

XIII^e Rencontre des enseignants de la chimie dans le premier cycle

Cette Rencontre, qui se déroule chaque année dans une ville universitaire différente, a eu lieu cette année à Angers les 25, 26 et 27 mars. Elle groupait environ 80 participants français et étrangers, dans les locaux de la Faculté des Sciences.

Une exposition de matériels de laboratoire, de matériels pédagogiques et de livres d'enseignement était proposée aux participants.

Nous publions ci-dessous les textes ou comptes rendus des conférences présentées.

Tendances actuelles des pratiques pédagogiques dans la formation scientifique (compte rendu)

par H. Latreille
(I.N.S.A. de Lyon)

La séance inaugurale a été ouverte par Henri Latreille de l'I.N.S.A. de Lyon. Le titre de son exposé montre qu'à son avis l'enseignement de la chimie, au niveau du Premier cycle universitaire, n'est pas un but en soi, comme par exemple dans un I.U.T. de chimie, mais l'une des composantes de la formation générale de base.

Alors, dit-il, qu'une présentation dogmatique et déductive s'impose en mathématique et en physique à ce niveau, on peut avec profit utiliser pour la chimie une présentation expérimentale et inductive. Beaucoup d'étudiants s'en réjouissent d'ailleurs, surtout ceux qui souffrent d'une présentation toujours abstraite des connaissances.

A condition que soit bien précisé ce que recouvrent les mots « science expérimentale » : il ne s'agit pas de faire redécouvrir à chaque individu par l'observation seule tout ce que l'Humanité a mis des millions d'années à découvrir, mais il s'agit de faire accepter que ce soit toujours l'expérience qui pousse le chercheur à choisir parmi les différentes théories possibles.

Bien entendu les expériences ne sont pas faites au hasard : c'est la théorie choisie qui permet à son tour d'organiser les recherches ultérieures scandées par de nouvelles expériences où, à chaque fois, le scientifique accepte de tout remettre en question, accueillant aussi sereinement le « non » que le « oui ». Une théorie sera dite féconde quand elle permettra d'obtenir souvent la réponse « oui » ; elle sera abandonnée dès qu'une théorie plus féconde sera proposée.

C'est dans le va-et-vient perpétuel de la théorie aux expériences et de l'expérience aux théories que la chimie peut être un magnifique exemple de sciences expérimentales, et que son enseignement peut être vraiment utile à la formation générale.

C'est pourquoi aussi, il faut que les enseignants continuent à faire de la recherche, insista-t-il : d'une part ils gardent ainsi à l'esprit le rôle de l'expérience, d'autre part ils vivent ainsi concrètement la difficulté qu'il y a à prévoir, organiser et réaliser une expérience. Ils ne se décourageront pas non plus en pédagogie lorsqu'une expérience aura été négative.

Après avoir parlé du récent Congrès International I.U.P.A.C.-U.N.E.S.C.O. pour l'amélioration de l'enseignement de la chimie (Wroclaw, Pologne, septembre 1973) (1), l'orateur précisa l'aide que l'enseignant peut trouver auprès de l'U.N.E.S.C.O. pour la chimie et les sciences en général (2, 3, 4, 5, 6, 7).

Puis il décrivit plusieurs techniques pédagogiques, et spécialement celle qu'il a vu utiliser aux États-Unis (8) sans s'attarder sur celles qui allaient être traitées par d'autres orateurs de la Rencontre (livre, ordinateur, magnétoscope).

Il insista tout particulièrement sur l'intérêt du « travail autonome » spécialement aux Travaux pratiques, en Premier cycle et même avant. Mais il s'opposa formellement à une pseudo-non-directivité qui ne serait qu'un laisser-aller : « Je suis d'autant plus exigeant que je suis plus libéral » dit-il, en citant Bertrand Schwartz.

Il décrivit les nombreux avantages de l'enseignement appelé « coopératif » aux États-Unis (coopération entre le monde extérieur et l'école) et appelé « par alternance » chez nous : 6 mois de stage et 6 mois d'enseignement chaque année, sans augmentation du nombre d'années d'étude car enfin les étudiants comprennent de quoi on leur parle et pourquoi on leur en parle (8).

En France ces techniques sont souvent ignorées, quelques fois essayées, toujours critiquées, mais elles sont rarement soumises à une validation scientifique comme aux U.S.A. Pourtant, malgré ses défauts, et à la condition expresse d'être employée par des spécialistes après une coûteuse mise au point, et en suivant des protocoles très précis, la technique des « tests » (questionnaires à choix multiples ou Q.C.M.) permet de comparer l'efficacité de deux méthodes pédagogiques.

Encore faut-il avoir mis au clair les buts que l'on poursuit en enseignant la chimie. La fin de l'exposé et la discussion qui a suivi ont été consacrées à cette interro-

gation irritante tellement elle semble simple. L'orateur rappela à titre d'exemple la taxonomie des objectifs pédagogiques de Bloom : mémoriser, appliquer, généraliser, analyser, synthétiser, juger.

Il présenta la grille qu'il suggère à ses étudiants pour l'appréciation des différentes parties d'un exposé ou d'un article (utilisable d'ailleurs en politique aussi bien qu'en sciences) :

vrai ?
faux ?
partiel ?
partial ?

Il conclut en disant son enthousiasme pour un métier où il est possible d'aider les jeunes à se transformer non plus en des enseignants écrasés par l'omniscience des enseignants, mais, suivant la jolie expression des pédagogues Québécois, à se transformer en des « s'éducatifs ».

Bibliographie

(1) H. Latreille, A propos du Congrès de Wrocław, *L'actualité chimique*, janvier 1974, p. 33.

(2) Tendances nouvelles dans l'enseignement de la chimie, Tome IV, textes du Congrès de Wrocław, à paraître en 1974 à la Librairie de l'U.N.E.S.C.O., 7, place de Fontenoy, 75700 Paris. On trouvera à cette même librairie les ouvrages cités dans les références 3 à 7.

(3) Tendances nouvelles dans l'enseignement de la chimie : tome I, 1967, 360 p., 24 F; tome II, 1969, 407 p.; 28 F; tome III, 1972, 325 p., 28 F.

(4) Manuel de l'U.N.E.S.C.O. pour l'enseignement des sciences, 3^e édition, 1974, 32 F.

(5) Courrier de l'U.N.E.S.C.O., juin 1971 : « Les merveilles de la chimie »; novembre 1972 : « Apprendre à être ».

(6) Catalogues des publications de l'U.N.E.S.C.O. : Éducation 1974 (plus de 60 titres); Sciences 1974 (30 titres).

(7) On trouvera dans ce même bâtiment, au 3^e étage, pièce 3020, dans le couloir « Lowendal-Bleu », un Centre d'information pour l'enseignement des sciences où sont réunis les ouvrages majeurs du monde entier.

(8) H. Latreille, Tendances actuelles dans l'enseignement de la chimie aux U.S.A., *L'actualité chimique*, septembre 1973, p. 114.

Vers une rénovation du livre d'enseignement scientifique

par C. Roques-Carmes
(Université de Paris VI)

Généralités

La place du livre dans la communication scientifique et technique n'est plus à démontrer; cependant le marché du livre scientifique d'enseignement reste relativement étroit du fait de sa forte segmentation due à la diversité des disciplines et des spécialisations et de l'inflation d'ouvrages disponibles qui, pour la plupart se présentent comme des « livres du maître ». Il en résulte des tirages faibles, donc des prix élevés. Cependant les enseignants, bien que rarement prescripteurs d'ouvrages scientifiques, restent persuadés que la réalisation du « livre de poche scientifique » est pour demain. C'est en fait ignorer les vrais problèmes inhérents à la fabrication et à la commercialisation du livre d'enseignement scientifique. La méconnaissance de ces problèmes et les différentes illusions qui

s'y attachent, limitent l'intérêt que portent les enseignants à la rénovation pédagogique du livre d'enseignement. C'est pourquoi en règle générale, le courant de rénovation pédagogique qui les anime les incite plus à l'utilisation de moyens audio-visuels qu'à la réalisation de livres rénovés.

Ce sont ces idées générales qui ont guidé le plan de cet exposé.

Un livre de poche à 3 000 exemplaires... Est-ce bien là une solution ?

Le coût d'une page pour un livre scientifique est actuellement de 1 à 1,50 F quel que soit le nombre total de pages de l'ouvrage.

La fabrication d'un tel ouvrage nécessite pour l'éditeur l'immobilisation d'une somme fixe souvent supérieure à 50 000 F dont la plus grande partie est affectée à la composition (entre 30 000 et 40 000 F), les autres postes : papier, tirage, brochage étant plus modestes.

On remarque donc que si un éditeur tente de faire des ouvrages « moins luxueux » les facteurs qualité de papier et couverture ne peuvent pas avoir une forte incidence sur le prix de vente public; il faut remarquer cependant que l'augmentation du prix du papier, dont rien ne permet de penser qu'elle s'atténuera, pèse de plus en plus lourdement sur les frais d'édition.

En raison de la faible marge bénéficiaire (10 à 15 % du prix de vente), l'éditeur devra, pour réaliser un « investissement productif » sur un ouvrage, en vendre environ 2 000 exemplaires — chiffre rarement atteint en une seule année!

Au-delà du prix de fabrication (environ 20 % du prix fort de vente) la marge bénéficiaire de l'éditeur est limitée par les taxes perçues par l'État (7 % du prix de vente hors taxes), les droits d'auteurs (10 % sur le prix hors taxes) et surtout les coûts de distribution (environ 50 % du prix fort de vente).

On peut s'étonner de ce dernier pourcentage, mais n'en est-il pas de même pour tous les coûts de distribution de nombreux produits de consommation courante?

Sans doute, malgré tous ces facteurs défavorables, il existe plusieurs collections de poche dont on connaît le succès, mais il faut constater qu'aucune d'entre elles n'a de vocation scientifique ou éducative.

Les chiffres cités ci-dessus montrent que l'on ne saurait attendre l'abaissement du prix de revient des ouvrages scientifiques d'une éventuelle aide gouvernementale qui pourrait prendre la forme d'un allègement de la fiscalité sur les frais de production.

L'on pourrait imaginer d'autre part la réduction des frais de distribution grâce à des circuits parallèles identiques à ceux qui ont été créés par les Universités américaines et canadiennes.

Plus raisonnablement la solution qui doit conduire aux livres de poche scientifiques semble donc liée à la recherche de tirages élevés.

On peut remarquer toutefois que certains « best-sellers scientifiques » existent déjà. Cependant, il ne faut pas oublier que le tirage moyen d'un ouvrage scientifique du 1^{er} cycle est le plus souvent de 3 000 à 5 000 exemplaires... on est bien loin des 1 200 000 exemplaires enregistrés pour *Papillon*!

L'enseignant prescripteur

La diffusion restreinte du livre scientifique d'enseignement est une conséquence du fait que dans l'enseignement supérieur, le document imprimé n'est plus comme dans l'enseignement secondaire, un outil de travail réellement indispensable pour l'étudiant. Cependant les critères essentiels de l'enseignement restent les mêmes :

a. l'enseignement est toujours donné sous forme de cours magistral; des exercices

d'application permettent de comprendre et d'assimiler le cours;

b. la préparation du cours magistral est faite à partir d'ouvrages déjà existants; l'expérience personnelle de l'enseignant n'intervenant que dans la pédagogie de l'enseignement;

c. les livres d'enseignement disponibles sur le marché sont réalisés par des collègues qui bien souvent ont, dans leur spécialité, autant de poids qu'un Inspecteur d'Académie...;

d. les programmes sont définis à l'échelle nationale avec (ou sans) la participation des enseignants.

Les statistiques montrent ainsi que dans l'enseignement supérieur, 1 professeur sur 2 ne recommande pas de livre en complément de son cours, 1 enseignant sur 4 dit ne jamais utiliser de livres pour son enseignement (*L'Édition Scientifique et Technique de langue française*, Aupelf-Klincksieck, 1972).

Ce comportement individualiste de l'enseignant du supérieur ne semble être lié à sa qualification première de « chercheur-enseignant ». Les qualités de recherche développées dans la première partie de sa carrière — et qui lui ont permis d'accéder à sa fonction! — font que l'enseignement du « chercheur-enseignant » est plus basé sur la recherche d'une vérité absolue, minutieuse, que sur la recherche d'une efficacité pédagogique. Mais bien souvent cette situation se retourne contre lui car il lui est impossible d'être aussi précis sur tous les sujets imposés par les programmes. De plus dans les parties du programme qui sont de son domaine, le « chercheur-enseignant » exerce son esprit critique de recherche... sans hésiter parfois à piller aux autres les idées directrices de son cours...

Pourquoi, ne pas honnêtement prescrire aux étudiants l'usage des manuels? Évidemment, les livres actuellement disponibles sur le marché ne sont, et ne seront jamais parfaits; ils ont toutefois le mérite d'exister. Les conseiller, puis les critiquer, n'est-ce pas faire de la pédagogie? Chercher à rénover, à enrichir le livre, me semble être une des vocations de l'enseignant.

Pour une rénovation...

En d'autres termes, il me semble que la critique essentielle à faire aux livres scientifiques d'enseignement est qu'ils ne sont pas faits pour permettre un *auto-enseignement* dont l'importance ira croissant en fonction du développement de la formation permanente. Or le livre scientifique français est bien souvent qualifié d'illisible sans l'aide du professeur.

Je crois donc qu'il est temps d'adapter une nouvelle méthode pédagogique basée sur l'utilisation rationnelle du livre afin de développer l'esprit scientifique plutôt que le langage. La solution a déjà été proposée par Kourganoff (*La Face Cachée de l'Université*, Paris, P.U.F., 1972) : « Le manuel correspondant qui pourra prendre d'ailleurs la forme d'une « machine à enseigner » sera très progressif, et comportera des exercices avec des réponses permettant de vérifier à chaque étape de l'auto-enseignement que l'on a correctement compris et bien assimilé chaque tranche du programme. Le nom barbare « d'enseignement programmé », réservé à cette forme d'enseignement, ne se justifie guère puisque tout enseignement doit être soigneusement planifié dans un programme. »

Ceci suppose :

a. qu'un tel ouvrage soit réalisé par un groupement d'auteurs dans lequel chacun trouvera sa vocation de savant, de pédagogue ou d'écrivain;

b. que l'on apprenne et fasse apprendre à travailler sur des documents écrits afin de

développer, comme je l'ai dit précédemment, l'esprit scientifique plutôt que le langage; c. que soit revalorisée la fonction enseignante avec une réforme dans le choix des enseignants du premier cycle qui, à mon avis devraient tous suivre la filière : Assistant, Maître-Assistant...

Conclusions

Le livre est un produit de consommation courante et de ce fait doit être offert à un prix abordable. A l'heure actuelle le « livre de poche scientifique » est lié à la recherche d'un tirage élevé. Cet objectif ne peut être atteint que si l'on confère à l'ouvrage d'enseignement scientifique une fonction différente de celle qui lui est actuellement dévolue.

Nous avons ainsi essayé de montrer que pour sortir le livre scientifique de son état de sous-développement, il faut lui donner une vocation nouvelle qui doit être : le cours programmé de... par les travaux dirigés.

Cette solution, si elle est adoptée, doit entraîner une rénovation du cours magistral passant nécessairement par le travail collectif sur documents écrits.

Évaluation de l'acquisition des connaissances en chimie

par M. Chastrette * et J. Carré **
(* Université Claude-Bernard, Lyon)
(** I.N.S.A. de Lyon)

Les résultats présentés proviennent de deux enquêtes effectuées à Lyon, à l'I.N.S.A. et à l'Université Claude-Bernard.

La première enquête portant sur les connaissances en chimie des étudiants de première année a été réalisée sur un effectif de 230 étudiants de CB-BG 1 en 1972-1973 et sur un effectif de 222 étudiants de Deug A en 1973-1974. Les questions posées portaient sur la mémorisation de données chimiques de base et sur la manipulation de quelques notions (pH, normalité, etc...). Le niveau général n'est pas très élevé et des lacunes graves apparaissent aussi bien dans les connaissances de base que dans la technique mathématique pour les nouveaux comme pour les redoublants. Les étudiants de CB-BG semblent dans l'ensemble plus « forts » en chimie que ceux du Deug A mais la comparaison peut être faussée par une évolution du niveau général des bacheliers (cf. Conférence de M. Mari). Cette enquête a été utilisée à deux fins : donner aux enseignants une idée plus précise des matières à traiter dans un enseignement de mise à niveau organisé en début d'année; donner à chaque étudiant un relevé de ses connaissances et l'inciter à en combler les lacunes.

La deuxième enquête concerne les Travaux Pratiques de chimie effectués dans l'enseignement secondaire, d'une part, et les vœux des étudiants pour des TP en Premier Cycle, d'autre part.

Une première version du questionnaire a été soumise à 615 élèves de première année de l'I.N.S.A. Les réponses montrent que ces élèves ont fait des T.P. de chimie au lycée (plus en 2^e qu'en première ou terminale) sauf pour environ 20% d'entre eux. Ces T.P. comportaient des dosages des synthèses et des réactions et parfois l'utilisation d'un pH mètre.

Les préférences des élèves de l'I.N.S.A. iraient aux travaux pratiques portant sur la radioactivité, les analyses de minerais ou d'acier et les synthèses organiques. Une deuxième version du questionnaire, établie à la suite d'une discussion entre

enseignants de l'I.N.S.A. et de l'Université Claude-Bernard a été soumise à des étudiants du Deug A (98) et du Deug B (300). Les données sur les T.P. dans l'enseignement secondaire recoupent très bien celles de l'I.N.S.A. Les préférences des étudiants sont mieux révélées car il a été demandé de classer les sujets de T.P. par ordre de préférence. En Deug B (chimie, biologie, géologie) les étudiantes ont classé largement en tête les analyses d'aliments et de médicaments alors que les étudiants avaient des préférences moins marquées. En Deug A (maths, physique, chimie) la plupart des étudiants n'ont pas pu établir un classement mais les étudiantes continuent à marquer leur préférence pour les analyses d'aliments et de médicaments. Ces renseignements ont été utilisés immédiatement pour modifier les Travaux pratiques.

Les questionnaires utilisés doivent encore évoluer. Il semble que dans un premier temps le questionnaire doit être assez large pour que des tendances (parfois imprévues) puissent se dégager. Ensuite il est possible de poser des questions précises sur les points jugés intéressants. Une extension de ces enquêtes à plusieurs Universités a été envisagée pour l'année prochaine.

Applications de l'ordinateur à l'enseignement programmé

par R. Mari
(Institut des Sciences de l'Ingénieur, de Nancy)

Le but de cette conférence est d'exposer une expérience d'enseignement assisté par ordinateur dont l'auteur pense qu'il s'agit d'une méthode permettant de maintenir le niveau de l'enseignement supérieur malgré la baisse importante de la qualité à l'entrée dans celui-ci. Elle a été conduite à l'Institut des Sciences de l'Ingénieur (I.S.I.N. à Nancy) durant l'année 1971.

En effet nous avons constaté à l'I.S.I.N. depuis quelques années une baisse considérable du niveau des bacheliers qui présentent le concours d'entrée. Malgré l'augmentation du nombre des candidats et de la valeur relative de ceux-ci, ce phénomène est d'ailleurs général.

Mais nous avons estimé qu'il n'était pas possible de le laisser passer sans réagir.

Une réaction consisterait évidemment à baisser le niveau de sortie, nous ne pouvions l'admettre. Une autre consisterait à accroître la sélection, elle est tout à fait possible et nous verrons en définitive que c'est à elle que nous nous sommes ralliés, mais avant d'agir ainsi il nous paraissait indispensable de chercher si une amélioration des méthodes pédagogiques ne permettraient pas de résoudre le problème.

1. Le problème de la baisse de niveau

Le 1^{er} juillet 1971 a eu lieu le 12^e concours d'entrée à l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Nancy (U.E.R. de l'Université de Nancy I). Après de multiples essais ce concours a été stabilisé en 1969 sous forme d'une série d'épreuves de physique, mathématiques, français. Depuis 1970 des centres d'examens ont été ouverts, outre Nancy, dans différentes villes (Paris, Bordeaux, Lille, Lyon, Nice, Rennes).

Le nombre de candidats a augmenté régulièrement : 182 ont participé aux concours en 1969, 346 ont participé aux concours en 1970, 457 ont participé aux concours en 1971. Le pourcentage des bacheliers C parmi les candidats a augmenté simultanément. Le concours s'ouvre aux élèves de terminales C, D, E ou de classes postérieures.

Les candidats se décomposaient de la façon suivante :

Bac C	199
Bac D	44
Bac E	112
B.T.S.	17
D.U.T.	16
Études postérieures au baccalauréat	64
Divers	5

155 candidats ont été, au total, soit admis, soit déclarés en liste complémentaire. Nous les considérerons dans ce qui suit comme l'échantillon « reçu ».

La qualité relative de l'échantillon par rapport à la moyenne nationale est évidemment difficile à juger, d'autant plus que les résultats du baccalauréat n'étaient pas tous connus à la date du concours. Nous ne pouvons donc les apprécier que pour les candidats reçus.

Pour ceux-ci nous avons constaté les résultats suivants :

échec au baccalauréat	2 %
réussite simple	42 %
réussite avec mention	56 %

Nous pouvons démontrer l'amélioration relative à l'échantillon par les chiffres suivants :

parmi les élèves entrés en 1971 on compte 50% de mentions au baccalauréat; parmi ceux entrés en 1970 on en compte 46%. Après passage en 2^e année on en compte 56%; parmi ceux entrés en 1969 et admis en 2^e année on en compte 31%; et enfin, 26% parmi ceux sortis en 1971.

Le test comportait 25 questions, jugées uniquement d'après la réponse. On a obtenu les résultats suivants :

de 0 à 2,5/20	7,0 %
de 2,5 à 5,0/20	29,3 %
de 5,0 à 7,5/20	38,5 %
de 7,5 à 10,0/20	21,0 %
de 10,0 à 12,5/20	3,5 %
de plus de 12,5/20	0,7 %

La note la plus fréquente est comprise entre 5 et 5,5 (63 élèves). La note moyenne est 6,1/20.

La faiblesse du niveau paraît de façon éclatante par un résumé de la situation :

4,5% des élèves sont capables de répondre exactement à une question sur deux en moyenne;

2% des élèves connaissent la définition de l'Ampère ou peuvent calculer un circuit en alternatif;

3% des élèves savent faire un changement d'unités;

27% connaissent la composition de l'air;

47% des candidats donnent au moins un résultat ou une réponse complètement absurde;

49% ne savent pas ce qu'est un acier.

Il faut être bien persuadé que c'est l'accumulation des erreurs et des trous de connaissances sur des questions aussi simples qui est très grave à ce niveau. *A priori* nous aurions accepté sur chaque question un pourcentage d'échec de 20 à 30% en moyenne.

D'ailleurs notre intention initiale était de faire cet examen, sous sa forme actuelle, un filtre éliminatoire pour tous les candidats qui n'auraient pas répondu exactement à certaines questions.

Si nous avions maintenu cette proposition nous aurions dû admettre moins de 10 élèves. Une analyse semblable n'a pas été faite pour les précédents concours. Il est possible de donner des évaluations globales sur les années 1969, 1970, 1971.

En 1969, 25 candidats avaient été recrutés sur titre, 157 candidats étaient présents aux épreuves.

En 1970, 346 candidats étaient présents aux épreuves, le concours sur titre ayant

été supprimé à cause de l'insuffisance des renseignements contenus dans les livrets scolaires.

Rappelons qu'en 1971, 455 candidats furent présents.

Les résultats suivants ont été obtenus :

a. en 1969 : sur l'échantillon de 157, écrit par l'admission de 25 candidats sur titres, 20 ont eu la moyenne en physique, soit 13 et 29 % ;

b. en 1970 : sur les 346 candidats, 42 ont eu la moyenne en physique soit 12 % ;

c. en 1971 : sur 455 candidats, 19 ont eu la moyenne en physique soit un peu plus de 4 %.

De même entre 1969 et 1970 la moyenne générale est passée de 6,6 à 6,1 sur 20.

Et simultanément le pourcentage de candidats issus directement du baccalauréat C est passé de 30 % environ à 40 % tandis que pour les candidats admis le pourcentage de mentions au bac passait de 30 à 50 %. La qualité de l'échantillon s'est donc accrue en valeur relative mais a baissé en valeur absolue.

Nous assistons donc à un phénomène très grave, dont l'ampleur ne cesse de croître, qui met en cause les fondements mêmes de notre enseignement de la physique puisque, au seuil de l'enseignement supérieur il convient pratiquement de repartir à zéro.

Ce phénomène ne touche malheureusement pas que la physique.

Pour le même concours, si l'on analyse les résultats en français :

en 1969, 58 candidats purent être notés au-dessus de la moyenne (sur 157) ;

en 1970, 46 candidats ont été notés au-dessus de la moyenne (sur 346) ;

en 1971, 16 candidats seulement sont notés au-dessus de cette moyenne (sur 455).

En mathématiques un effondrement similaire s'est produit en 1973.

2. Expérience d'enseignement assisté par ordinateur

Nous avons l'habitude à l'I.S.I.N. d'essayer d'employer des méthodes pédagogiques

évoluées. Dès 1962 nous avons mis en place un système d'enseignement télévisé dont nous estimons que les résultats ont été probants, mais devant l'affaiblissement énorme du niveau que nous avons décrit ci-dessus il n'est plus possible de s'en contenter. Par une étude ultérieure les hypothèses suivantes nous ont paru acceptables : entre 1969 et 1971 le niveau moyen réel de la population n'est pas baissé brusquement mais, en gros, la formation reçue a été dégradée et a donné lieu à ce phénomène qui ne doit cependant pas mettre en cause l'intelligence des élèves.

Les élèves ont une formation « lacunaire », ils ont en outre perdu l'habitude de travailler et de le faire intelligemment.

Une méthode d'enseignement qui serait essentiellement individuelle permettrait de corriger ce phénomène. Elle n'est pas praticable si l'on veut mettre un enseignant à la disposition de chaque élève. Déjà, l'enseignement télévisé décrit ci-dessus tendait dans ce sens. Mais l'informatique qui permet de mettre en mémoire les questions comme les réponses, les problèmes comme les agencements d'un cours doit conduire à une solution à la fois individuelle et praticable pour un grand nombre.

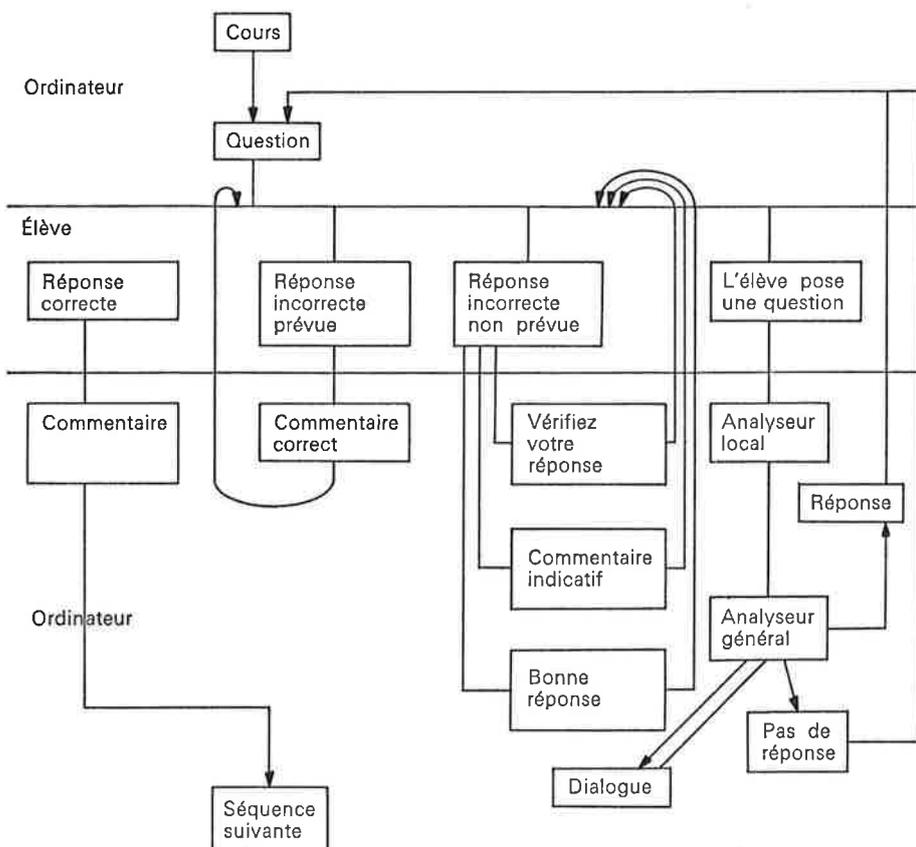
Description de l'expérience

Compte tenu des diverses contraintes de coût et de temps, elle a été conduite sur un seul cours (celui de mécanique 1^{re} année) par 15 élèves sur 77 présents en 1^{re} année (à ce moment là 13 élèves avaient abandonné d'eux-mêmes leurs études à l'I.S.I.N.).

La méthode utilisée dite de « conception modulaire » est due à M. Maurice Peuchot (qui entre autres fonctions est enseignant à l'I.S.I.N.) ; le langage employé est le « Coursewriter III ».

Les élèves ont affaire à un terminal constitué d'une machine à écrire. Ils tapent en langage normal et reçoivent des questions, des réponses et des informations en langage normal également. Le cours a été décomposé en 70 modules comportant environ 300 séquences.

Chaque séquence a la structure suivante :



La réalisation du cours

On peut schématiquement donner les chiffres suivants. Pour un cours exposé habituellement en 50 heures devant les élèves, il faut : 150 heures de travail de programmation, 50 heures de vérification, relecture, 100 heures de validation.

On appelle validation les opérations qui consistent à transformer des réponses imprévues en réponses prévues et à transformer des questions d'élèves non prévues en questions prévues.

Il faut en moyenne 3 à 10 minutes de travail pour une de ces opérations.

On peut considérer qu'une validation est à peu près effectuée lorsque 20 élèves sont passés sur une séquence, pour les réponses et que 100 élèves sont passés sur une séquence, pour les questions.

Ces chiffres résultent évidemment d'extrapolations.

Il faut insister sur cette qualité essentielle de la méthode : aucun enseignement programmé n'est véritablement valable, s'il n'est pas validé et la validation est ici extrêmement rapide et très souple.

Évaluation des résultats de l'expérience

Les élèves ont utilisé le système en révision (le cours avait été fait préalablement et par le même enseignant).

Chaque élève a passé durant 2 mois environ 2 heures par semaine sur le terminal (sans voir d'ailleurs la totalité du cours).

Une épreuve de physique a eu lieu après cette période. Tous les élèves l'ont subie. On peut représenter les résultats de la manière suivante :

le groupe de 15 élèves ayant passé sur ordinateur a une moyenne générale, avant expérience de 9,12/20. En épreuve finale de physique ce groupe a une moyenne de 11,08 ; 12 élèves sur 15 ont la moyenne ;

le groupe de 62 élèves n'ayant pas passé sur ordinateur a une moyenne générale avant expérience de 8,93/20. En épreuve finale de physique, il obtient une moyenne de 8,24 ; 20 élèves sur 62 ont eu la moyenne. Enfin, 13 élèves sur 15 (soit 86 %) ayant passé sur ordinateur ont finalement été admis (soit 58 %).

Tout en étant persuadés qu'il ne faut pas attribuer à ces résultats une valeur absolue et ceci pour beaucoup de raisons, nous pensons cependant que ces chiffres se passent de tout commentaire.

Si l'on cherche à évaluer le prix de l'installation on aboutit aux chiffres suivants :

L'installation nécessaire coûterait à l'achat environ 5 millions de francs et nécessiterait des charges annuelles de l'ordre de :

- 100 000 entretien
- 40 000 personnel et charge (réduit au maximum à 1 perforateur et 1 pupitreur)
- 160 000 de confection ou remodelage des cours
- 30 000 de frais divers (électricité chauffage)

Si l'amortissement est effectué sur une dizaine d'années, ce qui est probablement possible car il s'agit d'une application de l'informatique n'ayant pas besoin de coller de très près aux progrès ultérieurs de celle-ci on arrive donc à une dépense annuelle de 830 000 F ce qui met l'acquisition de l'unité enseignement-élève à environ 280 F (en appelant unité enseignement-élève un cours d'environ 30 heures habituellement suivi par un élève).

Ces chiffres, modestes pour une unité, sont importants globalement. Ce qui explique peut-être ce fait que nous n'ayons pas eu la possibilité de constituer avec un ordinateur un système intégré.

Dans une école ce n'est pas grave. Il suffit de resserrer la sélection. Mais que chacun en juge sur le plan général.

L'enseignement de la thermodynamique dans le premier cycle de l'I.N.S.A. de Lyon *. Comportement comparé des élèves-ingénieurs et d'ingénieurs de l'industrie face à cet enseignement

par A. Navarro et G. Pérachon
(I.N.S.A. de Lyon)

I. Enseignement de la thermodynamique

Classique dans son contenu, pour un enseignement de thermodynamique générale, ce cours se différencie par l'importance attachée :

a. A l'exposé, en première partie, de généralités sur les différentes formes d'énergie autres que l'énergie calorifique. Pour un ensemble système-source extérieure, en équilibre, l'expression de l'énergie échangée de manière quasi-statique par le système est explicitée par :

$$\delta w = X dx$$

X : variable de tension qui a la même valeur pour l'ensemble système-source, dx : variation de l'extensité correspondante du système.

L'échange d'énergie a lieu du système possédant la tension la plus élevée vers l'autre système. Enfin, les variables d'extensité des énergies non calorifiques sont conservatives.

b. Au fait que l'on traite alors l'énergie calorifique comme une énergie possédant un caractère particulier ce qui permet d'introduire le second principe. Si la température apparaît comme étant la variable intensive de cette énergie, par contre, et contrairement au cas des énergies non calorifiques, la variable extensité de la chaleur n'apparaît pas à l'évidence et ne s'impose pas directement à l'observation : on l'appelle entropie.

La différence fondamentale qui existe entre les énergies non calorifiques et la chaleur vient de ce que l'entropie S' d'un ensemble isolé comprenant un système σ et le milieu extérieur σ_1 , peut croître ($\Delta S' = \Delta S\sigma + \Delta S\sigma_1 \geq 0$). $\Delta S' > 0$ correspond au cas des transformations irréversibles. Pour une transformation réversible $\Delta S' = 0$ l'entropie est alors conservative et se comporte donc comme toute autre extensité.

Conclusion

L'entropie n'est pas introduite dans ce cours à partir du dispositif idéal de la machine de Carnot mais il est montré au contraire que le second principe limite l'efficacité de la transformation continue de la chaleur en travail.

II. Comportement comparé des élèves-ingénieurs et d'ingénieurs de l'industrie face à cet enseignement

Exposons maintenant les principaux résultats d'une expérience pédagogique qui se poursuit depuis trois ans à l'I.N.S.A. de Lyon : cinq des enseignants qui ont élaboré et dispensent le cours précédent aux étudiants animent des sessions de perfectionnement pour adultes dans le cadre de la formation post-scolaire.

* Ce cours initialement mis au point par M. le Professeur B. Claudel est actuellement enseigné en 2^e année de 1^{er} cycle par MM. A. Navarro, G. Pérachon, P. Vermande, J. Véron.

1. Les deux auditoires et les méthodes d'enseignement :

Dans les deux cas les auditoires disposent dès le début d'un cours polycopié détaillé et d'un recueil d'exercices.

a) *Étudiants* : Ils constituent un auditoire relativement homogène, tant au plan de l'âge et des études secondaires que du comportement vis-à-vis de ce cours, partie d'un enseignement pluridisciplinaire.

Le programme est établi sur un semestre et demi à raison chaque semaine de trois heures de cours magistral (120 étudiants) et de deux heures de travaux dirigés (20 à 23 étudiants).

b) *Adultes* : Le groupe (10 à 20 personnes) est fortement hétérogène (âge, secteur d'activité, formation initiale, fonction...). L'enseignement se fait en 9 jours (3 sessions de 3 jours pendant 3 mois consécutifs). Les enseignants sont présents en permanence et font alterner des séquences d'exposés et d'exercices d'application.

2. Résultats

Nous retiendrons essentiellement trois constatations sans oublier de tenir compte des différences essentielles entre les deux auditoires d'une part et les méthodes utilisées d'autre part.

Le cours polycopié est un bon support pédagogique pour un utilisateur exercé à travailler sur documents, ce qui est rarement le cas des étudiants. Il devient alors possible d'éviter l'exposé souvent fastidieux de certains développements mathématiques sans gêner pour l'auditeur.

Les adultes qui, au cours de leur formation initiale, ont déjà reçu un enseignement de thermodynamique ou qui se sont heurtés dans le cadre de leurs activités à des difficultés de compréhension, sont très sensibles à la méthode choisie pour exposer un chapitre (le 2^e principe par exemple) ce qui facilite beaucoup le dialogue avec les enseignants. Il n'en va pas de même pour l'étudiant confronté pour la première fois à l'énoncé d'un cours. La discussion avec les étudiants s'établit plus difficilement, l'élève ne ressent pas de la même façon les difficultés d'un cours, il ne critique pas aussi facilement que l'adulte. Un stage de longue durée « sur le tas » ne serait-il pas bénéfique dans ce sens ?

Sur un plan plus relationnel nous avons constaté combien était bénéfique la présence simultanée et active de plusieurs enseignants qui, bien que développant le même cours sur le même canevas, sont amenés à confronter publiquement leurs « petites divergences » ce que ne permet pas le cours magistral.

Ceci dit, si l'étudiant ne comprend pas moins vite, calcule souvent plus vite et est mieux entraîné à apprendre (trop peut-être) il n'en demeure pas moins vrai que l'impact d'un enseignement peut varier énormément suivant que l'auditoire est en situation d'examen... ou de formation !

Une expérience d'utilisation de moyens audio-visuels

par J. Minier
(Fédération des œuvres laïques du Maine-et-Loire)

L'audio-visuel a pris dans la société contemporaine une importance sur laquelle il n'est plus nécessaire d'insister.

Que ce soit comme moyen de communication de masse, comme moyen pédagogique, comme instrument de création ou comme objet d'étude il conditionne l'enseignement et l'éducation permanente.

C'est pourquoi la Ligue de l'Enseignement et de l'Éducation Permanente, mouvement Laïque d'Éducation populaire, préconise une politique démocratique de gestion et d'utilisation des moyens audio-visuels et une politique d'intervention et de formation auprès du plus grand nombre, en particulier enseignants et animateurs.

Une politique démocratique : Dans le système actuel, seuls quelques privilégiés ont la faculté d'émettre des messages audio-visuels. Il est indispensable, pour éviter une certaine passivité et pour que le contrôle des usagers soit effectif, de contrebalancer les mass-média en créant des réseaux de communication géographiquement plus limités, gérés en totalité par les citoyens assurant la double fonction d'émetteurs-récepteurs.

Une politique d'intervention : Elle doit préparer la gestion démocratique des canaux de diffusion. Pour cela, nous devons éduquer les usagers afin qu'ils soient en mesure de prendre en charge le contrôle des mass-média. Il est indispensable que cette démarche soit entreprise dès l'école afin d'éviter le mythe du « fait audio-visuel ». C'est là que les enseignants ont un rôle important à jouer, ce qui suppose une formation correspondante.

Une politique de formation : apprentissage dès l'école des techniques audio-visuelles, formation des enseignants par le canal des syndicats et par une intervention dans leur formation professionnelle, formation des cadres, instructeurs et animateurs dans les domaines des techniques de communication, des codes et des langages, intervention dans les classes pour faciliter les expériences audio-visuelles et les diffuser.

Les interventions de la Fédération des Œuvres laïques de Maine-et-Loire

Stages de formation : cette formation s'adresse aux enseignants et aux animateurs. Notre objectif est que chacun soit en mesure de « déchiffrer » les messages audio-visuels afin de se situer non plus en consommateur passif mais actif et critique. Il est important également que le plus grand nombre d'individus puisse devenir émetteur et utiliser les moyens audio-visuels comme moyens de communication et d'expression.
En milieu scolaire : de plus en plus les enseignants s'intéressent aux possibilités qu'offrent les techniques audio-visuelles comme moyens d'expression. La Fédération des Œuvres Laïques aide des groupes d'enseignants et d'élèves à réaliser des enquêtes magnétoscopées, des courts-métrages, etc...

Avec les associations : dans le cadre d'animations de quartiers ou de campagnes d'information menées par les associations d'éducation populaire, la Fédération des Œuvres Laïques vient en aide aux associations pour la réalisation de documents audio-visuels. Ces documents permettent aux différents groupes de population de s'exprimer, de s'informer mutuellement, de mieux communiquer.

Quelques notes sur la vidéo

Vidéo : système d'enregistrement et de reproduction d'images et de son sur bande magnétique.

L'image reproduite est une image électronique et peut être reçue sur l'écran d'un téléviseur appelé moniteur vidéo.

Magnétoscope : appareil permettant d'enregistrer sur bande magnétique (bobines ou cassettes) des images et du son.

Avantages : l'enregistrement est visible immédiatement après un simple rembobinage. Pas de traitement en laboratoire ; l'image et le son sont synchrones. Pas de mixage et de synchronisation.

Inconvénients : l'image électronique est une image de faible définition; les dimensions réduites de l'écran T.V. ne permettent pas la projection devant un public nombreux.

Quelques types d'équipement

1. Un magnétoscope et un moniteur vidéo : coût moyen : 8 000 F à 10 000 F.
Possibilités : enregistrement, archivage et relecture d'émission O.R.T.F., lecture de

bandes enregistrées (échanges de documents par exemple).

2. Idem plus 1 caméra studio : coût moyen : 12 000 à 15 000 F.

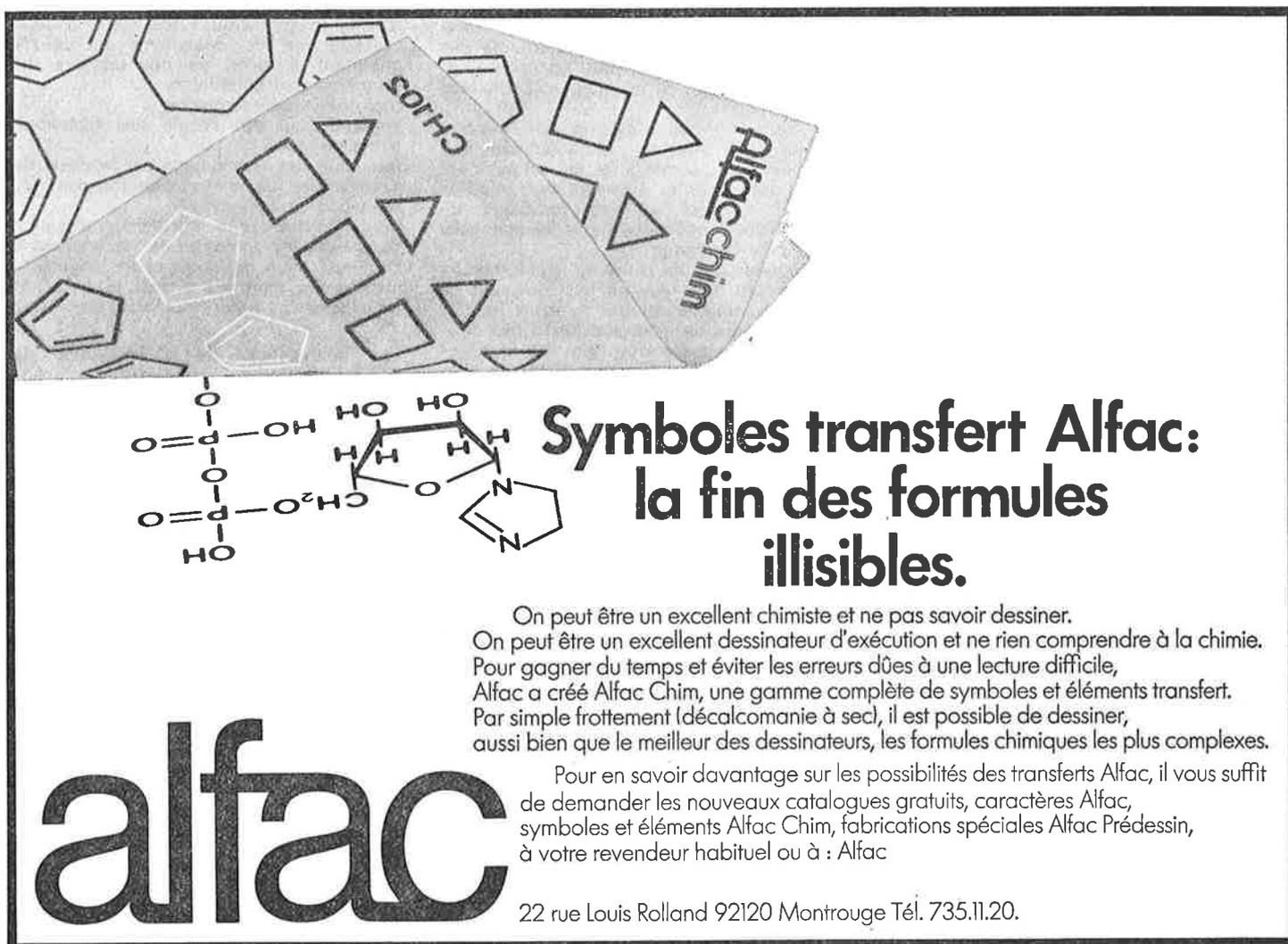
Possibilités : idem plus réalisation de documents filmés en intérieur.

3. Idem plus unité portable : coût moyen : 25 000 F.

Possibilités : idem plus réalisation de documents filmés en extérieur (interviews, reportage).

4. Idem plus 2^e magnétoscope, coût moyen : 32 000 F.

Possibilités : idem plus montage de document par système électronique de copie. A ces équipements peuvent bien sûr s'ajouter différents accessoires : régies pour enregistrement à l'aide de plusieurs caméras, système permettant fondu enchaîné, trucage, incrustation, surimpression, etc...



**Symboles transfert Alfac:
la fin des formules
illisibles.**

On peut être un excellent chimiste et ne pas savoir dessiner.
On peut être un excellent dessinateur d'exécution et ne rien comprendre à la chimie.
Pour gagner du temps et éviter les erreurs dues à une lecture difficile,
Alfac a créé Alfac Chim, une gamme complète de symboles et éléments transfert.
Par simple frottement (décalcomanie à sec), il est possible de dessiner,
aussi bien que le meilleur des dessinateurs, les formules chimiques les plus complexes.

Pour en savoir davantage sur les possibilités des transferts Alfac, il vous suffit
de demander les nouveaux catalogues gratuits, caractères Alfac,
symboles et éléments Alfac Chim, fabrications spéciales Alfac Prédessin,
à votre revendeur habituel ou à : Alfac

alfac

22 rue Louis Rolland 92120 Montrouge Tél. 735.11.20.