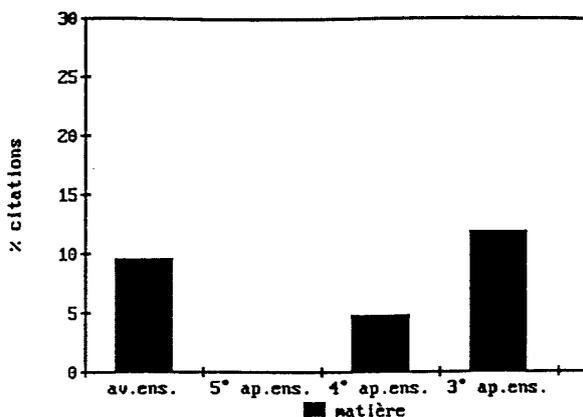
Tableau 4

L'étude du tableau 4 nous permet d'affirmer :

– Il y a deux images de l'atome qui existent avant enseignement et qui persistent après lui. Ce sont :

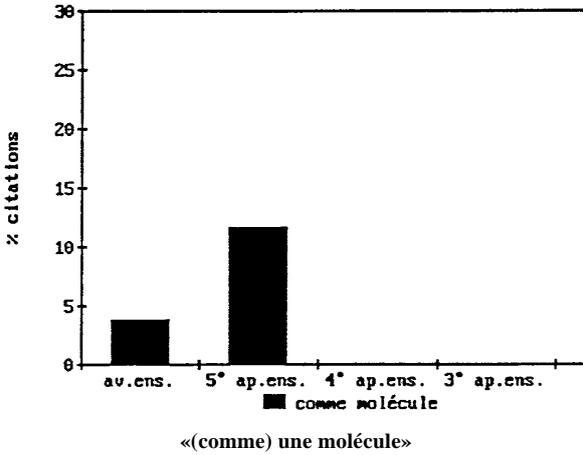


«c'est une particule»

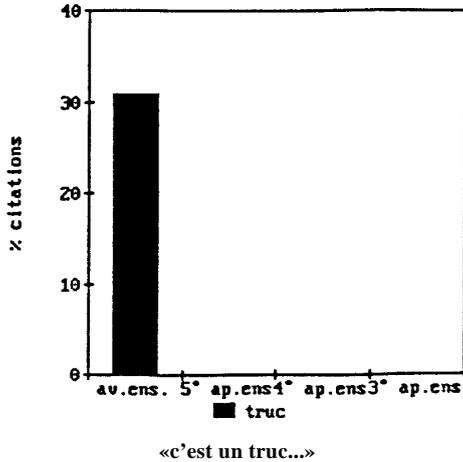


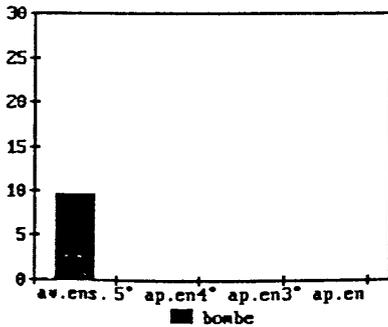
«ça forme la matière»

– Une image «déformée» disparaît après la classe de cinquième :



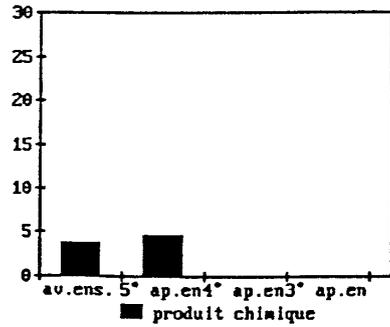
– De même, les termes «vagues» : l'atome est un truc, quelque chose, une matière, un objet,... , qu'utilisent les sixièmes et cinquièmes disparaissent très vite après enseignement. L'image de la «bombe» subit le même sort, ainsi que l'image suivante : «l'atome est (ou forme) un produit chimique».





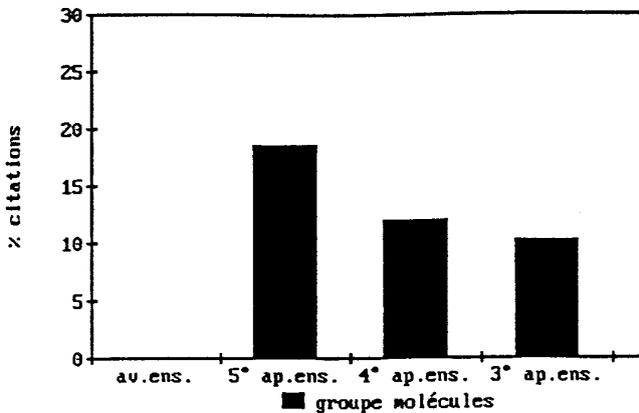
«c'est une bombe»

«un produit chimique»

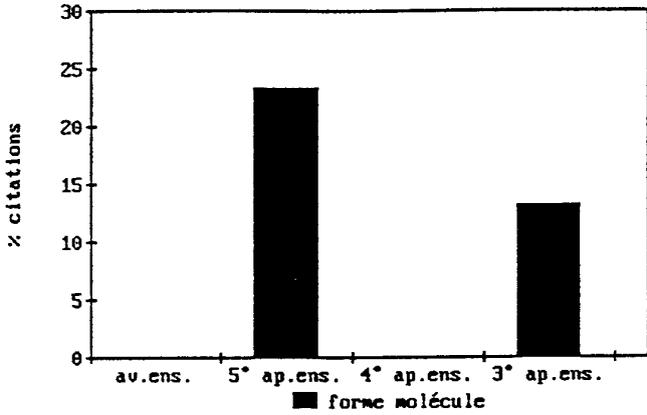


– Toutes les autres images, quelles soient exactes, incomplètes ou fausses d'ailleurs, sont induites par l'enseignement et plus ou moins renforcées au cours du cycle en collège.

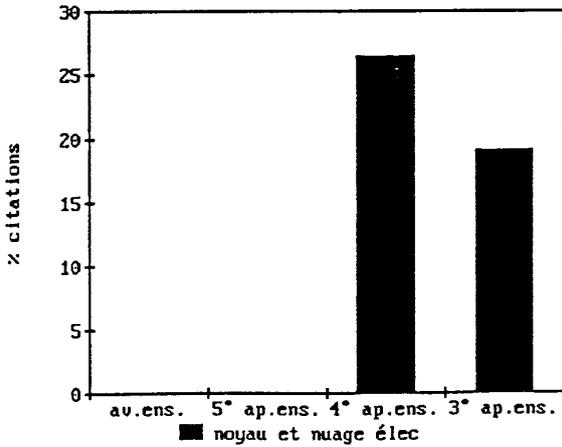
Nous avons déjà étudié l'image erronée : «**l'atome est un groupe de molécules**», qui est la conséquence d'une confusion de vocabulaire et qui, heureusement, s'estompe avec les années.



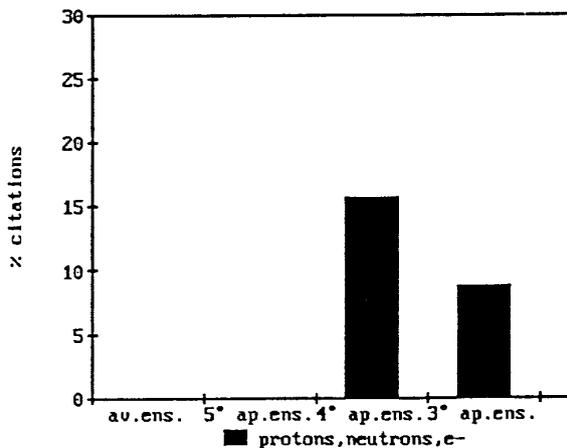
L'enseignement pratiqué en cinquième explique l'image : «**l'atome forme la ou les molécules**». Cette image, oubliée en quatrième, classe dans laquelle le programme ne traite plus des molécules, ressurgit en troisième.



L'enseignement effectué en quatrième amène à deux images «fortes», qui persistent (avec la part d'oubli inévitable) en troisième, à la sortie du collège :

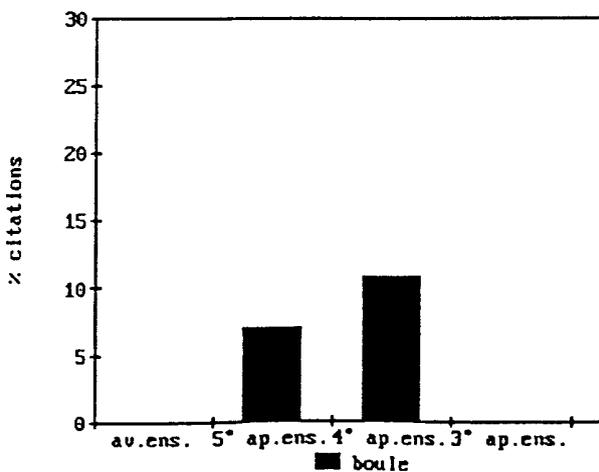


«l'atome est constitué d'un noyau et d'un nuage électronique»



«l'atome est formé de protons, neutrons et électrons»

Il est curieux de remarquer que l'image «l'atome est une boule», induite par la manipulation de modèles moléculaires, apparaît en cinquième, se trouve renforcée en quatrième, pour disparaître complètement en troisième.



CONCLUSION

Il nous a semblé intéressant de rechercher quelles sont les images de l'atome qui prédominent chez les élèves qui vont quitter le collège et de mesurer l'impact que l'enseignement a eu sur eux.

Nous avons pour cela comparé le diagramme circulaire correspondant aux classes de sixième-cinquième avant enseignement avec celui de la fin du cycle en collège, c'est-à-dire de la classe de troisième.

L'image «forte» de l'atome, qu'emporte l'élève de troisième quittant le collège semble être :

– **«L'atome est composé d'un noyau et d'un nuage électronique»** (19,1 % des citations) - ou - **«d'un noyau avec des électrons tournant autour de lui»** (7,4 %).

Les images qui viennent ensuite sont, par «force» décroissante :

- **«L'atome est formé de protons, neutrons - et d'électrons»** (17,6 %),
- **«L'atome forme la - ou les - molécule(s)»** (13,2 %),
- **«L'atome est une particule»** (11,8 %),
- **«L'atome forme la matière»** (11,8 %),
- **«L'atome est un groupe de molécules»** (10,3 %),
- **«L'atome est minuscule, très petit»** (11 %).

Nous remarquons de nouveau que deux images seulement, présentes avant l'enseignement, se retrouvent après enseignement. Ce sont :

- **«L'atome est une particule»** (11,5 puis 11,8 % des citations),
- **«L'atome forme la matière»** (9,6 puis 11,8 %).

Ces deux images, rémanentes, se retrouvent même légèrement renforcées après l'enseignement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. BEGEL, D. CROS, G. JOURDAN et A. SIVADE - *Environment and Pollution Perception for students in the first four years of the Secondary School French System* - (accepté pour publication dans Akademia).
- [2] M.-A. BESSON - *Modèle moléculaire ou maquette de molécule ?* - B.U.P. n° 736 (juillet-août-septembre 1991).
- [3] M. BEGEL, D. CROS, A. SIVADE et M. CHASTRETTE - «*L'environnement*» - Quel contenu pour des étudiants de premier cycle ? Un exemple d'approche d'une notion ou d'un concept général - Actes Ecole d'Automne La Grande Motte CIFEC - décembre 1991.
- [4] A. REGIS et P. ALBERTAZZI - Les cartes conceptuelles dans l'enseignement - Apprentissage de la chimie - Actes Ecole d'Automne La Grande Motte CIFEC - décembre 1991.
- [5] E. ROLETTO - *Le corps pur : qu'en pensent les élèves ?* - Actes Ecole d'Automne La Grande Motte CIFEC - décembre 1991.
- [6] A. GOUGUE - *L'imagination au pouvoir : concept de réaction chimique au collège* - B.U.P. n° 726 (juillet-août-septembre 1990) - Bulletin d'information des professeurs d'initiation aux Sciences Physiques - n° 95 - février 1991.
- [7] D. BENGUIGUI - *Compte-rendu d'expérience. Les représentations des élèves* - Bulletin d'information des professeurs d'initiation aux Sciences Physiques - n° 99 - décembre 1991.
- [8] C. DE BRUEGER-VAN DER BORGHT et A. MABILLE - *The evolution in the meanings given by Belgian secondary school pupils to biological and chemical terms* - International Journal of Science Education - vol. 11, n° 3 - 1989.
- [9] M.-S. STEINBERG, D.-E. BROWN et J. CLÉMENT - *Genius is not immune to persistent misconceptions : conceptual difficulties impeding Isaac Newton and contemporary physics students* - International journal of Science Education - vol. 12, n° 3 - 1990.
- [10] D. CROS, M. CHASTRETTE et M. FAYOL - *Conceptions of second year university students of some fundamental notions in chemistry* - International Journal of Science Education - vol 10, n° 3, 33 - 1988.

- [11] D. CROS et M. CHASTRETTE - *Évaluation des connaissances et des représentations en chimie au cours de la première année universitaire* - Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique (éd. A. Giordan, J.-L. Martinand) - 1984.
- [12] D. CROS, M. FAYOL, R. AMOUROUX, M. CHASTRETTE, J. LEBER et M. MAURIN - *Atome, Acides-Bases, Équilibre. Quelles idées s'en font les étudiants arrivant à l'université ?* - Revue Française de Pédagogie - n° 68, 49 - 1984.
- [13] D. CROS et M. CHASTRETTE - *Enquête sur la maîtrise de la notion de mole et son évolution entre seize et vingt ans* - Actualité chimique - n° 3, 69 - 1985.
- [14] D. CROS - *Test de chimie en début de classe de seconde. Résultats* - Rapport d'un contrat de recherches avec le Ministère de l'Éducation Nationale - 1987.
- [15] J.-C. SALLABERRY - *Les représentations et la didactique des Sciences Physiques* - B.U.P. n° 736 (juillet-août-septembre 1991).
- [16] M.-G. SERE et A. TIBERGHIEU - *La formation des concepts décrivant les états de la matière au collège* - B.U.P. n° 716 (juillet-août-septembre 1989).
- [17] M. MEHEUT - *Des représentations des élèves au concept de réaction chimique* - B.U.P. n° 716 (juillet-août-septembre 1989).

Annexe

Nom : Prénom : Age : Profession du père : Profession de la mère :	Classe :	Nom : Prénom : Age : Profession du père : Profession de la mère :	Classe :
1) Un ATOME , pour toi, qu'est-ce que c'est ?		1) Une MOLÉCULE , pour toi, qu'est-ce que c'est ?	
2) Où peut-on trouver, à ton avis, des atomes ?		2) Où peut-on trouver, à ton avis, des molécules ?	
3) Quelle est, selon toi, la taille des atomes ?		3) Quelle est, selon toi, la taille des molécules ?	
4) D'où tires-tu tes informations ?		4) D'où tires-tu tes informations ?	
5) Pourrais-tu dessiner un atome ? Fais-le ci-dessous (ou derrière si tu n'as pas assez de place).		5) Pourrais-tu dessiner une molécule ? Fais-le ci-dessous (ou derrière si tu n'as pas assez de place).	