

1. L'activité expérimentale de chimie, version 2016

Cette année, le concours A-BCPST a présenté une épreuve expérimentale de sciences physiques et chimiques de format semblable à celle de l'année précédente.

Les capacités de compréhension des phénomènes mis en jeu, de mise en œuvre expérimentale, et d'interprétation critique des résultats obtenus lors de l'épreuve, ont, de nouveau, été sollicités.

On consultera avec profit, à ce sujet, le rapport de l'année passée.

Il y avait toutefois une nouveauté : la disparition de la « question d'ouverture », au moins celle qui demandait une réponse partiellement écrite ; en effet, après réflexion, cette forme d'interrogation, lors d'une épreuve essentiellement pratique et orale, nous avait paru nécessiter un aménagement. Aussi le questionnement a-t-il été maintenu dans l'esprit, mais seulement à l'oral, pour ceux qui avaient eu le temps d'achever toutes les expérimentations proposées.

La préparation globale des candidats à l'épreuve d'activités expérimentales en chimie paraît solide dans l'ensemble.

Le jury a toutefois constaté, cette année encore, une disparité de niveau entre les différents candidats

2. Compétences évaluées par l'activité expérimentale

2.1. Rappels du programme

Le jury rappelle ici les compétences définies dans le nouveau programme :

- Concevoir : construire une argumentation scientifique et concevoir un plan d'expérience ;
- Réaliser : mettre une expérience en œuvre, et s'adapter aux règles de vie de l'établissement ;
- Mesurer : effectuer proprement des mesures, et les replacer dans le contexte expérimental ;
- Valider et interpréter : concevoir, utiliser, critiquer un modèle, une démarche ; envisager des perspectives ;
- Interagir et communiquer : maîtriser les outils de communication, dialoguer, argumenter.

2.2. Chronologie de l'épreuve

Comme lors de la session précédente, l'ensemble des documents a été proposé aux candidats de manière séquentielle.

Après lecture, par les examinateurs, des consignes générales de sécurité, des recommandations générales, et d'un certain nombre d'indications pratiques, l'épreuve peut commencer.

La première période d'interrogation (vingt à trente minutes environ) était consacrée à la conception au sens général du terme : elle permettait au jury d'apprécier l'acquis, par le candidat, de la première compétence. Toutefois, le format de l'épreuve ayant été modifié, le nombre de candidats que chaque examinateur devait suivre était plus élevé que l'an passé. Nous avons pu constater une attente plus longue de certains étudiants lors du premier appel. Ceux-ci ont donc dû organiser leur travail en conséquence : par exemple en s'avancant dans l'écriture de calculs, schémas, équations, le repérage et la manipulation des logiciels ou des appareils à utiliser en cours d'épreuve, ou encore l'organisation de la paillasse, les montages éventuels... Les qualités de gestion du temps et de l'espace par le candidat pouvaient donc être appréciées ici. Remarquons qu'il n'y a pas d'attente a priori : dès que le candidat se sent prêt, il *doit* appeler l'examineur pour entamer le premier échange. Cela lui permet, bien sûr, de maîtriser l'organisation temporelle de son épreuve.

Cette partie de réflexion introductive a été, dans l'ensemble, mieux réalisée durant cette session, et parfois même étirée excessivement : certains candidats voulaient probablement être bien sûrs d'eux avant d'agir.

Remarquons que le nombre « d'appels » du candidat était cette année plus limité, pour la même raison que plus haut (trois au maximum). Cela implique une autonomie plus grande de l'étudiant ; les différences entre ceux-ci deviennent alors flagrantes : nous avons vu des candidats autonomes, organisés... et d'autres, encore trop peu habitués à gérer une situation de ce genre.

- A l'issue du premier appel, c'est-à-dire du premier échange oral, l'examineur distribuait des modes opératoires calibrés, comme l'an passé, ou approfondissait la réflexion avec l'étudiant, si nécessaire, avant la distribution de ce mode opératoire.

Nous avons ainsi apprécié séparément les compétences Concevoir et Réaliser, conformément à notre optique pédagogique.

- Vient ensuite la réalisation pratique, après vérification du ou des montages, (une heure trente à deux heures, selon le délai du premier appel, et la(les) discussion(s) avec l'examineur).

- En dernier lieu, l'analyse physico-chimique (et intellectuelle) des réalisations effectuées permet de jauger les compétences Mesurer, Valider et Interpréter. Une dernière discussion étudiant-examineur a lieu à ce moment.

Nous avons conservé les logiciels classiques (Regressi, GUM, Dozzaqueux) indiqués sur le site du concours, et mis en œuvre durant l'année. L'utilisation des fonctions simples d'Excel a parfois été demandée, mais une aide a été fournie, si elle s'avérait nécessaire : l'objectif de l'épreuve n'est pas de discriminer les étudiants selon leur maîtrise de tel ou tel logiciel.

De même, des notices d'appareils (polarimètres...) ont été fournies.

Une banque de spectres numérisée (IR, RMN, UV-visible) a été mise à la disposition des candidats.

Bien sûr, les compétences Interagir et Communiquer ont été appréciées tout au long de la séance.

3. Quelques observations

Cette année, moins encore que la précédente session, les étudiants, sauf exception, n'ont pas été surpris par le déroulement de l'épreuve ; il faut dire que c'était la seconde session qui se déroulait selon ce format général.

Nous avons pu observer les disparités de comportement déjà décrites dans le précédent rapport, et notamment les lacunes techniques et/ou d'analyse de documents, qui risqueraient de devenir pérennes, si l'on n'y prenait garde.

En voici quelques exemples :

- La manipulation générale de la verrerie (pipettes ...) et l'utilisation des poires ; il faut éviter le pipetage directement dans le flacon proposé, mais en prélever déjà une partie dans un bécher ou erlenmeyer propre et sec, puis pipeter de manière adéquate.

- La manipulation des électrodes et autres instruments de paillasse : de trop nombreux étudiants ne savent pas choisir (ni même reconnaître) l'électrode ou les électrodes convenant à telle ou telle utilisation ; il arrive fréquemment que celles-ci soient mises en œuvre *sans enlever leur capuchon protecteur* (pratique peut-être initiée par l'habitude de les conserver dans un grand bain collectif). Evidemment, les résultats obtenus ainsi sont d'une qualité fort discutable...

- La mise en œuvre de l'outil informatique : nous avons constaté une connaissance insuffisante des fonctions de base de Regressi ; le lien entre le nombre de données collectées, et la pertinence de la fonction mathématique qu'on souhaite représenter (par exemple, le calcul de la dérivée d'une fonction dont le tracé se fait avec très peu de points expérimentaux), est mal apprécié.

De même, le passage d'une *simulation* informatique à la réalisation pratique nécessite d'avoir bien saisi le cadre d'application du modèle utilisé, et ses limites.

- La mise en œuvre des montages de chimie organique : il est *impératif* que les étudiants aient pu s'exercer, pendant l'année, à monter *eux-mêmes* les différents éléments classiques d'un montage de distillation, ou autre montage précisé par le programme, faute de quoi l'épreuve d'expérimentation

leur paraîtra insurmontable, ne serait-ce que par le temps nécessaire à la réalisation d'un montage simple (reflux), opération longue pour un pur néophyte... Malgré tout, cette année, ce point semble en net progrès, et la remarque concerne donc moins de candidats.

- Le traitement des « bruts », en chimie organique : il doit être amélioré, à la fois au niveau de la compréhension globale de l'opération, et de la technique pure. Par exemple, il ne faut pas rester inactif lorsque deux phases incolores, mais de densités différentes, sont présentes dans une ampoule à décanter, simplement parce que la limite entre les deux phases se situe juste derrière l'anneau de soutient de l'ampoule, donc peu visible : il suffit de soulever légèrement l'ampoule pour le découvrir...

De la même manière, il est illusoire de vouloir recristalliser un brut solide dans un volume excessif de solvant.

- La manipulation des polarimètres : elle figure au tableau général des instruments de mesure à utiliser au cours de la préparation, puisque la mesure d'un pouvoir rotatoire fait partie des « techniques d'identification et de vérification de la pureté d'un produit ».

- La réalisation et l'interprétation d'une chromatographie sur couche mince : souvent réalisée sans soin, en agitant la cuve alors que l'éluant est déjà mis, en déposant les composés en gros excès, ou, à l'inverse, de manière indétectable ; enfin, pour les moins avertis, en déposant les composés à éluer du côté de l'aluminium...

- L'analyse ou la re-contextualisation des documents présentés en annexe :

Diagrammes $E = f(\text{pH})$ ou similaires, comme $\text{pM} = f(\text{pH})$, ou $E = f(\text{pL})$, L représentant le ligand d'un complexe, M le cation métallique, etc...

Nous avons observé que certains étudiants ont des difficultés à « décrypter » ces documents classiques, essentiels à l'analyse en chimie minérale et générale, et surtout à utiliser correctement les informations qu'ils contiennent. Il s'ensuit une perte de temps parfois conséquente.

- L'analyse des données spectrales fournies et/ou obtenues : un candidat moyen doit être en mesure de détailler un spectre de RMN ^1H simple (en précisant la cause topologique de la multiplicité d'un signal), et de relier cette information à la manipulation en cours. Précisons ici que sur les spectres de RMN fournis dans la banque de données numérisée, de bonne qualité, il apparaît des signaux, ou signatures spectrales, et non des « pics », sans autre indication.

Nous avons remarqué, dans quelques rares cas, une confusion entre spectres IR et RMN, ce qui paraît, pour le moins, surprenant.

- etc...

Rappelons, puisqu'il semble que ce soit nécessaire, qu'il est déconseillé d'abîmer le matériel prêté pour l'épreuve : une telle attitude ne peut qu'être très mal perçue par les examinateurs. Par exemple, il n'est pas recommandé de démonter les poignées de placard de paillasse, creuses, sous prétexte qu'on n'a pas repéré les coupelles de pesée...

Le jury ne s'interdit pas de poser, aux seuls candidats manifestement très à l'aise, une ou quelques questions « supplémentaires » concernant le montage en cours, se situant peut-être juste à la limite de la lettre du programme, mais tout à fait dans l'esprit de celui-ci.

4. Conclusion

Cette année encore, le jury a constaté que la majorité des candidats était plutôt bien préparée, même si des améliorations sont évidemment possibles, et espérées pour la prochaine session ; les bases du travail expérimental sont acquises, ainsi que leurs fondements intellectuels.

Quelques étudiants, dont la prestation a été remarquée, ont obtenu la note maximale. Ce n'est pas facile dans une épreuve de ce type : à ce niveau, la perfection dans la réalisation n'existe probablement pas. Mais justement, l'habileté exceptionnelle de certains d'entre eux par rapport aux autres, méritait, à notre sens, cette distinction.

L'ensemble de la session s'est déroulé dans un climat serein, comme l'an passé, ce qu'ont pu constater nos visiteurs.