

## REMARQUES D'ORDRE GÉNÉRAL

Globalement, les oraux se sont très bien déroulés avec peu d'absentéisme. Merci aux candidats qui ne souhaitent pas se présenter aux épreuves de prévenir l'administration des concours : par courtoisie, cette démarche devrait être automatique. Les candidats se sont montrés coopératifs : ils se sont pliés sans difficultés aux protocoles sanitaires en vigueur et les examinateurs les remercient pour leur ponctualité et leur savoir-vivre.

Malgré un travail important accompli par les candidats, le niveau moyen semble sensiblement plus faible, même s'il y avait moins de très mauvais candidats, mais également moins d'excellents candidats. On peut toutefois noter une belle évolution positive de tous les candidats dans la gestion de l'épreuve : équilibre dans la préparation des deux exercices, gestion du tableau, attitude très cordiale de chacun et, malgré le stress, une volonté d'échange constructif avec l'examineur. De plus, les candidats semblaient plus engagés, plus volontaires : est-ce un effet COVID avec des étudiants qui ont dû plus s'investir par eux-mêmes, surtout lors du premier confinement ? Dans tous les cas, c'est à souligner pour les (futurs) candidats qui n'osent pas s'exprimer, qui savent des choses mais qui sont toujours dans l'attente d'être questionnés.

Certains candidats ne semblent pas conscients qu'au cours d'une épreuve orale ils doivent essayer de montrer à l'examineur toutes leurs compétences. Le rythme est parfois particulièrement lent et ceci en pénalise certains fortement. Enfin, on note souvent une certaine fébrilité : les candidats doivent comprendre que la technique du vite et mal (calculs menés sans soin, signes mal maîtrisés et changés subrepticement sans réflexion, erreurs de conversion d'unités, expressions escamotées) est sanctionnée.

De manière générale les sujets de première année sont moins bien maîtrisés que ceux de deuxième année, alors que le programme de deuxième année est une prolongation et/ou un approfondissement de celui de première année : les candidats doivent les prendre plus en compte dans leurs révisions. Peu de candidats démarrent le problème en posant clairement les données, les modes de repérage, un schéma : il s'ensuit un raisonnement brouillon et lorsqu'on leur demande des précisions, le stress prend le dessus alors que les connaissances sont là. Ils doivent également développer leur sens critique (homogénéité des formules, sens physique, différentiation des champs scalaire et vectoriel) et ne pas dire « *Ah, l'ordre de grandeur ne me semble pas correct* », s'ils n'ont pas une valeur numérique en tête : il vaut mieux être honnête. En effet, ce n'est pas parce qu'on pose la question sur la valeur obtenue que celle-ci est fautive ! Souvent, la question "est-ce homogène ?" jette un froid polaire... On rappelle qu'on attend des candidats non pas uniquement des formules justes mais aussi un minimum de justifications physiques : « affirmer n'est pas prouver ». Certaines opérations

mathématiques, telles que la projection d'un vecteur ou la résolution des équations différentielles, posent encore problème.

Les applications numériques sont souvent laissées de côté et certains candidats ne savent pas utiliser la calculatrice fournie : le modèle de calculatrice est spécifié dans la notice du concours. Il faudrait s'entraîner un minimum dessus et on attend d'un futur ingénieur qu'il soit capable de maîtriser le fonctionnement d'une calculatrice pour collégiens. Beaucoup de temps est perdu dans les calculs de puissance, alors que ceux-ci pourraient être menés de tête pour réduire l'utilisation de la machine. On s'aperçoit alors que des élèves sont incapables de mener de tête des additions ou des soustractions d'entiers.

Le bon déroulement d'une épreuve commence par une « bonne entrée » et une réactivité aux demandes des examinateurs et ce, dès que le candidat entre dans la salle.

Arrivée typique... : le candidat entre dans la salle et pose ses affaires. L'examineur demande la feuille de passage que le candidat a souvent avec lui. Parfois, elle est dans son sac : le candidat ouvre son sac, prend la feuille et la donne. Il referme alors son sac. L'examineur demande la pièce d'identité : le candidat ouvre le sac ou le portefeuille, farfouille pour récupérer la pièce et la donne à l'examineur. Il referme le portefeuille, le remet dans le sac et referme le sac. L'examineur demande alors de signer la feuille d'émargement. Le candidat ouvre son sac, récupère la trousse, prend un stylo, signe, remet le stylo dans la trousse qu'il referme et qu'il remet dans le sac et il ferme le sac.

L'examineur demande alors au candidat de prendre un stylo et de s'installer sur une table. Le candidat ouvre le sac, recherche sa trousse, prend de nouveau un stylo, referme sa trousse qu'il remet dans le sac et referme le sac. On perd plus de trois minutes (parfois 5), soit un dixième du temps en installation. Ce comportement est fréquent ! Les candidats doivent laisser leurs affaires à l'entrée : peu importe que le sac soit fermé ou pas. Le candidat reste dans la salle en permanence avec l'examineur et a toujours la vue sur ses affaires. Alors, préparez votre feuille de passage avec votre pièce d'identité (l'examineur devant signer la feuille à la fin de votre prestation, il est superflu de présenter ces documents dans une pochette plastique) et votre téléphone : vous gagnerez du temps. Ne rangez pas votre téléphone au fond du sac. Là encore, ce sont des instants perdus... L'examineur vérifiera systématiquement que votre téléphone est éteint. Donc, autant lui présenter directement et lui montrer qu'il est bien éteint. Un téléphone éteint ne signifie pas qu'il est en silencieux ou en mode avion !

## REMARQUES PAR MATIÈRE

Les problèmes les plus récurrents sont les formules des forces d'inertie non vues en mécanique non galiléenne, la relation de structure utilisée pour les ondes non planes, la compréhension des énoncés en thermodynamique (quand peut-on dire que la transformation est adiabatique, isotherme,...), les tracés des rayons que ce soit en optique géométrique ou ondulatoire, les calculs des champs électrostatiques et magnétostatiques (les théorèmes d'Ampère et de Gauss sont parfois mélangés et les candidats ne font pas la différence entre surface ouverte ou fermée), les phénomènes d'induction.

## CIRCUITS

**Les exercices de circuit sont traités de manière très calculatoire et les considérations physiques sont laissées de côté, d'où une perte de sens**, des simplifications non faites et des calculs non aboutis. Il est absolument nécessaire que les candidats travaillent les notations complexes (qui ne sont pas applicables en régime transitoire), les équations différentielles, l'analyse spectrale et le filtrage.

La loi des mailles est une des premières lois vues dans le programme de physique de première année. Trop facile ! Tellement facile, que trop de candidats ne posent pas les calculs et inévitablement on retrouve des erreurs de signes dans la loi des mailles, dans la loi d'Ohm (convention générateur/récepteur).

Enfin, la continuité du courant dans L ou de la tension aux bornes de C doivent être justifiées (et donc comprises !), la structure en diviseur de tension est rarement identifiée et les questions expérimentales posent toujours problème (résistance interne d'un GBF ou d'un oscilloscope, branchement d'un appareil de mesure, position de la masse...).

## ÉLECTROMAGNÉTISME

Les lois de l'induction, si elles sont connues (du moins mathématiquement), ne sont pas maîtrisées (manque de rigueur sur les signes). En particulier, le lien entre la présence du champ magnétique, un flux variable et l'existence d'une f.e.m. dans le circuit met du temps à se mettre en place... même pour les candidats qui connaissent la loi de Faraday. Pour certains, la fem étant appelée « force » est la grandeur vectorielle  $\vec{e}$ . Il s'en suit qu'il est très facile d'écrire le moment de la force de Laplace sous la forme  $\vec{OM} \wedge \vec{e}$ . Dans cette même loi, le flux magnétique  $\phi$  a parfois des définitions farfelues (comme étant égal au flux du vecteur densité de courant, par confusion avec la thermique). Les candidats se tournent souvent vers la recherche de la force de Laplace, alors qu'il est souvent plus facile d'exploiter la variation du flux pour en déduire le sens du courant induit. Il y a d'ailleurs souvent confusion entre force de Laplace et de Lorentz.

Les équations locales de Maxwell sont toutes sues, ce qui constitue un progrès, mais les équations intégrales posent problème. Les candidats ont eu des difficultés avec les OEM non planes (caractère très difficile à définir par les candidats) ou ne vérifiant pas les relations de structure des OEMPPH. Attention : plusieurs candidats ont échoué sur le calcul du laplacien d'une fonction vectorielle, ce qui est très problématique dans le cas des ondes non planes. Les connaissances de la forme des différents opérateurs en coordonnées cartésiennes est une capacité exigible.

Concernant les calculs des champs électriques et magnétiques, le principe de Curie est utilisé à tort et à travers et les candidats bloquent lorsqu'on leur demande d'expliquer. On rappelle que les plans de symétrie doivent obligatoirement passer par le point d'étude. La parité du champ électrostatique n'est jamais établie : elle n'est qu'affirmée, même sur des distributions faisant partie des capacités exigibles.

Les dipôles (électriques et magnétiques) et la conductivité complexe ne sont pas du tout maîtrisés.

## MÉCANIQUE

Attention aux changements de référentiels, pour lesquels les candidats ne saisissent pas encore l'utilité de travailler dans un référentiel non galiléen. Les définitions des forces d'inertie sont à connaître et à comprendre et notamment dans celle de Coriolis : la vitesse à utiliser est-elle prise dans le référentiel galiléen ou non galiléen ?

La loi des aires est difficile à expliciter.

Les modules sont trop souvent oubliés dans la loi de Coulomb et la relation  $T = fN$  est traitée avec les valeurs algébriques.

Les candidats doivent faire un effort de clarification quant aux différentes formes possibles des théorèmes énergétiques : énergie cinétique ou mécanique, travail ou puissance, force conservative ou non. Il y a trop souvent des mélanges entre ces formulations.

La plupart des étudiants ne font pas la différence entre poids et force de gravitation.

L'expression « intégrale première du mouvement » n'est pas connue.

## OPTIQUE

Le calcul du rayon des anneaux donnés par le Michelson, qui était un grand standard, pose maintenant beaucoup de difficultés, notamment dans la définition des ordres d'interférence de même que le calcul de la différence de marche créée par une lame d'air.

Le réseau n'est toujours pas compris (la formule des réseaux est rarement connue) et ne donne que très rarement lieu à des prestations correctes.

Le calcul de la différence de marche dans le cas des trous d'Young est mal fait en général (les justifications physiques avec le théorème de Malus et le principe du retour inverse de la lumière ne sont pas utilisées à bon escient).

Les constructions des rayons lumineux sont parfois extrêmement farfelues, et la confusion entre  $f$  et  $F$ ,  $f'$  et  $F'$ , est fréquente.

## THERMODYNAMIQUE

Les candidats n'étudient pas assez souvent la situation d'équilibre finale, en particulier, pour connaître les relations entre les paramètres  $p$ ,  $T$  et  $V$  et ils ont donc souvent trop d'inconnues qu'ils n'arrivent pas à gérer.

La loi de Laplace est utilisée trop souvent par réflexe, sans se soucier des hypothèses d'application.

Les pentes des courbes dans le diagramme  $p(T)$  de l'eau sont souvent fantaisistes, tout comme la pente d'une adiabatique et d'une isotherme sont impossible à comparer.

De manière générale, l'étude des machines thermiques n'est pas maîtrisée par les candidats. En particulier la notion de rendement ou d'efficacité est rarement bien défini et les candidats confondent régulièrement la quantité « utile » et « coûteuse » ainsi que les notions de transfert thermique et de travail.

La relation  $\Delta S = \frac{\Delta H}{T} = \frac{L}{T}$  pour un changement d'état n'est pas connue...

Les bilans thermiques sont difficiles à effectuer par les candidats. Il faut faire attention aux surfaces, aux signes, à l'homogénéité : d'où de nombreuses difficultés auxquelles vient s'ajouter la résolution de l'équation différentielle à la quelle obéit la température du système.

Le flux convectif n'intervient qu'aux interfaces, il ne doit en aucun cas figurer dans le bilan thermique établi sur un volume élémentaire.

## PHYSIQUE QUANTIQUE

Les résultats sont très décevants, pour une partie assez mathématique et systématique. Ainsi, retrouver les niveaux d'énergie du puits infini pose souvent problème et la marche de potentiel est mal maîtrisée.

Attention : l'équation de Schrödinger n'est pas toujours connue, alors qu'elle est exigible.

Les candidats manquent de recul sur les exploitations physiques et ne font aucun lien avec la propagation des ondes en électromagnétisme.

## CHIMIE

Cette partie qui représente environ 20 % du programme est négligée par les candidats : c'est vraiment dommage, car il y a beaucoup de points à engranger sur cette partie pour peu que l'on connaisse son cours.

La règle du gamma permet de déterminer très efficacement la réaction prépondérante, que ce soit pour une réaction de pile (gamma droit) ou pour une électrolyse (gamma inversé), à condition de maîtriser l'outil en disposant correctement les couples redox (oxydant en haut à gauche, réducteur en bas à droite), en identifiant les espèces présentes et en dessinant correctement le gamma (de l'oxydant le plus fort vers le réducteur le plus fort).

Attention : ce sont les concentrations et non les activités qui apparaissent dans une loi de vitesse en cinétique chimique.

Les candidats doivent avoir un regard critique sur le signe des grandeurs (réactions exo ou endothermiques) et porter une attention particulière aux unités. La variation d'enthalpie est généralement en kJ/mol, alors que la variation d'entropie s'exprime habituellement en J/K/mol : 1 kilo (donc un facteur mille) de différence, qui a son importance !