

# Physique

## Présentation des épreuves

### Épreuve de physique 1

Rappelons-le car certains le découvrent trop tardivement, l'épreuve de physique 1 PC est une épreuve de **30 minutes sans préparation portant sur l'intégralité des programmes de sciences-physiques de PCSI et de PC**. Le sujet se situe dans un cadre identifié sans proposer toutefois de démarche à conduire, laquelle est essentiellement du ressort du candidat. Ce dernier aura à cœur de développer une résolution dynamique et autonome, tout en étant prêt à interagir de manière positive avec l'examinateur. **La calculatrice est bien sûr autorisée**, certains le découvrent également au dernier moment.

Le candidat, muni de sa convocation, d'une pièce d'identité valide et de sa calculatrice, attend dans un lieu dument indiqué d'être conduit par l'examinateur en salle d'interrogation. Après le contrôle des documents mentionnés et l'émargement, le candidat se voit proposé un exercice. Après environ trois minutes de lecture, le candidat présente sa résolution au tableau. Les téléphones portables demeurent éteints et rangés dans les sacs.

Cet oral évalue principalement les compétences suivantes : analyse des informations, réalisation de consignes, mise en place et validation d'une démarche, autonomie et capacité à communiquer.

Le respect des horaires a été quasiment parfait cette année comme les années précédentes.

### Épreuve de physique 2

Les candidats disposent de *30 minutes de préparation* suivies de *30 minutes d'interrogation*. La calculatrice est autorisée, et un ordinateur est à leur disposition pendant la préparation et pendant la présentation.

Ils sont jugés sur leur capacité à mettre en oeuvre une démarche scientifique pour répondre à un problème posé. Ils sont ainsi évalués sur leur assimilation opérationnelle des notions, leur autonomie dans la mise en oeuvre d'une démarche, la rigueur et l'aisance dans leur raisonnement, la réflexion et la prise de recul sur la situation et les résultats obtenus, leur bonne maîtrise des outils mathématiques et informatiques et, enfin, leur capacité à interagir de façon constructive avec l'examinateur.

Les sujets sont tous contextualisés, peuvent aborder plusieurs thèmes (optique et thermodynamique, électronique et physique des ondes, etc.) des programmes de première et de deuxième année et de nombreux types de supports peuvent être utilisés pour décrire la situation physique et contribuer à la démarche de modélisation : programmes Python, vidéos, animations, graphes, photographies, documents, etc. Dans la mesure où le candidat dispose d'un temps de préparation, cette épreuve permet notamment de proposer de plus en plus de sujets de type « résolution de problèmes », où la phase de modélisation demande plus d'autonomie de la part du candidat.

Les situations physiques étudiées sont très souvent propices à une utilisation de l'outil numérique. Celui-ci est avant tout au service de la résolution du problème posé. Une grande majorité des sujets sont ainsi accompagnés d'un programme Python, qui consiste en général en la mise en oeuvre de méthodes élémentaires (tracés de courbes, méthode d'Euler, intégration numérique). D'autres logiciels peuvent également être utilisés pour permettre aux candidats de dégager rapidement le comportement de certains systèmes, leur prise en main étant toujours immédiate.

La préparation est ainsi proposée pour laisser aux candidats le temps de faire le point sur leurs connaissances, de s'appropriier le contexte, et d'utiliser des outils numériques de résolution, ce qui est toujours chronophage.

## Analyse globale des résultats

### Épreuve de physique 1

Avant tout, le jury de physique 1 tient à saluer l'immense mérite des candidats et de ceux qui les forment. Il reconnaît les efforts de tous au cours de leur formation aussi riche qu'exigeante. Les prestations fournies témoignent globalement d'un niveau général et d'une qualité d'investissement remarquables. Un certain nombre de points importants méritent toutefois d'être soulignés.

Le sentiment général cette année est celui d'un plus grand manque de maîtrise des points de cours portant sur l'ensemble des deux années. En corollaire, le jury note assez généralement un défaut d'analyse physique du problème posé. On peut affirmer que ceux qui se sont appliqués à faire en amont cette analyse ont réussi leur planche : ils ont compris la trame, su poser les bases de leur approche et comprendre les interventions de l'examinateur. De même a-t-on constaté très souvent une absence de retour sur les résultats obtenus ou fournis en cours d'exposition. Il est essentiel de s'interroger sur la justesse, la pertinence et la portée d'un résultat.

Le jury a également noté une certaine baisse dans la combativité et la qualité des interactions avec l'examinateur pour un grand nombre de candidats. La durée de l'oral est très courte, il faut veiller à être au maximum de son autonomie, de son dynamisme et de sa qualité d'écoute. Certains candidats attendent une approbation ou une relance après chaque proposition. Si l'examinateur veille à maintenir, le cas échéant, un continuum dans l'exposé il ne doit pas être le moteur de ce dernier. Certains candidats écrivent en silence tout en cachant leur production, cela est à l'exact opposé de ce qui est recherché ici. D'autres pêchent également au niveau de l'expression orale en parlant de façon syncopée. L'oral est très bref, il ne s'agit pas de gagner du temps mais de produire efficacement des résultats par un raisonnement construit et argumenté.

Comme les années précédentes et peut-être plus encore, le jury déplore un manque de maîtrise des outils et du formalisme mathématiques courants, notamment dans le domaine de l'intégration, de la dérivation, de la trigonométrie, de l'analyse vectorielle et de la géométrie avec une mention spéciale pour les coordonnées sphériques. Il regrette également l'absence assez courante de schémas soignés et orientés pourtant essentiels à la compréhension et à la résolution des exercices.

Au point de vue thématique, la mécanique (du point, du solide, des fluides et des systèmes ouverts) est globalement mal maîtrisée par les candidats.

### Épreuve de physique 2

Comme la session précédente, certains candidats réalisent d'excellentes prestations : ils possèdent une solide culture scientifique, maîtrisent parfaitement tous les aspects techniques (calcul mathématique, programmation Python) et font preuve d'un excellent sens physique. Le jury n'a globalement pas noté de grandes différences avec la session précédente en terme de compétences acquises.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Remarques générales

#### Épreuve de physique 1

Les candidats doivent conduire une démarche autonome et dynamique sans attendre de l'examinateur des relances et des confirmations continues mais en se tenant prêt à rebondir aux interventions de ce dernier. Redisons-le : le moteur de cet oral doit toujours être le candidat et jouer la montre n'est pas une

bonne option pour un oral aussi court. Une certaine tenue est bien évidemment attendue au niveau du langage et de sa fluidité.

Après avoir lu le sujet en entier, le candidat doit commencer par une analyse physique du problème posé, c'est elle qui va l'amener à construire une démarche susceptible d'aboutir. Les résultats intermédiaires seront également à analyser pour vérifier leur pertinence, la légitimité des hypothèses effectuées et l'avancement de la résolution.

L'oral de physique 1 exige de la part du candidat un recul et une grande capacité de modélisation. Il nécessite des allers-retours continuels entre les résultats obtenus, les hypothèses effectuées et la contextualisation du sujet.

Le jury a été surpris de constater que des points proches du cours posaient problème à bon nombre de candidats et demandaient une durée de traitement disproportionnée. Ce point sera repris dans les différentes thématiques qui suivent.

Le formalisme mathématique a été souvent malmené. On a vu de nombreuses difficultés liées à l'intégration, à la dérivation, au mélange des écritures scalaires et vectorielles et aux outils d'analyse vectorielle. Les coordonnées sphériques posent d'insolubles difficultés à de très nombreux candidats, il faut agir sur ce point.

La définition du système étudié et du référentiel d'étude est un préalable indispensable à toute démarche, même si ces derniers peuvent paraître évidents.

Un schéma de situation bien réalisé permet de gagner énormément en temps, en clarté et en justesse.

## Épreuve de physique 2

L'oral débute dès l'appel dans la salle d'attente. La signature de la feuille d'émargement, la prise en main de la salle, du sujet et de l'ordinateur, le va-et-vient des candidats, effacer le tableau avant de partir... tout cela prend globalement plusieurs minutes. La seconde phase de présentation orale de cette épreuve dépasse donc rarement les 27 minutes.

La calculatrice est autorisée, mais il est aussi tout à fait possible d'utiliser une console Python sur l'ordinateur pour y effectuer les applications numériques. Notons de plus qu'il est important de *se munir d'une règle* pour exploiter pleinement certains supports graphiques. Depuis quelques années, un formulaire est mis à disposition des candidats sur l'ordinateur en PDF. Il est présenté par l'examineur et laissé ouvert sur le sommaire, cliquable. Il contient les éléments suivants :

- des données numériques - valeurs des constantes fondamentales, tableau périodique, données diverses (système solaire, ordres de grandeurs divers de capacités calorifiques, viscosités...);
- des formules mathématiques - opérateurs vectoriels, trigonométrie, primitives diverses...;
- des formules de physique à rappeler dans le cadre du programme, par exemple les relations de conjugaison, l'équation de Schrödinger, l'équation de Navier-Stokes...

Les sujets rappellent l'existence du formulaire lorsqu'ils y font référence, mais tout candidat peut s'y référer s'il le pense utile.

La spécificité de l'épreuve tient dans ses 30 minutes de préparation. Or la gestion de ce temps est très souvent inefficace. La préparation doit servir à :

- s'imprégner du contexte, se remémorer le cours afférent, comprendre les hypothèses (et ne pas passer à côté de certaines d'entre elles souvent fondamentales, ou comprendre de travers la première question) ;
- lire les codes python éventuellement proposés - la lecture des codes proposés est un minimum qui permet de ne pas se retrouver dépourvu lors de la présentation. La phrase « je n'ai pas eu le temps de regarder le code » est plus que dommageable et à proscrire ;

- réfléchir aux pistes de résolution, sans forcément les mettre en place. Un candidat ne doit pas passer l'intégralité de sa préparation sur la première question sans réfléchir à la suite du sujet. À l'inverse il n'est pas attendu qu'un candidat saute les questions comme il pourrait le faire pour un écrit : *il n'est pas possible de passer des questions sans y être invité par l'examineur*. Les problèmes proposés ont une structure qui se veut la plus proche possible d'un problème réel à analyser, et le candidat doit montrer sa capacité à construire un raisonnement logique pour les résoudre. Il faut donc avoir pris le temps de réfléchir à des pistes pour chacune des questions, car elles seront abordées linéairement pendant le passage ;
- enfin, s'il reste du temps, commencer à mettre en place les démonstrations de cours, calculs, applications numériques, écriture de code.

De plus, il est très important de prendre conscience que la note ne dépend absolument pas de la quantité de résultats trouvés pendant la préparation ou du nombre de questions traitées, mais bien de la qualité — et non de la quantité — de ce qui a été présenté et échangé oralement avec l'examineur pendant les 30 minutes de passage. La préparation reste bien cela : une *préparation* au passage à l'oral. Le jury valorise ainsi principalement une bonne prestation orale, que l'on espère magnifiée par une bonne gestion de la préparation, alliée à une compréhension profonde des concepts manipulés par le candidat, plutôt qu'une capacité à ressortir automatiquement et rapidement une démonstration apprise par coeur (équation de la chaleur, équation d'onde sur une corde, etc.). Une excellente connaissance *opérationnelle* des notions vues en cours est donc nécessaire.

Au titre d'une bonne prestation orale, le jury attend ainsi des candidats qu'ils présentent en premier lieu la situation physique étudiée, la démarche de résolution envisagée, pour qu'une discussion qualitative s'engage éventuellement avec l'examineur. La description soignée de la démarche, la justification rigoureuse des relations utilisées et l'analyse physique des résultats obtenus sont des critères d'appréciation essentiels pour le jury.

Enfin, le jury apporte une très grande importance aux applications numériques. Elles sont incontournables et il n'est pas possible d'ignorer ces étapes sans dénaturer complètement la démarche de résolution : elles permettent d'ancrer la démarche dans le réel, d'exercer un regard critique sur l'ordre de grandeur obtenu. Ainsi, chaque application numérique *doit* être commentée. De même il n'est pas concevable de demander « s'il faut les effectuer », l'évitement ne fait pas partie de la démarche scientifique. Les résultats des applications numériques sont encore trop souvent erronés, tout comme les conversions, même élémentaires. Ils doivent comporter un nombre de chiffres significatifs raisonnable et cohérent et être exprimés dans une unité appropriée. Enfin, le jury n'évalue pas la compétence des candidats à utiliser leur calculatrice, mais une aisance dans l'usage des fonctions trigonométriques (conversion des degrés en radians) ou de la notation scientifique affichée par leur calculatrice (combien comptent les zéros de leur calculatrice pour proposer une puissance de 10...) est a minima attendue. Si l'expression littérale est complexe, un code python pré-rempli est en général fourni permettant d'obtenir un résultat numérique rapidement.

Des exemples de sujets avec les supports associés sont mis à disposition des futurs candidats sur le site du concours.

## Remarques générales communes aux deux épreuves

### Mécanique

Les sujets de mécanique sont problématiques pour un grand nombre de candidats généralement en raison d'un manque de rigueur (vecteur/scalaire, schémas, définitions du système et du référentiel, dérivées, intégrales, conditions aux limites, bases de projections, représentations 3D ou en coupe...) et de méthode. Le simple calcul d'une accélération ou d'un moment cinétique prend parfois beaucoup de temps. Le moment d'une force est souvent incompris. Le théorème du moment cinétique a été très fréquemment maltraité :

vectoriellement, il est posé sans justification ni point bien défini et le plus souvent sans légitimité ; en projection (ce qui suffit le plus souvent), son application est généralement très problématique. Le moment cinétique en un point n'est pas toujours colinéaire au vecteur rotation. Contrairement à ce que certains pensent, un théorème s'applique dans un cadre strict qu'il convient obligatoirement de préciser. Il vaut mieux éviter d'appeler PFD ou RFD le théorème de la résultante cinétique pour un solide (en rotation par exemple) car cela donne lieu à des confusions irratrapables du style « accélération du solide ». Pour les mouvements à force centrale, l'exposé ne dépasse pas souvent l'exposé plutôt maîtrisé des concepts de base. La mécanique en référentiel non galiléen a été souvent problématique par une réelle méconnaissance des points de cours.

### Mécanique des fluides

Comme l'an passé, la mise en place de bilan est souvent compliquée voire impossible : il faut impérativement revoir ce point en commençant par la définition du système ET du référentiel, ce dernier passant souvent à la trappe. Les hypothèses de la relation de Bernoulli sont généralement connues formellement mais semblent compliquées à vérifier in situ. La mise en équation des écoulements classiques (Poiseuille, Couette) n'a pas toujours été fluide, de même que la mise en place d'une forme de champ des vitesses ou la projection des équations usuelles (connaissance et maîtrise des opérateurs à revoir).

### Ondes mécaniques

Il faut être capable de dépasser le simple établissement de l'équation de d'Alembert pour une corde vibrante. Attention à la notion de continuité très souvent invoquée sans réelle réflexion !

### Thermodynamique

L'utilisation du premier principe industriel est rarement spontanée et souvent problématique. Il faut prendre conscience que le delta porte sur l'espace et pas sur le temps... L'utilisation des résistances thermiques n'est également pas proposée naturellement et leur définition même est problématique (la définition de la résistance thermique n'est pas  $e/\lambda S$ ). Toute description plus élaborée est alors inenvisageable. L'application des deux principes est loin d'être parfaite, notamment dans la définition des différents systèmes, des évolutions et dans leur écriture même. Si l'équation de la diffusion thermique est correctement restituée, son établissement pose parfois de sérieux problèmes. Il serait bon de réfléchir à la notion d'ARQS thermique. Les lois de Fick et de Fourier sont plutôt bien maîtrisées.

### Electromagnétisme

Beaucoup de formules sont connues à une constante multiplicative près (vecteur de Poynting, énergie électromagnétique, densité de courant...). Les surfaces de Gauss doivent être fermées et le théorème d'Ampère s'applique sur un contour ! Il est bon de savoir passer d'une équation locale à sa formulation intégrale, les deux écritures apportant des résultats complémentaires. Les symétries et invariances sont invoquées sans plus de précisions et leurs conséquences également... La maîtrise des différents opérateurs en coordonnées cartésiennes est indispensable (notamment divergence et Laplacien). Il existe un certain nombre de situations dans le programme à identifier rapidement (plasma neutre, zone vide de charge et de courant, métal...). On n'appliquera pas une relation de structure à une onde qui n'est pas plane.

### Mécanique quantique

Les sujets s'articulent souvent autour de l'équation de Schrödinger rappelée dans les énoncés. Ils passent évidemment par une phase de calculs qui doit être maîtrisée et ne pas occuper toute la séance d'interrogation mais laisser place à une analyse du phénomène étudié. La notion de densité de probabilité de présence est à revoir pour certains. L'inégalité de Heisenberg est trop souvent malmenée. Il importe de sortir de la réalisation de calculs rituels sans vrai recul. Un minimum d'analyse et de compréhension serait souhaitable.

## Optique

On note des difficultés dans les constructions géométriques menant au calcul d'une différence de marche. Certains n'hésitent pas à faire de la géométrie autour d'une lentille convergente, ignorant sa nature bombée... La condition d'interférences destructives/destructives portant sur le déphasage ou l'ordre d'interférence est méconnue, on lui préfère la formule de Fresnel et les calculs aboutissent alors rarement. Il serait bon de reprendre ce point. Le théorème de Malus porte hélas bien son nom. Il faut le reprendre pour bien l'exposer. Des tracés élémentaires d'optique géométrique ont posé d'insurmontables difficultés.

## Conclusion

Au-delà de ces remarques qui se veulent constructives, les membres du jury tiennent vraiment à saluer une fois encore le très grand mérite des candidats et de leurs formateurs.

La réussite d'un candidat tient dans sa capacité à mener son oral de façon dynamique et autonome tout en interagissant de façon constructive avec l'examineur. Le préambule demeure toujours une véritable analyse physique du problème. Jamais le candidat ne doit s'en départir tout au long de ce court exposé, c'est véritablement sa boussole.

Il est essentiel de veiller au strict respect du formalisme mathématique sans lequel aucune démonstration n'est possible. Une maîtrise des points essentiels du cours et une vraie approche physique des problèmes posés s'imposent également.

Comme chaque année, les jurys de physique 1 et 2 forment le vœu que les remarques et conseils formulés dans ce rapport soient utiles aux futurs candidats et à leurs équipes éducatives.

# Travaux pratiques de physique

## Présentation de l'épreuve

L'épreuve, d'une durée de 3 heures, consiste à réaliser plusieurs expériences, à analyser et à interpréter les résultats en vue de répondre à une problématique concrète. Il s'agit d'étudier un phénomène particulier (électricité, électronique, optique) à l'aide des notions figurant au programme des deux années de préparation. D'une manière générale, les candidats sont évalués à partir des compétences de la démarche expérimentale : s'approprier, analyser, réaliser, valider, communiquer.

L'épreuve nécessite généralement l'élaboration et la mise en œuvre d'un ou plusieurs protocoles expérimentaux, une interprétation et une présentation des résultats, accompagnées éventuellement de quelques justifications théoriques. Les protocoles expérimentaux peuvent être donnés dans le sujet ou à proposer par les candidats. Parallèlement aux échanges avec l'examinateur, les candidats rédigent un compte rendu dans lequel figurent les résultats obtenus et les réponses aux questions non traitées lors de ces échanges. En guise de conclusion, il est demandé aux candidats d'analyser et de valider les résultats, d'effectuer une synthèse montrant qu'ils ont compris la démarche et la finalité de l'étude ou encore de répondre à une question ouverte permettant de replacer le travail dans un contexte plus général.

Cette épreuve ne nécessite pas de mesures de sécurité particulière. Les candidats doivent se munir d'une calculatrice et du matériel d'écriture usuel (stylos, crayons, gomme et règle) lorsqu'il n'est pas fourni par le concours. Les copies et les brouillons sont fournis par le concours. Les appareils connectés (et en particulier les téléphones portables) et les clés USB sont interdits. Les montres sont interdites dans certains centres d'examen mais dans ce cas un réveil ou une horloge est mis à disposition des candidats. Durant l'épreuve, les étudiants disposent de la notice des appareils et des modes d'emploi succincts des différents logiciels mis à leur disposition. Dans certains cas, l'examinateur ou un technicien peut également expliquer le fonctionnement de certains dispositifs.

## Analyse globale des résultats

Certains candidats sont de brillants expérimentateurs et font des analyses très fines. D'autres, au contraire, ont plus de difficultés dans les manipulations et manquent de dextérité. Par ailleurs, on peut regretter qu'un certain nombre de candidats se focalisent sur la réalisation des gestes expérimentaux sans réellement chercher à comprendre les phénomènes ni à exploiter les résultats en vue de répondre à la problématique proposée.

## Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats

### Attitude

L'épreuve de travaux pratiques se déroule souvent dans un lieu différent de celui des autres épreuves, les candidats doivent donc veiller à se présenter à l'endroit et à l'heure précisés sur leur convocation.

Il est rappelé que cette épreuve s'effectue en temps limité : trois heures pour la réalisation des expériences et la rédaction du compte rendu, une fois les explications et consignes données. Les candidats sont responsables de la gestion de leur temps, qui doit leur permettre de traiter l'essentiel de l'épreuve dans la durée impartie. Certains candidats ont une attitude trop attentiste qui nuit à leur efficacité. Une utilisation raisonnée des brouillons et un échange précoce avec l'examinateur en cas de difficultés améliorerait les prestations. Beaucoup de candidats retardent à l'excès la réalisation des expériences et perdent beaucoup de temps à s'approprier la problématique en s'engageant dans des calculs très souvent inadéquats. Le

jury leur conseille, en cas de difficulté dans la compréhension du sujet, de faire appel à l'examineur pour engager un dialogue qui, certes, peut les priver d'une partie des points attribués dans le barème à l'appropriation du problème posé mais leur permet de mettre en œuvre les protocoles et d'exploiter les résultats des mesures, activant ainsi les compétences « réaliser » et « valider ».

Les candidats sont invités à lire attentivement l'ensemble du sujet, y compris les annexes et les tableaux de données. Identifier les différentes manipulations à réaliser et les éventuels temps morts permettrait aux candidats de s'organiser avec plus d'efficacité.

De plus, le jury rappelle aux candidats qu'ils doivent prendre l'initiative de solliciter l'examineur lors des différents appels prévus au cours des activités à réaliser. Si un candidat n'a pas réussi à élaborer complètement le protocole demandé ou ne parvient pas à réaliser les manipulations proposées, il ne doit pas hésiter à solliciter l'examineur pour lui faire part de ses réflexions ou de ses difficultés. Un échange s'engage alors entre l'examineur et le candidat, celui-ci reçoit les indications nécessaires et peut continuer l'épreuve (avec éventuellement une conséquence sur la note). Il est regrettable de voir que certains candidats n'appellent pas suffisamment tôt l'examineur, perdent du temps à élaborer un protocole qu'ils ne parviennent pas à finaliser et n'ont ensuite plus le temps nécessaire pour mener à bien l'ensemble des manipulations.

Enfin, les candidats doivent faire la différence entre un test qualitatif et une mesure précise de manière à ne pas perdre de temps. Dans le sujet, figurent deux ou trois appels à l'examineur, pendant lesquels les candidats doivent faire une brève synthèse orale de leurs résultats. Certains déclenchent ces appels sans avoir abordé toutes les expérimentations demandées, attitude évidemment contraire à l'esprit de l'épreuve.

La synthèse écrite demandée en fin d'épreuve est souvent absente ou se limite à un simple résumé, parfois de quelques lignes, parfois au contraire trop long, énonçant les résultats obtenus ou les difficultés rencontrées. Ce n'est pas du tout ce qui est demandé. Le but de la synthèse est de prendre du recul et de montrer l'intérêt de la manipulation.

#### Interaction avec l'examineur

Les candidats sont dans leur grande majorité courtois. Le jury regrette toutefois qu'ils ne soient pas toujours attentifs aux remarques et propositions de l'examineur car ces dernières sont formulées dans le but d'aider les candidats. Un nombre croissant de candidats attribue les résultats expérimentaux erronés à des dysfonctionnements présumés du matériel et ont des difficultés à prendre en compte les indications apportées par l'examineur pour les aider à corriger leur protocole expérimental (par exemple lors de mesures automatiques en AC+DC mal comprises).

#### Aspects pratiques

L'oscilloscope numérique est souvent employé comme instrument capable de tout mesurer (à la place du voltmètre par exemple). Nombre de candidats en attendent des fonctions évoluées (calcul de valeur crête, de valeur moyenne...) mais manquent d'esprit critique quant aux résultats obtenus (par exemple dans le cas d'échelles horizontales ou verticales inadaptées, de valeurs relevées en position AC ou DC). Un mauvais choix de fonctions par certains candidats (maximum ou tension crête-à-crête au lieu d'amplitude, retard au lieu de phase...) rend les mesures moins précises ou moins faciles à effectuer. Beaucoup de candidats ont des difficultés pour la mesure de déphasages (notamment sur le signe) et ne pensent pas toujours à utiliser les marqueurs temporels lorsque l'oscilloscope ne fournit pas une mesure du déphasage. Enfin certains candidats font confiance à la fonction « mesure » alors même que le signal est à peine visible à l'écran.

Le choix des paramètres d'analyse spectrale est mal maîtrisé, en particulier concernant le choix de la durée d'observation.

Pour le multimètre et l'oscilloscope, le jury relève encore parfois des erreurs de choix entre les positions AC et DC, des erreurs de branchement (ampèremètre en parallèle, voltmètre en série...) et de compréhension de la notion de calibre.

Malgré les notices simplifiées fournies aux candidats pour les oscilloscopes, beaucoup d'entre eux font des erreurs de mesure par mauvaise configuration. Le bouton de configuration automatique des oscilloscopes (autoset) est à utiliser avec une grande précaution car il modifie de nombreux paramètres.

On note toujours certaines erreurs récurrentes :

- erreurs de masse (non-raccordement ou raccordement en deux endroits différents, entrée non connectée à la masse alors qu'on demande d'appliquer un potentiel de 0 V) ;
- non-vérification du fonctionnement linéaire d'un montage (choix de signaux d'amplitude inadaptée) ;
- confusion entre fréquence et pulsation ;
- confusion entre tension crête et tension crête-à-crête. L'étude de la fonction de transfert d'une boîte noire avec deux bornes marquées entrée et deux bornes marquées sortie pose souvent des problèmes de branchement. En cas de doute, le candidat ne doit pas hésiter à demander confirmation à l'examineur.

Certains candidats rencontrent des difficultés pour effectuer des tracés (échelle non présente, choix de l'échelle non adaptée). Beaucoup ne savent pas relever puis exploiter un tracé fréquentiel (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure, calculer une pente en échelle logarithmique). Plusieurs candidats utilisent l'asymptote en hautes fréquences du tracé fréquentiel d'un filtre passe-bas, pour identifier sa constante de temps alors que c'est moins précis que l'intersection des asymptotes ou l'utilisation de la fréquence de coupure.

Très peu de candidats prennent le temps à la fin de l'épreuve pour faire la synthèse et une conclusion de l'épreuve. Quelques candidats attendent la fin de l'épreuve (15 min avant la fin) pour rédiger le compte-rendu, alors qu'ils devraient le rédiger tout le long de l'épreuve au lieu de consacrer la fin de l'épreuve pour faire la synthèse et la conclusion.

Concernant le matériel utilisé en optique, les candidats de la filière PC l'utilisent globalement en connaissance de cause, et font des réglages et mesures avec soin, ce qui est très appréciable. Certains candidats ne savent pas reconnaître une lentille divergente d'une lentille convergente ou utilisent des termes approximatifs, confondant les différents instruments (lunette, viseur, collimateur...). Mais globalement le niveau en optique est satisfaisant. En interférométrie, il manque souvent la compréhension physique des phénomènes observés, en particulier la relation entre l'observation (niveau lumineux) et la différence de marche, ainsi que la différence entre forme des franges (rectilignes, circulaires ou autres) et leur interprétation physique (égale épaisseur ou égale inclinaison). Sur le goniomètre, peu de candidats comprennent le protocole de réglage ou font correctement le lien entre les angles lus sur le cercle gradué et les angles incidents et réfractés ou diffractés par un réseau.

Concernant les résultats expérimentaux, leur incohérence ne semble pas perturber certains candidats. D'autres au contraire n'hésitent pas à déformer les phénomènes observés pour les faire coïncider avec des interprétations erronées.

Certaines courbes manquent de définition d'échelle ou utilisent des échelles inadaptées. On relève aussi parfois une erreur sur l'unité choisie (pourtant précisée dans l'énoncé) qui implique une déviation importante sur les résultats (passage de degrés Celsius en kelvin, par exemple).

Certains candidats n'utilisent pas le papier millimétré ou l'ordinateur à leur disposition et dressent un graphique rudimentaire et peu précis sur le compte rendu.

Dans l'ensemble, la plupart des candidats maîtrisent correctement le tracé expérimental de diagrammes de Bode ainsi que l'analyse de ces diagrammes mais trop de candidats annoncent comme asymptote à  $-20$  dB/décade une droite de pente différente, qu'ils ont tracée en se contentant de coller au mieux aux points de mesure. Quelques candidats peu familiers avec le papier semi-logarithmique portent en abscisse le logarithme de la fréquence au lieu de la fréquence. Certains candidats ont des difficultés à exploiter le relevé expérimental (identifier un gain statique ou une fréquence de coupure à partir des tracés de la réponse fréquentielles).

Il y a fréquemment des erreurs sur la mesure d'une bande passante à  $-3$  dB quand le gain dans la bande passante n'est pas de 0 dB ou quand le système présente une résonance.

Dans d'autres cas, les candidats ne pensent pas toujours à essayer de se ramener au tracé d'une droite pour démontrer une loi physique. Inversement, de nombreux candidats essaient de faire passer une droite par des points qui n'ont pas de raison particulière d'être alignés. Dire qu'une courbe est une droite après avoir placé seulement trois points n'est pas très rigoureux et il convient de placer tous les points mesurés avant de conclure.

De manière générale, une mesure ou constatation expérimentale devrait se traduire dans le compte rendu par un tableau ou une courbe.

### **Compétence « communiquer »**

#### **À l'oral**

L'épreuve comporte une part de communication orale et la capacité des candidats à exposer clairement leur démarche est largement évaluée. Les candidats sont invités à appuyer leur raisonnement sur un schéma clair ou un calcul effectué proprement au brouillon. On attend un langage précis, une expression claire. Les échanges avec le jury sont aussi l'occasion d'orienter les candidats qui se sont parfois trompés. Le jury évalue favorablement ceux d'entre eux qui écoutent et mettent en pratique les conseils prodigués. Comme indiqué plus haut il est recommandé aux candidats d'interagir avec l'examineur, de l'appeler en cas de difficultés ou de doute.

#### **À l'écrit**

Un compte rendu succinct rapportant les mesures et les exploitations est demandé. Là encore, le jury attend clarté et concision. Dans ce compte rendu le candidat doit faire figurer les réponses aux questions posées dans le sujet. Apporter une réponse argumentée à la problématique exposée en début de sujet est très apprécié. Toutefois, il ne faut pas développer les commentaires des résultats et le détail des protocoles déjà traités à l'oral car ils ont déjà été évalués.

Enfin, le candidat doit s'efforcer de rédiger son compte rendu en utilisant un vocabulaire rigoureux, une syntaxe correcte et une calligraphie lisible. Les résultats doivent être soulignés ou encadrés. Les tableaux de mesures sont appréciés, mais trop rares. En fait, trop de candidats se satisfont d'une seule mesure. L'épreuve est certes en temps limité, mais répéter une mesure est utile pour comprendre quels effets peuvent intervenir dans l'évaluation de l'incertitude associée la mesure.

### **Conclusion**

L'épreuve de travaux pratiques de physique requiert de la part des candidats des qualités d'appropriation du sujet et d'analyse. Après avoir réalisé les manipulations, il convient d'en exploiter les résultats expérimentaux et d'avoir une attitude critique vis-à-vis des résultats obtenus. Réussir l'épreuve demande aussi une bonne organisation, une bonne gestion du temps et une communication exemplaire à l'écrit comme à l'oral. Le jury espère que ce rapport permettra aux futurs candidats de bien engager leur préparation.

Si le jury identifie quelques faiblesses chez certains candidats, il n'en oublie pas moins les qualités dont beaucoup ont fait preuve et a pu apprécier d'excellentes prestations.