

“quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés”

Gaston Bachelard

Depuis plus de dix-sept ans maintenant, mes activités professionnelles m'amènent à observer d'assez près des élèves et à discuter avec leurs professeurs. La fréquentation familiale des enfants et de leurs parents s'ajoutant à cela, j'ai éprouvé le besoin et, la Société Française de Chimie m'ouvrant ses colonnes, j'en ai la possibilité, de livrer quelques réflexions sur l'enseignement de la chimie et de la physique.

Si je voulais définir en très peu de mots ma “philosophie” en la matière, je dirais qu'il nous faut :

- Œuvrer dans le sens d'une *pédagogie plus adaptée à la réalité du public*, public qui n'est pas plus mauvais qu'autrefois comme l'affirment certains, mais qui est simplement différent.
- Chercher, par le contact avec d'autres milieux professionnels de notre pays, mais aussi de pays étrangers, à *relativiser notre point de vue*.

Une idée assez banale

Nos élèves ne sont ni réellement pires, ni franchement meilleurs que par le passé. Les enfants sont plus ouverts, mais - est-ce leur faute ? - plus dispersés : leurs acquis sont plus larges et, corollaire évident, moins profonds. La question n'est plus de savoir s'il y a là motif à regretter le passé. Il faut s'accommoder de cette nouvelle situation et, mieux, l'exploiter.

Il est certain que les élèves sont a priori intéressés par ce qui les entoure mais, et cela n'est pas toujours perçu, ont des attentes relativement précises vis-à-vis de notre enseignement.

Une enquête particulièrement sérieuse et décapante de Régine Boyer et Andrée Tiberghien, publiée par l'Union des Physiciens **, sur l'opinion de professeurs et d'élèves au sujet de l'enseignement des sciences physiques, est révélatrice.

On peut presque dire que les attentes des deux catégories sont diamétralement opposées :

En fait leurs comportements relèvent de plusieurs logiques implicites :

“- celle du *système éducatif* avec ses programmes et ses modes d'évaluation qui définissent la réussite scolaire,

- celle de la *discipline* qui peut être considérée :

• soit comme une *discipline objet* : le but de l'enseignement est alors la maîtrise par les élèves du savoir de la discipline,

• soit comme une *discipline instrument*, le savoir scientifique étant dans cette perspective utilisé à d'autres fins, par exemple sociales et/ou techniques,”

et, “si les contraintes du système éducatif pèsent aussi fortement sur les représentations des uns et des autres, professeurs et élèves s'écartent considérablement sur les choix concernant les enjeux

du savoir disciplinaire enseigné : développement de la connaissance scientifique (choix des enseignants) ou *utilisation sociale de ce savoir* (choix majoritaire des élèves)”.

Il y a donc dans l'enseignement de la chimie et de la physique un problème de fond.

Mais il y a aussi un problème de forme que je vais aborder, tout d'abord :

Quelques observations quant à la forme de l'enseignement des sciences

1. - On voit peut-être, d'après ce qui précède, se profiler le spectre, tant redouté de certains, de la vulgarisation. Il n'y a pas à craindre cette approche à condition que chacun joue le jeu ! On rencontre des classes où souffle un air vivifiant parce que, dans le cadre actuel du programme officiel et de ses instructions, le monde extérieur pénètre largement l'école sans le moindre manque de rigueur.

Un exemple : lors de chaque contrôle, outre les 20 points alloués aux exercices traditionnels, on offre 2 ou 3 points aux élèves qui répondent à des “questions d'actualité” relatives à des nouvelles scientifiques récentes, vues à la télévision, entendues à la radio, lues dans les journaux, ou bien à des informations non évoquées en cours, mais figurant sur le livre de la classe.

Il est donc possible d'intéresser les élèves aux sciences. Mais soyons attentifs aux risques de dérapage :

- le premier est la *tentation de la démagogie* : l'ouverture sur l'extérieur est souvent interprétée comme un abandon des programmes et des finalités de l'enseignement, tels que décrits par les textes actuels ou à venir, au profit d'un papillonnage au gré des demandes des élèves ;

- le second écueil à éviter est celui qui consiste à croire qu'expliquer quelque chose nécessite que l'on revienne aux principes qui le sous-tendent. Lorsqu'un élève de 4^e demande ce qu'est un laser, il ne demande pas de lui expliquer comment cela fonctionne, il n'a pas envie qu'on lui parle d'inversion de population. Il souhaite simplement être conforté dans ses acquis sur le sujet, ou que ceux-ci soient clairement infirmés. Au fond, lorsqu'une classe pose une question sortant nettement du cadre du programme, il faut, me semble-t-il, commencer par s'assurer de l'état des connaissances des élèves. On s'aperçoit que le besoin est avant tout de connaître l'aspect fonctionnel du sujet et celui-ci est souvent assez clair dans l'esprit des élèves.

2. - *Grave et extrêmement sournoise* est la *distorsion entre le champ sémantique* des enseignants et celui des apprenants ou des interlocuteurs (car le problème n'est pas limité au cas des seuls élèves de lycées ou collèges). Les mots ont des significations différentes, voire antithétiques, entre notre milieu et les autres.

Inspecteur pédagogique régional/inspecteur d'académie, Rectorat, 2, Esplanade Grand Siècle, 78007 Versailles Cedex.

* Prix de la division “Enseignement de la chimie” de la Société Française de Chimie, en 1990.

** N° 712 (mars 1989).

Deux exemples :

- prenons le mot équilibre en mécanique ou en chimie : il signifie que l'antagonisme des causes (forces, réactions) étant total, on se trouve dans un état de repos au moins apparent. Mais dans la langue courante, il a manifestement la signification limitative d'instabilité : "le crayon est posé en équilibre sur le bord de la table" sous-entend qu'il risque de tomber !

- le mot hypothèse, qui implique dans le jargon scientifique, solidité de la base de départ, signifie presque le contraire dans la langue de tous les jours, "c'est une hypothèse" signifie que le contraire serait tout à fait imaginable...

Songeons alors à ce qui se passe dans le conscient ou, pire, dans le subconscient des élèves devant de semblables situations.

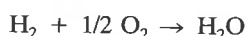
Plaignons ce pauvre élève de sixième, mari d'apprendre que l'air est un gaz, alors que tous les jours passe devant chez lui un camion arborant l'information arrogante : "air liquide" !

Nous n'aurons plus à plaindre, pour cela et pour ce qui suit, les élèves des premières classes de collège puisqu'ils ne feront plus de chimie et de physique : mais, tout de même, songeons à leur désarroi lorsqu'on leur demandait de citer les propriétés de l'état liquide ? les propriétés sont-elles à la montagne, à la mer ou à la campagne ?

Ces exemples d'écueils se réfèrent plus à la physique qu'à la chimie. Ce n'est peut-être pas fortuit : c'est peut-être une des chances de la chimie que d'être une science qui crée son vocabulaire en même temps que le concept qu'il décrit. Par rapport à la physique ou aux mathématiques, et de façon similaire aux sciences biologiques ou géologiques, le vocabulaire propre de la chimie est immense. Ceci n'est pas sans créer des problèmes au niveau de l'enseignement puisque on reproche assez couramment à la chimie de trop demander à la mémoire (nous y reviendrons). Mais, en contrepartie, les élèves n'éprouvent pas trop de difficultés, semble-t-il, à se démarquer du vocabulaire courant. Il y a assez peu de mots en chimie, sauf peut-être le mot "équilibre" justement, qui se prêtent à des remarques du type de celles faites tout à l'heure.

Cela dit, nous ne sommes pas totalement innocents en ce domaine. En voici un exemple :

La lecture de la ligne qui suit ne crée pas d'émoi particulier dans l'esprit du chimiste :



Et pourtant, si on écrit maintenant :

$$a > b \rightarrow b < a$$

Il est évident que les deux flèches n'ont pas la même signification :

Dans le second cas, la proposition $a > b$ ne cesse pas d'être vraie pour autant qu'elle entraîne la proposition $b < a$. Les deux propositions coexistent.

Au contraire, à condition que l'on ait mis le mélange dihydrogène/dioxygène en mesure de réagir, ce qui est la moindre des choses, la proposition "il existe $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2$ " est incompatible, au sens du bilan d'une réaction, avec la proposition "il existe H_2O ".

La difficulté d'interprétation de ce symbole existe dans l'esprit des élèves de seconde voire de première.

Rassurons-nous cependant : tout ceci n'est pas trop grave dans la mesure où le professeur le sait et pense à soulever et régler ce problème, mais encore faut-il qu'on le dise, ce qui est fait...

Observations quant au fond

Elles sont dictées, pour certaines, par la fréquentation assez assidue du jury des Olympiades internationales de la chimie.

La France figure très honnêtement dans cette compétition : rappelons que, en 1990, l'équipe de notre pays s'est située à la sixième place sur vingt-huit nations. Mais, malgré la qualité des candidats, malgré le dévouement et la ferveur des enseignants qui assurent la préparation, nous n'avons pas encore réussi à hisser un ou des élèves au niveau de la médaille d'or. A cela il y a en fait de multiples raisons.

- On peut en retenir une première, qui a ses racines très profondément ancrées dans notre mode d'enseignement de la chimie et qui est maintenant bien reconnue : *nos enfants ne connaissent pas la chimie de base*. Nous avons trop tendance, solidement assis sur nos dix, vingt, trente ans ou plus de chimie active, à penser qu'il est inutile de connaître toutes ses prémices.

Ainsi, lorsque quelqu'un écrit le mot soufre (parlons par exemple de l'élément), une foule de concepts, de noms et propriétés de composés, voire de valeurs numériques, surgissent dans nos esprits, peut-être seulement dans notre subconscient, mais nous sommes prêts à structurer ou restructurer un modèle préexistant en fonction des informations que l'on nous demande d'accueillir.

Il fut un temps où cela était aussi possible pour les élèves. On ne le regrette certes pas totalement, mais il est certain que l'on a été trop loin dans l'autre sens. La culture chimique de base est faible, voire nulle chez nos enfants.

Entre la monographie que nous avons, pour certains, acceptée sans grand enthousiasme en tant qu'élèves, et la modélisation approximative que nous avons connue récemment il y a un terme moyen.

Cela dit, et revenant sur une affirmation énoncée plus haut, ne craignons pas d'affirmer que le professeur de chimie doit annoncer courageusement à ses élèves que cette science n'est vraiment maîtrisée que lorsqu'on accepte de faire un effort mnémotechnique important : combien voit-on de candidats bloqués lors d'une épreuve parce qu'ils ignorent la formule d'un composé pourtant très commun.

Ce que l'on ne dit pas assez, c'est que, à la différence de la physique, la chimie n'est pas modélisable avant la classe de première, et encore très modestement :

- très tôt un élève possède en physique des modèles parfaitement valables : la loi d'Ohm, la formule de la puissance électrique, etc., tout ceci est extrêmement sécurisant ;

- rien de tel en chimie : aucun modèle simple ne permet de prévoir, avant d'avoir été initié au concept de potentiel redox, le sens d'une réaction redox.

- Un second point semble très préoccupant, qui concerne toutefois avant tout la catégorie (majoritaire) des élèves dits non scientifiques : la chimie et la physique se réduisent à ce que l'on sert pour telles dans les classes. Il ne leur vient pas vraiment à l'esprit que l'électronique, le laser, l'exploration de l'espace, les matériaux nouveaux, les médicaments nouveaux... aient un rapport avec lesdites sciences !

Interrogeant en janvier 1991 de bons élèves d'un excellent lycée professionnel sur d'éventuelles applications de la physique et de la chimie dans la vie de tous les jours, je me suis seulement attiré une unanimité de moues étonnées.

Plus grave, des élèves de terminale C d'un très bon lycée n'ont pas pu me citer deux grandes découvertes en chimie et en physique dans les cinquante dernières années !

Nous avons donc un sérieux travail de publicité à entreprendre : dire tout simplement qui nous sommes, à quoi nous servons.

- Enfin, une dernière question : notre conception des livres scolaires, structurée par année d'étude et section - 4^e, 3^e, ... 1^{re} S, 1^{re} AB, ... - est-elle la seule possible ?

Et la meilleure ? Ce n'est pas sûr.

Ne pourrait-on pas imaginer des ouvrages ou des opuscules longitudinaux, c'est-à-dire traitant d'un grand sujet (l'oxydoréduction par exemple) d'un niveau élémentaire à un niveau termina-

le, et sans doute légèrement au-delà, avec un balisage clair en ce qui concerne les acquis contractuels en vue du baccalauréat, mais aussi la possibilité pour tout élève à tout niveau d'aller plus loin s'il le désire.

Dans notre pays ces livres restent à faire.

Mais est-il interdit d'y penser ?

Conclusion

Je ne voudrais pas que mes propos paraissent en aucune façon pessimistes. En fait, à la plupart des problèmes rencontrés il y a une solution, souvent très simple. Dans bien des cas, même, la solution est donnée par la seule prise de conscience du problème.

J'ai donc bon espoir :

La participation de notre pays aux Olympiades internationales de la chimie est désormais régulière. Elle mériterait seulement un peu plus de publicité !

Les Olympiades nationales de la chimie connaissent un succès exceptionnel : elles sont devenues un événement majeur dans beaucoup de lycées.

Les Olympiades nationales de physique voient le jour.

Dans tous les cas, le milieu professionnel et celui de la recherche sont parties prenantes et déterminantes. Des liens très étroits sont enfin liés entre l'enseignement secondaire, les universités et l'industrie.

Un grand pas est franchi : désormais la chimie ou la physique des lycées et collèges et celles des laboratoires, ainsi que de l'industrie, sont les mêmes. On avait failli en douter !

La sécurité dans les laboratoires d'enseignement de chimie

Bernard Montfort

(Département Chimie IUT, Besançon)

L'adaptation pour le public francophone de "Safety in the School Laboratory" de T.R. Hitchings, monographie publiée par le Comité pour l'Enseignement de la chimie de l'IUPAC (IUPAC-CTC), s'insère dans une action internationale pour développer la sécurité dans les laboratoires d'enseignement. Elle vient après les adaptations en espagnol et en portugais déjà parues ou en cours de parution.

Il s'agit d'un guide concis, complet, simple, facile à lire et peu onéreux qui est destiné à aider les enseignants de chimie dans la pratique de leur métier, particulièrement ceux qui débutent ou ceux qui n'ont pas l'aide journalière de personnels très qualifiés, collègues ou techniciens.

Ce fascicule, de 32 pages, aborde rapidement et simplement la plupart des questions sur la sécurité que peut ou doit se poser tout enseignant qui assure des travaux pratiques ou effectue des démonstrations expérimentales, depuis l'école primaire jusqu'à l'université. Il indique les précautions élémentaires permettant d'éviter les accidents les plus fréquents et, dans le cas où l'un de ceux-ci se serait produit, il propose les conduites d'urgences à tenir.

Il ne s'agit pas de décourager, mais de montrer que la chimie peut être une activité motivante et enrichissante tout en maintenant un niveau de risque très bas dans les laboratoires.

Édité par la division "Enseignement de la chimie" de la Société Française de Chimie pour permettre une diffusion la plus large possible, ce fascicule est proposé à un prix très compétitif, pratiquement équivalent au coût d'une reproduction par photocopie. Il pourrait également servir de point de départ à une réflexion plus spécifique sur les problèmes rencontrés par les enseignants français dans ce domaine.

On peut l'obtenir en s'adressant à la division "Enseignement de la chimie" de la SFC, M^{me} D. Cros, Université de Montpellier II, case 016, 34095 Montpellier Cedex 5.

Suivant les quantités commandées, le prix est le suivant :

- de 1 à 19 exemplaires 20 FF l'unité (port compris),
- de 20 à 99 exemplaires 15 FF l'unité (port compris),
- à partir de 100 exemplaires 12 FF l'unité + port en sus.