

Compte rendu du Congrès international sur « L'enseignement expérimental de la chimie »

par Danièle Cros

(Unité de Formation des Maîtres, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier Cedex)

Le congrès intitulé « Rôle de l'enseignement expérimental dans les cours de chimie à l'Université », organisé conjointement par l'U.N.E.S.C.O. et l'I.U.P.A.C., s'est tenu à Perth (Australie), du 13 au 17 février 1978. Il réunissait 150 participants de 35 pays différents. Trois pays européens seulement étaient représentés : Grande-Bretagne, Yougoslavie, France.

Les cinq jours du congrès étaient centrés sur la présentation de conférences plénières, une partie des après-midi étant réservée à des discussions de groupes sur un thème bien précis, suivies de réunions plénières de synthèse. Certaines contributions personnelles ont été présentées sous forme de posters. (La liste des posters est donnée dans l'annexe 1.)

Conférences *

Les thèmes principaux des groupes de travail étaient issus du contenu des conférences. Celles-ci peuvent être classées en 3 grandes catégories :

1. Rôle de l'enseignement expérimental de la chimie à l'Université dans divers pays.
2. Quelques réflexions sur la chimie expérimentale dans les Universités.
3. Système éducatif universitaire dans divers pays.

La liste des conférences est donnée dans l'annexe 2.

Groupes de travail

Chaque jour, six groupes de travail fonctionnaient simultanément ; 8 thèmes ont été retenus et le résultat des discussions souvent fort animées est donné ci-dessous.

Thème 1 : Les cours expérimentaux sont-ils nécessaires ?

Ce sujet faisait suite à la conférence du Professeur Rao. Selon celui-ci, l'honnêteté intellectuelle de l'étudiant dans son travail expérimental (*expérience et compte rendu*) est aléatoire, les examens pratiques pouvant

encourager une certaine « malhonnêteté ». Les participants à ce groupe de travail se sont mis d'accord sur le fait que de tels examens devraient être bannis de l'Université.

Les enseignants universitaires sont encouragés à pratiquer un enseignement expérimental et il est suggéré un effort particulier en vue d'élever le niveau des techniciens dont le rôle est très important dans un laboratoire.

Récemment, une séparation entre les classes dites de laboratoire et les programmes de cours magistraux a été réalisée dans certains pays, en particulier aux États-Unis. Cependant, la plupart des programmes universitaires restent encore basés sur un mélange de cours magistraux et de travaux pratiques, la partie théorique étant considérée comme la partie la plus importante.

Thème 2 : Issues pratiques du travail pratique

Ce sujet faisait suite à la conférence du Professeur Watton. Trois points ont été soulevés au cours de la discussion :

a) Sécurité dans les laboratoires chimiques

Il a été reconnu que les étudiants montrent une certaine répugnance à manipuler des produits dangereux. Il faut donc insister sur les divers aspects de la sécurité. La nature dangereuse de certains produits nécessite la présence de personnel qualifié.

b) Crédit apporté aux démonstrateurs de laboratoire

Le problème de la compétence des étudiants « post-gradué » intervenant comme démonstrateurs dans les laboratoires chimiques a été soulevé. Leur compétence n'est pas suffisante pour des cours de chimie post-gradués, mais certainement plus valables dans des cours d'éducation de chimie. Une formation de ces démonstrateurs au rôle qu'ils ont à jouer dans les laboratoires paraît indispensable.

c) Innovations en chimie expérimentale

Le manque d'innovations dans les programmes de laboratoire par les professeurs de

* Le texte intégral de toutes les conférences peut être mis à la disposition des personnes éventuellement intéressées. Ecrire à D. Cros.

chimie a été relevé. Il semble que dans ce domaine, les innovations sont effectuées uniquement dans les départements de chimie où existent des cours d'éducation. Les tentatives pour établir des programmes de laboratoire en utilisant l'approche problème-résolution sont considérées comme étant très insuffisantes.

Thème 3 : Ateliers expérimentaux régionaux de l'U.N.E.S.C.O. Réalisations et projets

a) Réalisations

Les commentaires des enseignants qui ont utilisé les livres de référence de l'U.N.E.S.C.O. (volumes 1 et 2) ont été généralement très favorables. Les problèmes liés à la disponibilité et à la dissémination de ces livres ont entraîné une discussion très importante. Le sentiment général est que ces livres seront utilisés plus fréquemment par les enseignants des pays en voie de développement que par ceux des pays dits développés.

b) Projets

Quelques suggestions ont été émises en vue d'une action future :

1. Livres de référence.

Ils doivent être réalisés pour :

- les années supérieures universitaires (*et non pas la 1^{re} année*),
- des expériences courtes et bon marché,
- une chimie expérimentale,
- des expériences organiques et inorganiques,
- des expériences problème-résolution,
- les propriétés et réactions des produits courants,
- la polarographie.

2. Mise en place d'un réseau de contacts entre l'U.N.E.S.C.O. et chaque pays, réseau constitué par des personnes dont les fonctions sont :

- recevoir les publications et l'information de l'U.N.E.S.C.O. sur tous les sujets concernant directement la chimie. (*Actuellement, cette fonction est soit trop diversifiée, c'est-à-dire qu'elle recouvre toutes les sciences, soit trop spécialisée*),
- publier les buts et les objectifs des nouveaux programmes de l'U.N.E.S.C.O. auprès des chimistes du pays,
- recevoir et collationner les réponses à une évaluation du matériel de l'U.N.E.S.C.O. faite dans les divers pays, afin de fournir des éléments pour une évaluation internationale,
- provoquer des suggestions pour un développement de l'action de l'U.N.E.S.C.O. en chimie.

3. Formation continue pour les instructeurs dans le cas où les livres de référence de l'U.N.E.S.C.O., sont pleinement utilisés.

Un réseau d'institutions responsables ou d'individus devra être établi en vue d'organiser et d'animer des ateliers d'été (*ou des sessions de recyclage d'une autre forme*) dans lesquels les instructeurs de laboratoire feraient et discuteraient des expériences. Ce n'est qu'alors que le travail expérimental

proposé par les livres de base pourrait être incorporé au curriculum universitaire.

4. Persuader plusieurs pays d'utiliser les manuels de l'U.N.E.S.C.O. et discuter de leurs avantages et de leurs lacunes dans un prochain congrès.

• Demander aux organisations professionnelles de discuter de ces manuels lors de congrès chimiques et de fournir des commentaires sur les projets.

• Inviter les congressistes à faire pression sur leur gouvernement pour soutenir les programmes d'éducation universitaire.

5. Un guide pour les démonstrateurs.

Un cours de laboratoire ne pourra être une réussite que dans la mesure où les démonstrateurs directement concernés par les appareils le permettent. Un projet de formation permanente semble être un complément indispensable aux livres de base existants et à venir.

6. Un but pour l'instruction de laboratoire.

Un cours en chimie générale doit avoir comme but principal, celui d'élaborer un ensemble de connaissances chimiques pour l'étudiant débutant.

Que les principes soient introduits pour comprendre la chimie et non la chimie pour illustrer les principes !

Thème 4 : Problème de l'intégration travail de laboratoire - cours magistraux

L'intégration, bien que généralement reconnue comme très souhaitable et comme une « bonne chose », est interprétée de plusieurs manières. Une minorité considère l'intégration de la même manière que l'Université de Macquarie, c'est-à-dire comme un contact étroit entre le travail de laboratoire et le chef de travaux pratiques. Ce style d'intégration peut rencontrer de grandes difficultés dans le cas où les étudiants n'ont pas de bases suffisamment solides dans la langue utilisée pour l'enseignement et (*ou*) aucune expérience pratique pour un travail de laboratoire au niveau « prelab ».

Ni l'intégration totale, ni la séparation totale cours théoriques-travaux pratiques n'est souhaitée.

Pour la majorité, l'intégration est interprétée en termes de coordination ; les programmes planifiés des cours magistraux et des travaux pratiques sont coordonnés de telle façon qu'ils soient rapprochés dans le temps.

Le point essentiel lié aux programmes intégrés est le manque de personnel enseignant qualifié souhaitant développer et enseigner de tels cours. De plus, certains thèmes (*la théorie atomique par exemple*) ne sont pas facilement adaptables à des exercices de laboratoire. Un programme expérimental de longueur raisonnable peut ne pas être opportun pour illustrer le contenu théorique d'un cours.

En conclusion, les problèmes posés par l'intégration ne sont pas jugés insurmontables ; les participants souhaitent que les

enseignants enseignent dans les salles de travaux pratiques chaque fois que cela leur est possible.

Thème 5 : Techniciens de laboratoire et leur formation

Le support technique et technologique pour un enseignement expérimental varie considérablement selon les pays et dans certains cas, peut être nul. De plus, le bon fonctionnement et la maintenance des appareils dépendent des techniciens dont la formation est d'une importance considérable, d'autant plus que cette catégorie de personnel est en nombre très insuffisant aussi bien dans les pays développés que dans les pays en voie de développement. Actuellement, la formation « sur le tas » semble être de règle.

Il devrait exister une formation et un système d'avancement proportionnés à la qualification des techniciens, leur permettant d'acquies une situation et une responsabilité telles qu'ils seraient encouragés à entrer et à rester dans cette profession. Les perspectives de carrière pour le personnel débutant au niveau le plus bas devraient être au moins équivalentes à celles existant à l'extérieur de l'Université. En effet, plusieurs techniciens partent de l'Université après qu'ils aient acquis une certaine expérience et une formation « sur le tas ».

La Société Chimique du Japon a un programme de formation pour les techniciens qui est susceptible de servir de modèle aux autres nations, en tenant compte des conditions locales.

L'I.U.P.A.C. et l'U.N.E.S.C.O. devraient favoriser la rédaction de livres de base définissant un équipement à bas prix et indiquant les grandes lignes des programmes de formation.

Quelques techniciens devraient également être formés à l'application des règles de sécurité et aux soins de première urgence.

Thème 6 : Évaluation des performances au laboratoire

Ce thème faisait suite à la conférence du Professeur Frazer et était centré sur les aspects suivants :

a) Évaluation des performances de l'étudiant

1. L'utilisation d'interviews, technique subjective, est considérée par quelques-uns, valable uniquement dans le cas de professeurs expérimentés et non dans le cas de démonstrateurs inexpérimentés.

2. Les examens de laboratoire ne sont pas souhaitables.

3. L'évaluation basée sur le succès (*par exemple, obtention d'un solide cristallin blanc, à point de fusion déterminé*) semble être un moyen populaire de contrôle, mais n'encourage pas les étudiants à bénéficier de leurs propres échecs.

4. Le contrôle de l'habileté est séparé du contrôle théorique, impliquant la nécessité

de définir clairement les buts et les objectifs des expériences.

5. Obtention d'un certificat. L'évaluation de la performance des étudiants et leur classement sont nécessaires. La Société dans laquelle nous vivons demande souvent un certificat attestant le progrès de l'étudiant au laboratoire.

b) Évaluation des programmes de laboratoire

Cette évaluation est utile, mais il y a toujours de grandes difficultés à l'accepter de bon cœur, car elle reflète la compétence professionnelle.

Pour que l'évaluation soit valable, les professeurs doivent être très clairs sur ce qu'ils essaient de démontrer, les objectifs du cours et des expériences individuelles étant clairement décrits.

Plusieurs méthodes ont été suggérées :

1. Résultats obtenus par l'examen des Travaux Pratiques, y compris l'habileté.
2. L'opinion de l'étudiant obtenue ou bien à partir d'interviews de groupe ou individuels, ou bien à partir de questionnaires, ou bien à partir d'une question obligatoire dans l'examen final, l'anonymat étant assuré. Ceci peut être très utile si les réponses sont collationnées et interprétées convenablement.
3. L'opinion du démonstrateur.
4. L'opinion du professeur.
5. L'opinion d'autres personnes ou d'autres groupes, y compris des employeurs industriels.

Pour les expériences individuelles, l'évaluation peut consister en une analyse des résultats expérimentaux obtenus par les étudiants.

Des circonstances locales peuvent affecter un cours de laboratoire. Les facteurs les plus importants sont :

- les problèmes de traduction,

- la longueur et la sophistication des expériences,
- la disponibilité de l'équipement approprié,
- les facteurs climatiques (par exemple, température et humidité).

Ces facteurs sont si importants qu'on ne peut parler d'un programme meilleur qu'un autre.

En conclusion, il semble que les Agences internationales de l'U.N.E.S.C.O. ont un rôle très faible à jouer dans l'évaluation des cours de laboratoire.

Thème 7 : Problèmes liés aux étudiants qui n'ont eu aucun Travaux Pratiques de chimie ou de physique à l'école secondaire

Ce fait n'est pas considéré comme un problème majeur, l'Université ayant les moyens de remédier à ces difficultés.

La solution se trouve dans les établissements scolaires, qui devraient introduire au cours des leçons de chimie, des expériences simples utilisant des produits chimiques facilement disponibles.

Thème 8 : Problèmes liés au pays où l'équipement technologique et technique est limité

a) Problèmes

1. L'accent a été mis sur l'importance des bases culturelles, certains pensant que le langage est le problème principal.
2. Le manque de confiance en soi des étudiants, lorsqu'ils sont face à face avec la pratique technologique.
3. Les facilités limitées pour un travail expérimental tant au niveau secondaire qu'au niveau tertiaire.
4. L'appréhension vis-à-vis de la science et de la technologie.

Il a été noté que la performance des étudiants en sciences, au niveau tertiaire, ne dépend pas des conditions sociales et économiques.

b) Technologie intermédiaire

Un appareillage de haut niveau pour des programmes technologiques n'est pas souhaitable pour les raisons suivantes :

1. L'automatisation dans l'industrie remplace facilement la main de l'homme.
2. Une concentration de collèges et d'industries dans les villes, conduit à une poussée démographique qui, à son tour, provoque des problèmes économiques et sociaux.
3. Le niveau de la technologie doit être adapté aux besoins directs de la population.
4. Une formation technologique de haut niveau entraîne souvent les personnes formées loin des besoins réels.

Une production locale à faible échelle de l'équipement et des produits chimiques dans les pays en voie de développement est encouragée.

Les cours devraient inclure la formation des étudiants à la réalisation d'appareils simples ; le coût en serait ainsi réduit, et la réparation de ces appareils contribuerait à l'éducation des étudiants.

Conclusion

En conclusion, les débats ont montré que la chimie expérimentale joue un rôle fondamental dans l'enseignement de la chimie à l'Université. Il ne peut y avoir cours magistral d'un côté et travaux pratiques de l'autre, sans aucun lien entre eux. L'enseignement intégré cours-travaux pratiques, s'il paraît souhaitable dans certains cas, pose des problèmes d'équipement, de salles et d'évaluation. Par ailleurs, un tel enseignement expérimental ne peut se faire sans une formation spéciale des techniciens de laboratoire et des enseignants eux-mêmes.

Annexe 1

Contributions to the Poster Session on Laboratory Experiments, Wednesday, 15th February 1978.

M. Z. Nazer (Jordan) : *Organic reactions. A Diels Alder reaction and catalytic hydrogenation.*

S. A. Achmad and R. Kasa (Indonesia) : *Isolation and characterization of essential oils and eugenol from cloves (eugenia aromatica).*

J. Chambers (Australia) : *Audio-visual displays : (1) Use of the pipette, (2) Close packing of ions.*

L. R. M. Pitombo and C. F. Lisboa (Brazil) : *Some applications of the « Rheinbolt thermoscope » and its simplified model.*

D. Balasubramanian and P. Sukumar (India) : *Alkali and alkaline earth complexation by Carbowax.*

D. Balasubramanian (India) : *Hydrophobic interactions in proteins.*

J. A. W. Dalziel (United Kingdom) : *Analytical chemistry in undergraduate laboratories.*

J. Shimozawa (Japan) : *Chemical education in Japan.*

G. P. Haight and N. G. Gallick (United States of America) : *Economical laboratory experiments.*

G. P. Haight and N. G. Gallick (United States of America) : *Computer-simulated laboratory experiments.*

D. Cros and M. Maurin (France) : *The utilization of audio-visual methods in laboratory teaching at university.*

R. Viovy, J. P. Chauvet and M. Verdaguer (France) : *An example of laboratory course in teachers training preparation to the « montage d'agregation ».*

S. P. Koh (Malaysia) : *The measurement of vapour pressures using a simplified recirculating still.*

W. D. Crow and D. V. Thiel (Australia) : *Intermolecular forces.*

N. K. Roberts (Australia) : *An inexpensive pocket calculator-conductivity meter-high impedance voltmeter.*

P. R. Haddad, M. Sterns and J. Wardlaw (Australia) : *Analysis of wine : an undergraduate project.*

A. J. Williams (Australia) : *Three simple gas phase experiments involving the use of glass syringes.*

Chang Hwan Kim (Korea) : *Preparation and properties of a coordination compound, chromium (III) acetylacetonate, Cr(acac)₃.*

A. J. Blackman and J. B. Bremner (Australia) : *Synthesis and herbicidal activity of aryloxyalkanoic acids.*

P. C. Vyas (India) : *Experiment on characterization of condensed phosphate.*

J. Kingston (U.N.E.S.C.O.) : *Some publications of the U.N.E.S.C.O. chemistry program.*

N. H. Olver (Australia) : *Laboratory courses in chemistry in universities.*

M. U. S. Sultanbawa and S. Sotheeswaran (Sri Lanka) : *Isolation of mangostin.*

M. Gardner (United States of America) :

Audiovisual display and publications on the teaching of chemistry.

R. C. Colton, G. J. Sketchley and I. M. Ritchie (Australia) : *The measurement of the conductance of electrolyte solutions.*

A. J. Parker and D. Muir (Australia) : *Chemical and physical methods of resources recovery.*

Chemical and physical methods of resources recovery.

A. H. Guerrero (Argentine) : *Creativity in science.*

A. H. Guerrero (Argentine) : *Chemistry : a prospective survey.*

J. Webb, M. Rasmussen and B. Selinger (Australia) : *Illustrating infrared spectroscopy using commercially-available films.*

J. Webb and M. Rasmussen (Australia) : *Pharmacological projects/case studies for teaching molecular structure and reactivity.*

Annexe 2

Liste des conférences plénières

Première catégorie

Rôle de l'enseignement expérimental de la chimie à l'Université dans les pays suivants :

- Égypte, par H. Kalifa.
- Inde, par D. Balasubramaniam.
- Indonésie, par H. Achmad et S. A. Achmad.
- Irak, par A. L. Al-Jibury.
- Jordanie, par M. Z. Nazer.
- Malaisie, par K. C. Chan et M. A. Qudus.
- Nouvelle-Guinée, par J. Tamate.
- Philippines, par Salome R. Miranda.
- Thaïlande, par Phichai Tovovich.
- Soudan, par S. M. Al Amin.
- Kenya, par D. Odhiambo et S. O. Wandiga.

Deuxième catégorie

Réflexions sur la chimie expérimentale dans les Universités :

Intégration cours-travaux pratiques par Saon Patumtevapibal (Thaïlande).

Les cours expérimentaux sont-ils nécessaires ? par C. N. R. Rao (Inde).

Chimie pratique dans les travaux pratiques par J. A. W. Dalziel (Angleterre, Chelsea College Londres).

Rôle du laboratoire et son influence sur les cours de chimie à l'Université par Ariel H. Guerrero (Mexique).

Nature et but de l'enseignement expérimental pour les futurs ingénieurs par June Griffith (Australie).

Formation continue pour les cours expérimentaux par Marjorie Gardner (États-Unis, Maryland).

Développement des cours expérimentaux en chimie dans les pays en voie de développement par M. H. Fremantle (Jordanie).

Travail de laboratoire sans conférence par R. Failes (Australie, Université de Macquarie).

Enseignement expérimental de la chimie dans des programmes interdisciplinaires par R. St C. Smart (Australie).

Enseignement expérimental dans la science tertiaire : revue de quelques récents développements par T. Kennedy (Australie).

Enseignement expérimental de la chimie en larges groupes dans les Universités par H. Khalifa (Égypte, Le Caire).

Évaluation de la performance des étudiants au laboratoire par M. J. Frazer (Angleterre, East Anglia).

Travail expérimental dans la pratique : comme je l'ai vu par E. C. Watton (Australie).

Lien entre les programmes expérimentaux et les besoins nationaux par P. C. Vyas (Inde, Jaipur).

Troisième catégorie

Description du système éducatif universitaire dans divers pays :

Formation des maîtres de chimie en U.R.S.S. Cours expérimentaux de chimie dans les Universités d'U.R.S.S. par I. V. Beresin et E. M. Sokolovskaya (U.R.S.S., Moscou).

Départements de chimie de l'Université de Sri Lanka par Mohamed Sultanbawa (Sri Lanka).

Faculté de chimie. Université autonome de Mexico par Javier Padilla (Mexique, Mexico).

Enseignement expérimental dans les Universités aux États-Unis par G. P. Haight (États-Unis, Illinois).

Recherches Coopératives en Didactique de la Chimie (R.e.C.o.Di.C.)

Réunion du Groupe « Multimedia »

La prochaine réunion du groupe « Multimedia » aura lieu les 20 et 21 avril 1979, à Sèvres. Les objectifs de cette réunion sont :

1. Analyse et apport de suggestions aux membres de R.e.C.o.Di.C. qui réalisent des multimedia.

2. Tentatives pour dégager les principes du langage audiovisuel en chimie.

3. Informations sur les multimedia achevées en 1978.

Le lieu de la réunion est le Centre International d'Études Pédagogiques, 1, avenue Léon-Journault, Sèvres (92).

Pour tous renseignements et en particulier pour obtenir les bulletins d'inscription, s'adresser à M^{me} Thibault, Université P.-et-M.-Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.