

ainsi que les éventuelles hypothèses engagées, les calculs sont menés correctement et les éventuelles erreurs corrigées spontanément. Un candidat répond volontiers aux questions de l'examineur sans y voir aucune agression, il est capable de citer ou d'évaluer des ordres de grandeur sans calculatrice, de commenter des résultats littéraux comme numériques, et de se laisser mener sur des questions d'ouverture plus générales.

Au contraire, les notes les plus basses caractérisent des candidats aux connaissances et méthodes très fragiles, superficielles, ou même ayant fait l'impasse sur des parties du programme, dont très fréquemment, celui de première année. Ces notes peuvent caractériser de l'ignorance, mais plus souvent un manque total d'assimilation ou de compréhension des concepts. De nombreux candidats apprennent du cours ou des solutions par cœur, sans aucun recul, et sans être capables de réinvestir ces connaissances dans un contexte différent. Beaucoup de candidats révèlent malheureusement une incapacité à faire le tri dans leurs connaissances et font preuve d'une réelle détresse face à une petite nouveauté ou même une simple question de contrôle.

2.2 Physique - Filière MP

Conseils aux futurs candidats

L'interrogation peut débuter ou terminer par une question de cours. Il faut prendre du recul pour contextualiser sa présentation, donner des ordres de grandeur et analyser la situation physique présentée. Une question ne peut pas se limiter à une suite de calculs sans discussion préalable des modèles mis en jeu et sans interprétation des expressions obtenues.

Pour les exercices le candidat doit prendre de la distance par rapport aux résultats de cours, les situations pouvant être différentes. Il faut faire preuve de réflexion et construire sa démarche de résolution, les expressions devant être justifiées sans réticence aux calculs. Par exemple, en thermodynamique, il est délicat pour les candidats de faire la distinction entre fluide de la PAC et l'air de la maison.

La manipulation des éléments différentiels, avant par exemple le calcul d'une intégrale, doivent être cohérents.

En mécanique et en thermodynamique lorsque l'on aborde un problème il faut identifier le jeu minimal d'inconnues d'un problème donnant le nombre d'équations à établir.

Certains candidats éprouvent des difficultés à utiliser les grandeurs algébriques (bilans thermiques, et induction électromagnétique en particulier).

Il est possible de vérifier le résultat en essayant des valeurs particulières à certains coefficients pour éliminer des formules aberrantes. Cette méthode est peu utilisée.

Les candidats prennent rarement le temps de vérifier l'homogénéité de leurs résultats (en particulier, il est fréquent d'avoir une erreur d'homogénéité puissance/énergie). Ils encadrent alors la formule obtenue sans vérification. Il existe pourtant des méthodes efficaces pour vérifier son résultat. Il est possible d'utiliser une formule provenant d'un résultat du cours. Il est conseillé de s'entraîner en particulier en électromagnétisme et en électrocinétique où les dimensions des grandeurs physiques mises en jeu peuvent être parfois aboutir à des expressions complexes. Le jury a aussi rencontré des candidats qui valident l'homogénéité de leurs expressions alors qu'elle n'est manifestement pas avérée.

Enfin, lors des applications numériques, beaucoup de candidats se trompent sur la conversion des unités, conduisant à des ordres de grandeurs erronés. Il faut prendre le temps d'analyser la cohérence

de la valeur obtenue.

Analyse thématique

- **Optique** : L'optique géométrique est souvent mal maîtrisée y compris pour les notions de base (en particulier pour obtenir l'image d'un objet à l'infini hors axe optique). Le jury note cependant que le recours aux relations de conjugaison n'est plus aussi systématique, les tracés sont souvent utilisés.

Un certain nombre de difficultés sont liées à l'absence de vocabulaire : les notions réel/virtuel, stigmatisme rigoureux/approché ne sont pas toujours maîtrisées, ce qui conduit parfois à des explications très laborieuses.

En optique physique, en dehors des problèmes associés à l'optique géométrique (tracés de rayons, en particulier pour l'observation à l'infini), l'obtention détaillée d'une différence de marche peut être très délicate (théorème de Malus et de la loi de retour inverse de la lumière, dont le rôle simplificateur en présence de lentilles est souvent mal connu).

La notion d'observation d'interférences à l'infini est mal connue (elle est limitée aux réseaux, et son extension aux systèmes interférentiels à 2 ondes pose parfois problème, par exemple des trous d'Young dans le plan focal objet d'une lentille de projection sans condition sur la position de l'écran).

Dans le cas du Michelson en configuration coin d'air la lentille est très souvent placée dans le plan focal image de la lentille et les conditions d'éclairage méconnues.

Certains candidats ne savent pas montrer la formule de Fresnel. La notion de perte de contraste par élargissement angulaire ou spectral de la source est mal maîtrisée.

- **Diffusion** : sur l'ensemble des problèmes de diffusion à une dimension, travailler dans des systèmes de coordonnées autres que cartésiennes s'avère souvent délicat. L'expression de volumes finis ou infinitésimaux ainsi que l'utilisation des opérateurs d'analyse vectorielle sont de réels problèmes pour un nombre non négligeable de candidats. Il est d'ailleurs à rappeler qu'un bilan local permet, en plus d'obtenir des équations aux dérivées partielles, de dégager le sens physique du problème tout en évitant l'utilisation d'opérateurs.

Il convient de ne pas interchanger les lois de Fick et Fourier, que ce soit dans leur dénomination ou dans les termes que ces lois contiennent.

Nombre de candidats ont tendance à utiliser des résultats de cours sans chercher à comprendre le problème proposé. En particulier, l'existence de termes de source doit requérir une attention particulière. Enfin, l'utilisation de la loi de Newton comme condition aux limites n'est que rarement maîtrisée (erreur de signe ou de surface).

Il est enfin rappelé qu'en diffusion thermique, si les hypothèses sont vérifiées, l'utilisation des résistances thermiques allège considérablement les calculs.

- **Thermodynamique** : de manière générale, toute utilisation d'un théorème ou d'un principe thermodynamique requiert la définition rigoureuse d'un système : constitution, fermé ou ouvert, fixe ou mobile, ...

Dans ce domaine le candidat doit faire preuve de rigueur : choix des surfaces d'échange, conventions d'orientation des transferts, utilisation d'un vocabulaire adapté (on ne parle pas de transfert de température par exemple). Il faut penser à définir le système comme en mécanique.

Les notions de résistance thermique et d'ARQS sont mal maîtrisées, parfois ignorées. Certains candidats ont du mal à interpréter si le flux se conserve ou s'il faut faire la somme des flux thermiques.

Le jury a noté des difficultés à manipuler les systèmes ouverts en régime permanent à une entrée et une sortie, ainsi que dans l'utilisation des enthalpies massiques de transition de phase.

Les confusions en thermodynamique sont nombreuses. Certains candidats affirment qu'une transformation isotherme est nécessairement adiabatique, ou encore que la puissance dissipée par effet Joule correspond à la puissance thermique traversant une vitre.

- **Mécanique** : Les difficultés rencontrées sont souvent liées à l'analyse du problème étudié : choix des variables cinématiques, des méthodes d'étude (dynamiques ou énergétiques). Parfois les relations cinématiques simples sont oubliées, alors que les relations dynamiques correctes sont obtenues.

De nombreux candidats confondent bases de projection et référentiels. Il est fréquent de voir écrit la loi de la quantité de mouvement dans un référentiel galiléen en ajoutant les forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis, ou au contraire de ne pas préciser le référentiel et de les oublier. De manière générale les confusions et difficultés sont nombreuses dans l'utilisation du théorème du moment cinétique, ou lors de la mise en équation avec les ressorts. Certains candidats confondent pendule simple et pendule pesant.

Les lois de Coulomb sont connues, mais le cas de deux solides en contact est souvent délicat : oubli de la loi de l'action et de la réaction, manque de précision sur les orientations et le système étudié, la majorité des candidats citant LA force de contact et LA vitesse de glissement, sans préciser le système étudié.

Certains candidats pensent qu'une corde transmet intégralement le poids d'une masse m accrochée à une extrémité.

- **Électromagnétisme** : Cette partie est relativement bien traitée (car l'aspect calculatoire y est développé), au détriment parfois du sens physique. L'exploitation des symétries et invariances peut être délicate, sans distinction entre les deux aspects. L'ARQS est plus problématique : les courants variables sources de champs électriques (en l'absence de charges) ne sont pas toujours identifiés, l'étude des approximations associées est souvent source de difficultés, de même que l'utilisation d'inductances propres ou de mutuelles.

Les exercices d'induction montrent souvent un manque d'analyse préalable du problème. Trop peu de candidats orientent de manière cohérente les grandeurs électriques algébriques dans les schémas équivalents.

- **Électrocinétique** : Certains candidats ont des difficultés à évaluer le comportement à basses fréquences et à hautes fréquences du circuit étudié. Le rôle d'un filtre comme moyenneur ou l'utilisation des filtres en cascade est méconnu des candidats.

Le jury note une confusion fréquente entre valeur moyenne et fondamental d'un signal, la valeur moyenne est parfois considérée comme étant dans le domaine haute fréquence. L'exploitation d'oscillogrammes expérimentaux pour l'étude de fonctions de transfert est souvent complexe pour les candidats.

On note également des difficultés à utiliser le pont diviseur de tension et les lois d'associations série parallèle des résistances. Il est nécessaire que les résistances soient en série pour appliquer la formule du diviseur de tension.

Pour le régime transitoire, la détermination des conditions initiales et la représentation de l'allure de la tension de sortie en fonction du temps peut sembler complexe pour certains candidats.

- **Mécanique quantique et physique statistique** : En mécanique quantique certains candidats ne savent pas retrouver l'équation de Schrödinger spatiale, et la notion de superposition d'états pose beaucoup de difficultés. L'effet tunnel reste étonnamment méconnu, beaucoup de candidats confondent marche et barrière de potentiel. Le jury rappelle qu'une fonction d'onde n'est pas nécessairement normalisable.

En physique statistique, la difficulté la plus fréquente est le passage d'une particule unique à un système de particules indépendantes, en particulier le calcul de la variance.

- **Ondes** : La relation de structure $\vec{B} = (\vec{u} \wedge \vec{E})/c$ n'est pas toujours valable.

Beaucoup de candidats utilisent $k = \omega/c$. Elle n'est pas toujours valable dans le vide.

Certains candidats ont du mal à définir une vitesse de phase et à justifier pourquoi elle est autorisée à dépasser la vitesse de la lumière. Ils ont du mal à justifier qu'une onde plane monochromatique n'a aucune réalité physique.

- **Chimie** : Certains candidats ont de réelles difficultés à identifier les espèces mises en jeu dans les transformations chimiques et à équilibrer les réactions.

Le jury a noté un manque de rigueur dans les bilans de matière en électrochimie (rôle des coefficients stœchiométriques, passage des grandeurs électriques aux quantités de matière, confusions entre nombre de particules et nombre de moles), et les courbes intensité-potentiel, mal connues.

On note des confusions entre aspects thermodynamiques et aspects cinétiques.

La notion de vitesse de réaction, et la détermination d'une concentration en fonction du temps n'est pas toujours bien maîtrisée

2.3 Physique - Filière MPI

Les remarques générales exposées au début de ce rapport sont applicables à l'oral de physique de la filière MPI. Nous rappelons toutefois ici que Le but des épreuves orales est de produire un classement des candidats admissibles en fonction des compétences suivantes : maîtrise du cours, aptitude à élaborer et à présenter clairement la mise en équation d'un problème à étudier, capacité à mener à bien les calculs correspondants et à examiner d'un œil critique les résultats obtenus. En cas de blocage dans