

# Quels savoirs enseigner dans les lycées ?

Colloque sur l'enseignement de la chimie, Bordeaux

**Alain Gaudemer\*** professeur, président de l'université Paris-Sud,  
**Jacques Delaire** professeur à l'ENS Cachan,  
**Danièle Fauque** professeur au lycée Stanislas,  
**Jean-Michel Lefour** professeur à l'École polytechnique,  
**Nicole Leray** maître de conférence honoraire.

« **Q**uels savoirs enseigner dans les lycées ? », tel était le titre de la consultation nationale organisée par le ministre de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, Claude Allègre, les 28 et 29 avril 1998. Pour préparer ce colloque, des journées disciplinaires ont eu lieu dans le courant du mois d'avril avec pour objectif de faire un état des lieux de l'enseignement de la discipline au lycée et d'élaborer des propositions d'évolution des méthodes pédagogiques et, éventuellement, des contenus. La journée consacrée à l'enseignement de la chimie a regroupé, à Bordeaux, une cinquantaine de participants, enseignants du secondaire, membres de l'Inspection générale, inspecteurs pédagogiques régionaux, enseignants du supérieur, didacticiens, responsables d'associations.

Il nous a paru intéressant de répondre à une double interrogation : comment notre discipline, nécessaire à la culture de l'ensemble des citoyens, peut-elle, d'une part, être aussi générale que possible et donc dispensée à tous, car sa connaissance est indispensable à la prise de nombreuses décisions économiques et politiques et, d'autre part, être adaptée à former ceux qui feront de la chimie leur profession ?

Dans cette optique, nous avons choisi d'organiser la réflexion autour de trois thèmes :

- Comment intégrer la chimie dans un savoir pluridisciplinaire ?
- Quelle chimie enseigner aux non-scientifiques ?
- Quels enseignants, quelles méthodes pédagogiques pour enseigner la chimie ?

Nous présentons ici le rapport de synthèse qui a été élaboré à partir des comptes rendus des ateliers et de la discussion plénière qui a suivi.

## La chimie : discipline d'insertion dans la société civile

La chimie participe, au même titre que toutes les autres disciplines, à la culture. Elle partage, avec d'autres disciplines, un ensemble de thématiques et de méthodes

communes : observer, analyser des données, concevoir et réaliser des expériences, généraliser une loi et aller au-delà des premières interprétations. Elle contribue, par son fonds disciplinaire, au développement de disciplines voisines. Les modèles ont permis l'éclosion de la biologie structurale moderne. La physique, de son côté, a fertilisé la chimie par ses théories et ses apports instrumentaux.

En chimie, le geste et le savoir-faire expérimental sont fondamentaux. Pour acquérir une sûreté et une aisance dans ce domaine, un apprentissage d'une durée réaliste est nécessaire. Cela est rendu possible au cours des séances de travaux pratiques où l'élève s'initie aux règles du laboratoire, tant au point de vue de l'expérience à mener que de la sécurité. Confronté aux résultats de l'expérience dont il doit tenir compte, l'élève apprend l'honnêteté intellectuelle. Un tel apprentissage développe le sens de la responsabilité individuelle et collective ainsi que le savoir travailler en équipe.

On constate aussi que le chimiste étudie un réel complexe, qu'il observe des faits expérimentaux qu'il doit analyser et maîtriser. Pour cela, il doit considérer plusieurs pistes de résolution et s'adapter au concret : il apprend à travailler dans la nuance et à développer sa modestie devant la complexité des phénomènes. Les chimistes sont donc appréciés pour leur « savoir dialoguer » et leur aptitude à s'adapter à une situation professionnelle donnée. Ceci explique que leurs qualités relationnelles soient particulièrement appréciées dans des secteurs d'activité distincts de la chimie tels que la banque, l'informatique ou les assurances.

La chimie est à la fois une discipline d'enseignement et de recherche, et une activité industrielle essentielle au déve-

\* Université Paris-Sud, Centre scientifique d'Orsay, bât. 420, 91405 Orsay. Tél. : 01.69.41.74.40. Fax : 01.69.41.29.60.

loppement économique d'un pays, avec des implications innombrables dans la vie des citoyens : la formation de ceux-ci ne peut pas ne pas incorporer des notions de base en chimie.

### L'enseignement actuel de la chimie dans l'enseignement secondaire

Les programmes mis en place en 1992 répondent, dans leur esprit, aux demandes et objectifs précédents. Ils ont amélioré considérablement la situation de la chimie parmi les autres disciplines. La situation actuelle a, en effet, structuré la présentation de la discipline autour d'exemples tirés de la vie pratique (environnement, alimentation, santé, beauté). Le résultat est une meilleure appréciation de la chimie de la part des élèves et des professeurs. Cette situation a mis en première ligne la dimension culturelle, d'une part, qui permet de trouver d'autres entrées pour l'introduction des concepts fondamentaux (structures, réactivité, chimie organique...) grâce à ce « va-et-vient » entre une approche thématique plus culturelle et un enseignement plus structurel. D'autre part, l'expérimental a été profondément **renouvelé**. L'élève est davantage mis en situation quand il a à conduire une expérience mettant en jeu son initiative, son sens du groupe et sa responsabilité.

D'autre part, la dimension culturelle des programmes prend en compte que le lycée doit former **tous les citoyens** et non seulement ceux qui se destinent à la carrière de chimiste. Cette ouverture culturelle, qui porte autant sur l'évolution de la discipline, donc sur son histoire, que sur les enjeux de son développement (types d'industrie, choix agricoles liés aux engrais, problèmes planétaires...) et sur l'actualité chimique, doit être conservée, voire développée à l'avenir. La formation du citoyen averti et responsable est un des buts de la formation à la chimie et par la chimie dès le collège.

La dimension culturelle des nouveaux programmes ne semble pas avoir été toujours suffisamment prise en compte par les enseignants. Les professeurs n'ont peut-être pas toujours pris conscience que la présentation des nouveaux programmes - bien qu'elle suive une certaine logique - ne constitue pas une progression obligatoire, et qu'ils disposent d'une certaine liberté dans leurs choix pédagogiques. Toutefois, il est souhaitable de mieux les guider pour réaliser ces choix. S'il n'est pas nécessaire de développer toutes les activités relatives à une partie du programme, il faut aussi se garder d'un allègement inconsidéré qui détruirait la cohérence des programmes.

### La formation du citoyen

C'est en assurant une adéquation entre les enjeux et les contenus de l'enseignement que l'on pourra assurer une culture commune à tous, armer chacun pour qu'il puisse être responsable de sa sécurité, de celle des autres, des choix de société, des choix économiques. Cela passe aussi par l'initiation à l'histoire de la discipline, et par l'information sur l'actualité scientifique. Si l'on dégage les savoirs essentiels

communs à tous les élèves scientifiques comme non scientifiques, il faut aussi y associer une culture « locale » et « spéciale » spécifique à la filière.

Une culture « locale » est une culture d'enracinement, de véritable insertion. Elle peut s'appuyer sur des visites extérieures, des conférences, un **projet personnel** de l'élève, voire sur une archéologie industrielle. Certaines régions du Nord ou de l'Est de la France, par exemple, ont un passé prestigieux au point de vue de l'industrie chimique, souvent nié. La culture locale passe par la connaissance de ce passé et son rôle pour la vie d'aujourd'hui en ce lieu, etc.

Une culture « spéciale » se fonderait par exemple sur une culture plus technique dans les filières professionnelles, comme l'histoire de l'évolution des techniques étudiées, les conditions de l'apparition des innovations par exemple, ou l'histoire du rôle économique de la branche professionnelle choisie, l'évolution de son rôle économique. Ainsi, l'analyse de l'apparition, du développement, voire de la disparition de telle ou telle branche professionnelle ou au contraire l'évolution de son adaptation et de son modernisme peuvent assurer l'élève dans la voie qu'il a choisie, l'aider à s'intégrer dans le réseau social et dans sa région, voire à développer son initiative en terme de créations d'activités économiques.

Pour les littéraires, débattre des idées sur la matière, depuis Démocrite jusqu'à nos jours, leur fait comprendre l'enjeu représenté par l'émergence de la raison dans l'analyse du monde. La prise de conscience de la recherche passionnée d'une explication rationnelle des phénomènes observés au cours de l'histoire leur dévoile un autre visage de la science, leur permet aussi de comprendre, enfin, ce que peut être une **méthode scientifique**.

Pour les élèves du secteur tertiaire ES, un enseignement scientifique obligatoire devrait comporter une étude du poids des réalités économiques en lien avec les développements de l'industrie chimique, le pourquoi de tel ou tel développement, les problèmes posés à l'échelle planétaire (modification de l'effet de serre, couche d'ozone, problème de l'eau potable...). Il compléterait leurs connaissances générales relatives au type d'études poursuivies en leur donnant une dimension de responsabilité consciente des enjeux basée sur la connaissance de l'apport positif ou négatif de la production de tel ou tel produit chimique, sur les problèmes liés à l'approvisionnement en certaines matières premières, etc.

Enfin, pour les élèves de la série S, une visibilité plus nettement affichée des conditions d'émergence et des applications des concepts qu'ils étudient permettrait une meilleure compréhension de ces derniers. En effet, l'esprit ne retient que ce qui le sert, c'est-à-dire favorise l'acquisition de réponses positives aux problèmes qu'il se pose. Dans le développement de leur culture scientifique, histoire et dimension contemporaine, d'une part, et pratiques expérimentales, d'autre part, doivent être les deux tuteurs.

Les applications de la chimie à grande échelle, comme l'industrie chimique, sont totalement inconnues des élèves qui considèrent la chimie uniquement comme une activité d'école, liée aux quelques expériences faites en classe ou en TP. L'inscription de la chimie comme partie importante de l'économie nationale, et pourquoi elle l'est, reste ignorée.

Cette inscription dans un enseignement permettrait de répondre à cette question de la **formation de tous les lycéens, futurs citoyens**.

Se prononcer, ou plus simplement avoir un avis sur l'implantation d'une industrie chimique, l'exploitation d'une matière première, l'installation d'une usine de traitement des eaux ou des ordures ménagères, dans sa cité, ne peuvent se faire sans références scientifiques et historiques.

Si un savoir de base est défini pour tous, qu'une culture « locale » et « spéciale » peut compléter, il semble nécessaire d'y joindre son complémentaire : quelle chimie en Europe et dans le monde se pratique ou se développe, où et comment ? Par exemple, nous sommes partie prenante du problème de la dangerosité de certaines industries chimiques en Europe de l'Est, ou, autre exemple, de la gestion des ordures ménagères, bref des problèmes généraux de l'environnement témoins des enjeux économiques d'une partie de l'industrie chimique face aux problèmes planétaires.

La dimension historique et culturelle de la discipline permet, aussi, de développer chez l'élève d'autres qualités : **l'enseignement de l'histoire des sciences et des techniques et ici de l'histoire de la chimie** peut avoir un apport didactique essentiel.

Outre le savoir intrinsèque que l'histoire véhicule comme la présentation d'expériences remarquables, de protocoles expérimentaux novateurs et féconds, de récits de découvertes ou d'échecs, de théories chimiques émergentes ou concurrentes, l'histoire par ses découvertes, d'une part, et ses méthodes, d'autre part, peut contribuer grandement à la formation intellectuelle de l'élève et au développement de sa confiance en soi.

En effet :

- par sa prise de conscience que les avancées de la chimie se sont faites lentement, avec des hésitations, des erreurs, des idées de génie, avec des propositions adaptées aux connaissances de l'époque, mais à chaque fois dans le but de comprendre de façon rationnelle l'objet d'étude ; l'élève tend à valoriser sa propre démarche intellectuelle, il commence à l'appréhender, à l'analyser, à mieux l'utiliser ;

- par ses méthodes propres, l'histoire aide à l'éducation de l'esprit critique, favorise d'autres aptitudes intellectuelles, ici par exemple ce n'est pas le raisonnement mathématique qui compte mais la pensée logique seule, aide à l'acquisition d'un vocabulaire précis, répondant à des besoins mieux définis dans un souci d'ordre ou d'ordonnance des connaissances avec le recul nécessaire lorsqu'on prend conscience aussi que le vocabulaire se précise au fur et à mesure d'une meilleure compréhension d'un phénomène...

L'étude d'un texte tout autant que l'observation d'un phénomène aide l'esprit à apprendre à observer, à sélectionner les arguments, à les confronter les uns aux autres. La description d'une expérience historique est un exemple à suivre en même temps que l'on découvre que cette description est une **réécriture** qui reconforte profondément l'élève. Lui aussi doit « réécrire » sa propre pensée pour rédiger son travail. Il prend ainsi confiance en son propre processus de pensée qu'il apprend à utiliser au mieux. Il comprend mieux que, pour communiquer avec autrui, il doit lui aussi recons-

truire sa découverte, sa compréhension du phénomène selon une méthode voire un code compréhensible par tous. Le récit des tâtonnements successifs dans une découverte historique peut en quelque sorte réhabiliter le brouillon au sens large du terme, c'est-à-dire l'étape préliminaire à l'expression ordonnée par les mots et les formules de ce que l'élève a compris.

Dans une section non scientifique (telles les séries L, ES ou STT) où le rapport aux mathématiques est épineux, où il faut absolument évacuer ce qui peut rappeler un tant soit peu les exercices honnis parce qu'on les rate toujours, le rapport au texte est nettement meilleur. C'est là un outil que ces élèves utilisent spontanément et ils en tirent souvent des remarques pertinentes. Le problème réside ici dans le professeur qui hésite trop souvent à sortir des limites traditionnelles de sa discipline.

### Les travaux pluridisciplinaires encadrés

L'acquisition d'une culture à la fois commune et personnelle ne peut se faire sans initiation à l'autonomie, à l'initiative et au travail en groupe. On doit aussi acquérir une dimension pluridisciplinaire qui fait actuellement défaut.

L'interdisciplinarité pourrait être organisée et prendre la forme de **travaux pluridisciplinaires encadrés (TPE)** propres à favoriser l'esprit d'initiative, la capacité à travailler en groupe et le sens des responsabilités, toutes qualités que doivent posséder les citoyens et, en particulier, les décideurs de demain. Leur organisation suppose :

- Qu'une plage horaire leur soit réservée : les options de sciences expérimentales de 1re S ou l'enseignement de spécialité de terminale S pourraient être interdisciplinaires.

- Qu'ils s'intègrent, autant que possible, dans un projet d'établissement fédérant plusieurs classes et plusieurs professeurs de disciplines différentes. Il serait nécessaire de formaliser la part de chaque discipline dans le (ou les) thème(s) retenus.

- Qu'ils puissent s'appuyer sur des sources d'information variées et accessibles : réseaux intranet et interne, centre de documentation et d'information.

- Que ces activités ne se limitent qu'aux seules sciences. Elles devraient consister en une véritable mise en situation de l'élève devant un problème de société ou de la vie courante et nécessiteraient de sa part une utilisation des savoirs appartenant à plusieurs disciplines.

- Que, comme le tronc commun, ces activités soient obligatoirement encadrées dans le souci d'une bonne coordination de l'évolution des programmes de chimie. Chaque professeur apporterait ses compétences disciplinaires à l'élaboration du projet.

- Que ces travaux soient évalués afin de leur accorder un critère de validité, sous une forme à définir.

Un tel travail inter- et pluridisciplinaire aurait l'immense avantage de placer la science au cœur de la société et permettrait de changer le regard que trop d'élèves portent encore sur elle en la considérant retirée du monde.

## La formation des maîtres

Le nouveau regard sur la chimie, que permet un tel enseignement, ne peut être initié que si les maîtres ont été formés à cet état d'esprit.

Pour rendre plus claires les notions et plus riche la pédagogie, il est indispensable que l'enseignant maîtrise bien la discipline, ici la chimie, qu'il doit enseigner. Il doit également maîtriser les aspects généralistes des disciplines connexes avec laquelle il échange et partage des savoirs dans un souci à la fois interdisciplinaire et pluridisciplinaire. Dans le cursus initial, il faut donc prévoir un champ d'acquisition de ces connaissances en physique pour ceux qui ont une formation principale en chimie, en chimie pour ceux qui ont une formation principale en physique et, pour tous, une initiation aux méthodes et aux faits de la biologie les plus en lien avec la chimie. Enfin, une formation à l'histoire des sciences et des techniques est indispensable afin de mieux mettre en perspective le champ du savoir que l'on doit dispenser.

La formation par la recherche, antérieurement obligatoire pour tous les futurs agrégés, a été supprimée du cursus des futurs enseignants. Il paraît important que les futurs enseignants bénéficient, soit au cours de leur formation, soit au cours de leur métier, d'un contact avec la « science qui se fait » dans un laboratoire de recherche.

Tout autant que les IUFM, les universités sont des acteurs incontournables de cette évolution souhaitable et souhaitée de la formation des enseignants de chimie.

## Centres de ressources

Cette ouverture culturelle - cette acquisition de méthodes et d'une forme d'esprit - ne peut se faire qu'avec des

moyens nécessaires et adaptés. La documentation, les sources d'informations devront être diversifiées et accessibles.

Les moyens classiques comme les centres de documentation et d'information (CDI) devront fournir, à la fois, un fonds utilisable par les élèves et le professeur sous forme imprimée ou informatique. Les documents vidéo accompagnés de livrets d'information et CD rom interactifs devront se multiplier. Enfin, les réseaux intranet permettant la mise en commun de banques de données, le réseau internet permettant l'échange avec d'autres sources d'informations ou d'autres établissements, favoriseront la participation active de l'élève à sa propre formation.

## Conclusion

L'acquisition de savoirs indispensables aux futurs citoyens en chimie passe par :

- une harmonisation des programmes et une synchronisation de leur déroulement dans l'année, aussi bien dans les contenus que dans les rythmes,
- une meilleure adéquation entre les contenus et les objectifs à atteindre, différents suivant les sections (L, ES, S, professionnels), avec une référence aux aspects historiques et culturels de la discipline,
- la mise en place d'activités interdisciplinaires bien identifiées au niveau des horaires et des contenus, que l'on pourrait nommer travaux pluridisciplinaires encadrés (TPE),
- une formation adaptée des enseignants qui devront être de bons généralistes dans leur discipline, également capables de travailler avec d'autres collègues pour l'harmonisation des activités et la mise en place des TPE.