

interpersonnelles », ces deux questions avaient obtenu respectivement des notes de 5,13 et 5,18

● puisque les étudiants avaient sélectionné trois questions différentes de celles des enseignants nous les avons ajoutées.

Ainsi le nouveau PERPE comporte-t-il 25 questions. Nous pensons avoir respecté le choix des enseignants et des étudiants et avoir tenu compte du vœu de beaucoup d'entre nous : disposer d'un questionnaire court qui puisse être utilisé facilement sans trop endommager nos horaires souvent restreints...

Ce document est désormais à la disposition de tous les universitaires français. Chacun pourra ajouter ou supprimer quelques questions.

VI. Comment assurerons-nous dépouillement et caractère confidentiel ?

Des projets de dépouillement sont élaborés par le centre de calcul de Nice ; le caractère confidentiel sera assuré comme par le passé lorsque nous nous adressions au centre du Québec. Les résultats seront envoyés au domicile de chacun, aucune trace des noms des utilisateurs ne sera gardée en archives.

Dans un an, l'étude des profils de groupes nous permettra de tirer des conclusions sur les méthodes didactiques à utiliser ou à modifier ; nous posséderons alors des bases pour décider des actions à entreprendre et nous pourrons essayer de donner un renouveau à la pédagogie universitaire.

L'enseignement expérimental de la chimie physique dans le second cycle universitaire en France

par A. Dumon

(Groupe de recherche en didactique de la chimie, Faculté des Sciences, Université de Pau, 64000 Pau)

Ce travail présente un premier bilan d'une enquête sur l'enseignement de la chimie physique effectuée auprès de plusieurs Universités et du recensement des manipulations de chimie

physique effectué dans le cadre des Centres documentaires ReCoDic*.

I. Place de l'enseignement expérimental de la chimie physique

1. Échantillon utilisé

L'enquête a été diffusée, en 1980, auprès de toutes les U.E.R. dispensant un enseignement de chimie physique dans le cadre des cursus « Chimie », « Chimie physique », « ès-Sciences physiques ». Il nous a été retourné huit réponses pour le cursus « Chimie », trois pour celui de « Chimie physique », six pour celui d'« ès-Sciences physiques » et une pour le cursus de « Chimie moléculaire ». Seules seize réponses ont été retenues, les autres étant inexploitable.

2. Résultats

Bien que le nombre de réponses soit faible, on peut toutefois faire les observations suivantes :

a) tous cursus confondus, l'image du mode d'enseignement de la chimie physique en France peut être schématisé par la figure 1.
b) Compte tenu de la liberté relative laissée aux Universités pour l'organisation de leurs enseignements, on observe une disparité assez importante d'une Université à l'autre. Si l'on considère uniquement le cursus « Chimie », on constate :

- que le volume horaire global réservé à l'enseignement de la chimie physique varie de 220 h à 515 h (figure 2).
- que le pourcentage horaire réservé à l'enseignement expérimental

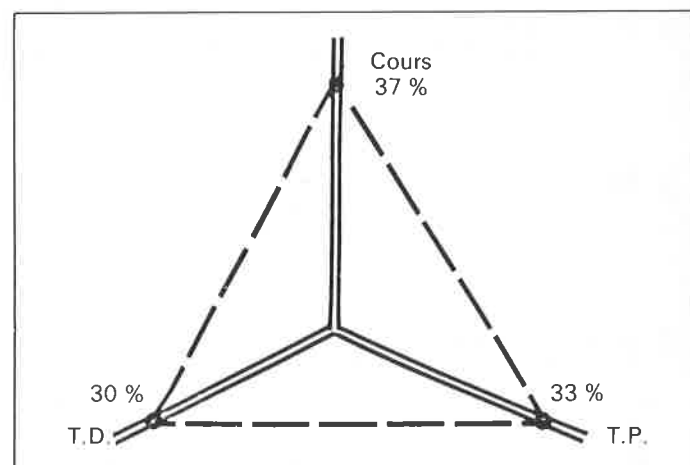


Figure 1. Répartition des différents modes d'enseignement.

varie de 19 à 38 % (figure 3a) avec cependant une majorité se situant aux alentours de 36 %.

- que l'on observe une disparité très grande pour le pourcentage horaire concentré au T.D. : de 19 à 50 %.

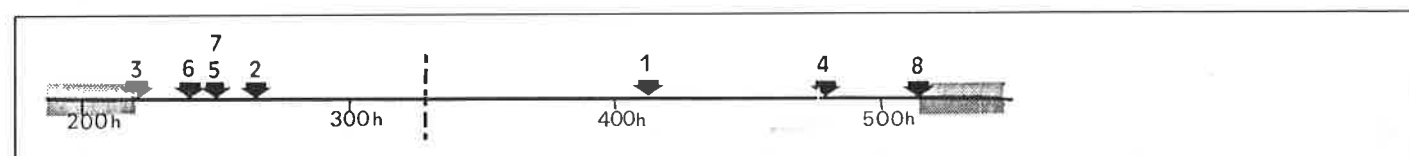


Figure 2. Volume horaire global réservé à l'enseignement de la chimie physique (cursus « Chimie »).

* Le catalogue du Centre documentaire « Les travaux pratiques de chimie physique dans le second cycle en France » est disponible auprès de A. Dumon.

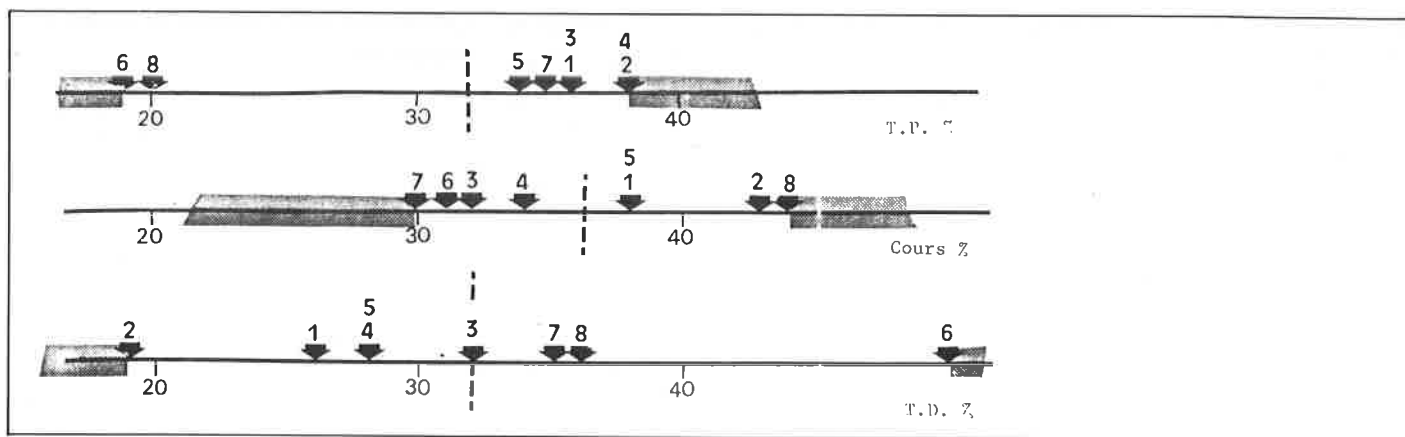


Figure 3. Pourcentage des différents modes d'enseignement (cursus « Chimie »).
(Chaque chiffre représente une Université).

II. Les grandes lignes de l'enseignement expérimental

1. Échantillon utilisé

439 « textes » de manipulation en provenance de 24 Universités ou Écoles d'ingénieurs ont été recensés.

2. Le contenu

Les manipulations ont été classées en six catégories qui représentent les têtes de chapitre des enseignements de chimie

physique en France :

1. Atomistique. Spectroscopies.
2. Thermodynamique et équilibres.
3. Électrochimie.
4. Cinétique.
5. Chromatographie. Adsorption.
6. Divers.

La répartition des manipulations dans les différentes catégories est reportée dans le tableau I.

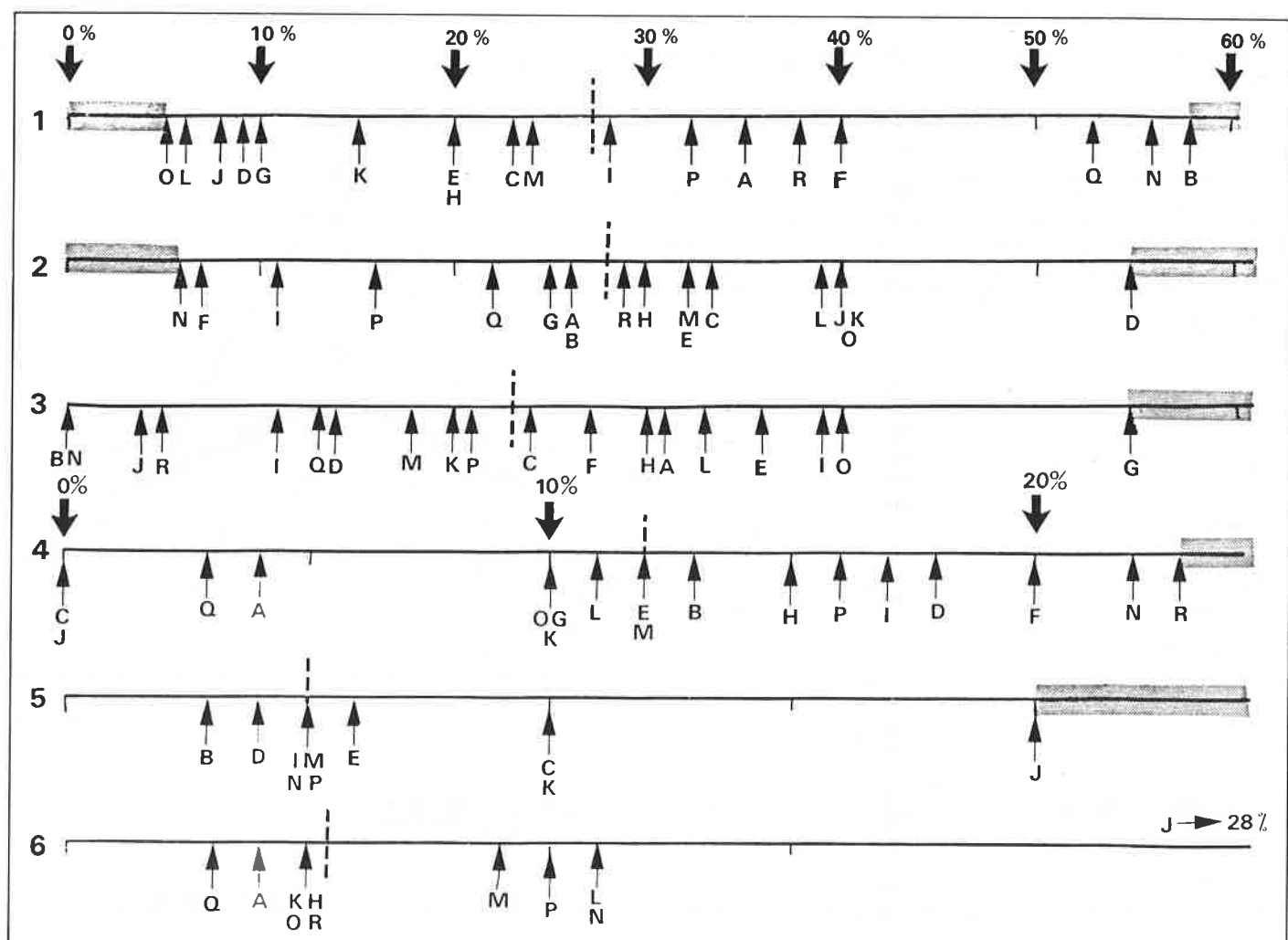


Figure 4. Taux d'intérêt de catégorie des différentes Universités.
(Chaque lettre représente une Université).

Tableau 1. Tableau comparatif de la répartition des six catégories en travaux pratiques et en cours.

Catégorie	Manipulation T.P. (%)	Horaire cours (%)
1	26,6	49
2	28,7	25
3	22,6	11,5
4	11,2	11
5	4,6	—
6	6,4	3,5

Il est intéressant de comparer cette répartition au pourcentage horaire consacré dans les cours à l'enseignement de ces différentes parties de la chimie physique.

Deux remarques s'imposent :

- a) La sous-représentation des manipulations relatives à la catégorie 1. Cette sous représentation trouve son origine dans le fait que les « manipulations » de mécanique quantique — atomistique ne représentent que 3 % de la catégorie 1 alors que ce chapitre intervient pour 25 % en cours.
- b) La surreprésentation des manipulations d'électrochimie, de chromatographie-adsorption et de divers. Il semble que l'on veuille, par l'intermédiaire des T.P., donner aux étudiants un certain nombre de notions non vues en cours.

Par Université, la répartition suivant les catégories varie de façon considérable. La figure 4, établie en prenant en considération les Universités nous ayant adressé des textes de manipulation se rapportant à au moins trois catégories, montre :

- a) un taux d'intérêt quasiment nul (< 5 %) pour certaines catégories :

Catégorie 3 : Bordeaux, ENSIC Nancy, Paris VI.

Catégorie 4 : Besançon, ENSC Bordeaux, ENSIC Nancy, Pau.

Catégorie 5 : Besançon, Clermont-Ferrand, ENSC Lille, Montpellier, Nice, Paris CNAM, Toulouse.

- b) un taux d'intérêt très élevé pour d'autres

Catégorie 1 : > 40 % pour Bordeaux, Paris VI, Pau.

Catégorie 2 : 40 % pour Caen.

Catégorie 3 : > 40 % pour ENSC Lille.

Catégorie 5 : > 20 % pour ENSIC Nancy.

3. Les principaux thèmes

Une manipulation classée dans une catégorie peut, en fait, faire intervenir une ou plusieurs techniques se rapportant à d'autres catégories. Nous avons donc découpé chaque catégorie en thèmes et nous avons comptabilisé l'ensemble des thèmes intervenant dans les différentes catégories. Nous avons enfin déterminé le taux d'intérêt du thème par catégorie (tableau 2).

Il est alors possible d'établir une liste de travaux pratiques standards de chimie physique pour une série de 20 manipulations (moyenne du nombre de manipulations par Université : 21) (tableau 3).

4. Les originalités

Pour être complète, cette étude de contenu doit mentionner un certain nombre d'originalités. Nous avons considéré comme originales :

- a) Les manipulations difficiles à classer dans une catégorie ou dans un thème, c'est-à-dire ne se rapportant pas à un chapitre classique de la chimie physique : un grand nombre de manipulations de l'ENSIC Nancy par exemple.

- b) Les manipulations qui abordent simultanément un grand nombre de thèmes (supérieur ou égal à trois) : Besançon 270-06 * ;

* Les chiffres indiquent la référence de la manipulation dans le catalogue du Centre documentaire.

Tableau 2. Taux d'intérêt de thème par catégorie.

Thème	Taux d'intérêt
1.1. Mécanique quantique	12,4 %
1.2. Spectro I.R.	21,4 %
1.3. Spectro U.V. - visible	30,3 %
1.4. Spectro R.M.N. - Raman	9 %
1.5. Spectro d'émission	4,9 %
1.6. Spectro diverses	10,3 %
1.7. Rayons X	4,8 %
1.8. Moments dipolaires	6,9 %
2.1. Grandeurs de réaction	24,5 %
2.2. Coefficients d'activité	7,5 %
2.3. Grandeurs partielles	9,5 %
2.4. Pression de vapeur	10,2 %
2.5. Équilibres	17,7 %
2.6. Diagrammes A.T.D. Distillation	19,0 %
2.7. Cryométrie	7,5 %
2.8. Thermo-irréversible	4,1 %
3.1. Conductimétrie	23,1 %
3.2. Nombre de transport. Électrolyse	6,0 %
3.3. Piles	10,2 %
3.4. Potentiométrie. Dosages	17,1 %
3.5. pH-métrie	9,4 %
3.6. Solubilité	11,1 %
3.7. Polarographie	13,7 %
3.8. Autres méthodes électrochimiques	9,4 %
4.1. Cinétique en solution	63,1 %
4.1. Autres types de cinétique	12,3 %
4.3. Catalyse	8,8 %
4.4. Photolyse. Photochimie	12,3 %
4.5. Simulation	3,5 %
5 et 6.1. Chromatographie	18,5 %
5 et 6.2. Adsorption	18,5 %
5 et 6.3. Viscosité	10,8 %
5 et 6.4. Vide	4,7 %
5 et 6.5. Divers	47,6 %

Tableau 3. Liste de travaux pratiques standards.

Catégorie	Nombre de manip.	Nombre et nature des thèmes
Atomistique Spectroscopies	5	1. Méca-quantique. 1. IR (liaison H ou dosage), 2. UV-visible (pK et structure). 1. Spectroscopie diverse.
Thermodynamique	6	2. Grandeurs de réaction. 1. Équilibre. 1. Diagramme ou distillation. 1. Tension de vapeur. 1. Grandeurs partielles.
Électrochimie et réactions en solution	5	1. Conductimétrie. 1. Potentiométrie. 1. Polarographie. 1. Pile ou pH-métric. 1. Solubilité ou autre méthode électrochimique.
Cinétique	2	1. Cinétique en solution. 1. Autre type de cinétique ou photolyse photochimie.
Chromatographie Adsorption	1	Chromatographie ou B.E.T.
Divers	1	(Viscosité).

Bordeaux 123-02; Bordeaux ENSC 340-31, 340-32; Marseille 240-10; Nancy 400-18; Nantes 210-29, 240-14; Nice 240-15; Orléans 240-03; Paris CNAM 220-11; Paris Sud 122-14, 310-08; Pau 150-01 à 150-04; Toulouse 210-16, 230-09.

c) Les manipulations conçues avec un esprit ou une finalité recherche et qui s'effectuent en général sur plusieurs séances : Bordeaux ENSC 126-16; Nancy ENSIC en général; Pau 150-01 à 150-06.

D'autres Universités nous ont signalé l'existence de travaux pratiques à finalité recherche : 65 h sont consacrées à la réalisation d'un projet à Orléans; les travaux pratiques sont organisés sous forme de tutorat dans les laboratoires de recherche à Lille I.

d) Les manipulations qui présentent un aspect concret : dosage du potassium dans les engrais; dosage des éléments minéraux du vin; dosage des constituants d'un bronze ou d'un laiton à l'ENSC Bordeaux.

e) Les manipulations qui traitent d'un sujet rarement abordé dans les autres Universités : analyse enthalpique différentielle, Pau; Microcalorimétrie, Marseille, Paris VI; Chaleurs d'adsorption et de mouillage, ENSIC Nancy; Thermodynamique des processus irréversibles, ENSC Bordeaux; Pile à combustible ENSCI Nancy; Pile à l'état solide, ENSC Lille; Titrages en milieu non aqueux, Paris CNAM; Electrodes spécifiques, Grenoble, ENSC Lille; Photolyse éclair, Bordeaux, Paris VI; Méthode du flux bloqué, Bordeaux.

Il est bien évident que notre notion d'originalité est très subjective et que l'on pourrait trouver d'autres critères, comme :

III. Les tendances souhaitables

En 1976, la Commission Enseignement de la Société de Chimie Physique déposait un rapport sur la Maîtrise du même nom, rapport dans lequel sont reportées des conclusions sur les tendances souhaitables de l'enseignement expérimental de la chimie physique. Suite à l'ensemble de notre étude, nous pouvons dire qu'elles n'ont été que peu suivies. Nous les reprendrons ici avec quelques extrapolations personnelles :

- il faudrait que l'enseignement expérimental intervienne au moins pour le tiers du volume horaire global,
- il faut rechercher des solutions pédagogiques qui traduisent le lien existant entre les divers modes d'enseignements : travaux dirigés - travaux pratiques intégrés; participation de l'enseignant magistral à certaines séances de travaux pratiques et de travaux dirigés par exemple,
- il faut donner à l'étudiant un rôle moins passif lors des séances de travaux pratiques. Après avoir été initié aux méthodes

- l'utilisation de l'informatique en travaux pratiques (Bordeaux, Lille I, Montpellier, Pau),
- la réalisation de montages et d'appareillages originaux (non recensés), etc.

5. La séance de travaux pratiques

D'un point de vue général, en dehors des travaux pratiques à finalité « recherche », il est possible de se faire une idée du déroulement de la séance de travaux pratiques à la lecture des textes de manipulations. Dans leur grande majorité ceux-ci comportent un exposé théorique d'introduction, ce qui semble indiquer l'existence d'un décalage entre le cours et les travaux pratiques, décalage facilement explicable par la nécessité de fonctionner avec des « manipulations tournantes ». Puis un mode opératoire, plus ou moins détaillé, indique à l'étudiant la marche à suivre pour réaliser la manipulation. Enfin, on lui indique le travail qu'il doit effectuer pour rédiger son compte rendu.

En conclusion, il est laissé peu d'initiative à l'étudiant. Signalons cependant quelques exceptions : ENSIC Nancy et Poitiers par exemple. Chaque groupe d'étudiants a la charge de la mise en route intégrale d'une manipulation : préparation des solutions, réalisation des montages, « test » des appareils, réalisation des manipulations que les autres groupes auront à effectuer (ou de manipulations supplémentaires). La dernière séance de travaux pratiques est consacrée à la mise en commun et à la discussion des résultats.

expérimentales de la physico-chimie, l'étudiant doit acquérir suffisamment d'autonomie pour réaliser seul et complètement des expériences plus ou moins élaborées. Cela nécessiterait la mise en place, à côté des unités de valeur théoriques, d'une unité de valeur expérimentale qui serait une initiation à la recherche (de préférence en fin de cursus).

- il faudrait, compte tenu du développement considérable de la micro-informatique, initier les étudiants à l'utilisation des micro-ordinateurs : simulation d'expériences, traitement immédiat des résultats de mesure, calculs « simples » de mécanique quantique, etc.

Remerciements : L'auteur remercie ici les enseignants qui lui ont fait parvenir les textes de manipulations de leur Université ainsi que ceux qui ont bien voulu répondre à l'enquête.