

2.1 - Épreuves orales

2.1.C - PHYSIQUE - Filière PSI

I) REMARQUES GENERALES

Les candidats sont interrogés sur une question de cours et un ou plusieurs exercices portant sur le programme de 1^{ère} année (PCSI) et math spé, y compris les TP-cours et les TP. La durée de l'interrogation est de 45 à 75 minutes, avec un temps de préparation (pour la seule question de cours, ou pour l'ensemble des énoncés) de 20 minutes à une demi-heure.

Comme les années précédentes, nous tenons à rappeler les points principaux du programme officiel (BO n°1 du 20 juillet 1995 et n°3 du 18 juillet 1996) qui définissent l'esprit dans lequel les examinateurs conduisent l'oral :

« La méthode scientifique, empreinte de rigueur, de discipline et d'honnêteté intellectuelle, de sens critique permanent, doit permettre sur toute question du programme

- *de communiquer l'essentiel des résultats sous forme claire et concise, tant à l'oral qu'à l'écrit.*
- *d'en analyser le caractère de pertinence : modèle utilisé, limites du modèle, influence des paramètres, homogénéité des formules, symétries, interprétation des cas limites, ordres de grandeurs usuels et précision.*
- *D'en rechercher sans encyclopédisme l'impact pratique. »*

« La grande nouveauté du programme est double : la promotion résolue de l'expérience, de la compréhension physique du phénomène étudié et la réduction significative du recours à la technicité mathématique nécessaire à la résolution des exercices et des problèmes. En effet, s'il s'agit bien de savoir mettre en équations la situation modélisée, la résolution mathématique (...) ne doit en aucun cas obérer la compréhension physique du phénomène étudié. ... Les exercices ne faisant appel qu'aux seules techniques mathématiques étant bannis, l'attention de l'étudiant, libérée d'une charge lourde et inappropriée, doit être reportée sur la conceptualisation et/ou l'approche expérimentale du phénomène lui-même, stimulant ainsi l'attitude active et créatrice. Questions et exercices seront orientés dans ce sens. Les travaux pratiques (TP) et les TP-cours sont les temps forts de cette valorisation. »

« Il va de soi que la spécificité de la filière PSI doit se retrouver dans les modalités d'évaluation (...). Celles-ci doivent respecter l'esprit des objectifs : tester l'aptitude de l'étudiant, moins à résoudre les équations qu'à les poser, puis à analyser les résultats, tant dans leur caractère théorique que pratique. (...) il est souhaitable de diversifier les modes d'évaluation : questions qualitatives, questions synthétiques, questions de culture, ordres de grandeurs, discussion de protocoles expérimentaux. »

La spécificité de l'oral est de permettre un dialogue entre le candidat et l'examinateur. Les examinateurs sont conscients des problèmes de stress et de trac que peuvent rencontrer les candidats et s'attachent à favoriser l'établissement de ce dialogue.

Les principales qualités que cherchent à évaluer les examinateurs sont la compréhension des phénomènes physiques, l'aptitude à mener une réflexion autonome et rigoureuse, le sens critique.

Au cours de l'échange qui s'instaure, l'examinateur intervient toujours positivement pour faire préciser les points flous, éviter des impasses, solliciter la réflexion du candidat, ouvrir les questions vers des approfondissements. Le candidat a tout intérêt à prendre le temps de réfléchir à ces interventions afin d'en tirer le meilleur parti, et ne doit pas craindre un moment de réflexion, silencieuse ou non. Il ne peut que se valoriser s'il montre qu'il est capable de réagir aux indications de l'examinateur en les intégrant à sa réflexion ; en particulier l'impact d'une erreur dépendra essentiellement de l'aptitude du candidat à la corriger suite à l'intervention de l'examinateur.

Si l'examinateur « mène le jeu », car c'est lui qui propose les énoncés, le candidat garde une certaine liberté dans son exposé, et a un rôle actif à jouer dans le dialogue avec l'examinateur : son attitude influence celle de l'examinateur. En particulier, il doit essayer de faire preuve d'initiative, et éviter d'attendre en restant passif et muet les interventions de l'examinateur, qui sont beaucoup plus souvent des questions ouvertes que des questions appelant une réponse de type oui/non.

Question de cours

La question de cours doit permettre aux candidats qui maîtrisent le programme de présenter un point particulier de ce dernier en mettant en relief les phénomènes physiques mis en jeu, les aspects qualitatifs, les ordres de grandeurs et les éventuelles applications.

Les examinateurs sont conscients que la question de cours est un exercice difficile. Il est donc nécessaire d'utiliser le temps de préparation pour rédiger des notes qui seront utiles lors de la présentation orale, en s'attachant en particulier aux points suivants :

- bâtir l'exposé autour d'un plan clair ;
- noter les aspects qualitatifs et les applications que l'on souhaite développer ;
- préparer les schémas importants, qui peuvent souvent remplacer de longues explications ;
- retrouver les résultats qualitatifs essentiels ;
- préparer les calculs dont l'exposé détaillé n'est pas nécessaire.

Parmi les travers fréquents (mis à part les problèmes de méconnaissance du cours) :

- Exposés limités à un catalogue d'expressions mathématiques sans liens les unes avec les autres, ou à un enchaînement de calculs sans commentaires sur leur signification physique.
- Exposés dans lesquels les aspects qualitatifs, les ordres de grandeurs et les applications des phénomènes étudiés sont souvent bâclés, voire absents. Ces points sont essentiels dans les parties du programme spécifiques de la filière PSI (moteurs, conversion électronique,...), ainsi que dans les TP et les TP-cours. Les questions de cours portant sur ces parties du programme sont les plus mal traitées.
- Exposés totalement ou partiellement improvisés, pour lesquels certains calculs importants aboutissent à des échecs.

Exercices

Selon les examinateurs les énoncés d'exercices sont plus ou moins directifs et ouverts. Cependant ils attendent des candidats une démarche structurée, articulée autour des points suivants :

- Mise en évidence de la problématique, analyse qualitative des phénomènes physiques mis en jeu. Au cours de cette étape, il peut être très utile de représenter le système étudié au moyen de schémas clairs, de taille suffisante, afin de le visualiser.
- Recherche de paramètres pertinents pour la description du système, à l'aide en particulier des schémas tracés auparavant, représentation de ces paramètres sur les schémas. Classification de ces paramètres (paramètres connus, inconnus).
- Recherche argumentée d'une démarche de résolution. Cette démarche repose souvent sur des principes ou des modèles physiques, qui doivent être nommés et présentés : en général un énoncé qui fait apparaître le sens physique complété par une ou plusieurs formules qui en sont la traduction mathématique. Elle peut inclure des hypothèses, qui doivent être clairement explicitées et étayées, si les données le permettent, par des estimations d'ordres de grandeurs.
- Mise en œuvre des calculs nécessaires à la résolution, de la manière la plus simple possible. L'oral de physique n'a pas pour objectif de juger les compétences calculatoires des candidats, aussi n'est-il pas utile de détailler plus que nécessaire ces calculs. Cependant une bonne maîtrise des techniques mathématiques usuelles en physique ne peut qu'aider les candidats. Parmi les points délicats : l'utilisation des vecteurs, l'étude de fonctions, la résolution d'équations différentielles linéaires, les méthodes d'approximation.
- Commentaire critique des résultats obtenus : homogénéité, cohérence avec l'analyse qualitative préliminaire (par exemple en ce qui concerne les grandeurs dont on étudie l'évolution temporelle ou spatiale), comparaisons des valeurs numériques - munies d'une unité - obtenues avec les données ou avec des ordres de grandeur connus, vérification a posteriori de la validité des hypothèses effectuées, propositions éventuelles visant à améliorer la modélisation du système.

Les candidats doivent s'attacher à éviter les attitudes suivantes lors de l'exercice :

- Une démarche complètement calculatoire dans laquelle les étapes préliminaires d'analyse du problème et l'étape de commentaire des résultats sont totalement absentes. Or ce sont ces étapes qui permettent au candidat de dialoguer avec l'examineur et de valoriser les compétences (compréhension et sens physique) qui sont évaluées dans l'oral. Dans les cas extrêmes le candidat écrit en silence une série de formules sans argumentation et de calculs et

considère que l'obtention d'un résultat numérique est l'aboutissement de l'oral. Cette attitude conduit le plus souvent à des impasses faute d'une analyse suffisante du système étudié

- Une démarche uniquement qualitative sans mise en œuvre des calculs permettant d'obtenir les résultats quantitatifs nécessaires pour valider ou critiquer l'analyse qualitative. Certains candidats donnent ainsi l'impression de vouloir éviter d'aborder les aspects quantitatifs en restant toujours et de manière caricaturale dans le domaine du possible : « on pourrait faire ce calcul..., on pourrait trouver ce résultat... ».

II) REMARQUES PARTICULIERES

Ne sont cités ici que les points posant des problèmes aux candidats. Il ne faut donc pas s'étonner de l'impression négative que peut donner la lecture des remarques suivantes, et se rappeler qu'un candidat peut faire un oral honorable même s'il rencontre des difficultés passagères durant sa prestation.

Mécanique : les théorèmes du moment cinétique et de l'énergie cinétique sont rarement appliqués spontanément. Le cours sur le potentiel newtonien est mal maîtrisé ; les candidats ont souvent des difficultés pour retrouver simplement les propriétés des orbites circulaires, sans avoir à établir les propriétés générales des orbites. L'étude de la trajectoire d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme et constant est généralement laborieuse.

Electronique-électrocinétique : les aspects pratiques des filtres et leurs utilisations sont méconnus. L'intérêt des filtres linéaires ne se résume pas au calcul d'une fonction de transfert. Peu de candidats ont le réflexe d'étudier les comportements en haute et basse fréquences avant de se lancer dans le calcul complet de la fonction de transfert. Les tracés des diagrammes asymptotiques de Bode sont souvent lourds, de nombreux candidats calculant par exemple le module et l'argument de la fonction de transfert avant d'en évaluer séparément les comportements asymptotiques. L'utilisation du théorème de superposition doit le plus souvent être suggérée par l'examineur.

L'étude des filtres non linéaires à base de diodes reste délicate.

Thermodynamique : de nombreux candidats ne portent pas assez d'attention au choix d'un système (fermé) d'étude, ce qui conduit parfois à des impasses complètes. La thermodynamique ne se résume pas au premier Principe et aux bilans thermiques ; les bilans entropiques sont souvent oubliés, ce qui rend l'étude des machines thermiques impossible sans aide de l'examineur. Le traitement des inégalités liées au second Principe est toujours délicat de même que l'établissement de bilans thermiques corrects quant au sens des transferts thermiques. L'étude des machines en écoulement permanent reste très délicate.

De manière générale les aspects pratiques des machines thermiques sont méconnus.

Mécanique de fluides : cette partie du programme est relativement bien maîtrisée par les candidats.

Optique : Beaucoup de candidats maîtrisent mal les tracés de rayons, ce qui rend l'analyse qualitative de systèmes optiques même simples très délicate. Il est par conséquent rare d'obtenir un tracé de rayons crédible pour l'interféromètre de Michelson. L'étude de cet appareil, de même que celle du spectroscopie à réseau est généralement réduite aux aspects purement calculatoires. Leur intérêt pratique et leurs applications sont méconnus.

Dans l'étude de système interférentiels, la condition d'interférences constructives permet souvent une première caractérisation rapide et simple des figures d'interférences obtenues, sans avoir à calculer explicitement l'intensité. Elle reste peu utilisée.

Electromagnétisme : L'étude des symétries préliminaire au calcul des champs est souvent bâclée. Certains candidats semblent ignorer que si le degré de symétrie des sources de champ est faible, il n'est pas possible de calculer les champs à l'aide des théorèmes de Gauss et d'Ampère. Ces théorèmes s'appliquent à des contours et des surfaces fermées qui doivent être définis précisément, et nécessitent une attention particulière dans le traitement des vecteurs, sans quoi le risque d'erreur est grand. L'utilisation des équations de passage du champ électromagnétique est une source importante d'erreurs.

Induction-électrotechnique : la mise en équations de systèmes où se manifestent les phénomènes d'induction doit être précédée de la définition précise de conventions d'orientations sous peine d'erreurs de signes. Dans le cadre des phénomènes d'induction de Lorentz, certains candidats oublient l'existence d'une force électromotrice induite, et beaucoup n'utilisent pas la relation entre la puissance de la force électromotrice induite et la puissance des actions de Laplace pour alléger les calculs.

Il est très rare d'obtenir un schéma réaliste d'un haut-parleur.

Moteurs, transformateurs, hacheurs sont sources de grandes difficultés. Ils sont mal maîtrisés sur le plan théorique, et leurs applications pratiques (parfois quotidiennes) sont méconnues.

III) CONSEILS AUX CANDIDATS

Le volume et les exigences du programme de physique de la filière PSI sont importants au regard des années de préparation des candidats. La maîtrise de ce programme nécessite plus de réfléchir et d'assimiler les principes physiques – parfois très généraux tels les principes de conservation – qui le sous-tendent, que d'accumuler des listes de formules déconnectées de tout sens physique. Il est essentiel de connaître les relations de base du cours, mais aussi leur cadre et leurs conditions d'application. Les spécificités de la filière PSI imposent en outre aux candidats de connaître les implications pratiques et industrielles de la physique.

Si la résolution d'exercices et de problèmes est essentielle pour assimiler le cours de physique, ce n'est pas tant le nombre qui compte mais la qualité de la réflexion que chacun d'entre eux doit susciter ; le rabâchage doit être évité car il se fait au détriment de la réflexion.

Le travail de l'expression orale – qui n'est pas limité à l'oral de physique, comme le montre les rapports des examinateurs de français et de mathématiques – ne doit pas être négligé afin de permettre un réel échange avec l'examineur. Les colles dans les différentes matières ainsi que la préparation du TIPE sont l'occasion de le développer.

Nous souhaitons que les remarques présentées dans ce rapport aident les candidats dans leur préparation et leur permettent d'aborder le plus sereinement possible les épreuves d'oral.