

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve consiste, pendant une durée de 3 heures, à réaliser plusieurs expériences, à analyser et à interpréter les résultats en vue de répondre à une problématique concrète.

Que ce soit en chimie (titrage, étude cinétique et thermodynamique, oxydoréduction, électrolyse...) ou en physique (électricité, électronique, optique), il s'agit d'étudier un phénomène particulier à l'aide des notions figurant au programme des deux années de préparation. D'une manière générale, les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer. L'évaluation s'articule le plus souvent autour de trois composantes : les échanges oraux qui conduisent la plupart du temps à l'élaboration ou à l'explication de protocoles, les gestes techniques, c'est-à-dire la mise en œuvre des protocoles et enfin le compte rendu.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou sont à proposer par le candidat. Parallèlement aux échanges avec l'examineur, le candidat rédige un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses à des questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé au candidat d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'il a compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle). Certains candidats, assez nombreux cette année, se présentent sans calculatrice : cet outil est non seulement autorisé mais indispensable dans bien des cas. Parfois mais pas toujours, un ordinateur est à disposition et les calculs peuvent alors être effectués grâce à ce support mais l'expérience montre que les candidats ne sont pas à l'aise pour effectuer des calculs simples à l'aide d'un ordinateur. Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les montres connectées et téléphones portables sont interdits.

Pour les manipulations de chimie, pour des raisons de sécurité, les candidats et les candidates doivent porter un pantalon et des chaussures fermées, les cheveux longs doivent être attachés. Ils doivent se munir d'une blouse en coton à manches longues. Les lunettes de protection sont fournies et les *lentilles de contact* ne sont pas autorisées.

Durant l'épreuve, les candidats disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. En chimie et dans certains cas en physique, un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

Analyse globale des résultats

Une nouvelle fois cette année, certains candidats se sont révélés être des expérimentateurs hors pair et ont montré une grande aisance dans la compréhension des sujets. Cela témoigne d'une excellente préparation. Néanmoins, on peut regretter qu'un certain nombre de candidats se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux sans réellement chercher à comprendre les phénomènes ni à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

Attitude

L'épreuve de travaux pratiques se déroule souvent dans un lieu différent de celui des autres épreuves, les candidats doivent donc veiller à se présenter à l'endroit et à l'heure précisés sur leur convocation.

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont totalement responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Le jury note que certains candidats sont trop attentistes ce qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examinateur en cas de difficultés amélioreraient les prestations.

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données, ce qu'ils ne font pas toujours. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels « temps morts » (notamment en chimie : chauffage ou agitation de quelques minutes, acquisitions automatiques en cinétique, attente d'un appel) permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

La prise d'initiative et les essais sont encouragés. Toutefois, beaucoup de candidats confondent initiative personnelle et manipulations hasardeuses, ce qui conduit parfois à la destruction de matériel (court-circuit, chute, dépassement de tensions ou intensités limites, disjonction...).

Dans le sujet, figurent deux ou trois appels à l'examinateur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs réflexions et de leurs travaux et répondre aux éventuelles questions posées dans le sujet. Les candidats doivent prendre l'initiative de solliciter l'examinateur lors des différents appels. Certains d'entre eux les présentent sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve. Si un candidat n'a pas réussi à élaborer complètement le protocole demandé ou ne parvient pas à réaliser les manipulations proposées, il ne doit pas hésiter à solliciter l'examinateur pour lui faire part de ses réflexions ou de ses difficultés. Un échange s'engage alors entre l'examinateur et le candidat, celui-ci reçoit les indications nécessaires et peut continuer l'épreuve. Suivant le cas, un protocole est fourni à l'issue de l'appel, que la proposition faite par le candidat soit correcte ou non.

Le jury attend que les candidats préparent ces appels :

- l'argumentation doit être organisée de façon claire et logique et s'appuyer sur un vocabulaire adapté (les appareils clairement identifiés, la verrerie correctement nommée...);
- si la réponse s'appuie sur une équation, un calcul, un schéma, il faut que le support écrit présenté soit clair et lisible ;
- il est possible de ne donner qu'une partie des réponses mais le candidat ne doit pas s'attendre à ce que l'examinateur lui fournisse systématiquement les réponses manquantes.

Il est regrettable de voir que certains candidats n'appellent pas suffisamment tôt l'examinateur, perdent du temps à élaborer un protocole qu'ils ne parviennent pas à finaliser et n'ont ensuite plus le temps nécessaire pour mener à bien l'ensemble des manipulations. Par ailleurs, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Ainsi, de nombreux candidats n'ont pas le temps d'effectuer le dernier appel, ou sinon dans de mauvaises conditions.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé, parfois de quelques lignes, parfois au contraire trop long, énonçant les résultats obtenus ou les difficultés rencontrées. Ce n'est pas du tout ce qui est demandé. Le but de la synthèse est de prendre un peu de recul et de montrer l'intérêt de la manipulation.

Mobilisation des connaissances

L'épreuve demande parfois quelques calculs assez simples qui permettent la confrontation entre expérience et théorie et nécessitent un minimum de connaissances élémentaires. Mais beaucoup de candidats ne montrent pas la compétence nécessaire pour les maîtriser (incohérence dans l'application de la loi des mailles, incapacité à établir le comportement d'un circuit simple, courant négatif dans une diode, manque de maîtrise de la notion de quadrature ou d'opposition de phase, difficulté à calculer la valeur moyenne d'un signal sinusoïdal sur une demi-période à partir d'une formule fournie...). Un nombre important de candidats privilégie les explications par des calculs théoriques complexes au détriment d'une explication physique ou de bon sens.

Aspects pratiques

De manière générale, le jury constate une grande disparité dans les compétences expérimentales des candidats. Certains manipulent avec une relative aisance en utilisant le matériel adéquat. Les maladresses des autres témoignent d'un manque de préparation.

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument capable de tout mesurer (à la place du voltmètre par exemple). Nombre de candidats en attendent des fonctions évoluées (calcul de valeur crête, de valeur moyenne...) mais manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées, de valeurs relevées en position AC ou DC) et la synchronisation reste parfois mal connue ou mal maîtrisée. Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête-à-crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. Beaucoup de candidats attendent que l'appareil mesure les déphasages et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque cette fonction n'est pas disponible. Enfin certains candidats font confiance à la fonction « measure » alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

Pour le multimètre et l'oscilloscope, on relève encore parfois des erreurs de choix entre les positions AC et DC, des erreurs de branchement (problèmes de masse, ampèremètre en parallèle, voltmètre en série...) et de compréhension de la notion de calibre.

Malgré les notices simplifiées fournies aux candidats pour les oscilloscopes, beaucoup d'entre eux font des erreurs de mesure en raison d'une mauvaise configuration. Le bouton de configuration automatique des oscilloscopes (« autoset ») est à utiliser avec une grande précaution car il modifie de nombreux paramètres.

On note toujours également des erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non branchée à la masse, le candidat pensant que c'est équivalent à appliquer un potentiel de 0 V), la non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée), la confusion entre fréquence et pulsation, entre tension crête et tension crête-à-crête. Le code couleur pour les câblages en électronique est mal maîtrisé, ce qui conduit les candidats à commettre de nombreuses confusions. Les notions de masse et de terre (terre des générateurs basse fréquence et des oscilloscopes par comparaison avec la masse flottante des multimètres et des alimentations continues) sont très mal maîtrisées. Certains candidats essaient de mesurer un courant directement à l'oscilloscope. Parmi les candidats qui décident d'utiliser une résistance pour effectuer cette mesure à l'oscilloscope (via une mesure de différence de potentiel), la plupart ne sait pas justifier le choix de la valeur de la résistance.

L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées *entrée* et deux bornes marquées *sortie* pose souvent des problèmes de branchement (par exemple le générateur de fréquence est branché à la fois sur l'entrée et la sortie pour tenter de fermer le circuit). Les résistances internes des composants ne sont quasiment jamais prises en compte dans l'estimation des sources de pertes dans un circuit.

Une confusion entre courant alternatif et continu, des erreurs de branchement de câbles coaxiaux et des erreurs de calcul de pente en échelle logarithmique ont parfois été constatées.

Beaucoup de candidats se contentent d'observations passives de phénomènes qu'ils n'ont pas l'idée de caractériser en faisant des mesures : par exemple, le candidat « voit » une sinusoïde, mais n'a pas l'idée d'en mesurer l'amplitude ni la fréquence. De manière générale, un nombre non négligeable de candidats de la filière MP donne l'impression de ne pas avoir manipulé de matériel expérimental au cours de l'année ou alors très peu.

Concernant le matériel utilisé en optique, trop de candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente. Les termes utilisés sont souvent approximatifs et il y a souvent confusion entre les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Plus généralement certains candidats n'ont pas acquis les bases théoriques indispensables à la compréhension de certains sujets d'optique. Sur le goniomètre, par exemple, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau. Une fraction notable (environ 10 %) des candidats ne sait pas positionner l'image d'un point à travers un miroir plan, et faire le tracé de rayons associé à cette conjugaison. La conjugaison infini foyer, par exemple, n'est pas toujours maîtrisée. De même un tracé de rayons avec un point hors axe optique est souvent un gros problème.

La verrerie à utiliser lors d'une manipulation de chimie doit être choisie avec discernement. Lorsqu'une mesure précise de volume est nécessaire, l'utilisation de verrerie jaugée adaptée s'impose. En revanche, dans de nombreux cas (ajout de solution acide pour un titrage d'oxydoréduction, rinçage d'un solide, ajout de réactif en excès non contrôlé), l'utilisation d'une simple éprouvette suffit. Dans le doute, de nombreux candidats utilisent systématiquement la verrerie jaugée (même pour remplir une burette!). Comme le nombre de pipettes jaugées est limité, ils sont contraints d'effectuer des rinçages fréquents et perdent un temps considérable, ce qui leur est très préjudiciable. Le jury recommande aux candidats de prendre le temps de réfléchir au choix de la verrerie, ce qui n'est pas une perte mais bien au contraire un gain de temps.

Cette année, l'utilisation de balances de précision à 10^{-4} g a posé problème à certains candidats. La notion de tare est étonnement mal connue et le jury rappelle qu'une pesée doit être réalisée portes de balance fermées pour la tare et pour la pesée. Par ailleurs, les candidats ne semblent pas comprendre ce que signifie « peser une masse précise voisine de... ». Il est inutile de prendre du temps à peser exactement la masse indiquée, en revanche la valeur exactement pesée doit être consignée et utilisée pour les calculs ultérieurs. En outre, si la masse pesée sert à préparer une solution étalon, le transvasement doit être quantitatif : la coupelle de pesée doit par exemple être rincée avec le solvant ou pesée à nouveau pour déterminer par différence la masse réellement introduite.

Lors d'une manipulation de chimie, garder des gants en permanence est source de danger puisque cela revient à répandre partout les substances dont il faut se protéger ; le port des gants est nécessaire pour prélever des réactifs corrosifs. Le port des lentilles de contact est interdit et les *lunettes* ou sur-lunettes sont obligatoires pendant toute la durée des manipulations.

Incertitudes

Les calculs d'incertitude ne sont pas systématiquement demandés. Il s'agit souvent d'identifier les *principales sources d'erreur* et parfois d'évaluer les incertitudes afférentes de manière à déterminer l'incertitude sur une grandeur calculée à partir de grandeurs mesurées. Le logiciel Gum MC est à disposition. En outre, les formules en lien avec la détermination d'incertitude composée sont rappelées.

Même si leur nombre est croissant, trop peu de candidats parlent des erreurs liées au principe physique utilisé par l'instrument, de la précision de mesure de l'appareil, des erreurs systématiques et subjectives, de la notion de résolution... Beaucoup de candidats ne savent pas donner la précision de lecture d'un

appareil : par exemple, une tension lue sur un voltmètre analogique ou un angle lu sur un goniomètre ont une précision donnée par les graduations. Lorsqu'un calcul d'incertitude est demandé, on voit un peu de tout (somme des incertitudes relatives, racine carrée de la somme des carrés des incertitudes relatives...) parfois accompagné d'un coefficient, indépendamment du nombre de variables ; certains candidats ne semblent pas surpris d'obtenir une incertitude très inférieure à celle des composants ou de l'appareil de mesure.

Globalement, il convient de rappeler aux élèves que toute utilisation d'un appareil de mesure, même et surtout s'il s'agit d'un instrument évolué, doit s'accompagner d'une analyse des résultats obtenus et d'un regard critique sur ceux-ci. Les candidats doivent au minimum se demander si l'ordre de grandeur de la mesure est correct.

Exploitation des résultats

Des résultats expérimentaux incohérents ne semblent pas perturber certains candidats. D'autres au contraire n'hésitent pas à déformer les phénomènes observés pour les faire coïncider avec des interprétations erronées.

Certaines courbes manquent de définition d'échelle ou utilisent des échelles inadaptées. On relève aussi parfois une erreur sur l'unité choisie (pourtant précisée dans l'énoncé) qui implique une déviation importante sur les résultats (passage de degrés Celsius en kelvin, par exemple).

Certains candidats n'utilisent pas le papier millimétré à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu. Par exemple, il est vraiment contestable de lire un volume équivalent sur une feuille de copie avec une abscisse non précisée et mal graduée. Un graphe doit présenter un titre et les axes doivent être annotés.

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais trop de candidats annoncent comme « asymptote à -20 dB/décade » une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de « coller » au mieux aux points de mesure. Quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence, ce qui donne en définitive un double logarithme de la fréquence en abscisse.

Il y a fréquemment des erreurs sur la mesure d'une bande passante à -3 dB quand le gain dans la bande passante n'est pas de 0 dB ou quand le système présente une résonance.

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour tester une loi physique. Inversement, de nombreux candidats essaient de faire passer une droite par des points qui n'ont pas de raison particulière d'être alignés. Dire qu'une courbe est une droite après avoir placé seulement trois points n'est pas très rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure.

De manière générale, une mesure ou constatation expérimentale devrait se traduire dans le compte rendu par un tableau ou une courbe.

Plusieurs tableurs peuvent être mis à disposition des candidats (Latis Pro, Regressi, LibreOffice). Des notices succinctes sont fournies. Un nombre non négligeable de candidats croit savoir se servir d'un tableur mais perd finalement beaucoup de temps à l'utiliser correctement et finit par demander de l'aide à l'examineur (dont ce n'est pas le rôle). Afin d'utiliser efficacement cet outil, il est recommandé :

- d'entrer les points de mesure directement dans le tableur (plutôt que d'avoir à recopier un brouillon inutile) ;

- de tracer les courbes au fur et à mesure de manière à contrôler l'évolution de la grandeur mesurée ;
- d'utiliser les outils de modélisation pour déterminer l'équivalence (méthode des tangentes intégrée dans certains tableurs, modélisation affine des points expérimentaux et recherche de l'intersection des droites modèles).

Certains sujets demandaient l'exploitation des mesures expérimentales à l'aide d'une modélisation programmée en langage Python. Il s'agissait par exemple d'évaluer le dimensionnement d'un réacteur. La part de la programmation est limitée, elle consiste en l'écriture d'une fonction ou de quelques lignes de programme. Le candidat peut ensuite interpréter les modélisations et répondre à une problématique industrielle. Le jury constate avec plaisir que la plupart des candidats n'ont pas rencontré de difficultés dans la programmation.

Compte rendu

Un compte rendu succinct est attendu.

Dans chaque sujet, une problématique est posée au candidat qui doit la rappeler brièvement dans l'introduction et lui apporter une réponse claire dans la conclusion.

Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois il est inutile de reporter les réponses des questions déjà traitées à l'oral (questionnement et protocoles) car celles-ci ont déjà été évaluées. En outre, si une courbe est tracée, le tableau de valeurs n'est pas nécessaire.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible.

Le jury recommande aux futurs candidats de ne pas négliger la rédaction du compte rendu qui peut compter jusqu'à un tiers de la note finale.

Compétence « communiquer »

À l'oral

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma clair ou un calcul effectué proprement au brouillon. On attend un langage précis, une expression claire. Les échanges avec l'examineur sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se sont parfois trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué précédemment nous recommandons aux candidats d'interagir avec l'examineur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Le compte rendu doit être succinct et rapporter les mesures et les exploitations. Là encore, le jury attend clarté et concision. L'acquisition de données numériques n'est pas une fin en soi, mais doit permettre d'apporter une réponse argumentée à la problématique du sujet. Toutes les courbes doivent être tracées avec un axe des abscisses et un axe des ordonnées clairement libellés avec les grandeurs placées en abscisse et en ordonnée. Elles doivent faire l'objet d'une phrase de renvoi et d'un commentaire dans le compte rendu.

Conseils sur les techniques utilisées en chimie

Une manipulation de chimie a été réalisée par 18 % des candidats présents à l'épreuve de travaux pratiques de physique-chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques à ces manipulations.

Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution ; l'utilisation de la balance de précision, la récupération quantitative du solide, l'utilisation d'une fiole jaugée, l'homogénéisation au fur et à mesure du remplissage nécessaire pour assurer une bonne dissolution et l'homogénéisation finale sont absolument nécessaires ;
- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée.

Titration

Il convient dans un premier temps de réfléchir à la réaction support du titrage puis de s'assurer qu'elle remplit les critères (au moins pour l'aspect quantitatif). Dans un second temps, le candidat doit chercher une méthode de détermination de l'équivalence.

Cette année encore, le jury note que le choix d'un indicateur coloré lors d'un titrage suivi par colorimétrie pose d'énormes problèmes aux candidats et est très mal maîtrisé.

Lors de l'élaboration d'un protocole, il convient d'écrire la relation à l'équivalence, de supposer un volume équivalent cohérent ; le candidat pourra ainsi en déduire la nécessité ou non de diluer la solution titrée et le volume du prélèvement.

Par ailleurs, les différentes techniques de suivi d'un titrage ne sont pas toutes connues ou maîtrisées. Le suivi par potentiométrie est ainsi rarement proposé.

De plus, les candidats ne connaissent pas les spécificités liées à chaque méthode. Ainsi, le jury a trop souvent vu des candidats resserrer les points lors d'un titrage suivi par conductimétrie puis arrêter les mesures juste après la rupture de pente. À l'inverse, un grand nombre de candidats ne cherchent pas à resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence d'un titrage pH-métrique.

L'élaboration d'un protocole de titrage pour un polyacide ou pour deux acides demeure très difficile. Les notions de titrages successifs ou simultanés ne sont pas toujours acquises. Le jury recommande aux candidats d'observer la courbe obtenue pour valider ou infirmer la prévision exposée pendant l'appel quant à l'aspect successif ou simultané de deux titrages.

Enfin, les candidats semblent ne connaître que les titrages directs. Ils ont eu du mal à s'approprier un protocole de titrage indirect ou en retour.

La réalisation des titrages est en général correctement effectuée. Le jury rappelle toutefois, à toutes fins utiles que :

- la burette doit être rincée avec la solution titrante ;
- il faut éliminer une éventuelle bulle d'air et ajuster le niveau supérieur par vidange et non par remplissage ;
- une *agitation* est indispensable ;
- lors d'un titrage à l'aide d'un indicateur coloré, un premier titrage rapide peut faire gagner du temps. La détection de l'équivalence se fait à la goutte près en regardant le bécher ou l'erlenmeyer et non pas la burette ;
- pour décrire le virage d'un titrage suivi par colorimétrie, de nombreux candidats associent le terme incolore à transparent ;
- lors d'un titrage suivi par conductimétrie, il n'est pas utile de rapprocher les mesures au voisinage de l'équivalence ;
- lors d'un titrage suivi par potentiométrie ou pH-métrie, il est en revanche nécessaire de rapprocher les mesures au voisinage de l'équivalence ;
- l'étalonnage d'un conductimètre ou même d'un pH-mètre n'est pas nécessaire lorsque l'unique objectif de la manipulation est de déterminer la concentration d'une solution.

Par ailleurs, pour certains candidats, l'exploitation des résultats du titrage reste problématique :

- la notion d'équivalence n'est pas toujours maîtrisée. Ainsi, les coefficients stœchiométriques sont régulièrement oubliés ou mal positionnés ;
- certains candidats oublient que l'objectif est de déterminer la concentration de l'espèce titrée dans la solution étudiée et non dans le bécher utilisé pour le titrage.

Pile et électrolyse

L'oxydoréduction semble très mal maîtrisée. Ainsi, de nombreux candidats prévoient un montage d'électrolyse en oubliant d'y introduire un générateur ou ont des difficultés à réaliser les branchements électriques. Rares sont les candidats qui en voulant réaliser une électrolyse ont branché la cathode à la borne négative du générateur et l'anode à la borne positive.

Par ailleurs, l'interprétation des courbes intensité-potential se révèle délicate et ne permet pas à certains candidats d'évaluer ou de comparer la cinétique de certaines réactions.

Spectrophotométrie

La technique de spectrophotométrie UV-visible est plutôt bien maîtrisée. La plupart des candidats connaissent la loi de Beer-Lambert et pensent à faire un spectre d'absorption pour déterminer la longueur d'onde de travail. La justification du choix du maximum d'absorption n'est pas toujours exposée... Du point de vue pratique, rares sont les candidats qui pensent à rincer la cuve utilisée avec la solution étudiée et la nécessité de « faire le blanc » avant une mesure n'est pas toujours connue ou comprise.

Calorimétrie

Cette technique est globalement bien connue des candidats, la détermination préalable de la capacité thermique du calorimètre a cependant posé problème à certains.

Cinétique

De nombreux candidats ne maîtrisent pas la méthode intégrale de détermination d'un ordre partiel. Pour valider un ordre partiel de 1, ils cherchent à modéliser la grandeur mesurée à une exponentielle décroissante et se refusent à toute linéarisation. Le jury note de grosses difficultés en cinétique.

Conclusion

Cette épreuve requiert de la part des candidats des efforts d'appropriation du sujet et d'analyse. Après avoir réalisé les manipulations, il convient d'en exploiter les résultats expérimentaux et d'avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus. Réussir l'épreuve demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit comme à l'oral. Le jury espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.

Si le jury identifie quelques faiblesses chez certains candidats, il n'en oublie pas pour autant les qualités dont ils font aussi preuve et a pu apprécier d'excellentes prestations.