

Des programmes de chimie à leur mise en œuvre

Monique GOFFARD

Membre du Groupe Technique Disciplinaire Chimie

Université Paris 7

LIREST GDSEP7

Case 7086, 2 Place Jussieu

75251 Paris cedex 05.

Résumé

Depuis la rentrée scolaire 1993-1994, au collège et au lycée, sont entrés en vigueur de nouveaux programmes de chimie. Cet article présente quelques-unes des raisons qui ont motivé l'écriture de ceux-ci autour de thèmes liés à des problèmes de la vie quotidienne. Si les programmes sont novateurs, l'innovation est-elle obligatoirement au bout du chemin ? Pas sûr...

Mots clés : enseignement secondaire, nouveaux programmes, chimie, thèmes de la vie quotidienne.

Abstract

Since the start of the school year 1993-1994, in secondary schools, new syllabuses in chemistry have been coming into effect. This article sets out the grounds on which these syllabuses have been built, around themes related to everyday life problems. If these syllabuses are breaking new ground, will this path lead inevitably to innovatory teaching ? It's not sure.

Key words : secondary school, new syllabuses, chemistry, everyday life themes, teaching.

Construire de nouveaux programmes dans une discipline conduit à s'interroger sur des problèmes fondamentaux, par exemple en chimie.

Quelles sont, actuellement, les connaissances de base que devrait posséder tout citoyen qui a suivi des cours d'enseignement secondaire et qui poursuivra ou non un cursus scientifique ou des études en chimie ?

Comment former en même temps des élèves ayant des projets différents : ceux qui n'étudieront la chimie que jusqu'en classe de troisième ou seconde, ceux qui poursuivront leurs études en sciences et ceux, les moins nombreux, qui les poursuivront en chimie ? Les connaissances que doivent acquérir dans cette discipline le citoyen moyen et le futur chimiste sont différentes et ne sont peut-être pas de même nature ; comment satisfaire des demandes ou des besoins aussi divers ? Cela est-il même possible ?

Quelle place accorder aux modèles dans l'enseignement de la chimie ? Doit-on considérer la chimie comme une science qui a élaboré ses modèles une fois pour toutes, ceux-ci étant alors à acquérir par les élèves coûte que coûte, ou plutôt comme une science qui se pratique, évolue, qui possède ses démarches et ses techniques propres ? Comment initier les élèves à ces démarches et ces techniques, alors que les recherches en didactique sur ces points sont balbutiantes et que les exemples des pays étrangers relèvent de traditions culturelles différentes des nôtres ? Quelle image souhaitons-nous donner aux élèves de la chimie comme activité scientifique ?

Comment faire percevoir aux élèves qu'un très grand nombre de matériaux, de produits de consommation courante sont en relation avec la chimie ? Comment faire prendre conscience que cette dernière contribue à résoudre des problèmes de nutrition, de santé, d'environnement par exemple ? Comment faire admettre qu'un corps pur possède les mêmes propriétés qu'il soit naturel ou synthétique ? Comment s'opposer au sens commun qui veut qu'un produit synthétique soit dévalorisé par rapport à un produit naturel ? Comment enfin développer l'idée que les industries chimiques constituent un secteur important pour l'économie ? En d'autres termes, faire comprendre que la chimie qui s'apprend à l'école n'est pas séparée du monde dans lequel nous vivons ?

Dire que nous avons répondu à ces questions serait illusoire et prétentieux ; dire que nous avons essayé d'apporter des éléments de réponses à certaines d'entre elles serait probablement plus juste ; dire que l'on aurait pu faire autrement et mieux est évident.

1. LES ÉLÉMENTS DE RÉPONSES QUI ONT MOTIVÉ LES CHOIX

1.1. L'approche thématique

Il nous a paru important que tout citoyen reçoive dans sa formation des notions de base sur la réaction chimique et des modèles simplifiés de l'atome, la molécule, les ions. Mais il nous a semblé tout aussi important que ces notions soient enseignées dans un contexte social, historique ou économique. C'est pourquoi nous avons distingué les objectifs de l'enseignement des trois premières années (élèves de 13 à 16 ans) qui s'adresse à tous les élèves, de ceux des deux suivantes (17-18 ans) au cours desquelles les élèves commencent à se spécialiser.

L'approche thématique que nous avons adoptée permet de moduler l'accent mis sur les aspects conceptuels ou sur ceux liés à l'environnement. Ainsi, par exemple en classe de quatrième, le thème porte sur *la chimie et l'alimentation : les eaux et les boissons* ; certains paragraphes sont consacrés à l'introduction de la notion de molécule ou d'atome, d'autres s'intitulent "*le goût et la couleur des boissons*". En classes de première et terminale scientifiques l'accent est mis, à travers les thèmes *chimie et énergie ou chimie, santé, hygiène et beauté*, sur des concepts comme ceux d'oxydoréduction, d'acidobasicité ou d'énergie de liaison. En série littéraire, les aspects conceptuels sont mineurs et l'approche est plutôt historique ou socio-économique et, en série "médico-sociale", les connaissances sont reliées à des problèmes de santé ou d'hygiène.

Le choix d'un thème a été opéré en fonction de différents critères :

- les concepts qu'il permettait d'introduire à un niveau d'enseignement donné,
- les activités qui pouvaient, à travers lui, être proposées aux élèves.
- l'intérêt qu'il pouvait susciter auprès des élèves.

Cela a entraîné des contraintes de différents ordres ; tout d'abord sur le choix des concepts. Par exemple, la classe de seconde est une classe d'orientation charnière ; on peut penser qu'à partir de là certains élèves entendront peu parler de chimie ; aux programmes de cette classe figuraient la définition du pH, l'équilibre d'autoprotolyse de l'eau et des développements sur les acides et les bases. Ces notions sont-elles fondamentales pour le citoyen ou celui-ci n'a-t-il besoin, à la limite, que de savoir que certaines substances sont acides ou basiques et qu'une échelle de pH permet cette classification ? Les thèmes choisis pour la classe de seconde ne permettaient pas de maintenir un apprentissage conséquent des notions d'acidobasicité ; celui-ci est reporté en classe de terminale. Certains thèmes n'ont pu être retenus faute d'activités expérimentales suffisantes. Par exemple, en classe littéraire, nous souhaitions aborder des questions liées à la chimie et la peinture ; trouver six séances de travaux pratiques n'a pas été jusque-là possible ; ce thème sera probablement abandonné. De même des choix ont dû être faits sur

les activités expérimentales proposées ; par exemple, le thème de la classe de quatrième porte sur les boissons, nous souhaitons que les élèves réalisent des chromatographies, celles-ci doivent porter sur des produits alimentaires et non sur des encres ou des peintures.

1.2. La chimie, activité scientifique à laquelle les élèves doivent être initiés

L'atome existe-t-il en tant que tel ou n'est-il qu'un modèle performant ? Posée ainsi, la question semble provocante, mais la lecture des anciens programmes et les recherches menées sur certains manuels (Andersson, 1990 ; Larcher et al., 1990) montrent qu'elle mérite d'être posée. Les modèles doivent-ils être donnés d'emblée comme une construction *a priori* ou peut-on initier les élèves à des démarches de modélisation ? Nous avons pensé que les modèles construits par les chimistes avaient, pour le moins, des visées explicatives et prédictives de phénomènes (Chomat et al., 1992) et qu'ils ne pouvaient, en situation d'enseignement, être introduits qu'après que des expériences auraient suscité des questions de la part des élèves.

Nous pensons qu'il est important de distinguer avec les élèves, entre faits d'observation et interprétation, entre description phénoménologique et description modélisante. L'ambiguïté qui était présente dans les anciens programmes ne devrait pas subsister. Aussi, les programmes élaborés pour les classes de quatrième à seconde incluse peuvent être lus de la manière suivante : une partie permettant à l'élève de manipuler, à l'enseignant de susciter un certain nombre de questions, est constituée d'un ensemble de faits d'expériences sur lesquels l'enseignant peut s'appuyer lors d'une phase de structuration, phase au cours de laquelle un modèle est introduit. Le modèle étant exposé, il peut être utilisé dans une phase de réinvestissement.

Cette démarche s'oppose aux pratiques habituelles des enseignants. Par exemple, en classe de seconde, on avait coutume de commencer le programme par l'étude du modèle de l'atome constitué d'un noyau et d'électrons répartis en couches, ce modèle servait d'introduction à la classification des éléments. Actuellement trois sous-thèmes sont au programme : *la chimie dans les champs et les jardins, les éléments chimiques du globe et de l'univers et pétroles et gaz naturels : les brûler ou les transformer ?* Cet ordre n'est pas anodin. Un des objectifs du premier sous-thème est de donner des références sur lesquelles le modèle pourra être introduit dans la partie suivante. Il n'y a pas là de concept nouveau abordé, mais les élèves et le professeur d'une même classe auront rencontré, à l'aide de ce sous-thème, un ensemble de substances, de réactions, d'éléments chimiques. Il sera alors possible d'aborder, avec cette base commune, dans un contexte déterminé, la classification des éléments.

Par ailleurs, dans le même ordre d'idées, des recherches en didactique de la chimie ont montré que certains concepts n'étaient pas faciles à construire par les élèves : la notion de corps pur notamment, et l'incompréhension qui en résulte, entraîne des difficultés lors de l'étude des réactions chimiques (Stavridou, 1990 ; Solomonidou, 1991) ; les élèves sont capables de résoudre des exercices de type algorithmique faisant intervenir des équations de réactions chimiques, mais éprouvent des difficultés à décrire, au niveau particulaire, les transformations subies par les réactifs intervenant dans ces mêmes réactions (Lythcott, 1990 ; Nakhleh & Mitchell, 1993).

Il nous a semblé que les notions de corps pur et de réaction chimique sont importantes si l'on veut que les élèves, quels qu'ils soient, connaissent le domaine d'étude de la chimie ; si ces deux notions sont difficiles, il est probablement nécessaire de s'y attarder. Par exemple, il est prévu, dès la classe de quatrième, et au moins jusqu'en seconde, de faire construire par les élèves et le professeur la "carte d'identité" des corps purs rencontrés, c'est-à-dire de rassembler les propriétés physico-chimiques étudiées qui caractérisent le corps pur et la formule chimique qui le symbolise.

L'activité de l'élève nous a paru être une composante fondamentale de l'initiation aux démarches et techniques propres à la chimie.

Parmi toutes les activités qui concernent les élèves, nous avons attaché une attention particulière aux expériences de travaux pratiques et aux activités de documentation.

L'objectif des travaux pratiques est, bien sûr, de faire manipuler les élèves, de les familiariser avec un certain nombre de techniques. Celles-ci sont indissociables des démarches du chimiste. Comment parler de corps pur si on ne sait pas l'extraire et le caractériser ? Comment faire comprendre l'objet d'étude de la chimie si on ne fait pas fabriquer un produit par les élèves ? Dès la classe de quatrième, sont introduites des techniques simples de séparation ou d'analyse : filtration, décantation, et plus élaborées comme l'extraction, la distillation ou la chromatographie. Celles-ci sont reprises, développées, diversifiées tout au long du cursus scolaire. Les techniques de dosages divers sont introduites au lycée : dosages acidobasiques et d'oxydoréduction mais aussi spectrophotométriques ou de précipitation. De plus, à chaque niveau, autant que possible, il est prévu une préparation d'un produit : un arôme, un matériau plastique ou autre, une base utilisée en parfumerie ou un médicament...

Les activités de documentation visent un objectif particulier et nouveau de formation. Toute activité scientifique nécessite, à un moment ou un autre, un travail de documentation et nous avons pensé que seul un enseignant en sciences pouvait aider les élèves dans cet apprentissage, les professeurs de lettres n'ayant pas, en sciences, une formation suffisante.

1.3. La chimie : activité humaine insérée dans la vie socio-économique

Pour bon nombre de Français, l'image de la chimie est négative : chimie est synonyme de pollutions dangereuses. Comment le nier, il en va souvent ainsi pour les techniques en développement. Mais il faut conduire les Français à considérer les autres aspects : les progrès de la médecine ou de l'agriculture sont dus aux avancées des recherches en chimie. Et l'on peut penser que ces mêmes recherches permettront de trouver les parades aux pollutions.

Afin de travailler à donner une image de la chimie plus conforme à la réalité, nous avons voulu construire des programmes qui puissent donner aux élèves l'envie de mieux connaître cette science et, au-delà, d'en faire leur métier.

Dans cette perspective, une voie intéressante a été ouverte par l'organisation des Olympiades de la chimie et le succès qu'elles ont rencontré auprès des élèves. L'approche thématique, les sujets touchant aux questions de la vie quotidienne, l'accent mis sur les manipulations plus que sur les grandes explications théoriques, ont été parmi les causes de ce succès et nous avons cherché à tirer profit de cette expérience. Les programmes que nous avons élaborés offrent des prolongements aux Olympiades. Les représentants de l'Union des Industries Chimiques dans le groupe technique nous ont souvent aidés en nous alertant sur des produits ou des procédés abandonnés ou, au contraire, en voie de développement.

Les thèmes que nous avons choisis ancrent l'étude de la chimie dans notre environnement quotidien. Nous en rappellerons les titres :

- chimie et alimentation : les eaux et les boissons (quatrième) ;
- la compétition des matériaux (troisième) ;
- ressources naturelles, chimie, environnement (seconde) ;
- chimie et énergie (première scientifique) et chimie et lumière (option de sciences expérimentales) ;
- les molécules de l'hygiène et de la santé (première sciences médico-sociales).

Sont en préparation les programmes des premières littéraire et économique et sociale. Quatre thèmes seraient proposés au choix : deux portant sur la liaison chimie et santé et deux sur l'approche chimique des problèmes de l'environnement ; enfin en terminale scientifique seraient étudiées les molécules de l'hygiène, de la beauté et de la santé.

2. COMMENT LES PROGRAMMES S'APPLIQUERONT-ILS ?

Avec les programmes, nous avons conçu des documents d'accompagnement qui s'adressent aux enseignants. Ces documents donnent des exemples de mise en œuvre des programmes et proposent différentes activités expérimentales, documentaires ou d'évaluation. Ils permettent d'explicitier les intentions du groupe technique.

Ces programmes permettront-ils que l'enseignement de la chimie évolue dans le secondaire ? C'est possible mais non certain.

Les nouveaux programmes ouvrent des pistes pour une rénovation et donnent aux enseignants qui le souhaitent des possibilités d'agir autrement. En effet, nous avons conçu ces programmes en termes de questions, certaines apparaissent explicitement dans la rédaction, par exemple "*les eaux potables sont-elles pures ?*", d'autres sont implicites et l'enseignant peut trouver des occasions d'en développer. Une approche de type résolution de problèmes est donc possible. Une méthode pédagogique consisterait à faire émerger un problème à propos, par exemple, des boissons ou du choix d'un matériau ou de l'utilisation des matières premières, de chercher, avec les élèves, des éléments de réponses, en mettant en place des situations d'apprentissage diversifiées permettant activités expérimentales, documentation, structuration des connaissances.

Une telle approche est possible mais n'est pas la seule. Elle s'appuie sur une conception de l'apprentissage qui affirme que l'élève construit ses connaissances lui-même, et vise à mettre en pratique de telles idées. Elle suppose que l'enseignant mette en place des situations au cours desquelles l'élève est autonome, utilise ses possibilités et son savoir. Elle implique donc que l'élève puisse interpréter les phénomènes avec les connaissances qu'il possède. Les conceptions ou représentations construites par les élèves auront alors droit de cité dans la classe, ne seront pas considérées comme des erreurs et pourront être discutées, à charge pour l'enseignant de faire apparaître les éléments de validité ou les limites de ces représentations.

Une telle conception appelle information et formation des enseignants et peu d'actions sont prévues, en ce sens, en formation continue. De plus les réticences sont fortes, tout d'abord du côté institutionnel. Un exemple permet de mesurer les obstacles à vaincre. Dans le projet de programme de la classe de troisième, figurait explicitement la possibilité pour l'élève de "*concevoir et réaliser un protocole expérimental en respectant les consignes de sécurité*" ; lors de la concertation avec les organisations syndicales, celles de spécialistes et l'Inspection Générale, puis lors de l'adoption du texte définitif par les instances administratives, le terme "concevoir" a disparu. L'élève ne peut qu'exécuter, il n'a pas le pouvoir d'imaginer.

Les réticences sont fortes aussi de la part des enseignants. Un article récent de cette revue (Désautels et al., 1993), a indiqué le rôle de l'épistémo-

logie des enseignants dans leur pratique professionnelle. Les enseignants lisent les programmes avec ce qu'ils savent, ce qu'ils savent faire, ce qu'ils ont l'habitude de faire. Ainsi lors des journées d'information consacrées aux programmes de la classe de seconde, les questions le plus souvent posées ont été : pourquoi avoir mis la classification des éléments en deuxième partie et non au début ? Avons-nous le droit de commencer par la deuxième partie ? En somme, de faire comme avant ?

Il est effectivement possible de faire des programmes une lecture uniquement conceptuelle. On s'aperçoit alors que les concepts de la chimie qui étaient enseignés dans le secondaire sont toujours là, pratiquement aux mêmes niveaux d'enseignement. Il est possible de ne s'intéresser qu'aux modèles que construit le chimiste, de les faire apparaître comme figés ; il est possible d'enseigner la chimie en dehors de tout contexte.

Une autre dérive tout aussi grave est à mon avis possible. Commencer par des faits expérimentaux avant d'introduire les éléments de structuration, peut aboutir à faire dériver les modèles construits des expériences, à inscrire, en quelque sorte les modèles dans celles-ci, alors que l'enseignant ne peut interpréter l'expérience que parce qu'il possède déjà le modèle. Le danger est grand si nous n'y prenons pas garde. Là encore la formation des enseignants joue un rôle important.

CONCLUSION

Parmi les préoccupations des concepteurs, deux d'entre elles ont joué un rôle important : mieux articuler programmes de chimie et évolution du monde moderne et donner toute leur place aux activités des élèves.

En écrivant ces programmes, nous n'avons pas immédiatement mesuré l'ampleur des changements qu'ils entraînaient. Changement dans les conceptions de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, changement dans la formation des enseignants qui, tout en restant disciplinaire, doit s'étendre à d'autres domaines comme ceux de l'histoire de leur discipline, de l'environnement ou des conceptions développées par les élèves.

Les réticences sont grandes et certains n'hésiteront pas à se cacher derrière le bouclier financier pour éviter une remise en question des contenus et des méthodes actuelles. Les rédacteurs des programmes ne peuvent qu'ouvrir des pistes de réflexion, la balle est à présent dans le camp des législateurs et des formateurs, formateurs d'enseignants, d'apprentis-enseignants, d'élèves.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSSON B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (âge 12-16). *Studies in Science Education*, n° 18, pp. 53-85.

CHOMAT A., LARCHER C. & MÉHEUT M. (1992). Modèle particulière et démarches de modélisation. In J.-L. Martinand (Dir.), *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP, pp. 119-169.

DÉSAUTELS J., LAROCHELLE M., GAGNÉ B. & RUEL F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences : le virage épistémologique. *Didaskalia*, n° 1, pp. 49-67.

LARCHER C., CHOMAT A. & MÉHEUT M. (1990). A la recherche d'une stratégie pédagogique pour modéliser la matière dans ses différents états. *Revue Française de Pédagogie*, n° 93, pp. 51-62.

LYTHCOTT J. (1990). Problem solving and requisite knowledge of chemistry. *Journal of Chemical Education*, vol. 67, n° 3, pp. 248-252.

NAKHLEH M.B. & MITCHELL R.C. (1993). Concept learning versus problem solving. *Journal of Chemical Education*, vol. 70, n° 3, pp. 190-192.

SOLOMONIDOU C. (1991). *Comment se représenter les substances et leurs interactions ? Étude chez de jeunes élèves du collège*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.

STAVRIDOU H. (1990). *Le concept de réaction chimique dans l'enseignement secondaire. Étude des conceptions des élèves*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.