



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

CONCOURS EXTERNE ET INTERNE DE TECHNICIENS DE LABORATOIRE

«Spécialité B : Sciences physiques et chimiques »

2009

**Rapport établi par Madame Anne-Marie ROMULUS
Inspectrice générale
de l'éducation nationale**

Présidente du jury

Juillet 2009

Epreuve écrite d'admissibilité

La durée de l'épreuve est de deux heures, le sujet peut sembler assez long, la diversité des parties abordées doit permettre aux candidats de répondre à des questions correspondant à des domaines variés de la physique, de la chimie et de la physique appliquée.

Le sujet est volontairement long. Selon ses compétences, il est concevable qu'un candidat traite une partie plus longuement que les autres sans négliger par ailleurs les autres parties du sujet.

Partie chimie

Le sujet d'écrit de chimie du concours de techniciens de laboratoire a pour objet de valoriser l'aptitude des candidats à la pratique expérimentale. Chaque année l'épreuve comporte plusieurs thèmes distincts laissant l'initiative au candidat de se consacrer plus particulièrement à un domaine de compétences spécifiques. En début d'épreuve et avant toute rédaction nous recommandons la lecture de l'ensemble du sujet afin d'aborder en premier les sections les mieux maîtrisées.

Le sujet 2009 du concours comportait quatre parties indépendantes centrées autour de thèmes majeurs de la chimie minérale et organique sans jamais dépasser le niveau de connaissances des sections générales ou technologiques des lycées. Les questions posées, volontairement nombreuses, avaient pour but d'orienter le candidat dans sa démarche d'interprétation des phénomènes rencontrés.

Certaines questions nécessitaient la rédaction d'un commentaire. Dans ce cas, le jury recommande de privilégier des réponses courtes et une argumentation simple. D'autres au contraire nécessitaient la réalisation de calculs numériques en accord avec le travail quotidien d'un technicien. Le jury rappelle l'importance accordée dans un sujet d'écrit à la réalisation correcte d'une application numérique et à la présence systématique de l'unité adaptée. La réponse à une telle question ne peut être validée que si ces deux conditions sont respectées.

Partie A : Propriétés d'une eau de Javel commerciale.

Certaines solutions commerciales de produits chimiques utilisent encore des unités spécifiques pour indiquer la teneur en élément actif. L'eau oxygénée et l'eau de Javel en sont des exemples concrets. Le but de cette première partie était de déterminer la concentration molaire et le degré chlorométrique d'une solution d'eau de Javel à 9,6 % en chlore actif. Seuls quelques candidats ont réussi à manipuler les données indiquées par l'énoncé (masse molaire, densité, masse volumique) pour retrouver le résultat demandé. Ce travail avait pour but de valoriser une pratique courante d'un technicien chimiste. Il semble opportun que les futurs candidats se familiarisent plus avec ce type de calculs classique dans un laboratoire de lycée.

Partie B : Dosage d'une eau de Javel commerciale.

Cette partie était consacrée à l'étude de dosages et à la détermination de concentrations inconnues. L'analyse du dosage pH métrique d'une solution aqueuse d'acide carbonique était destinée à comprendre les propriétés chimiques des ions hydrogénocarbonate en solution aqueuse. Le dosage indirect de la solution d'eau de Javel permettait, à terme, de vérifier les indications écrites sur le flacon de la solution commerciale. Lors de l'analyse d'un protocole de dosage, le candidat doit pouvoir calculer, à partir des données thermodynamiques fournies par l'énoncé, la constante de la réaction et vérifier que celle-ci peut servir de support de titrage. Il doit aussi pouvoir retrouver les relations simples entre les quantités de matières des réactifs titrant et titrés et calculer une concentration inconnue. Ces compétences étaient ici mises à profit dans les domaines des réactions acide-base et des réactions d'oxydo-réduction. Des compétences techniques spécifiques étaient aussi évaluées (allure d'une courbe de dosage potentiométrique, choix des électrodes).

Partie C : Suivi conductimétrique d'une saponification.

Le programme de la classe de terminale S met l'accent sur l'évolution temporelle des systèmes chimiques et propose, entre autres, la conductimétrie comme dispositif de mesure physique. Dans cette partie, l'avancement de la réaction de saponification pouvait être calculé grâce à la relation

$\sigma = \sum_i \lambda_i^0 [X_i]$ donnée dans l'énoncé. La résolution de ce calcul s'est révélée insurmontable pour la

plupart des candidats et ce, malgré les aides fournies et la progression du questionnement. Le jury se permet de rappeler que la conductimétrie repose sur une analyse quantitative de l'ensemble des espèces ionisées présentes dans le milieu, les ions dits « spectateurs » ne devant pas être oubliés.

Parte D : Réactivité de l'acétoacétate d'éthyle.

Il convient en chimie organique de distinguer les grandes étapes d'un protocole expérimental : la transformation d'une ou plusieurs fonctions chimiques, l'extraction, la caractérisation et la purification du produit de la réaction. Ces étapes nécessitent des compétences variées mêlant la connaissance des fonctions chimiques usuelles et leur réactivité, la manipulation d'un matériel spécifique à la discipline, la compréhension des processus physiques d'extraction ou de caractérisation.

L'acétoacétate d'éthyle est un composé dont la réactivité est suffisamment riche pour envisager plusieurs stratégies de synthèse dont les équations bilans étaient toutes données dans l'énoncé. Il convient alors pour le candidat de connaître les grandes réactions de la chimie organique et de pouvoir les classer en addition, substitution ou élimination par exemple. De plus les qualificatifs nucléophile ou électrophile, relatifs au substrat doivent être connus. Ils sont à la base de la réactivité.

Le jury rappelle que la chromatographie, introduite au niveau de l'enseignement de spécialité de la classe de terminale S, est une technique classique de caractérisation en chimie organique. Les questions posées à ce sujet étaient destinées à évaluer l'intérêt de cette méthode. Les réponses attendues ne nécessitaient ni un long développement ni des connaissances pointues mais permettaient d'apprécier si le candidat s'était déjà familiarisé avec cette technique d'analyse.

La manipulation d'une verrerie adaptée lors d'une synthèse organique ou une d'une purification doit être maîtrisée par les candidats. Le sujet de cette année développait l'emploi de l'appareil Dean Stark pour le déplacement de l'équilibre d'acétalisation par extraction de l'eau produite. Il était demandé au candidat de reprendre sur le schéma de montage donné, le trajet des fluides liquides et gazeux dans l'appareil. Lors d'une séance de travaux pratiques, la réalisation des montages de chimie organique est un des aspects du travail du personnel technique, il convient alors aux futurs techniciens de pouvoir non seulement les réaliser mais aussi d'en comprendre le fonctionnement.

Partie physique

Cette année le sujet de physique comportait deux parties :

Partie A : Mécanique.

Etude du mouvement d'une bille dans un champ de pesanteur, en oscillations élastiques et dans un fluide.

Partie B : Onde et Lumière.

Dualité onde corpuscule, étude d'un réseau et exploitation du spectre de Fraunhofer.

La correction des copies amène le jury à faire quelques remarques et observations dont le but est d'aider et de conseiller les futurs candidats aux prochaines sessions du concours.

- Les différentes parties du sujet sont indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre laissé au choix du candidat, mais il est impératif de numéroter les réponses comme les questions.
- Il convient de garder les mêmes lettres pour les grandeurs qui interviennent dans le sujet, notamment dans les schémas qui sont demandés.
- Pour tout calcul, l'expression littérale faisant apparaître les variables du sujet doit apparaître. Puis l'application numérique est posée, les calculs intermédiaires réalisés par le candidat ne sont pas nécessairement notés sur la copie. En revanche un soin particulier est apporté aux résultats : nombre de chiffres significatifs retenus et unité correctement exprimée, ces dernières observations interviennent dans la notation du candidat. Le candidat s'interrogera sur la validité du résultat qu'il a obtenu, évitant ainsi de passer à côté d'un changement d'unité du système international par exemple.
- Les candidats éviteront de s'étendre sur une réponse qu'ils maîtrisent, ils risquent de répondre à une question suivante du sujet, ou d'être hors sujet. Dans tous les cas ils doivent gérer au mieux le temps qui leur est imparti.
- La rédaction des copies doit être soignée. Celle-ci doit être claire, s'appuyer sur un raisonnement construit, justifié par des concepts scientifiques et des lois. Elle nécessite une maîtrise de l'expression, du vocabulaire et de l'orthographe. Trop de candidats rendent des copies raturées, illisibles, mal organisées et dans lesquelles les réponses sont incompréhensibles.
- Chaque fois que cela est possible, le candidat peut aborder une partie différente du sujet montrant alors qu'il a des connaissances dans les différents domaines enseignés dans les lycées et dans le métier de technicien de laboratoire.

Un esprit d'organisation et de rigueur est dans la future fonction un atout aussi important que les connaissances théoriques.

Partie physique appliquée

La partie de l'épreuve concernant la physique appliquée devait permettre aux candidats de mettre en valeur leurs connaissances sur les lois d'électricité que l'on peut rencontrer dans les différentes filières scientifiques et technologiques du lycée.

Les capacités à proposer un montage, une liste de matériel et une critique et également à exploiter des relevés de mesure étaient évaluées.

Le sujet proposé à cette session décrivait un système de mesure de la température. L'étude se décomposait en plusieurs parties indépendantes, cette année l'étude d'un capteur, ici une CTN, le conditionnement de l'information et enfin la remise en forme de la mesure après transmission.

Le découpage du sujet en ces différentes parties indépendantes permettait aux candidats d'aborder le sujet de manière chronologique, mais aussi d'étudier une partie séparément en fonction de ses affinités avec la physique appliquée.

L'aspect sécurité de la discipline, part non négligeable de la carrière d'un technicien, était aussi testé.

Epreuve orale

Le jury insiste sur le fait que cette partie de l'épreuve est expérimentale et qu'en conséquence une majorité des points est attribuée aux manipulations.

Pour autant, il ne faut pas négliger la propreté et la lisibilité des travaux rendus.

Spécialité chimie

L'épreuve d'admission de chimie se déroule en 4 heures. Elle comportait pour la session 2009 :

- Une partie principale de chimie quantitative : étalonnage d'une solution, et analyse quantitative d'une solution inconnue par deux méthodes mettant en œuvre le matériel utilisé dans les laboratoires des établissements scolaires (spectrophotométrie, potentiométrie, conductimétrie ...).
- Un entretien de 30 minutes portant sur la chimie organique : techniques et montages de base (chromatographie sur couche mince, recristallisation, distillation, extraction liquide-liquide ...) et matériels couramment utilisés (banc Kofler, réfractomètre ...).

Remarques générales sur l'ensemble des épreuves pratiques :

- De manière générale, le jury a déploré un manque d'organisation chez de nombreux candidats au cours des épreuves pratiques. Il est impératif de bien lire l'intégralité du sujet afin de gérer au mieux le temps et d'exploiter correctement les manipulations. Le candidat se doit de garder du temps pour tracer les courbes demandées. La prise de points n'est pas suffisante, le tracé d'une courbe, même non exploitée, est indispensable pour valider complètement le travail d'acquisition des données.
 - Par ailleurs, des erreurs peuvent être facilement évitées en lisant attentivement les consignes (par exemple, respect de l'ordre d'introduction des réactifs lors d'un dosage spectrophotométrique).
- On rappelle qu'il est tenu compte de l'organisation de la paillasse et de la propreté en cours de manipulation.
- Les candidats ne doivent en aucun cas attendre de signe d'approbation de la part des membres du jury (notamment lors de l'entretien de chimie organique), ni de réponses à leurs questions. **L'essentiel du matériel disponible se situe sur la paillasse.**
- Toute manipulation est évaluée, même si elle n'est pas exploitée : le candidat est noté sur la qualité des gestes techniques, le soin, la précision des manipulations, et le respect du protocole.
- Il est conseillé aux candidats de n'utiliser l'outil informatique que s'il est suffisamment maîtrisé et exploité : lissage ou modélisation, régression linéaire avec équation et coefficient de corrélation indiqués sur la courbe, méthode de détermination du point équivalent.

Règles de sécurité

Le jury attire l'attention des candidats sur les points suivants :

- **Port indispensable des lunettes** dès que le candidat manipule, quel que soit le produit manipulé. Les lunettes de protection sont fournies, mais si le candidat possède des lunettes de vue, il a la possibilité d'amener ses propres lunettes de protection, compatibles avec ses montures.
- Les gants doivent être utilisés judicieusement. Ils ne sont pas toujours indispensables, notamment lors d'une saisie à l'ordinateur !
- Des hottes sont à disposition des candidats dans les salles. Ils doivent les utiliser lorsque cela s'avère nécessaire.

Quelques points importants sur la prise en main du matériel :

- **Utilisation de la pipette** : il faut impérativement utiliser une pipette jaugée pour prélever les prises d'essai. Le jury attend du candidat qu'il rince la pipette avec la solution à prélever, et qu'il ajuste correctement le trait de jauge (position verticale de la pipette et yeux à hauteur du trait lors de l'ajustage).
- **Utilisation de la burette** : la burette doit être rincée avec la solution, les volumes doivent être correctement lus : graduation tangente au ménisque, ou réticule pour les burettes munies d'un trait bleu vertical.
- **Utilisation de la fiole jaugée** : celle-ci doit être correctement rincée, l'ajustage doit se faire yeux à hauteur du trait de jauge, la solution doit être bien homogénéisée (en utilisant notamment un bouchon ou du parafilm).
- **Pesées** : la lecture des masses doit se faire portes fermées ; il est impératif de ne pas retirer de solide excédentaire.
- **Spectrophotométrie** : le « blanc » permettant la mise à zéro de l'appareil n'est pas nécessairement incolore ! Lors d'un dosage spectrophotométrique d'une solution d'ions cobalt, on a constaté que de nombreux candidats utilisaient de l'eau distillée pour la mise à zéro de l'appareil, plutôt que la fiole témoin contenant les solvants et additifs utilisés pour la réalisation de la gamme, en l'absence de la solution d'ions cobalt.
- **Potentiométrie, conductimétrie** : il appartient au candidat de sélectionner les électrodes nécessaires à la manipulation (plusieurs électrodes lui sont proposés sur la paillasse) ainsi que le matériel de mesure (conductimètre, potentiomètre). L'approche du point équivalent doit être adaptée selon la méthode utilisée (par exemple : resserrer les mesures au voisinage de l'équivalence lors d'une potentiométrie).

Au sujet de l'entretien de chimie organique :

- Les thèmes abordés lors de l'interrogation orale correspondent essentiellement aux techniques expérimentales de chimie organique rencontrées dans les lycées généraux et technologiques. Il est recommandé de connaître le matériel, ainsi que sa mise en œuvre et les méthodes les plus courantes. Parmi celles-ci, on citera :

- - montage à reflux,
 - séparations de mélanges homogènes et hétérogènes de liquides,
 - chromatographie sur couche mince (C.C.M.),
 - extraction liquide-liquide,
 - purification par recristallisation d'un solide,
 - caractérisations d'un corps pur : par son point de fusion (sur banc Kofler pour un solide) et par son indice de réfraction (sur réfractomètre pour un liquide).
- Il est ressorti de la session 2009 que beaucoup de candidats ne peuvent énoncer clairement le principe d'une technique expérimentale et confondent alors celle-ci avec sa mise en œuvre en décrivant les gestes à accomplir.
- En revanche, le jury a apprécié l'ensemble des connaissances portant sur la C.C.M. mais tient à souligner qu'il existe différents procédés de révélation couramment utilisés dans les établissements du secondaire.

Rappelons enfin que le barème de l'épreuve privilégie le savoir-faire pratique des candidats par rapport à leurs connaissances théoriques : maîtrise des gestes techniques, soin apporté aux manipulations, choix judicieux de la verrerie, précision et concordance des résultats obtenus. Il est donc essentiel, pour préparer cette épreuve, de s'informer sur les différents matériels utilisés dans les lycées et collèges, et sur les pratiques associées à ces matériels.

Spécialité physique

Les candidats doivent prendre le temps de lire le sujet dans son intégralité.

De plus, il est probable que certains candidats gagneraient en efficacité avec une meilleure gestion du temps, autrement dit ne pas s'arrêter sur l'une ou l'autre des parties.

Il convient, par ailleurs, de ne pas négliger les thèmes en lien direct avec les compétences d'un personnel de laboratoire :

- lecture d'une notice,
- utilisation d'un tableur,
- utilisation d'un dispositif d'acquisition informatisé et du logiciel dédié.

De plus le jury regrette que la plupart des candidats n'aient pas traité la partie du sujet concernant l'analyse de la précision des résultats obtenus.

Les montages sont parfois réalisés dans la précipitation en négligeant la sécurité, celle-ci doit pourtant être un souci permanent des candidats. Le laser, ou d'autres dispositifs à risques doivent être manipulés avec les précautions qui s'imposent. L'agencement et la stabilité des éléments du poste de travail sont également des points de sécurité importants.

Le sujet ne fait pas seulement appel aux connaissances du candidat, mais également à son bon sens et à son esprit d'initiative. Il ne s'agit donc pas uniquement de reproduire ?, in extenso, les manipulations connues.

Ainsi, bon nombre de candidats ont essayé maladroitement de construire un microscope là où un simple dispositif de grandissement suffisait.

Le bon sens et la prise d'initiative sont également attendus pour la mise en place des différents dispositifs expérimentaux. Il faut ainsi savoir s'adapter au matériel préconstruit (circuit imprimé diode et thermistance).

Ceci étant, le jury a noté que la majorité des candidats avait une bonne maîtrise des manipulations en lien direct avec les programmes du lycée (diffraction...).

D'une façon générale, le jury a apprécié l'autonomie des candidats.

Spécialité physique appliquée

Nature de l'épreuve

Le cadre de l'épreuve permet de tester l'aisance des candidats avec les appareils de mesure, les circuits électroniques, les machines électriques et la sécurité électrique.

L'épreuve se décompose en deux parties distinctes permettant d'apprécier les candidats sur une partie type « électronique, courants faibles » et sur une partie « électrotechnique, courants forts ».

La gestion de l'épreuve résultait, cette année, d'un tirage au sort. Le sort décidait pour les candidats du thème initial et de la chronologie de leur manipulation. Chacun d'eux disposait de deux plages de deux heures consacrées à l'électronique puis à l'électrotechnique, ou inversement.

Le barème était réparti également sur les deux thématiques de la physique appliquée. Au bout de deux heures, les candidats étaient invités à passer d'un domaine à l'autre.

Il est d'évidence que le candidat technicien en physique appliquée ne peut se focaliser sur un thème au détriment de l'autre.

Le même niveau de compétences est attendu **en électronique et en électrotechnique**.

- Le protocole de TP d'électronique s'intéressait à l'étude d'un convertisseur tension-fréquence (OCT ou VCO) réalisé à l'aide du circuit intégré de type LM331.

Le schéma fonctionnel d'un LM331, sa documentation technique et le typon d'implémentation étaient fournis et servaient de base à l'analyse du montage.

Cette analyse se décomposait de la façon suivante :

- Réglage de la constante de conversion tension-fréquence
- Étude de la source de courant
- Étude du comparateur
- Étude du monostable
- Étude de l'ensemble
- Synthèse et Conclusion

L'ensemble du processus était propice à des questions d'analyse théorique sommaires qui permettaient de s'assurer de la maîtrise technique de l'objet étudié.

- Le protocole de TP en électrotechnique s'intéressait à l'étude d'un banc moteur à courant continu à excitation séparée muni d'un frein à poudre et de capteurs de couple et de vitesse.

Le candidat était invité à proposer un câblage pour assurer la mesure des paramètres électriques et mécaniques du moteur.

L'épreuve exigeait la réalisation d'un essai à vide, suivi d'un essai en charge à couple constant.

A partir de ces essais, les candidats étaient invités à identifier les caractéristiques du moteur et à extrapoler des courbes de rendement à tension constante.

Le processus permettait de s'assurer des notions de sécurité électrique connues du candidat et d'évoquer les principes de fonctionnement du moteur.

Rappelons après cette brève énumération descriptive qu'il s'agit bien d'une épreuve de travail expérimental, où le sujet proposé est destiné à évaluer les capacités du candidat à conduire correctement une manipulation, à choisir judicieusement l'appareil ou la méthode de mesure, à mettre en perspective les résultats expérimentaux attendus, à s'assurer du bon fonctionnement du système et à commenter de façon pertinente son comportement global.

Maîtrise des savoirs

Quelques failles récurrentes ont été relevées ; leur liste n'est pas exhaustive et se veut réduite pour se confiner à l'essentiel.

1. Identification de la grandeur mesurée :
 - la valeur efficace est souvent confondue avec la valeur maximale voire la valeur moyenne. Rappelons que la relation entre valeur efficace et maximale n'est pas toujours liée à la racine du seul nombre premier pair.
 - la mesure AC/DC est parfois source de confusion.
2. Pratique d'un oscilloscope :
 - La synchronisation est toujours source de perplexité pour certains candidats.
 - Trop de candidats sont déstabilisés par l'usage d'un oscilloscope numérique. Rappelons que ces derniers définissent désormais la référence d'usage.
 - Le bouton « autoset » n'a aujourd'hui rien d'interdit, et les techniciens peuvent en user s'ils adaptent ensuite le réglage à la nature des signaux analysés.
3. Analyse de modèle :
 - Les modèles classiques sont mal maîtrisés.
 - L'analyse en régime stationnaire n'est pas adéquate (maintien des inductances).
 - Les méthodes de moindre carré sont parfois ignorées pour l'identification de courbes affines à partir de relevés expérimentaux.
4. Précision et incertitude :
 - La classe de l'appareil est rarement relevée, plus grave, sa bande passante est parfois ignorée.
 - Peu ou pas de calcul d'incertitude. Tout ceci nous permet d'obtenir des valeurs numériques dotées d'un grand nombre de chiffres non significatifs.

Comportement du candidat

Les interrogateurs encouragent les candidats à présenter leurs solutions de manière claire et précise. Il est souhaitable d'exprimer à haute et intelligible voix sa conviction, si le doute raisonné est apprécié, le doute systématique amène souvent le jury à s'interroger sur la pertinence de la démarche du candidat, et est donc, à déconseiller.

Rappelons qu'au-delà du fond, la forme n'est pas à négliger. Nous regrettons l'état de nombreuses copies plus proches de brouillons que de comptes-rendus d'expérience.

Conclusion

Dans l'ensemble le jury a interrogé des candidats de valeurs qui ont démontré un bon niveau de compétence ; ce constat s'est traduit par une moyenne relativement élevée.

Nous invitons les futurs candidats à consulter les différents rapports des années précédentes et à s'en inspirer pour définir leur préparation que nous leur souhaitons enrichissante et fructueuse.