

Les buts de l'enseignement expérimental de la chimie en 1^{er} cycle universitaire

A. Dumon

Le point de vue des enseignants et des étudiants

Introduction

Lors d'une précédente étude [1], nous avons identifié à partir d'une analyse bibliographique, de publications essentiellement anglo-saxonnes, les buts que l'on pouvait fixer à l'enseignement expérimental de la chimie.

Quelques auteurs [2-7], toujours anglo-saxons, ont essayé d'effectuer un classement des buts de l'enseignement expérimental à partir de la consultation de leurs pairs. Des tentatives de comparaison entre le point de vue des enseignants et des étudiants sur l'importance relative accordée aux différents buts ont été réalisées [2,5,7].

Mais quel est, en dehors de toutes préoccupations immédiates de création, d'organisation d'enseignements expérimentaux, l'avis des enseignants français (ou apparentés) dans ce domaine ? Quelles sont les attentes de leurs étudiants ?

C'est ce que nous avons voulu déterminer à partir du recueil, à l'aide d'un questionnaire d'opinion rempli sur la base du volontariat, des points de vue des différentes parties prenantes.

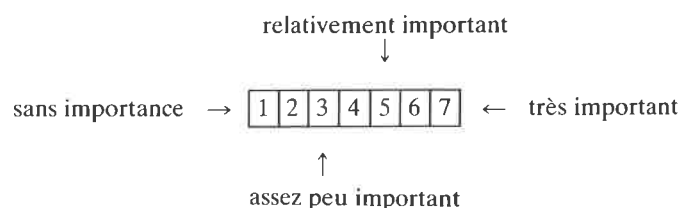
I - Présentation de l'étude

I.1 - Instrument de recueil des données

Il consiste en un questionnaire comportant 24 propositions de buts relatifs à l'enseignement expérimental de la chimie (*tableau I*), élaboré en nous inspirant de celui utilisé par Boud et coll. [2].

Le point de vue sur chaque proposition consiste en une note

entre 1 et 7 attribuée par chaque individu.



Signalons que les étudiants avaient reçu consigne de formuler leur avis *dans l'absolu*.

I.2 - Nature des échantillons

Deux groupes d'échantillons ont répondu à l'enquête :

a) *Groupe des enseignants* (58 individus) composé de 41 enseignants intervenant en TP de 1^{er} cycle et 17 enseignants (ou chercheurs) n'y intervenant pas.

b) *Groupe des étudiants* (238 individus) divisés en 4 classes :

– classe des étudiants de 1^{re} année : 122 individus de divers établissements (ENS Maroc, universités de Pau, Poitiers, Toulouse, Orsay),

– classe des étudiants de 2^e année : 114 individus des divers établissements ci-dessus,

– classe des étudiants français : 167 individus,

– classe des étudiants marocains : 71 individus.

TABLEAU I. - Questionnaire relatif aux buts.

1. Permettre d'approfondir un sujet.
2. Conduire l'étudiant à manipuler correctement le matériel de chimie.
3. Familiariser l'étudiant avec les méthodes et techniques expérimentales et leur utilisation.
4. Illustrer un cours.
5. Enseigner les principes et attitudes pour réaliser un travail expérimental.
6. Développer l'esprit d'observation.
7. Exercer les étudiants à l'interprétation des résultats expérimentaux et à en tirer des conclusions.
8. Faire élaborer aux étudiants un protocole expérimental en vue de la résolution d'un problème.
9. Appliquer les connaissances théoriques à une situation nouvelle.
10. Exercer les étudiants à la rédaction d'un rapport scientifique.
11. Permettre la formulation d'un problème expérimental (lié à la vie quotidienne) en utilisant les sources d'information disponibles (hypothèses, expériences...).
12. Initier les étudiants aux démarches de la méthode expérimentale.
13. Conduire l'étudiant à apprécier l'importance de la chimie dans la vie de tous les jours.
14. Enseigner certains sujets non abordés en cours.
15. Développer l'esprit critique (signification d'un résultat ; réflexions sur incertitudes, ordre de grandeur, résultats erronés ; évaluation hypothèses, méthodes, critères utilisés...).
16. Placer les étudiants en situation de prise de décision à partir de résultats expérimentaux.
17. Présenter l'expérience comme un processus de découverte.
18. Développer l'esprit de synthèse (organiser les différentes observations en un tout, mettre en relation les variables...).
19. Conduire l'étudiant à ne proposer une conclusion qu'après validation des résultats (comparaison avec littérature, confirmation par expérience (s) nouvelles (s)...).
20. Permettre une étude préalable des problèmes qui seront abordés en cours.
21. Stimuler et maintenir l'intérêt des étudiants sur un sujet donné.
22. Exercer les étudiants à la tenue d'un cahier de laboratoire (prise de notes).
23. Resserrer les contacts entre enseignants et étudiants.
24. Développer l'esprit d'analyse (reconnaître les parties essentielles, identifier les variables...).

I.3 - Traitement des données

La valeur moyenne et l'écart type ont été déterminés pour chaque proposition, par groupes et classes d'échantillons.

Un classement a été établi à partir des valeurs moyennes (par groupe et classe d'échantillons).

Les histogrammes de fréquences de notes ont été tracés.

Les corrélations entre classements des différents groupes et classes d'échantillons ont été établies.

II - Analyse des résultats

Les classements issus des valeurs moyennes, pour les différents groupes et classes d'échantillons, sont rassemblés dans le *tableau II*. Ce tableau a été divisé en 3 catégories : les buts classés dans le premier 1/3 (les 8 premiers) sont ceux jugés les plus importants ; les buts classés dans le dernier 1/3 (les 8 derniers) correspondent à ceux jugés les moins importants.

II.1 - Importance relative des buts : convergence dans les jugements

Il n'est pas question d'envisager un classement absolu des buts. En effet, que signifie une valeur moyenne de jugements subjectifs et, qui plus est, un classement issu de ces valeurs moyennes, parfois très proches ? Nous chercherons simplement à mettre en évidence des tendances.

a) Analyse des données

La lecture du *tableau II* permet de dégager un accord certain entre le groupe des étudiants et le groupe des enseignants. En effet, les deux groupes s'accordent pour classer les 7 mêmes buts (2, 3, 6, 7, 12, 15, 24) parmi les plus importants et les 6 mêmes buts (1, 14, 17, 20, 21, 22) parmi les moins importants.

Cette concordance de points de vue est illustrée par le graphe de la *figure 1* qui représente le classement du groupe des étudiants en fonction de celui des enseignants : la droite de régression est peu éloignée de la diagonale ($y = 0,9x + 1,2$) et le coefficient de corrélation est égal à 0,9. De plus, outre les buts déjà signalés, d'autres recueillent un avis favorable (pourcentage de note ≥ 5 supérieur à 50 %) de la part des deux groupes d'échantillons : 5, 8, 9, 10, 16, 18, 19.

b) Commentaires

1) Il est remarquable de constater la concordance de points de

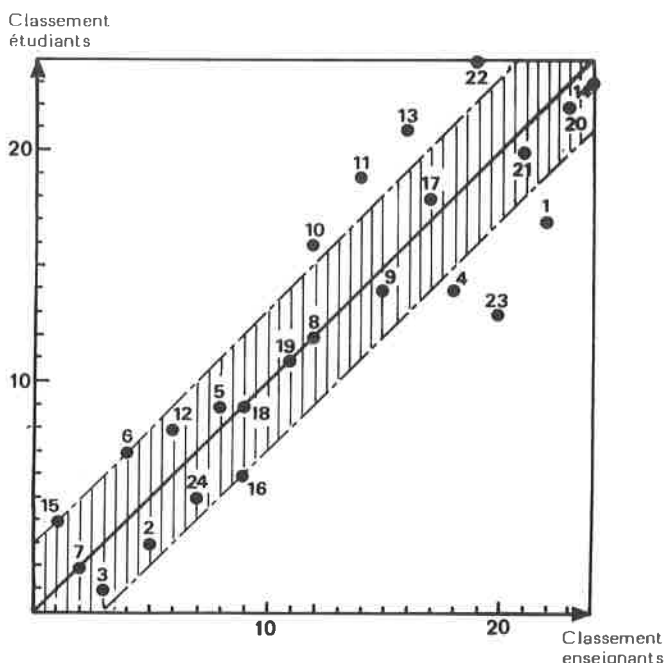


FIGURE 1. - Corrélation entre les classements des buts par les enseignants et les étudiants ($r = 0,9$).

TABLEAU II. - Classement des buts par ordre d'importance pour les différentes classes d'échantillons.

Classement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Groupe des enseignants	15	7	3	6	2	12	24	5	16	18	19	8	10	11	9	13	17	4	22	23	21	1	20	14
Groupe des étudiants	3	7	2	15	24	16	6	12	5	18	19	8	23	4	9	10	1	17	11	21	13	20	14	22
Etudiants 1 ^{re} année	3	7	2	15	16	24	6	12	18	5	4	9	8	10	19	1	21	23	17	11	14	13	22	20
Etudiants 2 ^e année	7	3	2	15	24	6	16	5	12	18	19	23	8	9	4	11	10	17	1	20	21	13	14	22
Etudiants France	3	7	2	15	24	16	5	18	12	6	8	9	23	1	4	19	10	21	11	17	13	14	20	22
Etudiants Maroc	3	7	2	6	15	24	16	19	12	17	18	4	5	10	11	20	23	9	8	1	13	14	21	22
	buts jugés les plus importants																buts jugés les moins importants							

 rassemble les buts classés ex-æquo

vue entre nos deux groupes d'échantillons et ceux ayant déjà conduit à la publication de classements de buts pour l'enseignement expérimental [2-7]. En effet, les buts 2, 3, 6, 7, 15 et 16 sont généralement classés en tête et il apparaît que les buts 14, 21, 22, 23 sont généralement les moins appréciés [1].

2) Enseignants et étudiants s'accordent pour considérer les activités expérimentales de façon très pragmatique : les buts conventionnellement associés à ces activités (habiletés manipulatoires, connaissance du matériel, sens de l'observation, interprétation des résultats...) sont jugés les plus importants.

3) Mais d'autres buts apparaissent comme relativement importants : des buts caractérisant la démarche expérimentale (5, 8, 9, 10, 12, 18, 19) [1].

4) Enfin, on notera que, parmi les 10 buts jugés les moins importants, les deux groupes placent les six buts liant les activités expérimentales aux notions vues en cours (1, 4, 9, 14, 20, 21).

II. 2 - Différences de jugement

Derrière l'apparente concordance de points de vue que nous venons de relever, se cachent quelques points de désaccord que nous allons analyser.

a) Différences inter-groupes

Pour analyser ces différences, il nous a paru intéressant de comparer les pourcentages de jugements importants (notes ≥ 5) émis pour chacun des buts par les deux groupes. Seules seront jugées significatives les divergences importantes : $\pm 10\%$ par rapport à la diagonale (en dehors de la zone hachurée).

- Deux domaines de divergences apparaissent aux extrêmes :

- les étudiants sont plus nombreux que les enseignants à juger important les buts liant les activités expérimentales aux notions théoriques (buts 1, 4, 14, 20, 21). Ici encore, il y a concordance avec l'étude de Boud et coll. [2]. Ce point de vue peut s'expliquer par la large prépondérance accordée pour l'attribution du diplôme (ou le passage dans l'année supérieure) au contenu théorique. Pour l'étudiant, toute activité qui lui est proposée se doit donc de contribuer à l'acquisition des notions théoriques.

- Les enseignants sont pratiquement unanimes (pourcentage $> 90\%$) pour juger importants les buts correspondant aux aptitudes de base des activités expérimentales (buts 2, 6, 7, 15) alors

que le pourcentage d'étudiants émettant un tel jugement est plus faible (de 65 à 80 %).

- Deux autres buts appartenant au domaine affectif sont également l'objet de désaccord.

- 57 % des étudiants jugent importante la possibilité, par le biais des activités expérimentales, d'avoir un contact personnel avec l'enseignant ; pour 37 % seulement des enseignants.

- 53 % des enseignants estiment intéressant de profiter de l'enseignement expérimental pour montrer l'importance de la chimie dans la vie de tous les jours et seulement 35 % des étudiants.

b) Différences inter-classes

Notons tout d'abord que l'accord entre les points de vue des différentes classes est assez grand (tableau III).

De la comparaison des classements des différentes classes d'étudiants (1^{re} et 2^e année, étudiants français et marocains), il ressort que :

- l'accord est grand entre les classements des étudiants de 1^{re} et 2^e année, principalement pour les 10 buts jugés les plus importants.

Les divergences les plus significatives (écarts entre les classements supérieurs ou égaux à 5 places) portent sur les buts 23 et 11 que les étudiants de 1^{re} année placent en meilleures positions ;

- Par contre, les divergences de point de vue entre les étudiants français et marocains sont plus nombreuses (fig. 2) :

- Les étudiants marocains se sentent moins aptes à résoudre par

TABLEAU III. - Coefficients de corrélation entre classement des différentes classes d'échantillons.

	Etudiants			
	1 ^{re} année	2 ^e année	France	Maroc
Enseignants	0,87	0,9	0,84	0,84
Etudiants 1 ^{re} année	—	0,92	—	—
Etudiants France	—	—	—	0,72

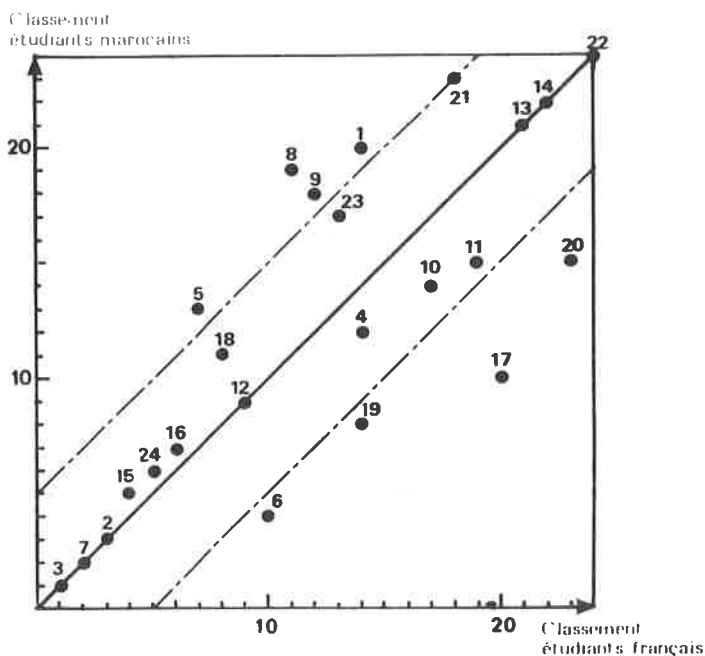


FIGURE 2. - Comparaison des classements des étudiants français et marocains.

eux-mêmes un problème de nature expérimentale (buts 5, 8, 9) que les étudiants français.

● Ils accordent plus d'importance à l'observation, la découverte et la validation des résultats. Il en va de même pour l'étude préalable des notions abordées en cours.

III - Quelles conséquences tirer de ces observations ?

Il nous paraît maintenant possible de répondre à la question "un enseignement expérimental de la chimie en premier cycle, pourquoi faire ?"

a) Dans un premier temps, cet enseignement doit s'attacher à développer les compétences de base liées à l'expérimentation (buts 2, 3, 6) ainsi qu'à la signification et à l'interprétation des résultats (buts 7, 15, 19). Compétences que ne semblent pas posséder les étudiants puisque les enseignants et les étudiants ressentent leur développement comme un besoin.

b) Puis, progressivement, il convient d'initier les étudiants à la démarche expérimentale (buts 5, 12, 17) en développant les aptitudes nécessaires à un travail de "recherche" (buts 16, 18, 24).

c) Enfin, conduire les étudiants à être capables de mettre en œuvre cette démarche pour la résolution d'un problème de nature expérimentale (buts 9, 8, 11).

Il faudrait s'efforcer de concevoir des travaux expérimentaux ayant un lien avec la vie de tous les jours (but 13) et créer une atmosphère de travail permettant des discussions, des relations plus étroites entre enseignants et étudiants (but 23).

Se pose alors le problème du lien entre le cours et les travaux expérimentaux. En effet, si les enseignants considèrent dans leur

majorité que ceux-ci peuvent se justifier par eux-mêmes avec toutes les aptitudes liées à la démarche expérimentale qu'il s'agit de développer, les étudiants estiment qu'un certain rapport entre les travaux expérimentaux et l'enseignement théorique est nécessaire (buts 1, 4, 20, 21).

D'une précédente étude bibliographique [1], nous retiendrons deux points de réflexions sur ce lien cours-TP.

● Les quelques rares recherches [8-10] effectuées sur l'efficacité des travaux expérimentaux comme moyen de "renforcer" la théorie, de favoriser l'apprentissage des concepts théoriques, conduisent à des conclusions peu encourageantes : "les étudiants peuvent mener à bien leur travail expérimental sans avoir rien appris" [11].

● Lorsque les travaux expérimentaux sont en concordance avec la théorie, ce qui est rarement le cas compte tenu de diverses contraintes, la salle de TP et l'amphithéâtre sont deux mondes différents, la corrélation est difficilement établie par les étudiants [8, 12, 13].

Afin de maintenir un certain équilibre entre l'apprentissage des aptitudes liées à un travail expérimental véritable et la réalisation du lien théorie-expérience, nous formulerons quelques suggestions :

- dans une première étape, les travaux expérimentaux possèdent une justification propre, le lien avec le cours ne s'impose pas,
- dans une deuxième étape, l'initiation à la démarche expérimentale peut s'appuyer sur les concepts théoriques déjà abordés dans le secondaire et qui seront repris et approfondis dans le premier cycle universitaire (acide-base, redox..., par exemple),
- enfin, il est possible, plutôt que d'illustrer des notions vues en cours, de préparer l'étudiant à l'apprentissage de ces notions en permettant une approche du problème. Ici aussi, il conviendrait de s'appuyer sur ce que l'étudiant connaît déjà.

Bibliographie

- [1] Dumon (A.), *L'Actualité Chimique*, 1986, novembre, 57.
- [2] Boud (D.J.), Dunn (J.G.), Kennedy (T.), Thorley (B.), *Europ. J. of Science Educ.*, 1980, 415.
- [3] "Laboratory teaching of chemistry in university" - *Document de travail, 7^e Conférence internationale sur l'éducation en chimie, IUPAC/CTC, Montpellier, août 1983.*
- [4] Williams (D.R.), *L'Actualité Chimique*, 1976, février, 22.
- [5] Gunning (D.J.), Johnstone (A.H.), *Educ. in Chemistry*, 1976, 13, 1.
- [6] Kettle (S.F.A.), "Laboratory work in three universities in Thailand" in *Actes de l'atelier de travail IUPAC/CTC, Copenhague, août 1983*, (E.W. Thulstrup, Ed.).
- [7] Johnstone (A.H.), Wood (C.A.), *Educ. in Chemistry*, 1977, janvier, 11.
- [8] Johnstone (A.H.), Wham (A.J.B.), *Educ. in Chemistry*, 1982, 19, 71.
- [9] Hearle (R.J.), "The identification and measurement of high school chemistry laboratory skills, *Ph. D. Dissertation*, 1973, University of Maryland.
- [10] Urichcek (M.J.), *J. of Chem. Educ.*, 1972, 49, 259.
- [11] Johnstone (A.H.), Communication personnelle, mars 1985.
- [12] Hamilton (J.C.), "Is laboratory work really necessary? A critical review", in *Actes du colloque "The role of laboratory teaching in chemistry", Adelaïdes, février 1978*, (J. Davenport, Ed.).
- [13] Handon (A.L.), *J. Chem. Educ.*, 1982, 59, 671.