

formations spécifiques à l'audio-visuel, essentiellement basées sur un discours général pseudo-théorique, même accompagné de «travaux pratiques» sur du matériel audio-visuel (matériel allant parfois jusqu'au gadget) nous paraissent dérisoires. La formation spécifique à la technologie de l'enseignement, ne prendrait selon nous de sens, qu'auprès d'enseignants (ou de formateurs) ayant déjà exercé, et choisissant eux-mêmes les thèmes concrets de travail et, si possible, de réalisation.

4. En guise de conclusion

Un inventaire a simplement été amorcé. Il a déjà donné une idée de l'importance considérable des exigences, nombreuses, qui s'additionnent sur ce thème de la formation des enseignants : la simple juxtaposition de ces exigences conduirait sans doute, soit à une durée de formation absurde par énormité, soit à une formation manquée car superficielle et «touche à tout». Et, dans tous les cas, à l'échec des formations «par couches», où la couche suivante efface la précédente.

Une procédure générale, accompagnée de quelques exemples, a donc été suggérée,

En conclusion, la politique «méthodes et techniques» que nous proposons est relativement simple. Elle consiste, en ne perdant jamais de vue l'objectif de formation recherché, à privilégier — par souci d'économie, mais aussi et surtout par souci d'intégration — l'acquisition de certains éléments de formation à travers la formation à d'autres éléments. Une telle manière d'agir implique évidemment qu'elle soit confiée à des «formateurs» spécialisés mais partageant en équipe ce souci d'économie et

susceptible selon nous de conduire d'une part à l'indispensable *économie de temps*, d'autre part à une *intégration* des éléments de formation infiniment préférable à leur juxtaposition. Nous disposons déjà de quelques expériences partielles qui ont eu l'ambition d'appliquer quelques uns de ces principes. Un travail en cours (Claudine Géroin) a enfin pour objet d'approfondir, et préciser davantage les problèmes que nous voulions simplement formuler dans le cadre de cet article. Le lecteur aura évidemment noté que la formation de professeurs de sciences physiques est bien le terrain concret de notre réflexion,

d'intégration, et non pas à des formateurs murés dans leur spécialité et surtout préoccupés de défendre, ou accroître, leur «territoire». Les combinaisons de méthodes qui économiseraient le temps et intégreraient les éléments de formation, impliquent aussi que l'on dispose des matériels nécessaires (locaux adaptés, hardware éducatif etc...), mais surtout du software éducatif, et tout particulièrement des nombreux «multimédia» nécessaires à la politique de formation définie ci-dessus.

et de nos expériences, du fait de la spécialité (chimie-physique) de l'auteur et de ses collaborateurs. Mais le lecteur aura sans doute perçu aussi la présence sous-jacente de la conviction suivante : cette réflexion et les solutions suggérées ne sont pas spécifiques ; si l'on excepte évidemment les contenus proprement dits de la spécialité, la formation d'un enseignant de mathématiques, de sciences physiques ou celle d'un enseignant de français soulève au-delà des apparences, le même type de questions, et appelle donc des réponses de même ordre.

Quel est le niveau des bacheliers en chimie ? Présentation et résultats du test CLEREC 1.

par M. Chastrette

(Université Claude Bernard Lyon 1, Laboratoire de chimie organique physique, 43 Bd du 11 Novembre 1918, 69621 Villeurbanne).

Si l'éducation est bien un processus visant à transformer l'enseigné, le choix des méthodes d'enseignement et l'évaluation de leurs résultats supposent que l'on puisse définir avec une précision suffisante l'état de l'enseigné avant et après l'enseignement.

On admet souvent implicitement que l'accomplissement du programme par lequel est défini le *contenu* de l'enseignement, et le succès à l'examen final, garantissent que l'étudiant possède les connaissances et les aptitudes souhaitées. Il est cependant d'expérience courante que la même ligne du programme peut être interprétée très différemment par des enseignants qui ne se sont pas ou pas assez concertés. Par ailleurs l'enseigné perçoit comme parties les plus importantes du programme celles qui «sortent» le plus souvent à l'examen. Ces causes, parmi d'autres, entraînent que l'estimation du niveau réel des étudiants est délicate.

Ainsi, une expérience déjà longue de l'enseignement de la chimie de première année de l'Université nous a montré peu à peu que les connaissances et les aptitudes généralement attribuées aux bacheliers en ce qui concerne la chimie, sont très

au-dessus de leur niveau réel. Une insatisfaction croissante à l'égard de ce niveau réel nous a conduits à tenter de le mesurer avec plus de précision, à l'aide d'un questionnaire dont l'élaboration a été un travail d'équipe étendu sur plusieurs années. Pendant nos premiers essais sur le plan local, les résultats d'une enquête faite à Nancy ont été publiés (1,2) et nous ont beaucoup apporté.

I. Les buts du test CLEREC 1 * «Chimie à l'entrée à l'Université»

Ce test, sous sa forme actuelle appelée CLEREC 1 (Tableau 1a) est destiné à mesurer les connaissances des étudiants (DEUGS, IUT, Écoles) dans quelques domaines importants de la chimie générale. Les questions portent sur des parties du programme de l'enseignement primaire et secondaire qui paraissent nécessaires pour pouvoir suivre avec profit un cours de chimie générale dans l'enseignement supérieur. Un test portant sur les connaissances en calcul numérique a été utilisé une année puis abandonné. Les questions posées (35 questions) ne testent que les trois premiers degrés de la classification des objectifs de Bloom et coll. (3), c'est-à-dire la mémorisation, la compréhension et

* CLEREC : Centre Lyonnais d'Études et de Recherches pour l'Enseignement de la Chimie.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'auteur ou à R. Tardivel (même adresse) ou à H. Latreille (I.N.S.A. de Lyon).

l'application. Elles ne visent pas à l'évaluation des comportements (esprit critique, créativité, etc...).

La mesure des performances à ce test doit permettre :

● à chaque étudiant, de repérer puis de combler (souhaitons le !) les lacunes éventuelles dans sa formation, pour suivre avec profit le cours de chimie. L'étudiant peut remplir le questionnaire sous son nom ou sous un nom de code, mais presque tous indiquent leur nom.

● à l'équipe d'enseignement de mieux connaître le groupe d'étudiants dont elle a la charge et d'organiser l'enseignement en conséquence.

L'exploitation des résultats du test fait apparaître ce qui reste de l'enseignement de la chimie précédemment reçu ; mais ceci ne doit pas être considéré comme une mesure de l'efficacité de l'enseignement de la chimie dans l'enseignement secondaire, qui serait obtenue de surcroît. Il est clair qu'une telle mesure, qui n'entraîne pas dans nos objectifs, réclamerait un instrument beaucoup plus complexe.

La connaissance par l'équipe enseignante des performances individuelles des étudiants suscite la tentation d'utiliser le test comme prédicateur des résultats à l'examen de fin d'année. Quelques essais nous ont montré que la corrélation entre ces données est trop faible pour pouvoir être utilisée. Nous pensons d'ailleurs que le test n'est pas adapté pour jouer le rôle de

Tableau 1a.
Questionnaire de chimie

Ce questionnaire doit être rempli en 45 minutes.

Chaque question a une réponse exacte. Pour répondre, cocher la case correspondant à la réponse exacte ou compléter avec le résultat que vous proposez.

1. A 25 °C et sous une atmosphère, HCl pur est :

un gaz un liquide un solide

2. A 25 °C et sous une atmosphère, NaOH pure est :

un gaz un liquide un solide

3. La densité par rapport à l'air d'un hydrocarbure gazeux est 2, sa masse molaire est :

4. Dans 3 g d'eau combien y a-t-il ? a) de moles

b) de molécules

On donne : $N = 6 \times 10^{23}$
 $H = 1, O = 16$

5. Quel est le volume, en litres, occupé à 0 °C et sous une atmosphère par 4 g de méthane CH₄ ? On donne C = 12, H = 1 litre

6. Les récipients A, B, C, D, E contiennent des solutions aqueuses de NaCl de molarités différentes. Indiquez le récipient qui contient le plus de NaCl sachant que :

A contient 600 ml de NaCl 2M,
C contient 300 ml de NaCl 5M,
E contient 500 ml de NaCl 2,5M

B contient 800 ml de NaCl 3M
D contient 250 ml de NaCl 4M

7. Dans la réaction $C + O_2 \rightarrow CO_2$ quelle masse d'oxygène réagit avec 3 g de carbone ? On donne C = 12, O = 16

8. Parmi les composés suivants, quels sont ceux dont la molécule n'est pas plane ?

eau méthane benzène éthanol gaz carbonique

9. Quel est l'élément le plus couramment utilisé comme matière fissile dans les centrales nucléaires actuelles ?

10. L'air est constitué par un mélange de gaz

a) Indiquez les deux gaz les plus abondants dans le mélange

1er gaz 2ème gaz

b) Indiquez leurs pourcentages approximatifs en volume

1er gaz
10 20 30 40 50 60 70 80 90 %

2ème gaz

11. Écrivez la réaction de l'acide acétique CH₃COOH sur l'éthanol C₂H₅OH

12. Indiquez le nom de cette réaction

13. Qu'observe-t-on si on fait agir une solution aqueuse de chlorure de sodium sur une solution aqueuse de nitrate d'argent ?

explosion dégagement gazeux précipité blanc

odeur nauséabonde précipité rouge

14. Combien de g d'azote y a-t-il dans 100 g de nitrate d'ammonium NH₄NO₃ ? On donne H = 1, N = 14, O = 16 g

15. Les noyaux atomiques suivants contiennent respectivement :

oxygène $^{16}_8\text{O}$ protons neutrons

deutérium protons neutrons

16. Les atomes suivants renferment respectivement :

carbone $^{12}_6\text{C}$ protons neutrons électrons

chlore $^{37}_{17}\text{Cl}$ protons neutrons électrons

17. Une solution aqueuse d'acide sulfurique contient un quarantième de mole d'acide pur par litre. Calculez sa normalité en supposant la dissociation totale.

N =

18. Quelle est la concentration en ion H^+ (ou H_3O^+) d'une solution décimolaire d'acide chlorhydrique ? $[\text{H}^+] =$

19. Écrire et équilibrer la réaction de l'acide sulfurique sur la soude

20. Combien de moles de H_2SO_4 peuvent réagir sur une mole de soude ?

21. On mélange 10 cm^3 d'une solution aqueuse de HCl de normalité 0,1 et 10 cm^3 d'une solution aqueuse de soude de normalité 0,3. La solution A ainsi obtenue est basique. Combien faudrait-il ajouter de cm^3 d'une solution de HNO_3 de normalité 0,2 pour neutraliser l'excès de soude de A ? cm^3

22. On prend la solution A obtenue comme indiqué à la question 21. Combien de cm^3 d'une solution décimolaire d'acide sulfurique faudrait-il verser pour neutraliser l'excès de soude de A ? cm^3

23. Indiquez le nombre (ou degré) d'oxydation du chlore dans KCl

24. Indiquez le nombre (ou degré) d'oxydation du chlore dans NaClO_3

25. Indiquez le nombre (ou degré) d'oxydation de l'atome de phosphore dans le phosphate de sodium Na_3PO_4 .

26. Équilibrez la réaction



27. L'oxydation d'un atome se traduit par

une perte d'électrons un gain d'électrons

une perte de protons un gain de protons

28. Écrire et équilibrer la réaction d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique sur le zinc



29. Parmi les métaux : Ag, Ca, Al, Fe, Mg, K, Na, Zn, indiquez :

a) ceux qui donnent des ions du type M^+ (comme Li^+)

b) ceux qui donnent des ions du type M^{++} (comme Ba^{++})

c) ceux qui donnent des ions du type M^{+++} (comme Cr^{+++})

prédicateur car il mesure des connaissances (non oubliées au temps $t = 0$) et non pas des aptitudes. Signalons cependant que A. Dalcq de l'Université de Louvain (4) a obtenu des résultats montrant une relation assez étroite entre les résultats au test CLEREC 1 et les résultats aux examens partiels.

II. Conditions de passage du test et dépouillement

Les enseignants volontaires reçoivent le texte du questionnaire de l'année accompagnée d'un «mode d'emploi» et se chargent de faire passer le test, le plus tôt possible dans l'année scolaire, à leurs étudiants.

Avant le test, les étudiants remplissent la première page du questionnaire qui permet de préciser leurs caractéristiques. A la correction, les réponses sont codées (bonne, mauvaise, pas de réponse) et reportées sur la première page du questionnaire. L'ensemble des premières pages est adressé à Lyon et sert à établir des cartes perforées qui sont ensuite traitées par ordinateur. Dans un premier temps les participants reçoivent une liste de leurs étudiants avec leurs notes, la moyenne et l'histogramme des notes. Ensuite, ils reçoivent les données d'ensemble (moyenne générale au test et pourcentages de réponses question par question).

III. Résultats et discussion

III. 1. Exploitation question par question

Le tableau 1b montre pour chaque question le pourcentage de réponses exactes, de réponses fausses et de non-réponses. Il existe une grande diversité dans les pourcentages de réponses exactes qui vont de 14 % à 82 %.

- 7 questions ont moins de 30 % de réponses exactes,
- 13 questions ont entre 30 et 50 % de réponses exactes,
- 15 questions ont plus de 50 % de réponses exactes.

La moyenne générale (20,8 sur 48) pour 2676 étudiants en 1976-77 est assez basse. La note obtenue est sur 48 points car certaines des 35 questions ont reçu une pondération plus importante que les autres.

Les questions apparaissant comme les plus difficiles sont les questions 8, 10-b, 17, 22, 24, 25 et 29 qui portent respectivement sur la planéité des molécules en chimie organique, la composition quantitative de l'air, la normalité de solutions d'acides, le calcul des degrés d'oxydation et la connaissance des ions métalliques.

Certains résultats sont assez attendus. Par exemple les notions de normalité et de mole ne sont pas bien comprises et les formules des ions n'ont pas été retenues. D'autres résultats sont étonnants. Ainsi la question sur la composition de l'air a

Tableau 1b.
«Chimie à l'entrée à l'Université» 1976-1977
Résultats pour 1887 étudiants

Question	Rep. 1 * %	Rep. 2 * %	Rep. 9 * %	Question	Rep. 1 * %	Rep. 2 * %	Rep. 9 * %
1-1	55,9	42,9	1,1	16-a	70,9	22,7	6,3
2-1	49,1	48,1	2,7	16-b	62,0	30,4	7,5
3-1	34,9	23,9	41,1	17-c	18,7	30,2	51,0
4-a	46,4	28,8	24,7	18-1	36,9	22,4	40,5
4-b	39,4	29,8	30,6	19-1	48,2	33,9	17,7
5-1	52,4	19,1	28,4	20-1	47,8	16,0	36,1
6-1	37,4	36,8	25,7	21-1	32,9	13,7	53,2
7-1	60,9	20,7	18,2	22-1	13,8	25,1	60,9
8-1	27,8	64,0	8,1	23-1	31,1	27,8	41,0
9-1	70,5	11,0	18,3	24-1	25,7	24,6	49,5
10-a	61,2	35,7	3,0	25-1	24,4	22,8	52,6
10-b	24,5	60,0	15,3	26-1	69,4	18,1	12,3
11-1	54,0	22,3	23,6	27-1	57,1	33,1	9,6
12-1	67,4	7,6	24,9	28-1	41,5	28,9	29,5
13-1	81,7	10,0	8,2	29-a	35,1	52,1	12,7
14-1	51,7	22,7	25,4	29-b	29,3	57,7	12,9
15-a	80,5	13,9	5,5	29-c	52,1	33,3	14,5
15-b	34,1	37,4	28,4				

* Rep. 1 : exact, Rep. 2 : faux, Rep. 9 : pas de réponse.

Tableau 2.
«Chimie à l'entrée à l'Université» 1976-1977
Résultats pour 2676 étudiants

Enseignement	Établissement	N *	\bar{x} *
Deug A	Marseille UP 1	43	17,2
	Marseille UP 1	165	15,7
	Metz	167	22,9
	Montpellier USTL	197	24,6
	Montpellier USTL	89	20,7
	Paris Nord, C.S.P.	238	19,3
	Pau	145	17,6
	Perpignan	46	22,4
	Tours	88	25,5
Deug B	Lyon I	501	18,6
	Lyon I	85	15,4
	Perpignan	62	17,9
I.U.T.	Orsay	88	28,9
	Toulouse IUT G.C.	46	23,0
Divers	Lille ENSCL	43	34,0
	Lille HEI	49	32,5
	Louvain UCL Section polyvalente	11	14,7
	Louvain UCL 1ère Cand. Géologie	15	19,9
	Louvain UCL 1ère Cand. Biologie	62	15,9
	Louvain UCL 1ère Cand. Agro.	144	16,4
	Louvain UCL 1ère Cand. Chimie	42	19,8
	Lyon Catho. Biologie	27	18,4
	Montpellier USTL Oenologie	49	17,6
	Mulhouse ISEA	75	32,2
	Nancy ISIN	62	26,5
	Paris 7 - PCEM	104	18,8
	Roubaix ITR	33	26,8
		Pour l'ensemble	2676

* N : nombre d'étudiants
 \bar{x} : moyenne sur 48

montré que 40 % environ des étudiants ne connaissent pas les deux principaux gaz de l'air. Certains indiquent hydrogène et gaz carbonique et beaucoup oublient l'oxygène. De plus, 25 % seulement des étudiants sont capables de donner des pourcentages approximatifs corrects. Ceci recoupe les résultats obtenus à Nancy (1,2).

L'analyse des pourcentages de non-réponse permet de distinguer trois types de comportement :

a) l'étudiant connaît la bonne réponse. Par exemple, à la question 15 : 80,5 % répondent bien, 14 % mal et seulement 5,5 % ne répondent pas.

b) l'étudiant ne connaît pas la bonne réponse et sait qu'il ne la connaît pas. Ainsi à la question 22, le pourcentage de non-réponse atteint 61 % (14 % de réponses exactes, 25 % de réponses fausses).

c) l'étudiant ne connaît pas la bonne réponse mais croit la connaître. Par exemple, aux questions 1 et 2, seulement 1 % et 3 % respectivement des étudiants ne répondent pas mais 43 et 48 % donnent des réponses fausses.

Le repérage des lacunes d'une population d'étudiants permet d'organiser avec le maximum d'efficacité un enseignement de recyclage ou de mise à jour. A Lyon I, en DEUG B, première année, nous consacrons environ 4 à 6 h de travaux dirigés à cette mise à niveau.

III. 2. Exploitation d'ensemble

Pour chaque établissement, une liste des étudiants et de leurs notes au test est éditée. De plus sont indiquées la moyenne générale et l'histogramme des notes pour l'établissement. Chaque étudiant peut ainsi se situer relativement au test et relativement à ses camarades. Cette prise de

conscience du niveau réel nous apparaît avoir des effets bénéfiques (en particulier de motivation).

La comparaison des populations d'un même établissement au cours d'années successives présente un intérêt pour détecter des changements éventuels dans le niveau d'entrée.

La comparaison des moyennes des différents établissements pour la même année (Tableau 2) met en évidence des écarts très notables entre populations sélectionnées et non sélectionnées. Nous verrons dans un autre article (5) que ces écarts peuvent être reliés à la plus ou moins grande richesse en bacheliers C de ces établissements mais aussi à d'autres facteurs.

IV. Conclusions

Le test semble avoir atteint son objectif initial de repérage des lacunes, au bénéfice des étudiants et de l'équipe enseignante.

Il a été bien accueilli par les collègues enseignants comme en témoignent la progression du nombre d'étudiants traités (854 en 75, 1939 en 1976, 2676 en 1977) et les commentaires entendus.

Il contribue à répandre chez les étudiants l'idée de la nécessité d'une mesure objective de leurs propres performances liée ou non à l'évaluation finale.

Il permet de comparer des groupes d'étudiants appartenant à des établissements différents et de déceler une éventuelle évolution du niveau au cours du temps. L'exploitation qui en est faite dans cet article est volontairement très rudimentaire. D'autres conclusions seront proposées dans des articles ultérieurs.

Remerciements

Ce travail a été effectué avec l'aide financière et morale de la Division Enseignement de la Chimie de la Société Chimique de France, que je tiens à remercier.

Les nombreux collègues qui ont bien voulu participer par leurs critiques et leurs suggestions à la mise au point de ce test puis de son dépouillement, trouveront ici mes remerciements chaleureux. Je souhaite remercier particulièrement les quelques personnes dévouées qui ont permis de réaliser les premières versions et leur dépouillement manuel (J. Chalame, J. Chauchard, H. Latreille, R. Minanogoy, J. Rémond) puis la version actuelle et son dépouillement sur ordinateur (D. Dubois, J. Plotton, E. Vivier).

Bibliographie

- (1) H. Demange, G. Germain, M. Notin, *Bull. Union Phys.* 1972, p. 599.
- (2) H. Wahl, *Unichimie* 1972, 5, p. 21.
- (3) B.S. Bloom et coll. Taxonomie des objectifs pédagogiques. Tome I, Éducation Nouvelle. Montréal 1969.
- (4) A. Dalcq, Congrès IUPAC-FEES, Ljubljana 1977.
- (5) M. Chastrette et coll. à paraître.

Erratum.

Deux erreurs de typographie se sont malencontreusement glissées dans le texte de l'article sur l'analyse cinétique du schéma réactionnel paru dans le numéro du mois de janvier 1978 :

Page 31, 1re colonne, ligne 22 : détermination de \bar{X} (au lieu de X)

Page 32, ligne 4 : $-2k_5 M Br^2$ (au lieu de $-2k_5 M Br_2$)