

Enseignement

Recommandations rédigées à l'issue du congrès de Wrocław

En septembre 1973, l'UNESCO, le Comité « Enseignement » de l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée et l'Académie Polonaise des Sciences organisaient à Wrocław un Congrès international sur l'amélioration de la chimie, dont il a déjà été rendu compte dans notre Revue *. On trouvera ci-dessous l'intégralité des Recommandations qui ont été formulées par les participants à l'issue de leurs travaux et reprises à leur compte par l'IUPAC et l'UNESCO.

Signalons à nos lecteurs que les 13 groupes de travail du Congrès ont préparé 13 rapports qui ont été intégralement présentés dans un ouvrage publié par l'UNESCO La version française constitue le tome IV de « Nouvelles tendances de l'enseignement de la chimie », qu'on peut commander aux Presses de l'UNESCO, 7, place de Fontenoy, 75007 Paris.

A. Agences et organismes internationaux

1. Structures pour l'échange d'idées et d'informations internationales

a. Il faudrait veiller à renforcer les liens entre tous les groupements qui s'emploient à améliorer l'enseignement de la chimie de manière à former un réseau international destiné à acquérir et à répartir toutes idées et informations utiles.

b. Le Centre d'information de l'UNESCO pour l'enseignement des sciences et de la technologie devrait développer ses services, ses activités et ses ressources dans le domaine de l'enseignement de la chimie.

c. La Commission de l'IUPAC sur l'enseignement de la chimie ne devrait pas se contenter d'utiliser plus largement ses représentants nationaux pour échanger des informations, mais elle devrait également créer des contacts non officiels avec des groupements d'autres pays, et avec des experts UNESCO de l'enseignement de la chimie.

* *L'actualité chimique*, 1973, 6, 26; 1974, 1, 33.

2. Analyses et études

a. Afin de constater quelles généralisations psychologiques peuvent s'appliquer, une étude devrait être menée sur les méthodes pédagogiques associées aux divers projets de curriculum dans le domaine de l'enseignement de la chimie.

b. Il faudrait, sur le plan international, relever les données sur les caractéristiques des étudiants qui ont le plus d'influence sur leur manière d'étudier.

c. Une étude devrait être faite sur les tendances et les problèmes particuliers à l'enseignement de la chimie dans les pays en voie de développement.

d. Il faudrait entreprendre une étude globale, portant sur une période d'au moins cinq ans, pour déterminer les besoins des professeurs de chimie, et évaluer les possibilités nationales de réponse à ces besoins à la lumière des conditions économiques et de l'éventualité d'une aide internationale.

e. Il faudrait entreprendre une étude sur l'enseignement de la chimie au niveau universitaire en Europe.

f. Il faudrait, sur des bases internationales, rassembler des données statistiques comparables sur la production des chimistes et leurs niveaux de formation, sur la possibilité de postes offerts aux chimistes dans l'industrie, et sur l'utilisation des chimistes à tous les niveaux.

g. Afin d'améliorer l'enseignement, il faudrait analyser les relations qui existent entre les concepts chimiques et la structure conceptuelle qui sous-tend les connaissances chimiques.

h. Il faudrait analyser les possibilités d'utilisation des connaissances et des théories de psychopédagogie à l'enseignement de la chimie aux différents niveaux.

3. Recherche

a. Il faudrait entreprendre des recherches pour déterminer l'influence d'une meilleure définition des objectifs d'étude sur les résultats obtenus par les étudiants en chimie.

b. Il faudrait encourager les expériences multinationales sur les aspects psychologiques de l'enseignement et de l'étude de la chimie.

c. Il faudrait poursuivre des recherches sur la relation entre les différents régimes alimentaires et le fonctionnement du cerveau.

4. Publications

- a. La Commission de l'IUPAC sur l'enseignement de la chimie devrait donner suite à son projet d'éditer régulièrement une « newsletter » internationale sur l'amélioration de l'enseignement de la chimie.
- b. Afin de fournir un forum pour les idées sur des questions et des problèmes relatifs à l'enseignement de la chimie qui se posent à bien des pays, il faudrait examiner la possibilité de créer un journal international sur l'enseignement de la chimie.
- c. Il faudrait périodiquement sélectionner les articles et les matériels les plus marquants de la littérature mondiale sur l'enseignement de la chimie, et publier une anthologie de ce qui aura été retenu.
- d. A des fins de références internationales, il faudrait faire paraître une publication qui fournirait des documents complets sur les procédés utilisés par les principaux projets importants pour l'élaboration de leurs programmes de chimie, leur matériel pédagogique, etc.
- e. L'UNESCO devrait commander et publier des articles sur la formation et le recyclage des professeurs de chimie à tous les niveaux.
- f. Il faudrait commander une publication qui rassemblerait tous les articles sur les divers aspects de l'effet des produits chimiques sur le comportement (par exemple, phéromones, mosaïques, rythmes circadiens, chimie du cerveau).
- g. Deux ans après la publication de ces recommandations, il faudrait publier un rapport sur les progrès accomplis dans leur réalisation.

5. Rencontres et conférences

- a. Tous les quatre ou cinq ans environ, il faudrait tenir un congrès du genre de celui réuni en Pologne, en septembre 1973, afin de procéder à un examen général des tendances et des problèmes de l'enseignement de la chimie (sous tous ses aspects, niveaux et formes), et afin de formuler un plan de coopération internationale visant à améliorer l'enseignement de la chimie.
- b. Pour poursuivre et ou pour préparer des congrès internationaux de ce genre, il faudrait organiser des rencontres régionales afin d'examiner les problèmes communs, et de promouvoir une coopération régionale pour les résoudre.
- c. Pour poursuivre également l'action de ces congrès périodiques qui examinent tous les aspects de l'enseignement de la chimie, il faudrait organiser réunions et colloques (sur le plan régional ou international) sur des sujets spécifiques qui réclament une attention plus soutenue et plus fouillée; voici deux suggestions de cet ordre : (i) un atelier afin d'aider les professeurs à mieux comprendre comment formuler les buts et objectifs des cours de chimie et à les traduire en action significative lors de diverses situations d'étude (en classe, au laboratoire, etc.), et (ii) un symposium qui analyserait et préparerait un rapport sur l'expérience acquise dans l'usage de la technologie pédagogique pour l'enseignement de la chimie.

6. Organisation et contrôle de nouveaux programmes, matériaux et méthodes

- a. Des centres régionaux, comme le RECSAM (Regional Center for Education in Science and Mathematics) en Malaisie, devraient être créés afin de développer et de tester les méthodes et les matériaux nouveaux pour l'enseignement

de la chimie, et de faire connaître les résultats sur les plans régional et international.

- b. Des subventions devraient être accordées sur concours aux plans international ou national afin de financer des expériences d'organisation de cours fondamentaux et de cours facultatifs qui reflètent mieux la nature changeante de la structure de la chimie.
- c. Il faudrait créer un centre international de technologie pédagogique pour l'enseignement de la chimie afin de diffuser l'information, de former les professeurs, d'élaborer de nouveaux matériels, particulièrement en liaison avec les conditions des pays en voie de développement.

7. Services conseils

Afin de permettre aux organismes internationaux de mieux répondre aux demandes de conseils des pays et établissements privés sur différents aspects précis de l'enseignement de la chimie, il serait souhaitable de dresser des listes d'experts qualifiés pour donner des conseils dans les domaines suivants :

- a. Processus de tests et d'examens, contenu des examens en fonction des objectifs précisés, sélection des moyens de contrôle parmi ceux dont on dispose couramment, et développement de nouveaux moyens ou de moyens améliorés de contrôle.
- b. Tous les aspects de l'administration et de l'organisation de l'enseignement de la chimie au niveau universitaire, y compris l'élaboration et le contrôle des structures pédagogiques compatibles avec les objectifs, les ressources et autres facteurs appropriés.
- c. Équivalence des titres universitaires (par exemple, le travail du Baccalauréat international et les projets de la Fédération des sociétés européennes de chimie).
- d. Sélection et ou adaptation des techniques et équipements pédagogiques à la lumière des objectifs, des ressources, etc.
- e. Formation continue des chimistes et des professeurs de chimie.

8. Généralités

- a. Des échanges internationaux d'étudiants et de chimie devraient être favorisés en fonction des moyens nationaux ou internationaux disponibles.
- b. L'UNESCO devrait trouver le moyen de réduire au minimum les problèmes de software pédagogique, tels films, photos, etc.

B. Groupements et organismes nationaux

1. Structures destinées à l'amélioration de l'enseignement de la chimie

- a. Dans les pays où ils n'existent pas encore, il faudrait créer des dispositifs appropriés aux conditions du pays (par exemple, groupement de professeurs de chimie, commission pédagogique d'une société de chimie) afin de permettre à toutes les personnes intéressées de joindre leurs efforts (voir ci-dessous) pour améliorer l'enseignement de la chimie.
- b. Là où ils n'existent pas, il faudrait créer des centres nationaux (habituellement rattachés à un ministère ou département de l'éducation) afin d'offrir un cadre institutionnel pour les efforts d'amélioration de l'enseignement de la chimie; ces centres étant également encouragés à jouer un rôle au niveau international.

2. Analyses et études

- a. Il faudrait étudier les différentes méthodes de formation et de recyclage des professeurs de chimie à différents niveaux dans les universités et les collèges d'enseignement.
- b. Il faudrait étudier les résultats de l'emploi des satellites pour l'enseignement de la chimie (à la fois pour les étudiants et le grand public).
- c. Il faudrait préparer des listes de personnes actives dans le domaine de l'amélioration de l'enseignement de la chimie, et utiliser ces listes pour des échanges d'idées et d'informations à la fois sur le plan interne et sur le plan international.
- d. Il faudrait dresser des listes, dans diverses langues, des articles et des livres parus sur l'amélioration de l'enseignement de la chimie.

3. Recherche et développement

- a. Il faudrait contrôler l'efficacité des nouvelles techniques pédagogiques en chimie (par exemple, l'étude au rythme de l'élève et les travaux pratiques en temps non limité).
- b. Il faudrait entreprendre des expériences sur l'emploi de la technologie pédagogique dans l'enseignement de la chimie (à la fois pour les cours conventionnels et la formation permanente), peut-être dans le cadre d'un centre national spécialisé dans ce domaine.

4. Publications

Il faudrait publier des monographies sur les méthodes et techniques nouvelles de l'enseignement de la chimie.

5. Rencontres

- a. Il faudrait organiser des ateliers et des cours pour les professeurs de chimie.
- b. Les groupes nationaux devraient coopérer avec leurs homologues d'autres pays afin d'organiser des réunions régionales sur des aspects généraux ou spécifiques de l'enseignement de la chimie.

6. Généralités

- a. Des groupements nationaux devraient stimuler la création de liens entre les chimistes et les enseignants afin de parvenir à une plus grande coopération et à une meilleure compréhension entre ces deux groupes (par exemple des éducateurs pourraient participer périodiquement au travail des Départements universitaires de chimie, et des scientifiques ainsi que des administrateurs pourraient participer à l'élaboration des projets de programmes).
- b. Il faudrait examiner par différentes voies d'accès (par exemple, articles, conférences, études comparatives avec d'autres pays), les mécanismes de changements et d'innovations dans l'enseignement de la chimie.
- c. Il faudrait créer des organismes de liaison et de coopération avec les collègues des autres sciences afin de faciliter une étude concertée des problèmes communs (par exemple, la formation et le recyclage des professeurs, l'emploi de la technologie pédagogique, les équipements bon marché destinés à l'instruction).
- d. Il faudrait que des groupements nationaux fassent pression sur les responsables des allocations budgétaires afin de procurer des fonds à la recherche pédagogique et au développement (5 % environ du budget de fonctionnement paraît raisonnable), et

il faudrait accorder un statut égal à celui des autres activités professionnelles aux chimistes voués à la recherche et au développement de l'enseignement.

C. Établissements privés et universités

1. La chimie devrait avoir une place importante dans la formation générale, et dans la culture des hommes et ne pas être seulement une discipline destinée à l'ins-truction et à la formation des chimistes.

2. Il faudrait préciser clairement les objectifs des cours de chimie, en ne s'arrêtant pas aux connaissances expérimentales et à leurs applications immédiates; ces objectifs devraient être connus des professeurs et des élèves, et les contrôles devraient en être le reflet.

3. Au niveau élémentaire, le programme devrait consister en un cours fondamental suivi de toutes sortes de cours annexes dans : (a) le domaine de la chimie; (b) le domaine scientifique, mais non chimique, et (c) les domaines non scientifiques parmi lesquels un étudiant peut choisir pour son diplôme en fonction de ses aptitudes personnelles, ses centres d'intérêt et ses intentions; le cours fondamental ne devrait pas durer moins d'une année; il devrait atteindre le niveau professionnel, être plus intégré au sujet que les cours traditionnels, et être organisé et enseigné par les professeurs les plus efficaces et expérimentés d'un département.

4. Il faudrait élaborer des cours portant sur des sujets de chimie plus vastes et plus larges, y compris des cours intégrés illustrant les relations entre les sciences de la nature, la technologie, l'économie, les besoins de la société, et les implications sociales des sciences.

5. Au cours des deux premières années, 15 à 20 % du temps devraient être consacrés à des études non scientifiques telles que l'économie, les sciences politiques et sociales, la philosophie et la littérature.

6. Les étudiants en chimie devraient passer au moins trois mois dans l'industrie pendant leurs études universitaires (après les études de base et avant de choisir une option particulière).

7. Il faut encourager la participation des étudiants à des programmes de recherche assez tôt dans le courant de leurs études.

8. Il faudrait permettre aux étudiants d'effectuer des stages pédagogiques dans les écoles secondaires sous le contrôle des professeurs titulaires.

9. Il faudrait clarifier le rôle joué par la chimie dans l'industrie afin d'informer les étudiants de l'importance des méthodes industrielles.

10. Il faudrait demander l'avis des étudiants et des jeunes chimistes afin de disposer d'un feedback essentiel dans l'organisation des cours, et des objectifs devraient comprendre des projets pour influencer et modifier le comportement des étudiants.

11. Des établissements pédagogiques devraient encourager l'emploi judicieux de nouvelles méthodes de formation des maîtres, y compris divers aspects de la technologie pédagogique moderne, dans l'enseignement de la chimie.

12. Le profil de carrière des professeurs

de faculté devrait être plus influencé qu'il ne l'est par leurs contributions à l'enseignement et ou à la recherche pédagogique, et au développement de l'enseignement.

13. La coopération entre l'industrie et l'université et entre les universités elles-mêmes devrait inclure des échanges de personnel sur le plan international aussi bien qu'à l'intérieur de chaque pays.

Une machine à enseigner la chimie

Écouteurs aux oreilles, les élèves d'une classe d'un lycée genevois s'initient aux mystères de la constitution de l'atome. Sur l'écran de l'appareil gros comme un poste de T.V. posé sur leur pupitre, ils suivent les images fixes, textes et dessins animés qui défilent, commentés « mezzo voce » par un enseignement concis, vivant. De temps en temps, un des jeunes gens répond à une question en pressant l'un des quatre boutons à choix sur un clavier. A-t-il répondu faux, l'appareil reprend la leçon, complète les explications jusqu'à ce que la réponse soit bonne; alors la machine à enseigner poursuit la démonstration qui conduit à la prochaine étape.

Est-ce ainsi que se donneront à l'avenir les cours de chimie, théoriques aussi bien que pratiques, dès lors que ces machines à enseigner s'adaptent aussi à la conduite d'expériences pratiques en laboratoire ?

Cette « vision d'avenir », maintes fois décrite dans des articles d'école-fiction, n'avait encore jamais été réalisée de façon satisfaisante. Une grande firme chimique allemande (B.A.S.F.) a bien mis au point un appareillage qui permet des prouesses audio-visuelles remarquables; il manquait encore une gamme de programmes d'enseignement, scientifiquement et didactiquement au point.

Parce qu'elle attache autant d'importance à l'enseignement de la chimie dans les écoles qu'à la formation continue de ses collaborateurs, une firme chimique suisse (Sandoz S.A.) a décidé d'entreprendre les recherches prospectives conduisant à la mise au point de leçons complètes; elle s'attacha à concevoir six programmes sur des thèmes fondamentaux de la chimie. Avec le concours d'experts de diverses disciplines et d'un Institut de l'École Polytechnique Fédérale, il fallut quatre ans de travail pour élaborer et réaliser ces leçons-types. Par exemple, celle qui est consacrée aux éléments constitutifs de l'atome dure au minimum 37 minutes; elle est composée de seize séquences filmées et de quatre cents images fixes; au cours de la leçon, l'élève doit répondre à dix questions réparties au long des vingt-huit séquences de la leçon principale, à quoi s'ajoutent les trente-huit séquences d'explications complémentaires.

Chacun est conscient que cette machine à enseigner ne saurait en aucun cas se substituer aux enseignants; elle n'est là que pour les aider dans leur tâche, pour donner une autre dimension à certains des problèmes traités, offrir une didactique différente des leçons traditionnelles, individualiser l'ensei-

gnement pour la compréhension de problèmes particulièrement complexes ou abstraits.

Et les élèves? Au cours des diverses expériences et tests qu'ils eurent à subir, ils ont pu s'exprimer, ne ménageant ni observations, critiques ou encouragements. Dans l'ensemble, l'appareillage leur a paru au point et la méthode d'enseignement valable. Les « messages » transmis ont en général été compris et assimilés de façon durable malgré l'extrême attention qu'exige ce type d'enseignement.

Et après? C'est la question encore en suspens. La firme chimique qui a pris cette initiative a fait un travail de pionnier qui mériterait d'être poursuivi. Rien que pour un enseignement complet de la chimie, il faudrait encore plusieurs dizaines de leçons du type des six qui ont été réalisées. Les écoles devraient pouvoir disposer des appareillages nécessaires (qui se prêtent bien sûr à l'enseignement d'autres disciplines que la chimie). Le corps enseignant doit être gagné à ces nouvelles techniques et les moyens financiers devront être trouvés pour réaliser les programmes.

Quelques années passeront sans doute avant que la « machine à enseigner » se généralise; si elle se répand, le mérite en reviendra à la firme chimique bâloise qui a réussi à montrer l'efficacité didactique et intellectuelle d'une méthode d'enseignement dont seule, jusqu'ici, la technique était au point.

Maximum admissible

Les copies des bacheliers sont des miroirs à peine déformants de notre enseignement: une académie ayant posé récemment comme question de cours « Le benzène », beaucoup de candidats ont dessiné de charmants bracelets de petites poires sans pouvoir évidemment expliquer ce qu'elles représentent.

Mais ce qui est plus grave c'est que pratiquement aucun de ces futurs citoyens n'a indiqué l'importante toxicité du benzène. Peut-être l'Éducation Nationale estime-t-elle indigne d'elle d'enseigner les fondements de l'un des plus importants chapitres de la médecine préventive du travail. Mais puisque le Français de 1976 dit qu'il craint la pollution, c'est le devoir des professeurs de chimie de l'aider à réfléchir avec exactitude et à agir avec précision: il n'y a rien de plus important en chimie que la notion de concentration, et il est très difficile de faire comprendre la différence entre masse et concentration. Aucun de nos bacheliers ne devrait recevoir son diplôme sans savoir ce qu'est une « Concentration maximale admissible » et pouvoir dire par exemple, au moment où il est question d'installer une raffinerie de pétrole dans son département: quand on commence à sentir SO_2 on peut encore en respirer 5 à 10 fois plus sans inconvénients mais quand on commence à sentir l'odeur du benzène il y en a déjà 4 fois trop. (Voir par exemple: Gaz et vapeurs, données physiques et toxicologiques, Drager, Établissements Brandt S.A., 9, quai Jacques-Sturm, 67 Strasbourg.)