

# Nouvelle méthode dynamique pour l'enseignement de la chimie

par Normand DUFORT

AU DÉBUT DU XVII<sup>e</sup> SIÈCLE, le philosophe Bacon (1561-1626) suggère que la science expérimentale doit d'abord observer les faits et ensuite proposer des hypothèses. Serait-ce simplement par coïncidence que cette définition marque la fin de la période obscure de l'Alchimie? Certes pas, car c'est bien l'application de cette méthode scientifique qui conduisit directement Mariotte (1620-1684), Boyle (1627-1691), Lavoisier (1743-1794) et Charles (1746-1823) à la déduction des lois fondamentales de la chimie et ouvrit ainsi la porte à tous les développements de la chimie moderne.

## Un nouveau volume

Un peu de la même façon, si l'enseignement actuel de la chimie avait pour but d'initier d'abord l'élève à la découverte de faits expérimentaux lui permettant de déduire des hypothèses et de formuler des lois, l'élève n'y gagnerait-il pas énormément en acquérant cette méthode scientifique? Enfin est-ce que l'étude de la chimie, présentée ainsi comme une véritable science expérimentale, n'éveillerait pas la curiosité et l'intérêt de l'étudiant au lieu de simplement faire appel à sa mémoire? C'est pour répondre à ces questions qu'un groupe de professeurs américains se sont réunis et ont préparé en collaboration le volume intitulé: "Chemistry, an experimental science (CHEM Study)".

Ce volume fut préparé sous la direction de l'Université de Californie (Berkeley) grâce à une subvention de la "National Science Foundation", et il répondait aux recommandations d'un comité que l'"American Chemical Society" avait formé en 1959 afin d'examiner les programmes des cours de chimie au niveau secondaire.

Les différents rédacteurs, tous professeurs d'universités ou de "high schools", ont voulu produire un ouvrage où la qualité de la présentation serait atteinte par une préparation exceptionnelle de l'édition finale. Une première édition du livre de l'élève et du manuel de laboratoire, écrite durant l'été 1960, fut mise à l'essai durant l'année 1960-61 par 1300 étudiants.

Chaque semaine, un comité de professeurs se réunissait pour analyser les résultats de cet essai et pour apporter les améliorations appropriées.

Pendant l'été 1961, on revisa l'édition originale qui fut utilisée durant l'année 1961-62 dans 123 écoles et trois "junior colleges" impliquant 13,000 étudiants. Enfin, avant d'être mise sur le marché, l'édition actuelle fut d'abord expérimentée durant l'année 1962-63 dans 500 écoles de 46 États par 45,000 étudiants, montrant ainsi le souci des auteurs de mettre à la disposition du monde étudiant une méthode d'enseignement scientifique à la fois nouvelle et expérimentée. D'ailleurs, cet ouvrage a reçu l'appui de scientifiques américains très réputés tel que Glenn T. Seaborg, ex-chancelier de l'Université de Californie, président de la Commission de l'énergie atomique des États-Unis.

## Partir de faits expérimentaux

Ce volume apporte à la chimie son véritable sens: on cherche à donner à l'étudiant une tournure d'esprit vraiment scientifique, ce qui manque à la très grande majorité des étudiants qui embrassent une carrière dans le monde des sciences. Le livre de l'élève, après une introduction à la méthode scientifique, traite des sujets fondamentaux suivants: la théorie atomique (atome, molécule), les états de la matière, le tableau périodique (étude rapide), l'énergie de réaction, les vitesses de réaction, l'ionisation, la notion acide-base, l'oxydo-réduction, la stœchiométrie et de nouveau le tableau périodique (étude plus détaillée avec notion de mécanique quantique et discussion des orbitales fondamentales et hybrides). De plus, on y discute chaque groupe d'éléments afin de mettre en valeur la relation qui existe entre la réactivité d'un élément et sa structure électronique. Enfin, un bref aperçu de la chimie organique, suivi de quelques applications de la chimie à la biochimie et certaines notions de la chimie de la terre, des planètes et des étoiles, complètent cet ouvrage.

Ce volume mentionne certains procédés industriels très connus et quelques faits se rapportant à l'histoire

des sciences; mais il néglige tout à fait la chimie descriptive présentée dans la plupart des volumes traditionnels. Cette chimie descriptive — qui est en fait un catalogue de modes de préparation et de propriétés physiques et chimiques — donne à l'étudiant l'occasion d'exercer sa mémoire mais ne lui confère que peu d'aptitudes à adopter une tournure d'esprit vraiment scientifique. Il n'est donc pas surprenant que ce volume néglige la chimie descriptive puisqu'il se propose de présenter une méthode d'enseignement à caractère expérimental.

L'esprit de cette méthode est d'amener l'étudiant à déduire les lois et les principes fondamentaux de chimie à partir de faits expérimentaux. Parfois le volume rapporte directement des résultats et l'étudiant doit alors les analyser et en tirer les conclusions appropriées. Très souvent l'étudiant est appelé à faire d'abord les expériences, noter ses observations et déduire les lois à partir de ses propres résultats. Il n'est jamais initié à la théorie sans qu'elle ne repose sur des résultats expérimentaux. Cette méthode accorde une si grande importance à l'expérimentation qu'elle recommande à l'élève de travailler au laboratoire dès le premier jour de classe alors qu'il reçoit le manuel une semaine plus tard. L'étudiant dispose d'un manuel de laboratoire contenant une série d'expériences bien appropriées à son évolution. A la fin de chaque expérience, il doit répondre à des questions et déduire certaines conclusions. Ainsi, il a vraiment l'impression de découvrir quelque chose et il prend goût à la chimie.

Contrairement à ce qu'on trouve dans plusieurs manuels en usage au cours secondaire, ce manuel de laboratoire n'est pas un ensemble de recettes où l'on demande, à la fin de chacune, une série de questions dont les réponses sont prévues et qui peuvent souvent être données sans faire l'expérience. Un tel travail de laboratoire n'apporte aucune des satisfactions de la découverte scientifique et par conséquent ne présente pas la chimie de façon attrayante.

Ce manuel, même s'il présente des expériences intéressantes, exige un équipement de laboratoire très simple. Ainsi pour arriver à mesurer la chaleur de combustion de la paraffine avec une assez bonne précision, il suffit d'avoir une bougie, deux boîtes de conserves, de l'eau, un thermomètre et une balance sensible au centigramme. De plus, les expériences décrites se réalisent très bien, ce qui montre encore une fois le grand soin qu'on a pris dans la mise au point des expériences.

Les auteurs du volume ont aussi préparé une série de vingt-cinq films; ces films, pour la plupart en couleurs et d'une durée d'environ vingt minutes, permettent de mieux comprendre certaines lois et de présenter des expériences très concluantes qui ne pourraient pas être réalisées dans un laboratoire modestement équipé. Les films s'accompagnent d'un guide qui décrit brièvement le contenu de chacun. Il indique le moment de leur présentation, les notions que les étudiants doivent connaître pour profiter vraiment du film et l'orientation générale de la discussion qui doit suivre.

Une autre amélioration apportée par ces auteurs est la préparation de questionnaires d'examen qui permettent à l'étudiant d'utiliser le volume. Il n'est plus obligé d'apprendre par cœur des définitions, des équations chimiques, des constantes, etc.; mais il doit plutôt s'habituer à déduire des conclusions à partir de données fournies. On ne demande plus à l'étudiant la mémorisation de détails insignifiants et sans valeur, mais on essaie de l'amener à déduire les principes qui sont en jeu dans un phénomène d'ordre chimique. Il n'est plus astreint à retenir l'équation finale qui représente une réaction chimique mais à comprendre ce qui se produit au cours de la réaction.

### Qu'en pensent les professeurs ?

Plusieurs professeurs demeurent perplexes la première fois qu'ils prennent connaissance de cette nouvelle méthode de l'enseignement de la chimie. La chimie est présentée d'une manière tellement différente et originale, comparativement aux méthodes traditionnelles, qu'ils pensent que la majorité des étudiants des écoles secondaires sont incapables d'utiliser cette méthode. Cependant, je puis affirmer par expérience que si le professeur s'est préparé à cette façon d'enseigner la chimie en suivant par exemple un cours d'entraînement ou en ayant longuement réfléchi sur cette méthode, il se rend vite compte de l'attrait qu'elle présente et des lacunes qui se trouvent dans les méthodes traditionnelles. De telles affirmations m'ont été formulées par des professeurs qui ont suivi le cours d'entraînement que j'ai donné, l'été dernier ou durant l'année académique, et qui enseignent cette nouvelle méthode au niveau pré-universitaire.<sup>1</sup>

Au début, cet enseignement demande au professeur une somme considérable de travail: il doit répondre aux questions suscitées par ce nouvel enseignement de la chimie et par les expériences qui sont réalisées au laboratoire. Toutefois, il oublie vite ce surcroît de travail devant l'intérêt que les étudiants manifestent pour l'étude de la chimie.

Pour faciliter la tâche du professeur, les auteurs du volume "Chemistry, an experimental science" ont préparé un guide du maître qui explique plus profondément certaines notions élaborées dans le livre de l'élève. Ce guide indique les questions susceptibles d'être posées par les élèves et apporte les réponses à ces questions. Il mentionne les difficultés qui peuvent se rencontrer dans les expériences et les moyens de les surmonter. Pour chaque expérience, il énumère le matériel de laboratoire, les produits nécessaires et les modes de préparation de ces produits. Il donne aussi la solution complète des problèmes qui se trouvent à la fin de chaque chapitre dans le livre de l'élève. En un mot, ce guide du maître est une source importante de renseignements pour le professeur.

### **A quel niveau devrait-on utiliser ce volume ?**

Dans plusieurs États américains, ce volume est à la disposition des débutants en chimie; ils peuvent donc acquérir, encore très jeunes, une tournure d'esprit vraiment scientifique. Dans notre province, cette méthode est mise à l'essai pour la première fois au niveau de l'année pré-universitaire. Les étudiants revoient une matière déjà enseignée et semblent apprécier cette nouvelle conception de l'enseignement de la chimie. Plusieurs points obscurs laissés par l'étude de la chimie dans les manuels traditionnels semblent s'éclaircir. Si on en juge par certaines réponses aux questions d'examens, quelques étudiants ont un peu de difficultés à se débarrasser de notions souvent retenues par cœur, mais non comprises. Cependant les étudiants font un très bon accueil à cette nouvelle méthode et ils apprécient beaucoup ce retour au caractère expérimental de la chimie.

Je pense que cette expérience au niveau pré-universitaire est profitable. Elle permet de tirer la conclusion suivante: si des étudiants connaissant la chimie enseignée sous sa forme traditionnelle préféreraient cette nouvelle méthode, il me semble que les débutants pourraient assimiler ce nouvel enseignement avec d'autant plus de facilité qu'ils abordent la chimie avec un esprit tout à fait ouvert. Personnellement, je crois qu'il faudrait utiliser ce volume pour la dixième et la onzième année, car les élèves pourraient, dès le début, s'intéresser à cette matière et s'habituer rapidement à raisonner scientifiquement. D'ailleurs à partir de septembre 1965, quelques écoles régionales, comme celle de Chambly, utiliseront ce volume au niveau de la dixième année.

Actuellement, il existe une traduction provisoire des vingt-cinq premières expériences de laboratoire et de la moitié du volume de la dernière édition (les deux premiers volumes de l'édition précédente). Pour septembre 1965, les versions françaises du manuel de laboratoire et du volume de l'élève seront également disponibles. Les traducteurs veulent par la suite s'attacher au guide du maître et aux films.

### **Quel avenir ce volume connaîtra-t-il ?**

Aux États-Unis, il est utilisé dans plusieurs États; il semble toutefois destiné à traverser plusieurs frontières puisque l'édition finale (septembre 1963), en plus de la version française en voie de réalisation, est déjà traduite en japonais, en chinois, en espagnol, en portugais et en turc.

Au Canada, les responsables des services de l'éducation de la Saskatchewan<sup>2</sup> et du Québec ont décidé de faire l'essai de cette nouvelle méthode.

Tout récemment, la Commission Parent mentionnait ce besoin de retourner à la chimie en tant que science expérimentale: "Nous recommandons que tout l'enseignement scientifique s'appuie sur l'observation et sur l'expérimentation et qu'il se concentre sur les principes fondamentaux plutôt que sur l'accumulation des connaissances".<sup>3</sup> D'ailleurs le rapport de la Commission Parent suggère que l'utilisation du volume "Chemistry, an experimental science (CHEM Study)" soit envisagé dans la préparation des programmes à venir et propose d'en répartir l'enseignement sur une période de trois ans.

L'enseignement de la chimie au niveau secondaire se trouve donc à la croisée de deux chemins. Doit-on conserver les méthodes traditionnelles et tenter de leur apporter les améliorations nécessaires ou ne serait-il pas plutôt préférable d'envisager un retour au caractère expérimental de la chimie malgré le surcroît d'efforts inhérent à tout changement important? De cet effort dépendra sans doute le sort de nombreux étudiants; la disponibilité d'un volume tel que le "Chemistry, an experimental science"<sup>4</sup> devrait inciter un grand nombre de professeurs à s'engager dans cette voie •

<sup>1</sup> Il s'agit ici de la nouvelle 12e année préparatoire aux études universitaires.

<sup>2</sup> On prévoit pour 1965-66 que la moitié des professeurs de chimie utiliseront cette méthode qui sera enseignée aux deux tiers des étudiants au niveau de onzième et de douzième année.

<sup>3</sup> Tome III — p. 133, rec. 254. Cette même recommandation a été inscrite au programme du cours préparatoire aux études supérieures 1964.

<sup>4</sup> 230,000 exemplaires du livre de l'élève et du manuel de laboratoire ont été vendus jusqu'à maintenant.