

2 – PHYSIQUE

2.2 – Epreuves écrites

2.3 – PHYSIQUE - Epreuve mixte – filières PC et PSI

Les objectifs communs de formation en Sciences Physiques des filières PC et PSI sont fixés par le BO de l'Education Nationale du 18 juillet 1996 pages 683 et 753 :

L'objectif essentiel est que l'étudiant devienne graduellement acteur de sa formation, qu'il comprenne mieux l'impact de la science et que, plus assuré dans ses connaissances, il soit préparé à poursuivre son cursus d'études dans une grande école.

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'écrit qu'à l'oral.
- d'en analyser le caractère de pertinence : modèle utilisé, influence des paramètres, homogénéité des formules, symétries, interprétation des limites, ordres de grandeur usuels et précision.
- D'en rechercher, sans encyclopédisme, l'impact pratique.

L'épreuve mixte de physique d'une durée de 3h30 a pour finalité d'apprécier, dans la perspective des objectifs rappelés ci dessus, la valeur des candidats à travers l'utilisation et le réglage de matériels, le dialogue avec l'examineur et la rédaction d'un compte rendu détaillé. Les sujets proposés aux candidats par tirage au sort ne se limitent pas aux seuls domaines de l'électronique et de l'optique, mais englobent la totalité des programmes de première et deuxième années (y compris le programme des TP-cours) avec leurs spécificités de filières.

Pour réussir cette épreuve, il faut avoir été assidu et actif aux séances de travaux pratiques ! On ne peut affronter efficacement une telle épreuve sans pratique effective. Aussi l'improvisation de dernière minute pour régler un appareil, conduire une série de mesures représentatives, tracer et exploiter des courbes, rédiger un compte-rendu est-elle sévèrement sanctionnée.

En aucun cas, les candidats qui retardent le moment de manipuler ne peuvent espérer obtenir la moyenne sur la seule partie théorique de leur travail.

L'utilisation de matériels performants fait que le candidat trouve presque toujours quelque chose à observer et à mesurer. Cela ne suffit pas pour obtenir une bonne note. Mise au point fine et optimisation font partie des exigences de l'épreuve mixte.

I) REMARQUES GENERALES

Cette année encore, nous voudrions insister sur certains éléments importants déjà évoqués dans les rapports antérieurs.

1– le manque de méthode

Trop de candidats n'ont apparemment aucune idée de l'approche expérimentale d'un phénomène, de la démarche et de la stratégie à mettre en place afin qu'une expérience donne un résultat pertinent. Ceci est particulièrement mis en évidence dans le cas de sujets « ouverts », c'est-à-dire peu directifs, où l'initiative du candidat, quant à la conduite d'une manipulation, est importante.

L'analyse qualitative préliminaire et le calcul des ordres de grandeur a priori quand il est possible, ne sont pas assez pratiqués par les candidats qui se lancent aveuglément dans les mesures qui, a contrario, manquent ensuite de précision, voire passent complètement à côté de ce qu'ils devraient observer.

2–l'exploitation insuffisante des possibilités et des résultats d'une expérimentation

Des défauts généraux apparaissent lors du passage de l'expérimentation à l'exploitation : des schémas bâclés (voire faux) ne représentant qu'imparfaitement la pratique expérimentale, l'absence d'interprétation

physique intéressante des résultats des mesures, et le manque de sens pratique pour les applications éventuelles des dispositifs étudiés.

Trop nombreux sont les candidats qui se contentent de regarder au lieu d'observer. Lorsque le texte de la manipulation leur propose d'observer un oscillogramme, la reproduction plus ou moins bien faite de celui-ci leur suffit dans le compte-rendu ; rares sont ceux qui cherchent à l'améliorer, et/ou à comprendre pourquoi il a cette allure. L'interprétation physique faisant le lien entre l'expérience et la théorie est trop rarement la préoccupation des candidats, alors que des suggestions orales sont souvent faites par l'examineur pour aller dans ce sens.

L'emploi de la calculatrice, fort utile de surcroît, ouvre la porte à la surenchère dans le nombre de chiffres significatifs d'un résultat, voire à la transcription de tranches entières de cours stockées dans les mémoires, parfois sans rapport avec la question posée. Le nombre des candidats qui, spontanément, évaluent l'incertitude de leurs mesures (sauf si l'énoncé ou l'examineur le demande expressément) est négligeable ; c'est pourtant un aspect essentiel de la manipulation !

3 – les faiblesses du compte-rendu

Les recommandations des années précédentes semblent porter leur fruit, car le compte-rendu s'est globalement amélioré tant sur la présentation que sur la rédaction. Cependant, comme nous venons de l'indiquer, l'interprétation et l'exploitation des mesures effectuées restent encore dans de trop nombreux cas la partie absente ou négligée de l'épreuve. C'est pourtant l'occasion pour le candidat de montrer sa capacité d'adaptation à l'étude expérimentale proposée, en confirmant ou en infirmant par la démarche suivie et les justifications apportées, la correspondance entre ses résultats et la modélisation théorique sur laquelle il s'est fondé.

II) REMARQUES PARTICULIERES CONCERNANT L'EPREUVE MIXTE EN SALLE D'OPTIQUE

1 - Connaissances de base

Les connaissances de base en optique géométrique, malgré les remarques déjà formulées dans les rapports précédents, restent toujours beaucoup trop superficielles. L'utilisation d'un banc d'optique pour réaliser la conjugaison entre deux plans à l'aide d'une lentille, donne généralement lieu à de grandes hésitations. Souvent, le résultat relève plutôt de la chance que d'une démarche réfléchie. A contrario, l'optique physique ne pose pas trop de difficultés aux candidats. Il s'agit là d'une évolution positive. Néanmoins, la liaison entre les deux aspects de cette même discipline n'est pas toujours correctement appréhendée. Cette remarque peut, d'ailleurs, se transposer lorsqu'il s'agit :

- ◆ de poser des hypothèses judicieuses et de les valider,
- ◆ de rechercher les paramètres d'influence ou de prendre en compte des conditions aux limites,
- ◆ d'étudier des phénomènes en présence de discontinuités (exemple : relations de passage du champ EM à l'interface d'un dioptré),
- ◆ d'appliquer une théorie connue dans un cas particulier qui nécessite une justification physique.

En résumé, chaque fois qu'il faut associer deux ou plusieurs informations provenant de chapitres du cours différents, les élèves semblent ne pas avoir le recul suffisant pour effectuer ce regroupement.

Bien que les connaissances sur la diffraction et les interférences lumineuses soient dans l'ensemble convenables, des confusions, voire des erreurs subsistent encore quant à la description exacte de chaque phénomène. De même, l'optique géométrique qui souvent ne fait appel qu'à des règles simples, suscite des interrogations, fréquemment sans réponse. On part d'affirmations ou de concepts limitatifs du genre « une image ne peut se former que dans le plan focal d'une lentille », ou de définition trop qualitative telle que « une lentille ça sert à faire converger ! », sans penser à rechercher l'aspect pratique qu'il faudra à un moment ou un autre mettre en application. De plus les lacunes des candidats, en géométrie élémentaire et en trigonométrie, ne leur facilitent pas la tâche.

2 - Connaissances pratiques

Un nombre limité de candidats se présente à l'épreuve mixte sans manifestement avoir suivi la formation de base en travaux pratiques. S'il est de tradition que le candidat en difficulté soit aidé, la note attribuée n'en évalue pas moins le travail personnel de l'étudiant...

Pour l'interféromètre de Michelson, la pratique des réglages s'est globalement améliorée, et les candidats arrivent à obtenir la teinte plate en lumière blanche sans trop de difficulté.

En ce qui concerne la goniométrie à prisme et à réseau, le candidat doit faire preuve d'initiative pour appréhender les méthodes qu'il aura à mettre en œuvre dans le cadre du travail proposé. On constate des attitudes contrastées ; certains candidats s'appuient sur une assistance régulière, d'autres, au contraire, expérimentent de façon autonome. En outre, la lecture d'un vernier perpétue cette année encore la tradition. Trop de candidats ignorent encore le « décryptage » de ce moyen de mesure.

Une population croissante de candidats confond les unités, a fortiori les sous-multiples, sans réagir et en toute bonne foi. On a vu, à titre d'exemple, non pas un mais des candidats qui ne font pas une réelle distinction entre millimètre et centimètre, sans parler des réponses fantaisistes qui accompagnent les micromètres ou les nanomètres.

III) REMARQUES PARTICULIÈRES CONCERNANT L'ÉPREUVE MIXTE EN « SALLE CLAIRE »

Sous cette rubrique, on trouve des manipulations d'électrocinétique, d'électronique, de conversion de puissance, de machines tournantes, mais aussi des manipulations d'ondes électromagnétiques, d'ondes ultrasonores, de mécanique des fluides ou/et des solides et de thermodynamique qui sont étudiées à l'aide d'appareillage électronique. Les oscilloscopes numériques et les cartes d'acquisition de données sont connectés à des ordinateurs ; un logiciel de traitement des données ouvert permet aux candidats d'exploiter rapidement leurs mesures et d'avoir plus de temps pour dégager le sens physique de la manipulation.

Reprenons des aspects déjà soulignés dans les rapports antérieurs :

1 – la difficulté à passer de la connaissance livresque à la pratique

- ◆ Bien que les ondes progressives et les ondes stationnaires aient été longuement étudiées pendant l'année scolaire, de nombreux candidats ne les reconnaissent pas en cours de manipulation. En physique des ondes, ils évoquent trois vitesses différentes : la vitesse de phase, la vitesse de groupe et la célérité, sans être capable de les définir. De même, les candidats éprouvent beaucoup de difficultés, voire de réticences, à transposer dans un domaine une notion acquise (?) dans un autre. Rappelons que la notion de contraste d'un phénomène d'interférences s'applique aussi bien aux ondes centimétriques et aux ondes sonores qu'en optique.
- ◆ L'incapacité de certains candidats à établir un bilan d'énergie, que ce soit à propos d'une machine thermique, d'une ampoule électrique ou d'un écoulement de fluide, les conduit à passer à côté de l'esprit même de certaines manipulations proposées.
- ◆ Les unités et les ordres de grandeurs ne font toujours pas partie du bagage minimal de certains candidats. Le facteur 2π reste également un mystère pour beaucoup, la confusion entre fréquence et pulsation est courante, quand la pulsation n'est pas exprimée en hertz !
- ◆ La mesure en dB semble mal assimilée, les diagrammes de Bode sont alors parfois fantaisistes, voire « maquillés » pour coller à des bribes de connaissances : un filtre du second ordre présentant une atténuation de 6 dB à la pulsation de coupure s'est vu « corrigé » pour présenter une atténuation de 3 dB sur le diagramme. Ce diagramme met également en évidence une méconnaissance de l'échelle logarithmique : la pulsation (ou la fréquence) nulle apparaît fréquemment à l'origine des abscisses.

2 – la difficulté à réaliser physiquement un montage

- ◆ Les problèmes de masse sont toujours aussi mal appréhendés : les montages avec un seul fil sortant du générateur de fonctions ne sont pas rares, ceux avec N masses aussi (une par appareil de mesure, une par générateur, une sur la plaquette, etc. !) La notion même de référence de potentiel est méconnue et très souvent confondue avec la « terre » ou la connexion au boîtier de l'appareil, voire à la carcasse d'une boîte de résistances.

◆ Les candidats font trop rarement preuve de méthode dans la réalisation physique d'un montage. En premier lieu, il conviendrait à chaque fois de faire précéder le câblage par un schéma clair, fonctionnel et complet du montage et des connexions des appareils de mesure, même quand ceci n'est pas explicitement demandé dans l'énoncé du sujet. L'équipotentielle de référence n'est presque jamais câblée en premier, le choix des couleurs de fils prédispose (et conduit le plus souvent) à l'erreur. La disposition physique des composants s'avère plus déterminée par la longueur des fils choisis a priori que par une organisation visant à rendre compte du schéma ou des relations fonctionnelles entre les composants.

◆ La mesure d'une intensité reste problématique : plusieurs candidats branchent sans se poser de question un ampèremètre en parallèle sur la charge. Ce comportement est assez inquiétant lorsqu'il s'agit de mesurer l'intensité circulant dans une machine à courant continu de plusieurs centaines de watts.

◆ L'alimentation stabilisée, qui fonctionne tantôt en générateur idéal de tension et tantôt en générateur idéal de courant, laisse plus d'un candidat perplexe, d'autant plus que l'indicateur lumineux passe du vert au rouge !

◆ Réaliser l'alimentation d'un amplificateur opérationnel [+15V, 0V, -15V] relève de l'exploit pour la majorité des candidats, qui se plaignent d'avoir deux générateurs à mettre en série alors que dans leur établissement ils n'avaient qu'à brancher sans réfléchir.

3 – le manque du souci de la précision et de l'usage pertinent des appareils de mesure.

Les candidats doivent chercher spontanément à faire des mesures dans les meilleures conditions possibles.

Lorsqu'ils utilisent un oscilloscope par exemple, ils ne pensent pas assez :

◆ à travailler a priori en DC (pour ne pas s'étonner si les créneaux deviennent des morceaux d'exponentielles et les A.O.aturent sans qu'on le sache) ; certains ne savent même pas le rôle exact du couplage AC d'une entrée d'oscilloscope,

◆ à calibrer les amplificateurs et la base de temps avant de faire une mesure,

◆ à utiliser le maximum de carreaux,

◆ à utiliser le déclenchement pour obtenir une courbe utilisable,

◆ et à utiliser, sans que ce soit une obligation, les fonctions avancées comme les curseurs horizontaux et verticaux des oscilloscopes numériques (en se méfiant toutefois des calculs tout faits, comme la valeur efficace d'une tension continue).

Il ne faut pas confondre indicateurs et appareils de mesure : combien de fois s'est-on contenté de lire la graduation du cadran d'un générateur pour « mesurer » une fréquence, ou bien de lire la tension et l'intensité directement sur l'alimentation ...

L'utilisation des fonctionnalités de capture de signaux et de logiciels a plutôt tendance à aggraver cette situation, les candidats ne mettant plus en doute un résultat obtenu de façon automatique.

IV) CONCLUSION

Les futurs candidats doivent être conscients que leurs atouts sont l'utilisation de modèles explicatifs, la vérification des ordres de grandeur et des unités, les remarques physiques pertinentes, les observations personnelles, les calculs d'incertitude. La validation et l'exploitation des résultats qui constituent la phase finale de l'étude, doivent être l'aboutissement d'une démarche scientifique bien conduite. Souvent par une mauvaise gestion du temps, les candidats ont de plus en plus tendance à négliger cette partie pourtant très valorisante au niveau de la notation. Le plus souvent, le travail de synthèse, de vérification de cohérence avec les modèles théoriques, et de retour critique sur la théorie ne sont évoqués qu'à l'instigation du sujet ou plus directement de l'examinateur alors que c'est l'esprit même de l'épreuve mixte !

Les candidats doivent être persuadés qu'ils ont intérêt à apprendre à présenter leurs résultats et à les exploiter. Là encore, ceci ne s'improvise pas. Une pratique soutenue tout au long de l'année reste le meilleur moyen de s'y préparer.

Dans les deux filières, de très bons candidats, bien préparés, ont réalisé de très bonnes prestations et ont obtenu de très bonnes notes. Puissent-ils être encore plus nombreux à l'avenir !