

Rapport de l'épreuve d'activités expérimentales de physique Concours A BCPST, session 2018

Description de l'épreuve

Le format de l'épreuve d'activités expérimentales de physique a été reconduit.

Pour rappel, la durée de l'épreuve est de 3 heures. Il est demandé aux candidats, à partir du matériel mis à leur disposition et d'un énoncé, volontairement succinct pour pouvoir mettre en avant les qualités d'analyse et d'autonomie des candidats, d'analyser la situation, de réaliser un montage et des mesures aussi précises que possible, et de présenter leurs résultats avec tout l'esprit critique requis. Une évaluation des incertitudes est fortement recommandée même lorsqu'elle n'est pas explicitement demandée.

Il est demandé aux étudiants de présenter à l'oral leurs résultats à l'examineur, et de produire un compte-rendu qui doit rester succinct, l'épreuve étant avant tout une épreuve orale ; ce compte-rendu sert à préciser des éléments (calculs, schémas...) n'ayant pas pu être détaillés lors des diverses interactions avec l'examineur.

En plus du matériel expérimental à proprement parler, les candidats ont à leur disposition des logiciels (Excel, Régressi, Latis Pro, GUM MC, plus, lorsque c'est nécessaire, des logiciels d'analyse vidéo ou d'image). La connaissance de ces logiciels n'est pas un critère d'évaluation, et les candidats qui en font la demande se verront apporter toute l'aide nécessaire pour leur utilisation.

L'évaluation se fait sur la base des compétences du programme de BCPST (*S'approprier, Analyser, Réaliser, Valider, Communiquer, Autonomie/initiative*), les compétences *Analyser, Réaliser* et *Valider* ayant le poids le plus important.

Les sujets portent environ à 25 % sur l'électrocinétique, à 35 % sur l'optique, et à 40 % sur la mécanique ou la thermodynamique.

Le format de l'épreuve n'ayant pas changé, les remarques faites dans les rapports précédents sont toujours d'actualité.

Analyse globale

Les candidats sont, comme l'année précédente, généralement au fait des spécificités de l'épreuve d'activités expérimentales, et le jury tient à saluer le travail fourni par les candidats et les préparateurs sur cette épreuve. Le jury a eu plusieurs fois le plaisir d'assister à des prestations maîtrisées de bout en bout, auxquelles a été attribué la note maximale. A l'inverse, quelques candidats ont semblé découvrir les problématiques expérimentales et ont dû être guidés pas à pas pendant toute l'épreuve, ce qui a justifié des notes très faibles. La grande majorité des candidats s'est située entre ces deux extrêmes.

Remarques par rapport aux diverses compétences évaluées :

- S'approprier

Lorsque le matériel utilisé n'est pas « classique », peu de candidats prennent le temps de bien comprendre son fonctionnement, par exemple en réalisant des observations qualitatives sur des expériences simples, qui permettent souvent de se forger une intuition pour la suite. Tous les candidats ne pensent pas non plus à exploiter les informations présentes en annexe dans certains sujets.

- Analyser

Cette compétence, qui est celle qui fait le plus appel aux connaissances des candidats, s'est avérée assez discriminante. Autant certains candidats ont pris un recul appréciable vis-à-vis de leur cours et de leur pratique expérimentale, et sont capables de proposer des protocoles pertinents, autant d'autres pâtissent de leur manque de maîtrise des outils théoriques du programme.

C'est tout particulièrement notable en électronique, où une maîtrise des nombres complexes est indispensable pour étudier un circuit en régime sinusoïdal forcé : en effet, le calcul d'un module, ou d'une limite à basse ou haute fréquence pose régulièrement de gros problèmes aux candidats.

Le jury rappelle également qu'un nombre complexe ne se résume pas à son module, et que l'argument d'une fonction de transfert ou d'une impédance permet d'accéder au déphasage entre deux signaux.

Toujours en électronique, peu de candidats pensent à réfléchir aux ordres de grandeurs des composants à utiliser avant de proposer un montage.

En optique, on peut noter que les montages avec une ou plusieurs images intermédiaires posent souvent des difficultés d'analyse aux candidats, en particulier lorsque l'utilisation d'une relation de conjugaison s'avère nécessaire.

Le principe d'une calibration n'est par ailleurs pas toujours bien compris des candidats.

En calorimétrie, on rappelle qu'il est nécessaire de prendre en compte la capacité calorifique du calorimètre dans la modélisation, et de proposer un protocole permettant de la mesurer si elle n'est pas donnée par l'énoncé.

- Réaliser

La majorité des candidats a assimilé les gestes techniques vus pendant leurs deux années de préparation, et les manipulations classiques sont dans l'ensemble bien réalisées. Certains candidats peuvent même faire preuve d'une inventivité et d'un esprit pratique tout à fait appréciables. Il reste néanmoins un certain nombre de pistes d'amélioration:

En électronique, la construction d'un circuit, même parfois simple, pose souvent des problèmes aux candidats, par manque de méthode. Le jury recommande de s'appuyer sur un schéma clair, puis de construire le circuit nœud par nœud, en respectant un code couleur. On rappelle également qu'un câble BNC réalise deux connexions.

L'utilisation des multimètres pose souvent des problèmes, en particulier en régime sinusoïdal forcé, ou les candidats s'étonnent fréquemment de voir une tension nulle affichée... en mode DC ! Le fait que les multimètres mesurent une valeur efficace en mode AC n'est pas toujours acquis.

Quant aux oscilloscopes, le jury attend un minimum de maîtrise des échelles de temps et de tension : il convient d'avoir une idée des ordres de grandeur des temps et tensions caractéristiques du signal que l'on cherche à observer.

En revanche, si le candidat souhaite utiliser des fonctions plus avancées (curseurs, mesures, mode XY...), il peut tout à fait demander de l'aide à l'examineur étant donné que l'implémentation de ces fonctions dépend du modèle d'oscilloscope. Il convient cependant de rappeler que le multimètre est en général plus adapté à la réalisation de mesures précises.

En optique, un nombre significatif de candidats semble avoir une idée très approximative de ce qu'est une image, et confond une image avec une ombre. Par exemple l'ombre d'un papier quadrillé transparent, éclairé par une lanterne, est qualifiée d'image... alors qu'il n'y a aucune lentille dans le montage !

L'utilisation du critère de distance minimale entre l'objet et son image ($D > 4f'$) pourrait également éviter quelques déconvenues, les candidats cherchant souvent une image dans une zone où elle n'a aucune chance d'apparaître.

Le jury tient également à rappeler l'importance de l'alignement des éléments optiques, en particulier pour les montages les plus complexes.

De même, lors de prises de vue avec un appareil photo ou une caméra, il est nécessaire que l'axe de la caméra soit orthogonal au plan d'observation.

En calorimétrie, il est important de mettre immédiatement dans le calorimètre le fluide ou le solide dont on vient de mesurer la température, sans quoi ladite température risque de changer notablement.

Lorsque l'objectif est de tracer une courbe, il faut prendre un nombre de points suffisant, et chercher à prendre des points dans des situations aussi variées que possible. Il convient aussi de régler les paramètres expérimentaux de façon à optimiser la sensibilité de l'expérience.

Lorsqu'il y a des calculs à faire, il est en général plus rapide de faire les calculs dans le tableur, pour tous les points simultanément, que de calculer chaque point à la calculatrice.

- Valider

Cette compétence est souvent celle qui pose le plus de problèmes aux candidats : elle demande en effet une réflexion approfondie sur, d'une part, les sources d'erreur possibles, et, d'autre part, sur la signification des incertitudes.

Il est important d'étudier toutes les sources possibles d'erreurs et de ne pas se contenter des seules incertitudes liées à l'instrument de mesure : en effet, il est fréquent que les incertitudes liées aux conditions de l'expérience soient prédominantes (incertitude de mise au point en optique, incertitude d'équilibrage des températures en calorimétrie, etc...)

De nombreux candidats utilisent Régressi pour tracer une courbe et estimer l'incertitude sur les coefficients de régression. Cette approche est tout à fait valide (elle s'apparente à une incertitude de type A), à condition que le nombre de points soit suffisant, qu'il n'y ait pas d'erreur systématique, et que l'incertitude en chaque point soit équivalente. Il est à ce propos souvent plus pertinent de faire une modélisation non-linéaire que de se ramener à une modélisation linéaire, car, si les incertitudes sur les différents points sont souvent comparables sur les points de mesure bruts, elles ne le sont en général pas sur les fonctions des points de mesure.

Il existe également des cas où l'incertitude de type A est tout à fait pertinente (par exemple pour estimer l'incertitude de mise au point en optique), mais les candidats pensent rarement à l'utiliser.

Les incertitudes, une fois calculées, sont trop rarement exploitées lorsque c'est pertinent : trop peu de candidats pensent à tracer les barres d'erreur associées à leurs points pour valider (ou non) un modèle linéaire : la plupart se contentent de constater que les points ont l'air vaguement alignés ou de calculer le coefficient de corrélation, qui ne peut pas être un critère pertinent dans ce contexte. Même lorsqu'il s'agit de comparer deux valeurs entre elles, comparer l'écart à l'incertitude est loin d'être un réflexe systématique.

Il est également regrettable que très peu de candidats accordent leur nombre de chiffres significatifs à l'incertitude qu'ils ont estimée.

Par ailleurs, les hypothèses de travail ne sont pas toujours suffisamment discutées (il faut par exemple vérifier la valeur du nombre de Reynolds obtenu si on a travaillé avec la loi de Stokes ou avec celle de Poiseuille).

- Communiquer

La plupart des candidats s'expriment clairement à l'oral et rendent des compte-rendus soignés. On peut simplement regretter que certaines informations utiles ne soient que rarement mentionnées par les candidats : en particulier, très peu de candidats pensent à discuter des hypothèses retenues pour l'estimation des incertitudes, ce qui pourrait pourtant facilement se faire à l'oral.

Conclusion

Le jury tient à signaler le sérieux global des candidats dans leur préparation, et espère que les conseils contenus dans ce rapport permettront encore d'améliorer la qualité des prestations l'an prochain.

Le jury a également apprécié les interactions constructives avec les enseignants qui se sont déplacés pour assister aux épreuves.