

Fédération des Sociétés Chimiques Européennes

Réunion du Comité d'étude sur l'enseignement de la chimie en Europe

Le Comité d'étude sur l'enseignement de la chimie en Europe s'est réuni à Varsovie (Pologne) du 5 au 7 novembre derniers, sous la Présidence du Professeur Jacques Bénard, ancien Président de la Société chimique de France et de l'IUPAC. Les séances se sont tenues à l'Université technique, à l'initiative du professeur Andréi Gorski, professeur dans cet établissement.

Plusieurs rapports ont été présentés par les membres du Comité et ont fait l'objet de discussions à l'issue desquelles des recommandations ont été élaborées qui seront transmises aux différentes Sociétés affiliées à la Fédération. On peut citer en particulier :

- Un rapport du professeur M. Fraser (U.K.) sur l'état d'avancement d'un travail entrepris depuis plusieurs années par celui-ci pour

établir une revue des programmes d'enseignement de la chimie dans les pays européens.

- Un rapport du Dr V. Hofacker (R.F.A.) sur la diffusion d'une image exacte de la chimie dans le grand public.
- Un rapport du Dr J. Douek (U.K.) sur l'enseignement de la chimie destiné à la formation des non chimistes.

En outre le groupe a déterminé les modalités d'organisation du séminaire spécialement consacré à l'enseignement de la chimie en Europe, qui doit se tenir à Ljubljana (Yougoslavie) les 31 août et 1^{er} septembre 1977, à l'issue du séminaire organisé conjointement par l'UNESCO et l'IUPAC dans cette même ville. On trouvera ci-dessous le programme du séminaire européen.

Séminaire sur l'enseignement de la chimie en Europe

Un séminaire européen sur l'éducation en chimie se tiendra à l'Université de Ljubljana (Yougoslavie) les 31 août et 1^{er} septembre 1977, sur le thème suivant :

Le rôle de la chimie dans l'éducation pour une société moderne. Les besoins de l'Europe.

L'objet de cette réunion est de :

- définir le rôle de la chimie dans le présent et dans l'avenir de notre société,
- passer en revue l'enseignement de la chimie dans les cycles normaux d'éducation,
- considérer le rôle de la chimie dans la formation professionnelle orientée vers d'autres disciplines,
- étudier les moyens d'informer le grand public sur la chimie,
- discuter des voies et moyens pour accroître l'intérêt de la jeunesse pour la chimie en dehors de l'école.

Outre les exposés d'introduction, des tables rondes et des présentations de matériels éducatifs seront organisées. Des séances de travail par affichage (postersessions) permettront à chaque participant de s'exprimer et de présenter ses propres initiatives. Les langues officielles seront l'anglais, le français et le russe. Toutes les personnes intéressées sont invitées à demander des compléments d'information à l'Université de Ljubljana, Département de chimie, R.C.P.U., p.o. Box 18/1, 61001 Ljubljana, Yougoslavie.

Le séminaire sera immédiatement précédé par la Conférence internationale sur l'éducation en chimie organisé par le Comité d'enseignement de la chimie de l'IUPAC au même endroit.

Apports de l'expérimentation fictive dans l'enseignement de la chimie. Un exemple en cinétique chimique.

par Daniel Cabrol et Claude Cachet

(Groupe de recherche pédagogique en chimie UER-DM, Université de Nice, Parc Valrose, F 06034 Nice Cedex)

L'emploi d'ordinateurs pour simuler le comportement de systèmes physico-chimiques en évolution fait depuis peu l'objet de nombreux travaux. Pour les cours et les travaux dirigés, la simulation permet l'illustration rapide de phénomènes pour lesquels il est difficile de réaliser des expériences. Elle peut également être utilisée pour générer des données numériques qui constituent un support intéressant pour les travaux dirigés. Pour ces types d'applications, les programmes généraux de simulation tels que CSMP qui permettent une modélisation facile conviennent parfaitement (1, 2).

L'expérimentation fictive intégrée aux travaux

pratiques est moins souvent décrite (3, 4); elle offre pourtant d'intéressantes possibilités. En affranchissant l'étudiant des contraintes matérielles, l'ordinateur permet de simuler le déroulement d'expériences qui seraient difficilement réalisables dans leur principe ou dans la pratique, notamment pour des raisons de coût, de sécurité, de temps, d'espace... Parce qu'elle réduit les délais nécessaires à l'obtention des résultats, la simulation d'expériences autorise l'exploration de situations nombreuses et variées. Or, en cinétique chimique particulièrement, l'étude d'une réaction nécessite la conduite de nombreuses expériences longues à réaliser et dans les conditions habituelles

de l'enseignement on est contraint de se limiter à un nombre réduit de manipulations au caractère très directif.

Cette situation enlève toute initiative à l'étudiant et, bien qu'elle lui permette de se familiariser avec les techniques élémentaires du laboratoire, elle le prive de l'essentiel de la démarche expérimentale. En effet, la nécessité d'utiliser « à plein » le temps disponible au laboratoire, interdit pratiquement de laisser l'étudiant libre de concevoir son propre plan d'expérience et de le modifier au fur et à mesure de l'avancement de l'étude. Sans pour autant remplacer le travail pratique en laboratoire, l'expérimentation fictive apporte une réponse à ces difficultés.

Désirant accroître le caractère réaliste du dialogue étudiant-machine, nous avons mis au point un système de programmes modulaires écrits en langage Focal pour un ordinateur PDP 8/E doté d'une mémoire de 8K mots*.

Nous illustrons les possibilités pédagogiques offertes par de tels programmes d'expérimentation fictive à partir d'un exemple relatif à l'étude cinétique de la chloration catalytique des hydrocarbures aromatiques. Dans un premier temps, l'ordinateur délivre un message définissant succinctement le cadre et le but de l'étude proposée (Tableau 1). Conformément aux indications données dans le message suivant (Tableau 2),

l'utilisateur peut choisir librement le jeu de conditions expérimentales.

Si les conditions expérimentales ainsi sélectionnées ne sont pas aberrantes physiquement, la simulation proprement dite peut avoir lieu. Au cours de ce premier choix, généralement peu justifié, l'étudiant se familiarise avec le programme. Il obtient des résultats analogues à ceux qu'il aurait obtenus au cours d'une expérience réelle (Tableau 3).

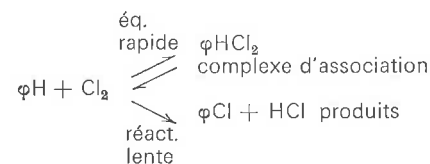
L'aspect réaliste des résultats peut être accentué en remplaçant la concentration de chlore par le volume d'iode versé au cours du dosage de chaque prise d'essai qui est la grandeur effectivement mesurée. Dans le même but, une erreur aléatoire vient affecter chaque résultat imprimé. A l'issue de ce premier essai, l'étudiant conçoit rapidement la nécessité d'établir un plan d'étude. La phase d'option qui suit chaque expérience stimulée en permet la réalisation (Tableau 4).

Logiquement le premier point de cette étude consiste à déterminer l'ordre vis-à-vis du chlore. La possibilité de définir librement les conditions expérimentales permet à l'étudiant d'employer pour cela la méthode de son choix (vitesses initiales, ordre au cours du temps, etc...). L'hydrocarbure étant en grand excès, la réaction est dégénérée; les étudiants parviennent donc rapidement à montrer qu'elle obéit à une

loi du premier ordre par rapport au chlore. L'utilisation de l'option « CALCUL » permet d'employer l'ordinateur pour traiter numériquement les résultats.

A ce niveau, les étudiants avancent des plans d'expérience plus variés. Certains examinent l'influence de la quantité de catalyseur sur la valeur de la constante de vitesse du premier ordre, d'autres abordent une comparaison entre les réactivités des trois hydrocarbures utilisables, d'autres enfin essaient de déterminer l'ordre vis-à-vis de l'hydrocarbure.

Si les deux premières démarches conduisent à une conclusion rapide, il n'en est pas de même pour la troisième; en effet, Jungers et Lepage (5) ont étudié en détail la réaction considérée, ils ont proposé le mécanisme suivant :



Nous avons retenu ce mécanisme comme modèle dans la conception du programme. La loi de vitesse correspondante s'écrit :

$$v_i = -\frac{d[\phi_i\text{H}]}{dt} = k_i \cdot [\text{SnCl}_4] \cdot [\phi_i\text{H}] \cdot [\text{Cl}_2]_{\text{libre}}$$

l'indice i se rapporte à l'hydrocarbure.

L'existence des associations chlore-hydrocarbures conduit à distinguer la concentration en chlore libre $[\text{Cl}_2]_{\text{libre}}$, qui intervient dans la loi de vitesse, de la concentration en chlore analytique $[\text{Cl}_2]_{\text{anal.}}$ qui est la grandeur expérimentale accessible. En négligeant la concentration du complexe d'association devant celle de l'hydrocarbure, la loi de vitesse se transforme en :

$$v_i = k_i \frac{[\text{SnCl}_4] \cdot [\phi_i\text{H}] \cdot [\text{Cl}_2]_{\text{anal.}}}{1 + x_i \cdot [\phi_i\text{H}]}$$

dans laquelle x_i est la constante d'association du chlore et de l'hydrocarbure i .

Dès lors on comprend que l'ordre par rapport au chlore et au catalyseur soit facile à déterminer. Par contre, la réaction n'admet généralement pas d'ordre par rapport à l'hydrocarbure. En jouant sur les différences de réactivité des trois hydrocarbures et en opérant sur des mélanges, il est néanmoins possible de vérifier que l'hydrocarbure intervient à la puissance un au numérateur de la loi de vitesse. Rares sont les étudiants qui utilisent cette méthode de leur propre chef, mais des appels successifs à l'option « AIDE » les aiguillent dans cette direction.

Si on leur indique l'existence des associations chlore-hydrocarbures, les valeurs des constantes d'association ainsi que la stœchiométrie du complexe, ils peuvent atteindre les valeurs des constantes de vitesse vraies (5).

Nous avons volontairement choisi un exemple relativement complexe pour mettre en évidence les possibilités offertes par cette technique. Mise à part la dernière partie qui concerne l'étude des associations entre réactifs et qui nécessite un temps de réflexion plus important, une telle étude peut parfaitement être menée à bien avec cinq ou six expériences simulées, au cours d'une séance de deux heures environ.

CHLORATION CATALYTIQUE DES AROMATIQUES

LA CHLORATION DES AROMATIQUES, ACTIVEE PAR LE CHLORURE STANNIQUE, OBEIT A UNE CINETIQUE SIMPLE.

EN SE LIMITANT AU BENZENE, AU TOLUENE ET AU METAXYLENE, CONCEVEZ, PUIS SIMULEZ LES EXPERIENCES QUI VOUS SEMBLANT UTILES POUR PROPOSER UNE LOI DE VITESSE.

LA GRANDEUR ACCESSIBLE EXPERIMENTALEMENT EST LA CONCENTRATION EN CHLORE, DETERMINEE PAR IODOMETRIE.

Tableau I. Impression du texte introductif.

POUR CHOISIR LES CONDITIONS INITIALES, UTILISEZ LES CODES SUIVANTS :

V.BZN : VOLUME DE BENZENE (EN ML.)
 V.TOLN : # # TOLUENE #
 V.MXLN : # # METAXYLENE #
 CL2 : NB. DE MOLES DE CHLORE
 CATA : MASSE DE CATALYSEUR (EN MG.)
 DURE : DUREE DE L'EXPERIENCE (EN SEC.)
 INTV : INTERVALLE DE TEMPS SEPARANT DEUX DOSAGES CONSECUTIFS

LES HYDROCARBURES PEUVENT ETRE UTILISES SEULS OU EN MELANGE

POUR OBTENIR L'EXECUTION DE L'EXPERIENCE TAPEZ #GO#

QUELLE GRANDEUR DESIREZ VOUS FIXER ?

Tableau II. Liste des conditions expérimentales à définir.

* Nous tenons à la disposition des personnes intéressées des «listings» de programmes typiques avec des exemples d'applications.

On touche là un des aspects les plus intéressants de l'expérimentation fictive: l'augmentation considérable du nombre de situations qui peuvent être examinées dans un

temps limité. Les problèmes de sécurité et de coût des expériences ne se posant plus, on peut laisser une grande liberté à l'étudiant dans la conception, la conduite et l'analyse de

ses expériences. Cette initiative retrouvée favorise évidemment une attitude active de l'étudiant dans son travail.

Depuis trois ans, ces programmes sont utilisés dans le cadre des travaux dirigés de la première année du second cycle. Comme cela a déjà été observé, cette méthode de travail a suscité un intérêt indéniable tant de la part des étudiants que des enseignants qui y ont été associés.

En ce qui concerne l'enseignant, on peut souligner qu'il ne se trouve plus face à son élève, mais à côté de lui dans une démarche commune d'étude d'un phénomène. Le plan de travail n'étant imposé ni par un énoncé et des données numériques préétablies (comme dans le cas d'un problème), ni par un protocole opératoire rigide (comme trop souvent en travaux pratiques), chacun pourra choisir une solution personnelle. On est donc à même de mieux comprendre et éventuellement corriger la démarche de chaque étudiant.

En outre, le modèle du phénomène qui sert de base à l'établissement du programme peut être facilement modifié, on peut ainsi moduler la complexité de l'étude en négligeant dans un premier temps les phénomènes perturbateurs qui rendraient l'analyse des résultats hors de portée des élèves auxquels on s'adresse.

Nous remercions le Secrétariat aux Enseignements Supérieurs (DAGEFI 3) pour l'aide matérielle qu'il nous a apportée dans la réalisation de ce travail.

COMPOSITION DU MILIEU

	VOL		%	C. (MOL./L.)
BENZENE	1000	100.0		10.00
TOLUENE	0	0.0		0.00
METAXYLENE	0	0.0		0.00

CONCENTRATION	CATALYSEUR	0.0009664	MOL./L.
	CHLORE	0.1000000	

TEMPS (SEC.) CONC. CHLORE (MOL./L.)

0	0.10130
120	0.08926
240	0.08240
360	0.07624
480	0.07075
600	0.06218
720	0.05747
840	0.05325
960	0.04698
1080	0.04337
1200	0.04014

Tableau III. Résultats d'une expérience simulée.

SI VOUS DESIREZ

CHANGER DES CONDITIONS EXPERIMENTALES

POURSUIVRE L'EXPERIENCE PLUS LONGTEMPS

OBTENIR DES RENSEIGNEMENTS SUPPLEMENTAIRES

TRAITER VOS RESULTATS

TAPEZ : CHANGE

: PLUS

: AIDE

: CALCUL

Tableau IV. Phase d'option.

Bibliographie

- (1) R. E. Brennam, *Chimie et Industrie, Génie Chimique*, 1968, 100, 1405.
- (2) D. Cabrol, J. Basso et C. Cachet, *L'actualité chimique*, 1973, 3, 26.
- (3) J. J. Kessis, J. Martin et J. P. Ciabrini, *L'actualité chimique*, 1975, 9, 23.
- (4) D. Cabrol, C. Cachet et J. Basso, *J. Chem. Ed.*, 1975, 52, 266.
- (5) J. Le Page et J. C. Jungers, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 1960, p. 525.