

Concours BCPST de la banque inter ENS – Session 2018

RAPPORT SUR L'ÉPREUVE ORALE DE PHYSIQUE

Écoles concernées : ENS Paris, ENS Lyon, ENPC

Coefficients (en pourcentage du total d'admission) :

- Paris : 11,3 %
- Lyon : 5 %
- ENPC : 11,3 %

Membres du Jury :

David LOPES CARDOZO, Jérémy FERRAND, Jean-François LÉGER

L'oral se compose d'une résolution complète d'un problème de physique. Cette année, l'épreuve était organisée de la façon suivante : le/la candidat(e) commençait par 15 minutes de préparation pour réfléchir et entamer la résolution. Cette préparation se faisait sur brouillon, installé(e) à une table dans la salle d'interrogation, sans intervention de l'examinateur. Après cela, il s'en suivait un entretien de 30 minutes avec l'examinateur où le/la candidat(e) exposait sa résolution faite en préparation puis poursuivait celle-ci. Lors de cette phase orale, le/la candidat(e) devait veiller à montrer ses capacités de mise en question et résolution de problème, son sens physique et, si le problème le demandait, son aptitude à mener un calcul complet. Si quelque chose n'était pas clair dans l'énoncé, le/la candidat(e) était autorisé(e) à demander à l'examinateur des éclaircissements. L'usage de la calculatrice était autorisé si une application numérique était demandée. En revanche, le/la candidat(e) devait être capable d'effectuer des ordres de grandeur sans aide de la calculatrice pour justifier par exemple qu'on néglige une force ou un effet dans le problème.

Le format de l'épreuve évoluera pour la session 2019, notamment pour la phase de préparation avant le passage au tableau. Se reporter au paragraphe « Modification des modalités de l'épreuve 2019 » à la fin de ce rapport pour plus de précisions.

L'objectif de l'épreuve est d'évaluer les connaissances en physique du/de la candidat(e), ses capacités à analyser une question, comprendre un phénomène physique, extraire les principaux éléments qui permettent de paramétrer le problème, et enfin résoudre quantitativement la question posée. Il est important de souligner que les questions proposées lors de cette épreuve sortent souvent du format des « exercices habituels de prépa » et qu'il est attendu des candidat(e)s qu'ils (elles) fassent preuve d'autonomie dans la résolution des problèmes. La prise d'initiative, le développement d'un raisonnement cohérent sont des éléments essentiels de l'évaluation des candidat(e)s. À l'inverse, arriver au tableau sans proposer aucune idée de piste pour résoudre le problème est pénalisant. Une fois engagé dans une voie de résolution, il est attendu des candidat(e)s qu'ils (elles) gardent un regard critique sur leurs résultats, en s'interrogeant à chaque étape sur la pertinence physique des résultats obtenus et en évaluant les ordres de grandeur des quantités calculées. La culture physique du (de la) candidat(e) est aussi un critère important d'évaluation. Il (elle) est encouragé(e) à proposer des analogies entre le problème posé et d'autres situations déjà rencontrées. Enfin, un effort particulier doit être fait pour maîtriser efficacement les outils mathématiques au programme. Le format de l'épreuve étant court, les candidats qui ont des difficultés à effectuer les calculs sont pénalisés.

Les sujets posés cette année étaient variés et balayaient la quasi totalité des thèmes au programme BCPST. On peut citer par exemple des sujets d'optique avec l'étude d'un vibromètre laser, d'un microscope à balayage 3D ou de la profondeur de champ d'un appareil photographique ; des sujets de mécanique avec l'étude de système de ressort en V ou l'étude de l'élasticité de la peau et de l'intérêt des empreintes digitales ; des sujets de mécanique des fluides avec l'étude de la vidange d'un réservoir ou l'étude du vol en « rase-motte » d'un cormoran ; des sujets sur les phénomènes de transport et la thermodynamique avec l'étude thermique d'un filament d'ampoule, etc...

Bilan général

Le niveau global est satisfaisant et de nombreux candidat(e)s se sont montrés à l'aise avec le programme. Les plus à l'aise étaient capables de discuter la physique d'un problème avec un certain recul. Il faut cependant noter qu'une fraction des candidat(e)s pensent connaître le cours car ils (elles) se souviennent des formules principales, mais n'ont qu'une idée très vague des raisonnements et des conditions qui ont permis de les établir. Ce manque de compréhension profonde des notions incluses dans le programme a été sanctionné par les notes les plus basses.

Vérifier l'homogénéité d'une formule a rarement posé problème mais exploiter un raisonnement dimensionnel pour définir une longueur ou un temps caractéristique ou justifier une hypothèse physique a souvent été très délicat.

Optique :

Le niveau a été variable, de très élevé à très faible. Les règles de construction géométriques sont connues et bien appliquées globalement mais leur signification physique et conditions d'application restent souvent floues. Les conditions de Gauss ne sont pas toujours connues. Un écueil courant consiste à s'embrouiller avec les formules de conjugaison et ne pas exploiter les relations géométriques pour simplifier les calculs. Ainsi le grossissement d'un système microscopique à deux lentilles a pu parfois donner lieu à des calculs interminables ou parfois être obtenu en une minute. Les notions d'images et objets réels, virtuels, à l'infini semblent être des notions très peu concrètes. Les candidat(e)s ayant bien réussi sont systématiquement ceux (celles) qui ont été capables de discuter des aspects expérimentaux des problèmes et avaient une compréhension concrète de ce que représente l'optique géométrique.

Thermodynamique :

Dans l'ensemble une majorité de candidat(e)s ont de bonnes bases en thermodynamique. Pour certain(e)s, un manque de recul les empêchent cependant de comprendre pleinement le problème et ils (elles) ne savent pas où aller avec leurs équations. La manipulation de différentielles est souvent très imprécise et mal comprise. La notion d'équilibre thermodynamique est parfois floue. Le choix des fonctions thermodynamiques ou de lois adaptées est souvent connu par cœur par application du cours mais le sens physique de ces choix est plus rarement compris, ce qui rend très difficile de s'adapter à de nouveaux problèmes. Justifier la forme d'une courbe adiabatique réversible sur un diagramme PV est important. Il en est de même pour la notion de cycle moteur en fonction du sens de rotation.

La confusion adiabatique/isotherme est apparue plusieurs fois, les conditions de l'expérience étant souvent prises en compte trop à la légère alors qu'elles sont fondamentales à la résolution d'un problème de thermodynamique. Les candidat(e)s ont parfois tenté d'utiliser l'équation des gaz parfaits pour des liquides mais plus souvent pour des gaz dans des cas où les hypothèses de travail rendent cette équation peu intéressante (cas où la quantité de matière ou la température ne sont pas fixées, par exemple). Les candidat(e)s ont cherché à plusieurs reprises à recourir à une approche énergétique pour résoudre un

problème de thermodynamique avant même d'avoir correctement exprimé des conditions d'équilibre mécanique pourtant plus simples à établir.

Phénomènes de transports :

Les bilans thermiques ont été souvent un point difficile. Les lois sont presque toujours connues (relation de Fourier, définition de la chaleur latente de changement d'état, lien entre énergie interne et capacité calorifique, et même l'expression d'une « fuite » thermique par la loi de Newton) mais leur mise en application a posé des problèmes. Très peu de candidat(e)s ont su faire un bilan correct que ce soit pour de la diffusion thermique ou de la diffusion de particules. Même après avoir demandé faire un bilan sur une tranche « dx » élémentaire, des difficultés peuvent persister. Il faut connaître les différents modes de transfert thermique.

Mécanique :

La mise en équation à partir d'un bilan des forces est en général bien maîtrisée. C'est au moment de résoudre ces équations que les principales difficultés apparaissent, avec souvent beaucoup de mal à effectuer le lien avec le problème de mécanique en lui-même. La recherche des positions d'équilibre sans la résolution de l'équation du mouvement, donc à partir de l'énergie potentielle, a posé des difficultés. Dans l'ensemble, le passage en régime sinusoïdal forcé est mal maîtrisé. Peu de candidat(e)s comprennent qu'il faut trouver la relation entre amplitude et pulsation. Les tracés des réponses en fréquences sont assez mal effectués.

Dans plusieurs problèmes, on demandait à se ramener à un cas unidimensionnel à partir d'une situation *a priori* bidimensionnelle. La capacité des candidat(e)s à exploiter la géométrie d'un problème de mécanique a été très hétérogène. Certain(e)s candidat(e)s montraient un bon sens physique et comprenait vite quelles simplifications du problème allaient être pertinentes mais avaient du mal à formaliser ces simplifications. D'autres étaient bloqué(e)s par les calculs de géométrie. Certain(e)s candidat(e)s ont toutefois été très à l'aise dans ces exercices. La notion de travail d'une force n'est pas toujours bien assimilée.

Mécanique des fluides :

La mécanique des fluides ne se limite pas à des bilans macroscopiques (qu'il faut tout de même savoir faire et comprendre leur signification physique...). Même si la mise en équation n'est pas requise, elle peut être faite avec de l'aide et il est nécessaire de comprendre la signification physique de chaque quantité définie dans le cours (vitesse, masse volumique... ainsi que leur variation et gradient).

Les candidat(e)s appliquent rapidement la relation de Bernoulli mais oublient plus facilement l'importance de la conservation du débit volumique.

Électronique :

Bilan très mitigé dans l'ensemble. Les équations de bases sont connues mais l'application des théorèmes n'est pas toujours bien faite. La phase de calcul pose des problèmes et le tracé des diagrammes de gain également.

Aspects mathématiques :

Même si, dans l'ensemble, les candidat(e)s maîtrisent les outils mathématiques, certain(e)s restent bloqué(e)s devant des équations qu'ils (elles) doivent savoir résoudre. De plus, certaines équations doivent être connues et surtout reconnues immédiatement (l'exemple le plus classique est l'oscillateur harmonique). Même si les exercices sortent du cadre des résolutions du cours, on se ramène souvent à des équations déjà rencontrées dans le cours.

Perspective : Modification des modalités de l'épreuve pour la session 2019

La phase de préparation de 15 min qui précède l'entretien avec l'examineur s'effectuait jusqu'à cette année sur une table à l'écart, sans échange entre le/la candidat(e) et l'examineur. La prise de connaissance du problème, la réflexion personnelle et la mise en place d'une stratégie de résolution devant s'effectuer avec un minimum de stress. Cependant, nous avons constaté deux écueils. D'abord, certain(e)s candidat(e)s se trouvent rapidement « bloqué(e)s », sans possibilité pour l'examineur de donner le petit coup de pouce salvateur. Dans ce cas, les 15 minutes de préparation deviennent une perte de temps. Ensuite, certain(e)s candidat(e)s ont au contraire bien avancé lors de cette préparation. Le début de l'oral se borne alors souvent à recopier leur brouillon au tableau, faisant perdre un temps précieux qui aurait pu être utilisé pour explorer d'autres voies ou revenir sur des points particuliers (discussion d'hypothèses, étude de cas limites,...).

Pour pallier ces problèmes, l'épreuve 2019 sera ainsi modifiée : Les deux phases de préparation (15 minutes) et d'oral (30 minutes) seront maintenues mais la phase de préparation s'effectuera directement au tableau. Une table et une chaise installées à proximité du tableau permettront au (à la) candidat(e) de s'installer pour prendre connaissance du sujet. Le travail de réflexion et d'approche « au brouillon » du (de la) candidat(e) sera maintenant conduit au tableau (avec schémas, représentation graphique de fonction, etc...). Pendant ces 15 premières minutes, le (la) candidat(e) pourra solliciter l'examineur s'il (elle) l'estime nécessaire pour être en mesure d'aborder la résolution du problème. Au terme de ces 15 minutes, la phase d'oral à proprement parler commence, mais sur la base du travail déjà effectué au tableau.

Ce nouveau format devrait ainsi permettre de limiter les pertes de temps tout en préservant un moment de réflexion personnelle qui peut être rassurant.

* *
*