

## Épreuves orales de Physique, Filière MPI

La session 2023 a été la première pour la nouvelle filière MPI. L'épreuve orale de Physique a été passée par 44 candidates et candidats. Les moyennes et écarts types des candidats français sont les suivants :

\* 39 candidats français : moyenne = 12,33/20 ; écart type = 2,93.

Le format de l'épreuve de Physique ne diffère pas pour l'essentiel de celui pour les filières traditionnelles MP et PC. L'épreuve débute par l'annonce par l'examineur qu'elle comportera deux parties, portant chacune sur la discussion d'un problème tiré d'une partie différente du programme. Ainsi, l'examineur peut être amené à interrompre la discussion du premier exercice avant que le candidat ait pu compléter son développement, pour passer au deuxième. De même, l'examineur doit interrompre l'épreuve lorsque le temps imparti total touche à sa fin. Ces interruptions n'impliquent pas nécessairement une mauvaise performance. En effet, les exercices proposés dans cette épreuve sont de longueur et niveau de difficulté inégaux. La notation finale prendra en compte les deux exercices et ses spécificités. Enfin, un exercice peut être posé par l'examineur directement au tableau, ou bien faire l'objet d'un énoncé rédigé qui sera fourni au candidat.

Comme règle générale, une bonne maîtrise des concepts physiques fondamentaux et des compétences préconisées dans le programme doivent permettre au candidat de bien comprendre le but de l'exercice, de l'expliquer à l'aide d'un modèle, de le développer et enfin de proposer une analyse des résultats obtenus. Il est souhaitable que le candidat sache présenter clairement la démarche à suivre, mener ensuite un développement cohérent, et enfin trouver des interprétations physiques aux résultats obtenus. Nous reviendrons sur certains de ces points par la suite.

Une analyse dimensionnelle ou bien l'estimation d'un ordre de grandeur sont des atouts à ne pas négliger, mais sont à employer avec modération pour ne pas alourdir le développement de l'exercice. De même, les exercices comportent souvent une application numérique : celle-ci doit en générale se borner à l'évaluation d'un ordre de grandeur, pour laquelle l'utilisation d'une calculatrice n'est en générale pas indispensable. Aussi, l'examineur pourra fournir au besoin une valeur particulière ou plus précise d'une constante mathématique ou grandeur physique, mais une connaissance des valeurs approchées (usuelles) des constantes physiques fondamentales est souhaitable.

Une discussion peut s'engager entre l'examineur et le candidat, pour différentes raisons. L'examineur veille alors à ce que l'échange établi avec le candidat soit constructif. Ainsi, l'examineur reste attentif à ce que le développement ne s'arrête longtemps sur un point technique ou une notion oubliée ; la réactivité à une possible remarque de l'examineur est alors appréciée. Aussi, ses interventions ou suggestions visent de manière bienveillante à orienter le candidat dans sa démarche, vers un développement plus direct ou plus général

suivant la situation. En effet, un exercice peut souvent être résolu par plus d'une méthode : le candidat choisit celle qui lui convient le mieux, suivant les consignes de l'énoncé et/ou son expérience propre, et l'examineur le suivra dans son développement. Toutefois, suivant la situation (le temps qui passe, la longueur de l'exercice...), l'examineur pourra choisir de questionner le candidat à propos d'une possible démarche alternative. Soit un exemple concret : en mécanique du point, nombre d'exercices peuvent être résolus alternativement en partant du principe fondamental de la dynamique ou bien dans le cadre du principe de la conservation de l'énergie mécanique totale. La stratégie choisie par le candidat peut ne pas correspondre à celle la plus directe, d'où la possible intervention de l'examineur. Au candidat alors de choisir de persévérer dans sa démarche initiale ou bien d'envisager autrement son développement.

Une bonne maîtrise des outils mathématiques est essentielle : en effet, beaucoup d'exercices aboutissent à l'analyse et/ou résolution d'un problème mathématique. Bon nombre de candidats buttent sur l'utilisation et/ou mise en œuvre des méthodes élémentaires et capacités exigibles au programme.

Finalement, il nous semble également important de souligner quelques aspects liés à la présentation au tableau. Nous avons constaté que la représentation par un schéma modèle de la situation initiale et des résultats obtenus peut s'avérer difficile pour beaucoup de candidats. En particulier, un graphe ou un dessin « brouillon » peut être préjudiciable au propre candidat, qui « s'y perd » et n'y voit pas clairement les paramètres importants, sans compter qu'il rend difficile le suivi par l'examineur de sa démarche. Il est également à souligner qu'une mauvaise organisation du tableau peut dans certains cas entraver le bon développement d'un problème. Notons toutefois que les remarques de ces dernières lignes sur la « forme » ne sont pas à placer au même degré que celles sur le « fond », c'est-à-dire, la maîtrise des notions et enjeux physiques, la mise en contexte du problème et son développement, l'analyse et interprétation des résultats, et la capacité de les transmettre oralement à l'examineur. Toutefois, pour une fraction petite mais non négligeable des candidats, ces aspects s'avèrent préjudiciables, et doivent donc être améliorés.

Le programme de Physique de la nouvelle filière MPI diffère de celui de la filière MP : partiellement allégé dans certains domaines, il reste néanmoins conséquent. Nous avons constaté pour cette première édition une maîtrise inégale des différentes parties du programme. Les domaines de la thermodynamique - transferts thermiques et de l'électromagnétisme ont été dans l'ensemble bien travaillés, tandis que certains aspects de la mécanique/dynamique, de la physique quantique et de l'optique physique ont pu poser plus de difficultés. Considérons brièvement ces trois domaines dans la suite.

Mécanique. Le bon choix et l'utilisation correcte de repères posent souvent des problèmes. Aussi, l'analyse d'un mouvement dans un référentiel non galiléen n'est pas bien maîtrisée : les notions de composition de vitesses et de force d'inertie sont confuses et leurs représentations vectorielles trop souvent erronées. Un exercice de mécanique peut aussi comporter une partie initiale jugée plus « simple ». Dans ce cas, on remarque différentes attitudes des candidats. Plusieurs d'entre eux « s'éternisent » dans le développement initial d'un problème de dynamique (tel que celui du mouvement d'un objet dans un champ de force, comme par exemple dans le cas de la chute libre), détaillant au tableau nombre de passages qui auraient raisonnablement pu être « sautés ». Cette attitude n'est pas bénéfique au candidat, puisqu'elle l'empêche de s'attaquer (par manque de temps) à tous les aspects du problème. La démarche contraire, de chercher à aller trop vite, peut à son tour rendre le

développement confus et donc in fine être également défavorable au candidat. Une démarche plus constructive en présence d'un problème « simple » est de s'accorder avec l'examineur (conscient du niveau global de l'exercice) sur le degré de détails souhaité. Cette démarche d'ouverture et de communication est appréciable.

Optique. L'optique géométrique n'a pas posé de problèmes particuliers aux candidats. Il en va autrement pour l'optique physique. Malgré le fait que les notions de superposition d'ondes et d'interférences soient en moyenne bien acquises, leur utilisation pratique n'est pas toujours évidente. L'utilisation de la formule de Fresnel, et le calcul du contraste ont été laborieux pour nombre de candidats. Aussi, le fonctionnement des dispositifs interférentiels (trous d'Young, interféromètre de Michelson) est en théorie bien compris, mais le calcul et l'analyse des franges d'interférences ne sont pas encore correctement maîtrisés par beaucoup de candidats.

Physique Quantique. Les notions de base de la physique quantique ne sont pas correctement acquises par nombre d'étudiants. Les relations de Planck-Einstein et de de Broglie sont mal interprétées au regard de la dualité onde-particule. La séparation des variables temps et espace de l'équation de Schrödinger reste trop laborieuse.