

EPREUVE DE TRAVAUX PRATIQUES

Pour la session 2002 du concours, 1755 candidats ont passé les épreuves de Travaux Pratiques de Chimie et 1456 candidats ont passé celles de Travaux Pratiques de Physique.

La répartition des notes des candidats aux épreuves de Travaux Pratiques de Chimie est la suivante :

N < 8	151
8 < N < 12	896
N > 12	708

Celle des candidats aux épreuves de Travaux Pratiques de Physique est :

N < 8	233
8 < N < 12	673
N > 12	550

TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE

par **Alain-Pierre CHATROUSSE, Maître de Conférences**
à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris

et

Bernadette GRAFFE, Maître de Conférences
à l'Université Pierre et Marie Curie

Nous souhaitons rappeler brièvement le déroulement de cette épreuve :

- La durée de l'épreuve est de trois heures.
- Les candidats peuvent tirer au sort un sujet qui peut être :
 - de chimie organique,
 - de chimie inorganique.
- Le candidat dispose, sur la paillasse, du matériel et des produits nécessaires au déroulement de l'épreuve. En début d'épreuve, les examinateurs donnent les consignes générales et sont à la disposition des candidats pour répondre à toute question si elle est justifiée.

En chimie organique, les candidats doivent d'abord répondre par écrit à un questionnaire (deux questions relatives à la manipulation qu'ils vont réaliser par la suite). Il doit être rendu après un quart d'heure.

Le sujet concernant la partie expérimentale est composé d'un mode opératoire suffisamment détaillé pour permettre la réalisation de la synthèse de façon autonome par le candidat et de questions.

Pendant la manipulation, l'examineur interroge le candidat pour évaluer sa compréhension sur les différents aspects de la synthèse (montage, purification, analyse).

A la fin de la séance, le candidat rend le compte rendu constitué des réponses aux questions et le produit. (Evaluation : questions/3 pts ; qualité expérimentale/6 pts ; compte rendu/7 pts ; produit (Rdt, pureté)/4 pts).

En chimie inorganique, l'épreuve comporte deux parties principales :

- Un questionnaire comportant 4 ou 5 questions courtes se rapportant à des propriétés chimiques simples d'éléments de la troisième période de la classification ou de la colonne des

halogènes. Ce questionnaire (15 mn) servira de base à un "entretien" (15-20 mn) ; ce dialogue permet au candidat de mettre en évidence ses qualités de réflexion, de déduction et de logique plus que ses connaissances propres.

- La manipulation proprement dite, essentiellement un dosage par pHmétrie, oxydo-réduction, conductimétrie, argentimétrie, précipitation, spectrophotométrie ou autre, comprend également un questionnaire écrit avec éventuellement un exercice portant sur le ou les principes théoriques et une partie expérimentale, l'ensemble dure environ deux heures.

Certaines manipulations peuvent permettre une simulation sur ordinateur et comparaison avec les résultats expérimentaux.

La note globale prend en compte les deux parties précédentes mais également la technicité et le savoir-faire des candidats ; rappelons aussi que le but final de l'épreuve est de rendre un résultat chiffré avec une évaluation de l'erreur commise.

Outre l'hétérogénéité flagrante des candidats, plusieurs faits inquiétants remarqués les années précédentes apparaissent de plus en plus nettement selon l'avis quasi unanime des examinateurs :

1- Il existe un décalage manifeste entre les connaissances théoriques et les applications pratiques, les candidats ne savent pas faire la relation entre la vie quotidienne et leurs connaissances en chimie ; le bon sens et la pratique semblent absents de leurs préoccupations.

2- La gestion du temps de travail et l'importance relative des différentes parties d'une manipulation sont des notions abstraites pour un trop grand nombre de candidats.

3- Les candidats semblent ignorer que le but ultime de l'épreuve, quelle qu'en soit la nature, est de parvenir à un résultat, sinon exact, du moins approché, avec une estimation acceptable de l'erreur.

4- Le langage et l'expression écrite deviennent de plus en plus confus, posant des problèmes de compréhension au niveau des questions posées et des réponses données. Les comptes rendus sont souvent incompréhensibles. Il semble que pour certains candidats, l'orthographe et la grammaire n'ont aucune importance dans une épreuve de Travaux Pratiques de Chimie ; ces phénomènes ne sont hélas pas nouveaux et ont d'ailleurs été évoqués cette année pour les épreuves écrites.

5- On constate aussi de gros problèmes de soins et de précision.

Entrons à présent dans le détail des différentes épreuves.

EN CHIMIE ORGANIQUE

Les problèmes rencontrés les années passées lors des montages expérimentaux persistent, et même si l'on constate une nette amélioration globale, certains points sont à améliorer en particulier dans le cas des montages à reflux : un tel montage doit toujours être fait en commençant par le bas. Or, la plupart des candidats commencent par fixer le réfrigérant (souvent par deux pinces) alors que le ballon n'est pas fixé et repose dans le chauffe-ballon, d'où des problèmes au montage... et au démontage.

De nombreux collègues ont particulièrement remarqué cette année des difficultés aussi bien au point de vue théorique que technique avec **la recristallisation** :

- Seul solvant connu : l'eau.
- On sait qu'il faut chauffer à reflux mais on ne le montre pas, ou bien on utilise un bécher ou un erlenmeyer.
- Notion de quantité de solvant minimum inconnue.
- Solubilités différentes du produit et des impuretés à chaud et à froid non mentionnées.

Un **rendement** n'est pas le rapport masse obtenue/masse de départ

Les thermomètres ne plongent pas toujours dans la solution dont on veut contrôler la température.

Il existe heureusement des **points positifs** :

- la méthode de détermination de la température de fusion est généralement bien connue quoique la quantité de produit déposée sur le banc de Kofler soit souvent trop importante.
- la technique de CCM s'améliore mais la relation entre migration observée et interactions des produits avec la phase stationnaire et la phase mobile n'est pas connue.
- l'analyse des spectres IR est souvent correcte bien que les candidats parlent de pics au lieu de bandes et de vibration d'une fonction et non d'une liaison. La description d'un spectre RMN (déplacement, multiplicité et intégration) reste encore incomplète, en particulier la notion de constante de couplage est à approfondir.

EN CHIMIE PHYSIQUE

Les remarques faites les années précédentes sur les pesées, les électrodes et leur utilisation, les lacunes en spectrophotométrie restent toujours valables mais cette année, la plupart des examinateurs se plaignent du niveau des élèves aussi bien en pHmétrie qu'en oxydo-réduction.

La notion d'un mélange acide fort-acide faible est devenue très abstraite, souvent confondue avec un diacide alors que les volumes de neutralisation sont nettement différents. Les candidats sont incapables de calculer correctement le pH aux différents points de la courbe de dosage ainsi que de donner les espèces majoritaires dans les différents domaines de ces mêmes courbes. Au mieux, les candidats effectuent seulement un essai rapide et un essai précis (?) mais pas deux ; bien qu'on demande aux candidats de tracer la courbe "en direct", rares sont ceux qui vont de 0,1 en 0,1 mL ou à la limite de 0,2 en 0,2 mL ; la grande majorité des candidats va de 0,5 en 0,5 mL voire de 1 en 1 mL même aux abords de l'équivalence (le record : 3,0 en 3,0 mL !!). La détermination du volume équivalent est à revoir : la totalité des candidats utilisent la méthode des tangentes alors que le tracé de la dérivée serait le plus approprié et est d'ailleurs utilisé dans la simulation. La partie théorique de la pHmétrie est également maltraitée : relation entre la ddp et la valeur du pH, étalonnage nécessaire du pHmètre, etc., etc.

L'oxydo-réduction aussi semble délaissée. On se contente d'une demi-réaction pour décrire un phénomène, ou bien on choisit la deuxième en fonction du nombre d'électrons présents dans la première. On se préoccupe, à juste titre du bilan matière, mais le bilan électrique, personne ne sait ce que c'est ! Il y a confusion totale sur les termes oxydant, réducteur, réduction, oxydation, réduit, oxydé et leur signification ; ainsi $\text{Br} + \text{e}^- = \text{Br}^-$ n'est pas une réduction c'est une ionisation. La dismutation est un phénomène très mal assimilé et donc rarement signalé.

Un problème nouveau est apparu cette année dans l'utilisation des électrodes. Certains candidats qui n'ont utilisé que des électrodes combinées au cours de l'année ne comprennent pas pourquoi il faudrait en utiliser deux.

En conclusion, la formation de base de futurs ingénieurs ne peut laisser dans l'ombre ou dans l'à peu-près des domaines aussi importants que la pHmétrie ou l'oxydo-réduction.

Pour terminer notre analyse, rappelons qu'il est nécessaire, lorsque l'on rend un résultat quel qu'il soit, de donner une estimation raisonnable de l'erreur commise.

TRAVAUX PRATIQUES DE PHYSIQUE

par **Jean-Paul LEGRAND, Maître de Conférences**
à l'**Université Pierre et Marie Curie**

et

Gérard AKA, Professeur
à l'**Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris**

L'épreuve débute par un tirage au sort d'une expérience choisie parmi les diverses manipulations d'optique et d'électricité, proposées au concours. Ensuite, les candidats disposent de 3 heures pour non seulement réaliser la manipulation, mais aussi rédiger un compte rendu de l'ensemble des résultats, et de l'interprétation des mesures obtenues. Le centre d'épreuves de l'ENSCP a mis à la disposition de tous les candidats des micro-ordinateurs dotés d'un logiciel de calcul et de tracé de courbe pour une meilleure exploitation des résultats expérimentaux et un gain de temps.

Les examinateurs ont noté une trop grande disparité de niveau, de plus en plus marquée entre les différents candidats. En effet, autant il était possible de trouver de très bons candidats maîtrisant aussi bien les concepts théoriques que les phénomènes physiques liés à l'expérience, autant d'autres candidats présentaient à la fois un niveau scientifique et expérimental si faible qu'il ne leur était pas possible de réaliser et discuter l'expérience proposée.

Les candidats de très faible niveau scientifique, représentant environ 20 % de l'effectif, témoignaient d'un manque de préparation évident à une authentique démarche expérimentale. Ils éprouvaient des difficultés à faire le lien entre les connaissances théoriques et leur mise en application pratique. Presque tous étaient incapables de porter un jugement critique sur leurs résultats.

Il apparaît aussi que nombre de candidats ne connaissent pas (ou tout au moins très mal) les principes et lois théoriques, non plus que les procédés expérimentaux de base. D'autres sont incapables de donner une estimation correcte d'une longueur d'onde dans le rouge, dans le bleu ou dans le proche infrarouge.

Nous insisterons encore cette année sur le fait que les rapports écrits des candidats sont de qualité trop médiocre. En effet, les comptes rendus des candidats restent une collection de résultats et non un rapport structuré permettant à l'examineur d'apprécier le niveau du candidat par rapport à l'expérience réalisée. Les candidats doivent être formés à la rédaction des résultats des mesures expérimentales en classe préparatoire.

Au-delà de la qualité du rapport écrit, qu'il sera nécessaire d'améliorer, il convient encore une fois de rappeler l'importance à attacher aux savoir-faire expérimentaux de base.

EN ELECTRICITE

- **Savoir assembler les éléments d'un circuit dont le schéma est donné (en particulier, une grande importance doit être portée aux problèmes de masse).**

- Etre capable d'utiliser les appareils mis à disposition :
 - Savoir utiliser un générateur basse fréquence (en signaux carrés ou sinusoïdaux).
 - Connaître les réglages de base d'un oscilloscope (intensité et focalisation du spot, position, calibres horizontal et vertical, fonction XY, etc.) et faire apparaître sur l'écran des signaux "exploitables" en changeant les calibres ; en particulier les candidats devraient connaître le rôle de la position AC.
 - Savoir effectuer des mesures au multimètre (environ 50 % des candidats placent cet appareil en parallèle pour mesurer un courant !!!).
 - Connaître le principe des câbles coaxiaux.
- Etre capable de mesurer le gain d'un montage (cette mesure est souvent effectuée en régime non linéaire), ainsi que le déphasage entre deux signaux.
- Savoir se servir des échelles logarithmiques (très peu d'étudiants pensent à utiliser du papier log-log ou semi-log, et ont de toute façon de grosses difficultés si on leur demande de le faire).
- Connaître la définition de la fréquence de coupure d'un filtre, la formule du "pont diviseur", la différence entre dipôles actif et passif.

EN OPTIQUE

- Réaliser, à partir d'une lampe et d'un condenseur, une source ponctuelle ou une fente source de luminosité correcte.
- Aligner, centrer et éclairer correctement les différents éléments d'un montage optique de base.
- Utiliser le principe de l'auto-collimation pour régler une lunette, un collimateur, un réseau de diffraction en incidence normale.
- Savoir déterminer, par une méthode expérimentale simple, la distance focale d'une lentille convergente.
- Réaliser un faisceau cylindrique.

Les très bonnes notes qui ont été obtenues l'ont été par des candidats qui possédaient ces savoir-faire de base et qui avaient su les mettre en œuvre pour atteindre l'objectif assigné à l'expérience. De plus, les meilleurs de ces candidats ont su rédiger un rapport structuré pour présenter les résultats de leur expérience.