La chimie au lycée : le nouveau programme de la classe de 1re scientifique

Dominique Davous*, Marie-Claude Feore*, Laure Fort*, Robert Gleize*,Thierry Levêque*, Marie-Blanche Mauhourat*, Thérèse Zobiri*, Ludovic Jullien**

Summary : ***Chemistry at the French " Lycee " : a new syllabus for the 6th science forms***

A reform of the French upper forms syllabus is beeing carried out. At the start of the autumn term 2000 the new syllabuses were implemented for the fifth forms. The syllabus for the sixth formers were published in the Ministry of Education Bulletin of August 31st 2000. This article written by the authors of the chemistry syllabuses gives the main lines of the contents including the project for the upper 6th science forms. It places the chemistry syllabuses of French " Lycees " in a European setting.

Mots clés : ***Chimie, programmes, enseignement secondaire, Europe.***
Key-words : *Chemistry, syllabus, secondary school, Europe.*

Les programmes actuellement en vigueur au lycée ont été mis en place à partir de 1992. L'esprit en a été présenté par le président du Groupe Technique Disciplinaire (GTD), Jean-Michel Lefour dans un article publié dans *L'Actualité Chimique* en juillet-août 1994. En 1998, ces programmes ont donné lieu à des aménagements décidés par le ministère (*BO* n° 12 du 29 octobre 1998, hors série).

Depuis février 1999, un GTD commun physique et chimie, sous la présidence de Jacques Treiner, a pour mission une nouvelle réforme des programmes du lycée. Les programmes de chimie et de physique de la classe de seconde ont été publiés au *BO* n° 6 du 12 août 1999, hors série. Ils sont mis en application à la rentrée 2000. Les programmes de chimie et de physique de la classe de première S ont été votés au CSE (Conseil Supérieur de l'Enseignement) le 11 juillet 2000 et sont publiés au *BO* n° 7 du 31 août 2000, hors série. Les programmes de la classe de terminale S de l'enseignement commun et de l'enseignement de spécialité sont en cours d'élaboration.

Pour avoir des informations, il est possible de consulter les serveurs de la SFC (http://www.sfc.fr), de la SFP (http://sfp.in2p3.fr/SFP), et du CNDP (http://www.cndp.fr/lycee).

La conception des programmes pour l'enseignement de la chimie, dans les filières scientifiques au lycée, prend appui sur :

- une analyse des programmes mis en œuvre en 1992,
- les conclusions du colloque organisé le 1er avril 1998 à Bordeaux : « Quels savoirs enseigner dans les lycées ? », bilan de la consultation nationale,
- de nombreuses consultations avec des universitaires,
- un travail d'analyse des programmes étrangers,
- un examen des difficultés rencontrées par les élèves : notion de quantité de matière (la mole), traitement quantitatif de la réaction chimique et équivalence lors des dosages, aspects thermodynamiques des réactions : chaleurs de réaction, énergies de liaison, réactions naturelles et non naturelles (piles *versus* électrolyseurs),
- une analyse des problèmes rencontrés par les enseignants : grande hétérogénéité des classes, accès insuffisant aux stages de formation continue, contraintes au sein des établissements (limitation par les locaux (salles de TP), les conditions de sécurité, le nombre des personnels techniques de laboratoire). Ceci se traduit par une perte d'autonomie de l'enseignant dans ses choix pédagogiques.

Un des objectifs qui a présidé à l'élaboration de ces programmes est d'orienter un nombre croissant d'élèves vers les filières scientifiques à l'issue de la classe de seconde, mais aussi d'initier à la poursuite d'études scientifiques dans l'enseignement supérieur à l'issue du cursus secondaire.

***Membres du GTD** :
- Dominique Davous, Université Pierre et Marie Curie, Gredic, boîte 67, 4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.
- Marie-Claude Feore, lycée Eugène Delacroix, 5, rue Pierre Curie, 94700 Maisons-Alfort.
- Laure Fort, lycée Auguste Rodin, 19, rue Corvisart, 75013 Paris.
- Robert Gleize, lycée Gustave Jaume, 26700 Pierrelatte.
- Thierry Lévêque, lycée Henri Poincaré, 2, rue de la Visitation, 54000 Nancy.
- Marie-Blanche Mauhourat, rectorat de Versailles, 3, boulevard F. de Lesseps, 78017 Versailles.
- Thérèse Zobiri, lycée Marcelin Berthelot, 6, boulevard Maurice Berteaux, 94107 Saint-Maur-des-Fossés.

****Membre du CNP :**
- Ludovic Jullien, département de chimie UMR 8640, École Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05.

Le programme de chimie de la classe de seconde de détermination

Tout comme le préconisaient les programmes de 1992, la chimie doit continuer de participer à la culture commune en raison de ses implications dans la vie quotidienne de tous les citoyens, de sa grande importance dans le domaine social et économique, mais aussi de son identité conceptuelle, de son langage spécifique et rigoureux, de sa dimension expérimentale.

Le programme proposé (tant en physique qu'en chimie) est composé d'un enseignement fondamental (environ 80 %) et d'un enseignement thématique (20 %), ce dernier permettant d'approfondir, selon les goûts de l'enseignant et la nature de sa classe, telle ou telle partie de l'enseignement fondamental et d'en diversifier la présentation.

L'accent est mis sur le questionnement des élèves et l'apprentissage de l'autonomie.

En classe de seconde, les élèves se déterminent pour l'orientation de leurs études, scientifiques ou non. Pour certains, la pratique des sciences s'arrêtera là. Le programme a donc été conçu de façon à faire sens par lui-même.

L'enseignement fondamental est constitué de trois parties.

Partie I : Chimique ou naturel ?

Approche expérimentale des activités du chimiste ; notion d'espèces chimiques (produits chimiques *versus* produits naturels). Justification de la nécessité de la chimie de synthèse et de l'industrie chimique.

Partie II : Constitution de la matière

Modèles microscopiques : entités (atome, ion, molécule, etc.), structure et géométrie d'entités simples. Classification périodique des éléments.

Partie III : Transformation de la matière

Va-et-vient entre le modèle et l'expérience pour valider le processus de transformation d'un système : la réaction chimique.

Horaires

1 h de chimie (1 h de physique) en classe entière chaque semaine et 1 h 30 en classe dédoublée (travaux pratiques) chaque semaine, si possible en alternance physique et chimie.

Accompagnement des programmes

Un effort important a été fait pour l'information : mise en place sur les serveurs du CNDP et de la SFP d'un projet de programme pour appel à contributions en avril 1999 ; présentation à l'Inspection générale en mai 1999 ; journées d'information en juin 1999 ; parution d'un article dans le *Bulletin de l'Union des Physiciens* d'octobre 1999, explicitant les choix concernant l'enseignement de la trans - formation chimique d'un système ; journées interacadémiques en novembre/décembre 1999 et avril 2000 ; participation à six journées académiques de l'Union des Physiciens ; mise en place anticipée dans 50 lycées de France, dont le bilan a été élaboré et présenté lors des journées des 19 et 20 juin 2000 et sera disponible sur le serveur http://www.educnet.education.fr ; document d'accompagnement disponible sur le serveur et dans les librairies du CNDP et distribué en version papier et sur CD Rom en septembre 2000 à tous les enseignants.

Le programme de chimie de la classe de première S

Dans la continuité du programme de la classe de seconde, le programme de chimie de la classe de première S se propose :

- dans un cadre fondamental, de construire un socle de connaissances délivrant un discours cohérent et unifiant en lien, tantôt avec la physique, tantôt avec les sciences de la vie et de la Terre,
- dans un cadre culturel et appliqué, d'illustrer l'étendue des champs d'activités de la chimie, leur importance pratique et économique, participant ainsi à la construction d'une culture scientifique.

Il explore différents aspects des transformations chimiques offrant une double entrée, tantôt à l'échelle atomique, tantôt à l'échelle macroscopique.

A l'échelle macroscopique, l'objectif est d'acquérir une maîtrise du bilan de matière et de l'équivalence dans un dosage.

A l'échelle atomique, les relations structure/propriétés sont abordées à travers les états de la matière, la solvatation, le courant électrique dans les solutions électrolytiques, le squelette et les groupes caractéristiques de diverses molécules de la chimie organique. Les études du solide ionique, de la solvatation des ions et de la conductivité des solutions électrolytiques soulignent la cohérence entre la physique et la chimie autour de l'interaction coulombienne.

L'organisation du programme de chimie est destinée à faire apparaître les activités du chimiste : mesure et synthèse, et à illustrer quelques échanges d'énergie associés à des transformations chimiques ou à des changements d'état (état condensé vers état gazeux).

Enfin, ce programme privilégie l'entrée par l'expérience ; l'expérience a finalité de découverte pour la construction d'un concept. En continuité avec la classe de seconde, ce programme souligne l'importance de l'activité intellectuelle face à l'expérience.

Il favorise l'acquisition d'un vocabulaire scientifique précis que l'élève consigne dans le glossaire commencé en classe de seconde.

Il se propose de poursuivre l'éducation de l'élève à la sécurité, à l'évaluation des risques, à la sauvegarde de la santé, à la surveillance et à la protection de l'environnement et donc de contribuer à l'acquisition de comportements responsables.

Le programme est constitué de trois parties.

Partie I : La mesure en chimie

Cette partie présente différentes méthodes de détermination des quantités de matière d'espèces chimiques solides, liquides, gazeuses ou en solution. Les concentrations des espèces en solution ionique peuvent être déterminées soit par une méthode d'étalonnage sans intervention de réactions chimiques, soit à partir de dosages mettant en jeu une transformation chimique effectuée jusqu'à l'équivalence et n'impliquant qu'une seule réaction chimique. La méthode physique retenue pour ces déterminations est la conductimétrie. Les notions d'acide et de base, d'oxydant et de réducteur, ne sont pas présentées pour elles-mêmes, mais dans le contexte de leur utilisation pour les dosages.

Partie II : La chimie créatrice

L'objectif de cette partie est de faire apparaître qu'une formule chimique a

du sens pour un chimiste, qu'elle évoque des propriétés physiques et chimiques, qu'elle est un outil qui lui permet de rationaliser et de prévoir le comportement des espèces chimiques. Les molécules organiques ont été choisies pour atteindre cet objectif.

Il s'agit « d'apprendre à lire une formule chimique » en dégageant les notions de squelette et de groupe caractéristique, montrant en quoi les atomes de carbone et d'hydrogène, principalement, peuvent conduire à la formation de molécules d'architecture modulaire par la constitution de longues chaînes linéaires ou ramifiées, de cycles, etc., auxquels des groupes caractéristiques constitués d'autres atomes donnent des propriétés particulières. Passé ce niveau de lecture, à travers des exemples limités, quelques aspects de la réactivité en chimie organique sont illustrés. Une autre activité essentielle du chimiste : la synthèse, est alors présentée sous l'angle de l'étude de quelques familles de composés et du passage d'un groupe caractéristique à un autre. L'extrême inventivité de la chimie, qui crée chaque jour des centaines d'espèces nouvelles dans des domaines allant des matériaux à la pharmacologie, montre à quel point ces approches « architecturales » sont fécondes et permettent d'établir des liens avec les disciplines voisines que sont la physique et les sciences de la vie.

Partie III : L'énergie au quotidien : la cohésion de la matière et les aspects énergétiques de ses transformations

Une dernière partie aborde « l'énergie au quotidien » en présentant la cohésion de la matière (molécules, assemblages de molécules solides et liquides) et les aspects énergétiques des transformations chimiques et des changements d'état, ainsi que leur utilisation pour la satisfaction des besoins en énergie de la société. Ces questions, y compris dans leur composante environnementale, auront leur correspondant dans une partie qui traitera, en classe de terminale, les aspects énergétiques des transformations nucléaires.

Horaires

1 h de chimie (1 h 30 de physique) en classe entière chaque semaine et 2 h en classe dédoublée (travaux pratiques) chaque semaine, si possible en alternance physique et chimie.

Mise en perspective sur la classe de terminale S

En classe de terminale S dans l'enseignement commun, l'entrée sur la notion d'équilibre se fera par la cinétique chimique (approche macroscopique : étude expérimentale de l'estérification et de l'hydrolyse d'un ester ; approche microscopique : simulation élémentaire de dynamique moléculaire). La notion d'équilibre sera généralisée aux équilibres acido-basiques et aux équilibres d'oxydoréduction. Ces notions aideront à analyser le fonctionnement de piles, d'accumulateurs et d'électrolyseurs. Les relations structure/propriétés seront approfondies ; les pistes explorées concernent l'introduction de la stéréoisomérie, l'étude de nouveaux groupes caractéristiques en chimie organique, l'étude de quelques mécanismes réactionnels et une ouverture sur les matériaux contemporains tant dans le monde de la chimie organique que de la chimie inorganique.

L'ensemble première S et terminale S est conçu pour fournir au bachelier scientifique une représentation cohérente de la chimie en tant que science de la transformation. Cela suppose que l'élève ait assimilé en fin de terminale les grands principes gouvernant l'évolution des systèmes chimiques. L'enjeu est que l'élève intègre cette difficulté et cette richesse inhérentes à la chimie, à savoir une double approche : macroscopique (aspects énergétiques, cinétique, etc.) et microscopique (relations structure/propriétés).

La transition du lycée aux études supérieures pourrait ensuite se faire harmonieusement en prenant bien en compte les acquis des nouveaux étudiants, en poursuivant la formation dans la cohérence des programmes de l'enseignement secondaire et en abordant l'étude des concepts dont l'introduction a été jugée trop délicate au lycée.

Bibliographie

- Lefour J.-M., Meheut M., Les nouveaux programmes de chimie du secondaire : enseigner la chimie autrement, *L'Actualité chimique*, **1994**, *4*, p. 5-10.
- Davous D., Feore M.C., Fort L., Levêque T., Mauhourat M.B., Perchard J.P., Jullien L., Le nouveau programme de la classe de seconde. Transformation chimique d'un système : le modèle de la réaction chimique, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, **1999**, 93, p. 3-35.
- JIREC 17 (Journées de l'innovation et de la recherche pour l'enseignement de la chimie), conférence faite le 24 mai 2000 à l'université de Marne-la-Vallée par Marie-Blanche Mauhourat : *La chimie dans les nouveaux programmes de lycée*.

Les programmes européens

Sources d'information

- Les problèmes de l'enseignement de la chimie dans le secondaire, quelques résultats d'une enquête réalisée en 1989 à la demande de Lionel Jospin, ministre de l'Éducation nationale, et coordonnée par François Mathey, professeur à l'École polytechnique.
- Un article de Janine Marêché, Les épreuves de physiques et de chimie, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, **1998**, *803*, p. 743-775.
- Des informations prises directement auprès de collègues étrangers que nous remercions.

De l'analyse des programmes étrangers, il ressort quelques points marquants :

- l'enseignement de la physique et de la chimie par le même professeur est une particularité française,
- le travail au laboratoire (travaux pratiques) est particulièrement développé en France,
- l'attention portée aux grands problèmes de société et à l'importance de la chimie dans la vie quotidienne et industrielle est beaucoup plus marquée dans nombre de programmes européens qu'en France.

Enseignement de physique et de chimie, horaires rentrée 2000-2001

Source des données

RERS : Repères, références, statistiques sur les enseignants, la formation et la recherche, édition 1999, ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie.
Les nombres d'élèves indiqués se rapportent à ceux de la rentrée 1998-1999.
Fond grisé : Nouveaux programmes applicables à la rentrée 2000

Classe de seconde générale et technologique
500 501 élèves

Niveau		Cours	TP
Seconde générale et technologique	Enseignement commun	2 h	1,5 h
	Enseignement de détermination IESP*	/	3 h
	Enseignement de détermination PCL**	/	3 h

*IESP : informatique et électronique en sciences physiques (programme aménagé à la rentrée 2000, compte tenu de la mise en place du nouveau programme en seconde à la rentrée 2000 ; à la rentrée 2001, IESP deviendra MPI : mesures physiques et informatiques).
**PCL : physique et chimie de laboratoire (remplace TSP : techniques des sciences physiques).

Premières et terminales générales
Premières générales : 302 350 élèves - Terminales générales : 320 973 élèves

Série S

Première S : 156 475 élèves, soit 33 % de l'ensemble des élèves de premières générales et technologiques (479 204 élèves). Terminale S : 157 454 élèves.

Niveau		Cours	TP
Première S	Enseignement commun	2,5 h	2 h
Terminale S	Enseignement commun	3,5 h	1,5 h
	Enseignement de spécialité	/	2 h

TPE : travaux personnels encadrés de 2 h par semaine en première dans deux disciplines de la section : mathématiques, physique et chimie (PC), sciences de la vie et de la Terre (SVT).
Textes officiels :
BO n° 24 du 22 juin 2000, organisation du dispositif des travaux personnels encadrés, année 2000-2001.
BO n° 9 du 2 mars 2000, organisation des travaux personnels encadrés en classe de première, précision sur les conditions de mise en place des TPE.
Brochure d'information : Mise en œuvre des travaux personnels encadrés, lycées rentrée 2000, ministère de l'Éducation nationale, direction de l'Enseignement scolaire.

Série L

Première L : 61 533 élèves, soit 13 % de l'ensemble des élèves de premières générales et technologiques.
Terminale L : 73 235 élèves.

Niveau			Cours	TP
Première L	Enseignement scientifique	PC	/	0,75 h
		SVT	/	0,75 h

Série ES

Première ES : 84 342 élèves, soit 18 % de l'ensemble des élèves de premières générales et technologiques.
Terminale ES : 90 234 élèves.

Niveau			Cours	TP
Première ES	Enseignement scientifique	PC	/	/
		SVT	/	0,75 h

Premières et terminales technologiques rénovées
Premières technologiques : 137 237 élèves
Terminales technologiques : 186 408 élèves

Au sortir de la seconde générale et technologique, 27 % des élèves optent pour la voie technologique rénovée.

Cette voie dite rénovée (d'autres séries existent en premières technologiques : hôtellerie, arts appliqués, musique et danse), comporte 4 séries :

- **STL** : sciences et technologies de laboratoire (7 464 élèves).
  CLPI : chimie de laboratoire et des procédés industriels
  PLPI : physique de laboratoire et des procédés industriels
- **SMS** : sciences médico-sociales (14 909 élèves).
- **STI** : sciences et technologies industrielles (35 747 élèves).

Génie mécanique	Génie électronique	Génie électrotechnique
Génie civil	Génie énergétique	Génie des matériaux
Génie optique	Arts appliqués.	

- **STT** : sciences et technologies tertiaires (79 119 élèves).

Quelques repères dans l'enseignement des sciences physiques au collège, depuis 1990

- **Fin 1990**, la décision est prise de supprimer les sciences physiques en sixième et cinquième des collèges. De nouveaux programmes sont mis en place en quatrième, à la rentrée 1993, et en troisième, à la rentrée 1994.
- **En 1995**, avec le nouveau contrat pour l'école (loi de programmation du 13 juillet 1995 et *BO* du 22 novembre 1995), l'architecture d'ensemble des collèges est modifiée donnant lieu à un découpage en trois cycles :
  - cycle d'adaptation (sixième), les sciences physiques ne sont pas rétablies,
  - cycle central (cinquième et quatrième), les sciences physiques en cinquième sont réintroduites,
  - cycle d'orientation (troisième).

  En amont, on assiste à une réforme des programmes de l'école élémentaire (*BO* du 9 mars 1995). De nouveaux programmes sont proposés actuellement, soumis à une consultation nationale (*BO* spécial n° 7 du 26 août 1999).
  Au collège, les nouveaux programmes entrent en application dès la rentrée 1996 en classe de sixième.
  Parallèlement, des parcours diversifiés en classe de cinquième sont introduits dans des collèges expérimentaux (*BO* du 11 mai 1995), et ultérieurement généralisés. Les parcours diversifiés peuvent être maintenus en cinquième et en quatrième.
- **En janvier 1997**, paraissent les programmes de sciences physiques du cycle central (cinquième et quatrième) et du cycle d'orientation (troisième), *BO* du 30 janvier 1997. Ils pouvaient entrer en application dès la rentrée de septembre 1997 et sont entrés, de façon obligatoire, en cinquième à la rentrée 1998, en quatrième et en troisième à la rentrée 1999. Ce sont les programmes actuellement en vigueur.