

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE PHYSIQUE-CHIMIE : ARGUMENTATION ET ÉCHANGE

PHYSIQUE

Pour sa cinquième année le format de l'épreuve est inchangé, il s'agit d'une **question ouverte** à laquelle le candidat est invité à répondre en proposant une **démarche scientifique** qui fait l'objet d'une évaluation par compétences. Le candidat dispose d'un temps de 15 minutes de préparation dans une salle commune suivi d'un entretien individuel de 30 minutes avec un membre du jury. Les précédents rapports ayant clairement détaillé et illustré par des exemples concrets les modalités de l'épreuve, on pourra s'y reporter pour plus d'informations.

L'épreuve est depuis plusieurs sessions clairement cernée par les candidats qui y sont bien préparés. Le jury se réjouit de **l'attitude dynamique** des étudiants ainsi que de leur **grande qualité d'écoute et d'échange**. Les entretiens ont gagné en **fluidité** de façon générale malgré un manque d'initiatives remarqué chez quelques candidats qui attendent systématiquement l'approbation du jury à chaque étape de leur démarche.

Le jury constate que certains candidats essaient encore de garder le sujet à la fin de l'entretien alors qu'il est clairement demandé de le restituer, ce qui n'est pas admissible.

Le **niveau** des candidats reste globalement **bon**. Toutefois les prestations des candidats les plus brillants sont en léger recul par rapport à l'année précédente.

Ce qui a alerté le jury est le **niveau très faible** de certains candidats admissibles qui se présentent à l'oral sans notion solide de physique. Lorsque le thème de la question ouverte apparaît comme nébuleux au candidat, le format transverse du sujet laisse toujours la possibilité au jury de faire un parallèle avec un autre domaine de la physique tout en restant dans l'esprit du sujet, permettant ainsi aux candidats les plus modestes d'être évalués sur quelques compétences. Le constat global qui ressort cette année pour ces candidats admissibles est que les difficultés rencontrées ne sont pas liées à un éventuel manque d'affinité pour le domaine abordé (mécanique, optique etc...) mais plutôt à une méconnaissance du **raisonnement scientifique** de plus façon générale. Ce profil de candidat reste encore marginal mais le jury constate malheureusement une augmentation de cette population au fil des années.

Comme chaque année, les candidats se montrent manifestement plus à l'aise dans certains domaines tels que la diffusion thermique ou la mécanique des fluides, et rencontrent davantage de difficultés dans d'autres domaines tels que l'optique géométrique ou l'électricité.

Le jury apprécie qu'une grande partie des remarques mentionnées dans les précédents rapports aient été prises en considération. Afin d'accompagner ces progrès, les erreurs ou maladresses les plus caractéristiques qui subsistent lors de cette session ont été classées dans la suite par grands champs de compétences.

Analyser et s'approprier le problème

Il est attendu du candidat qu'il **présente** son **travail de préparation** en le **contextualisant** dans la question ouverte par quelques phrases qu'il n'a pas besoin d'écrire au tableau. Il s'agit d'un temps d'**échange** et de **réflexion** afin de bien **poser le problème**.

Il y a encore quelques candidats qui n'évoquent pas de **problématique** et débutent leur épreuve en appliquant des lois physiques sans en préciser le **cadre** (hypothèses, système). Il s'agit généralement de candidats fragiles qui se trouvent rapidement en difficulté lorsque l'interrogateur requiert une justification de l'expression écrite ou une vérification d'une équation erronée. Dans ce cas, l'examineur ne peut pas évaluer les compétences d'analyse du problème qui restent pourtant à la portée de tous les admissibles.

Les **documents fournis dans le sujet** ont davantage été **exploités** lors de la phase de préparation. Cette évolution est très appréciée par le jury puisqu'elle amène le candidat à une **réflexion** forcément **personnelle** sur des données, le conduisant ainsi à mobiliser des stratégies d'approche classiques et moins classiques. Les échanges qui découlent de ces analyses lorsqu'elles sont bien menées donnent l'opportunité au candidat de valider des **compétences** qui, une fois la démarche scientifique amorcée, n'auront plus le temps d'être évaluées.

Les candidats qui ne font pas cet effort dénotent maintenant particulièrement. Certains se présentent encore à l'épreuve sans même avoir de règle graduée...

Concevoir une stratégie de résolution

Concevoir un modèle, une démarche

Quel que soit le sujet posé, un **schéma clair** au tableau s'avère indispensable. Si la majorité des candidats le dessine spontanément, quelques admissibles récalcitrants se pénalisent en omettant cette étape. Là aussi, il est attendu du candidat qu'il agrmente son schéma de **notations judicieuses** : le schéma doit contenir des **informations clés** sans être surchargé. Le jury a constaté à plusieurs reprises que les schémas étaient parasités par des valeurs numériques souvent illisibles et inutiles au détriment **d'annotations pertinentes** pour les expressions littérales. Il est clairement demandé au candidat de nommer sur le schéma toutes les **grandeurs** qui lui seront utiles dans la résolution du problème.

Par ailleurs, un autre point de défaillance surprenant mais largement constaté lors de cette session est la **représentation des forces** en mécanique. Ces dernières ont été dessinées à plusieurs reprises en confondant le point d'application de la force avec l'extrémité de la flèche, donnant lieu à une confusion sur la définition du système et sur le sens même du vecteur force...

En **mécanique**, le système et le référentiel sont souvent bien identifiés mais l'utilisation et les **projections des vecteurs** ne sont toujours pas maîtrisées. L'intégration d'un PFD vectoriel se présente encore comme une étape insurmontable pour bon nombre de candidats. Le jury regrette que certaines réflexions ou approches scientifiques fortes intéressantes soient encore gâchées par des expressions aberrantes telles que $\vec{g} = -\vec{u}_z$ ou $\vec{g} = -z \vec{u}_z$!

La relation entre **pression et force pressante** pose également problème. L'expression vectorielle sous forme intégrale des forces de pression relève quant à elle du défi, ce qui donne lieu une fois encore à une représentation erronée des forces de pression sur les schémas.

La **loi de composition des vitesses** est toujours mal comprise et donc mal utilisée par un grand nombre de candidats.

L'établissement de l'expression du **moment d'une force par rapport à un axe** a dû être très accompagné pour aboutir. Le **bras de levier** est trop souvent mal identifié.

En **optique**, les lois de Descartes ne sont toujours pas énoncées dans leur intégralité, le candidat n'évoquant quasiment jamais le **plan d'incidence**. Lorsqu'il s'agit d'instruments d'optique, les candidats n'ont pas assez recours aux **constructions géométriques** qui sont pourtant essentielles à la résolution du problème. Plus particulièrement, les **tracés de rayons** faisant simplement apparaître l'**angle** sous lequel est vu un objet ne se trouvant pas à l'infini ne sont pas suffisamment maîtrisés.

En **thermodynamique**, si les lois physiques sont bien connues c'est le principe d'analyse qui n'est pas assimilé : le système est rarement précisé spontanément, la notion de système ouvert/fermé reste vague et l'étude des échanges d'énergie entre le système et le milieu extérieur n'est pas comprise.

Par ailleurs, la notion de **travail utile** n'est toujours pas cernée :

- Pour un **système fermé** subissant une transformation isobare : $\Delta H = W' + Q$ avec W' le travail autre que celui des forces de pression.
- Pour un **système ouvert** : $\Delta h = h_{sortie} - h_{entrée} = w_u + q$ avec w_u le travail massique dit utile (terminologie des industriels) qui est le travail échangé avec les parties mobiles du système (piston, pales de compresseur, hélice, turbine) autre que celui des forces de pression **du fluide en amont et en aval du système ouvert**.

Il est donc conseillé de ne pas utiliser le terme de travail utile dans le premier cas pour désigner W' sous peine de donner l'impression à l'étudiant qu'un travail utile ne peut être un travail de forces pressantes.

La **conduction thermique** est souvent comprise et la notion de résistance thermique bien utilisée en général.

La méconnaissance de la définition de la **pression partielle** d'un gaz ou de celle de la **pression de vapeur saturante** sont souvent la source de stratégies de résolution infructueuses.

En **mécanique des fluides**, c'est la **pression motrice** qui doit être considérée dans les lois de Poiseuille et Darcy pour le cas d'une dénivellation. Cette notion semble parfois inconnue lorsqu'elle est citée par le jury.

Le **modèle de l'oscillateur harmonique** n'est toujours pas utilisé spontanément en dehors de l'étude explicite d'un système masse-ressort et l'expression de l'équation différentielle qui lui est associée est vaguement connue, souvent à une erreur de signe près...

Réaliser un calcul littéral ou numérique : Les développements d'expressions littérales et les calculs souffrent toujours d'erreurs classiques : confusion entre scalaire et vecteur, identification de la variable à intégrer ou à dériver, résolution des équations différentielles, formules élémentaires de géométrie...

Cette année le jury a soulevé plus particulièrement des difficultés rencontrées avec les **vitesse angulaires** et l'utilisation des **coordonnées cylindriques**.

Le **lien entre puissance et énergie** n'est pas toujours très clair et le passage de l'une à l'autre de ces notions très incertain lorsque l'énergie n'est pas constante.

Enfin, l'utilisation des **développements limités** n'est toujours pas naturelle et leurs expressions parfois complètement inconnues.

Formuler une analyse critique de la démarche

Les **critiques de résultats** et les **vérifications des hypothèses** sont maintenant régulièrement bien menées.

Cependant, **l'analyse dimensionnelle** n'est toujours pas un outil efficace pour la majorité des étudiants, beaucoup perdent du temps par manque de technique ou d'entraînement à cette pratique. C'est pourtant un bon moyen de tester ses connaissances pour obtenir la dimension d'une grandeur à partir de relations connues.

Interagir et communiquer

Des efforts sont encore à faire sur la **gestion du tableau** qui constitue un point clé de cette épreuve : elle est le reflet de **l'organisation de la pensée** du candidat. Lorsqu'elle est maîtrisée, elle permet d'être efficace, d'utiliser facilement des relations déjà établies et donc de gagner un temps précieux pendant l'entretien.

Il appartient au candidat de juger ce qu'il convient d'écrire au tableau ou ce qu'il est préférable d'évoquer à l'oral.

Le jury tient à rappeler que, pour être validées, toutes les **expressions littérales** des équations ainsi que les **applications numériques** accompagnées de leurs **unités** doivent être écrites au tableau. Les éventuelles discussions sur l'influence de certains paramètres ou les critiques des valeurs trouvées ne peuvent avoir lieu que dans ces conditions. De façon générale il est inutile d'écrire des phrases au tableau.

Comme chaque année, la préparation et le déroulement de cette épreuve très spécifique ont demandé une concertation soutenue de l'ensemble des interrogateurs.

En amont, les sujets sont conçus en obéissant à des consignes précises et de sorte à pouvoir constituer le support d'une évaluation par compétences. Lors de la session d'oral, une séance d'harmonisation fait suite à la production d'un même sujet évalué en parallèle par plusieurs interrogateurs. Il s'agit de comparer au plus juste les prestations des candidats, et de tenir compte des éventuels écarts de difficulté entre les sujets. Par ailleurs, en début de session, les interrogateurs ont assisté à des prestations de candidats évaluées par d'autres membres du jury, afin d'harmoniser le déroulement des échanges. Enfin, une péréquation finale des notes a été opérée pour corriger les biais pouvant subsister entre les différents examinateurs.

Le jury attache ainsi une grande importance à l'équité entre les candidats, et apprécie en retour le sérieux et la courtoisie des étudiants de la filière BCPST.