

Travaux pratiques de physique-chimie

Présentation de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée de 3 heures, consiste 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. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou sont à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, les candidats rédigent un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, de répondre de façon argumentée à la problématique posée, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont 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). Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les téléphones portables et clés USB sont interdits. En travaux pratiques de physique, il est recommandé d'apporter une montre non connectée tandis qu'en travaux pratiques de chimie, aucune montre n'est autorisée. Pour les manipulations de chimie, pour des raisons de sécurité, les candidats 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 peuvent disposer de la notice de certains appareils, un technicien peut également leur expliquer le fonctionnement de certains dispositifs. Des modes d'emploi succincts des différents logiciels sont mis à disposition.

Analyse globale des résultats

Globalement, les candidats semblent bien préparés à l'épreuve. Certains sont de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Par ailleurs, comme lors de la session précédente, 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 responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Le jury recommande l'usage de brouillons lors des échanges avec les interrogateurs et regrettent que les échanges ne soient pas plus précoces, ce qui fait perdre un temps considérable aux candidats. En chimie en particulier, certains candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. 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. L'analyse des données fournies est importante. En chimie, elle permet de reconnaître la réactivité des espèces chimiques étudiées (acides, bases, oxydants, réducteurs...) et les grandeurs physico-chimiques qui les caractérisent (E° , pK_a , pK_s ...) donc de prévoir ou des comprendre les protocoles permettant, par exemple, de les doser.

Dans chaque sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, 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'examineur lors des différents appels. Certains d'entre eux les présentent sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude contraire à l'esprit de l'épreuve.

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 soit clair et lisible.

Il est regrettable de voir que certains candidats n'appellent pas suffisamment tôt l'examineur, 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. En cas de difficultés, les candidats ne doivent pas hésiter à solliciter l'examineur. Un échange s'engage alors entre l'examineur 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.

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. Il s'agit également de répondre aux questions demandées qui sont clairement indiquées dans le texte. Le but de la synthèse est de prendre un peu de recul, de montrer l'intérêt de la manipulation et de répondre à la problématique.

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 certains candidats ne montrent

pas la compétence nécessaire pour les maîtriser. Un nombre important d'entre eux privilégient les calculs théoriques complexes aux explications physiques simples, attitude contraire à l'esprit de l'épreuve.

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 maladroites 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 « mesure » 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 cette filière donne l'impression d'avoir insuffisamment manipulé du matériel expérimental au cours de l'année.

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 situé hors de l'axe optique est souvent un gros problème.

Une utilisation adaptée de la verrerie est nécessaire en chimie. Le jury attend donc que les candidats sachent qu'un prélèvement précis nécessite une pipette jaugée et non une éprouvette. Le jury rappelle qu'un bécher ne peut servir lors du prélèvement d'une solution. Dans certains sujets, la précision du prélèvement est explicitement annoncée. Dans d'autres sujets, c'est aux candidats de choisir la verrerie avec discernement. Ainsi, pour acidifier par exemple une solution, rincer un solide, ajouter un réactif en excès, une éprouvette graduée suffit alors que pour prélever la solution que l'on veut titrer, l'utilisation de verrerie jaugée adaptée s'impose. Aussi, le jury recommande-t-il aux candidats de prendre le temps de réfléchir au choix de la verrerie. Par défaut et dans le doute, les candidats préfèrent souvent recourir à la verrerie de précision (« qui peut le plus peut le moins » pensent-ils). Mais ils perdent en général un temps précieux : d'une part parce que mesurer un volume à l'aide d'une pipette jaugée prend plus de temps qu'avec une éprouvette graduée, d'autre part parce que la verrerie à disposition n'étant pas en nombre infini, il leur faut procéder à des étapes de lavage très chronophages. De plus, le jury sanctionne l'utilisation d'une verrerie trop précise, signe d'une mauvaise compréhension du rôle de l'espèce chimique ainsi introduite.

L'utilisation de burette comme instrument de mesure de volumes précis (à 0,1 mL près environ) est rarement envisagée par les candidats. Elle est pourtant recommandée lorsqu'on souhaite préparer plusieurs solutions étalons ou plusieurs mélanges de compositions différentes pour une étude d'ordre en cinétique par exemple.

Si cette année, l'utilisation des balances de précision n'a pas posé problème, la signification de l'expression « peser une masse précise voisine de... » semble encore inconnue pour certains candidats. Par ailleurs, le terme transvasement quantitatif est source d'incompréhension. Le jury rappelle aux candidats qu'un transvasement quantitatif consiste à verser la totalité du prélèvement en rinçant la coupelle ou le contenant avec un solvant. Il ne s'agit en aucun de prélever un volume ou une masse précise de l'échantillon. Par ailleurs une réaction dite quantitative est une réaction fortement déplacée dans le sens de formation des produits.

Sécurité

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. Ainsi, le port des gants est nécessaire pour prélever des réactifs corrosifs mais le jury conseille aux candidats de les retirer après le prélèvement et de les jeter. Si besoin, une autre paire de gants peut être fournie.

Le port des lentilles de contact est strictement interdit et les lunettes ou sur-lunettes sont obligatoires pendant toute la durée des manipulations. Cette année, le jury a constaté que certains candidats avaient tendance à les retirer. Même en cas de fortes chaleurs, le jury tient à assurer la sécurité des candidats.

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-types afférentes de manière à déterminer l'intervalle de confiance d'une grandeur calculée à partir de grandeurs mesurées. Dans certains cas le logiciel Gum MC ainsi qu'une notice sont à disposition. En outre, en travaux pratiques de chimie, un tutoriel rappelle les formules en lien avec la détermination d'incertitude composée.

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.

Conseils sur les techniques utilisées en chimie

Environ 19 % des admissibles au concours ont réalisé une épreuve de travaux pratiques portant sur la chimie. Le jury souhaite donner quelques conseils spécifiques aux candidats pour que ceux-ci puissent réaliser au mieux dans le temps imparti les différentes manipulations proposées.

Réalisation de solutions

Le jury attend des candidats qu'ils soient capables :

- de préparer avec précision une solution par dissolution en utilisant une balance de précision, une fiole jaugée et en récupérant de façon quantitative le solide. Le jury regrette l'absence d'homogénéisation (aussi bien quand la fiole jaugée n'est remplie qu'aux deux-tiers qu'en fin de réalisation) si bien que dans certaines solutions préparées, il reste encore du solide au fond de la fiole jaugée.
- de réaliser une dilution précise en utilisant pipette jaugée et fiole jaugée. Là encore, l'homogénéisation est souvent défailante induisant un gradient de concentration qui peut poser problème lors de l'utilisation des solutions.

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, les candidats doivent chercher une méthode de détermination de l'équivalence. Les candidats ont tendance à confondre la nature de la réaction support de titrage avec la technique utilisée pour la détermination de l'équivalence et annoncent la seconde sans avoir réfléchi à la première. « Je vais faire un titrage pH-métrique ». Certes... mais de quelle espèce ? avec quel titrant et quelle réaction ?

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

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. Il est confondu avec le suivi par conductimétrie. Le jury rappelle que lors d'un dosage conductimétrique, la grandeur mesurée est la conductivité alors que celle mesurée lors d'un dosage potentiométrique est une différence de potentiel.

Lors d'un titrage suivi par colorimétrie, au moins deux essais sont nécessaires. Un premier titrage rapide permet de déterminer un encadrement du volume équivalent, un second titrage déterminera à la goutte près (ou à quelques gouttes près) le volume équivalent. Il ne s'agit pas d'un problème de temps car de nombreux candidats finissent les manipulations bien avant l'horaire. Le jury rappelle par ailleurs que la détermination de l'équivalence ne peut être faite qu'en regardant le changement de couleur de la solution dans l'erlenmeyer et non le volume lu sur la burette.

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 ou potentiométrique. Le jury recommande de tracer la courbe de façon simultanée à la prise de valeur ce qui permet aux candidats de resserrer les points si nécessaire. À ce sujet, la plupart des candidats utilisent un tableur mais n'en profitent pas pour tracer la courbe au fur et à mesure de leurs ajouts. Ils n'ont donc pas moyen de repérer la modification de la pente qui annonce le saut (de potentiel ou de pH) et ne peuvent donc pas resserrer les points au bon moment.

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, on peut noter une mauvaise utilisation de la burette qui n'est pas toujours rincée avec la solution et qui contient quasi-systématiquement une bulle d'air dans sa pointe, faussant ainsi la mesure de volume.

Oxydoréduction

Cette année encore, l'oxydoréduction semble mal maîtrisée. Ainsi, nombreux sont ceux qui prévoient un montage d'électrolyse en oubliant d'y introduire un générateur. Les branchements d'un voltmètre et d'un ampèremètre pour les mesures respectives de la tension entre les deux électrodes et du courant traversant l'électrode de travail posent d'énormes difficultés. Par ailleurs, rares sont les candidats qui en voulant réaliser une électrolyse branchent la cathode à la borne négative du générateur et l'anode à la borne positive.

Les diagrammes E-pH semblent bien compris. Des erreurs subsistent notamment sur le diagramme potentiel-pH de l'eau où les domaines de prédominance de H_2O , H_2 et O_2 sont mal déterminés. Pour les couples de l'eau, les candidats veulent souvent calculer les « nombres d'oxydation de l'eau » et rares sont ceux qui s'appuient simplement sur une demi-équation électronique pour identifier l'oxydant et le réducteur d'un couple. De plus, ils sont souvent embarrassés, en écrivant la demi-équation $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$ de ne pas y voir figurer la molécule d'eau. L'influence des ions H_3O^+ ou HO^- est très mal interprétée.

L'utilisation des diagrammes E-pH pose également problème : les candidats signalent que deux espèces « ont des domaines de prédominance disjoints » mais n'ont en général pas compris que cela signifiait qu'elles réagissaient ensemble.

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. À ce sujet, le jury rappelle que le blanc et la mesure doivent être réalisés avec la même cuve pour bien s'affranchir de l'absorption de la cuve utilisée.

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 utilisée pour déterminer un ordre partiel. Nombre d'entre eux n'ont pas réussi à exploiter les données pour évaluer les constantes de vitesse apparente lorsque la méthode de dégénérescence de l'ordre est utilisée. Ils n'ont pas pensé que répéter la mesure de la constante de vitesse apparente en changeant la concentration de l'espèce introduite en large excès permettait de déterminer l'ordre partiel par rapport à cette espèce.

Mesure de pH

Si la mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre est acquise par une majorité de candidats, la vérification d'un pH à l'aide de papier pH est beaucoup plus délicate. Le jury rappelle qu'il faut utiliser une baguette de verre, la plonger dans la solution et déposer une goutte sur le papier pH ; tremper le papier pH directement dans la solution est à proscrire.

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'examinateur. 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).

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'examinateur 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'examinateur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

À l'écrit

Un compte rendu succinct est attendu.

Dans ce compte rendu les candidats doivent faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Toutefois il ne faut pas 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, les candidats doivent s'efforcer de rédiger leur 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. En travaux pratiques de physique, dans certains sujets, une part non négligeable du travail, qui peut compter jusqu'à un tiers de la note finale, est à faire après le dernier appel et n'est donc évalué qu'à l'écrit.

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.

Ce rapport identifie souvent les erreurs et absences de maîtrise de capacités techniques et compétences expérimentales observées chez les candidats mais le jury n'en oublie pas moins les qualités à la maîtrise des gestes dont beaucoup font preuve.