

2 - PHYSIQUE

2.2 - Épreuves écrites

2.3 - PHYSIQUE - Épreuve mixte - filières PC et PSI

Après avoir défini de façon générale la nature et les exigences de l'épreuve mixte (I), nous insisterons ensuite sur les remarques et conseils relatifs aux aspects théoriques et pratiques et à la conduite d'épreuve (II).

I) La nature et les exigences de l'épreuve mixte

L'épreuve mixte de physique, en plus des caractéristiques communes à toutes les épreuves de physique (A), présente des particularités importantes (B).

A) L'épreuve mixte de Physique présente des caractéristiques communes avec les autres épreuves de Physique

Le fait qu'il s'agisse d'une épreuve de physique rend évidemment applicables à l'épreuve mixte toutes les remarques et conseils formulés par les examinateurs et correcteurs des autres épreuves de physique.

L'épreuve mixte requiert d'abord une bonne connaissance du cours dans tous les domaines du programme. En effet, les interrogations portent non seulement sur les ondes et l'électronique, mais également sur la thermodynamique, la mécanique et l'électrotechnique (en PSI), en bref sur toutes les matières au programme. Le candidat ne doit donc pas mettre en sommeil ses connaissances théoriques sous prétexte qu'il s'agit d'une épreuve à support expérimental, mais savoir les mobiliser en situation de façon pertinente.

L'épreuve mixte requiert évidemment la capacité de développer un calcul ou un raisonnement nécessaire à la compréhension, à la modélisation, à la comparaison critique ou à l'exploitation du travail expérimental.

Le compte rendu remis en fin d'épreuve traduit les aptitudes du candidat à rédiger et à synthétiser. Il sera éventuellement enrichi grâce aux indications prodiguées par l'examineur en cours d'épreuve ; en effet, même si celles-ci ne peuvent être imputées au crédit du candidat, il n'en demeure pas moins que doit figurer dans sa copie tout ce qui est pertinent pour l'exposé et la compréhension des phénomènes.

Le caractère oral de l'épreuve implique que le candidat sache s'exprimer, dialoguer, susciter, réagir, présenter de façon claire, concise et vivante ce qu'il a fait, ce qu'il fait et ce qu'il va faire ou ce qu'il voudrait faire.

L'épreuve mixte requiert également de l'initiative personnelle. Dans la conduite d'expérience, bien sûr, qu'il s'agisse de tester, de comparer, de mettre en œuvre, de proposer une application technique ou pratique, de mettre en perspective, de critiquer un modèle. Parfois, une indication indispensable au traitement de l'étude proposée a été sciemment omise par l'examineur, et il appartient au candidat de s'en apercevoir, de la solliciter ou de faire part de sa perplexité. Car comme le mentionnait déjà le rapport de l'épreuve orale de physique de 1998 pour l'option MP :

Au moment où des étudiants des classes préparatoires aux grandes écoles s'apprennent à changer de statut pour devenir des élèves-ingénieurs, il n'est que grand temps pour eux de comprendre que les données des problèmes à résoudre ne leur seront pas toujours fournies par un professeur bienveillant, tout entier consacré à leur service ! En outre, la prétention d'un candidat à résoudre un problème sans disposer des données indispensables à cette résolution est fort révélatrice de sa compréhension sur le fond de la matière concernée.

Le candidat doit par ailleurs savoir tirer profit d'une documentation, qu'il s'agisse de la notice d'un appareil ou d'un composant, d'indications écrites ou orales. Il s'agit de bien appréhender le contexte de ce que l'on sait et de ce qui est fourni pour effectuer le travail demandé. A ce propos, on constate une très forte augmentation de la proportion des candidats ne sachant pas lire le texte, en particulier quand il s'agit de comprendre ce qui est demandé ou de trouver les indications nécessaires. Trop souvent, la lecture est partielle, hâtive, les différents passages du texte, les renvois et notes de bas de page ne sont pas mis en correspondance. Et l'arsenal des artifices qui se développe d'année en année pour amener le candidat à une lecture raisonnée du texte (gras, souligné, encadré, voire flèches de renvoi, etc...) ne semble hélas plus suffire dans bien des cas. Ainsi, nous avons dû nous résoudre, pour la première fois, à faire suivre nos demandes d'observation des phénomènes de celles de reproduction sur la copie des phénomènes observés. Et pour les manipulations exigeant le respect particulièrement strict de consignes de sécurité ou présentant un risque de destruction pour les composants et le

matériel utilisés, les examinateurs en viennent à se demander s'il ne faudra pas dorénavant disposer en début de sujet des indications méthodologiques sur la lecture d'un texte.

Outre le fait que la division en questions et en paragraphes, la ponctuation, et le choix des termes (précis ou sibyllins) constituent en eux-mêmes des indications qui ne doivent pas échapper au candidat, l'architecture du sujet proposé répond elle-même à une certaine logique, tant pédagogique (progression dans la difficulté) que scientifique (la compréhension ou l'observation de certains phénomènes est parfois indispensable pour traiter la suite de l'épreuve). Il importe donc que le candidat se préoccupe en priorité de la logique du sujet et de son exposé, au lieu de chercher à faire un étalage gratuit et inutile de connaissances, ou de piocher çà et là des questions en réponse desquelles il pourrait nous jeter en pâture quelques mots-clés. En effet, la culture scientifique qu'il s'agit d'évaluer ne saurait se réduire à une simple cueillette.

B) L'épreuve mixte de physique présente des spécificités marquées.

L'épreuve mixte présente deux particularités concrètes qui la distinguent des autres épreuves :

- sa durée (une demi-journée),
- son caractère expérimental.

En outre, la mixité de l'épreuve se retrouve sous différents aspects :

- formes écrites et orales, aussi bien en ce qui concerne le candidat que l'examineur, qui a rédigé le sujet ou participé à sa rédaction et qui dialogue avec le candidat ; bizarrement d'ailleurs, beaucoup de candidats parlent du rédacteur du sujet à la troisième personne du singulier, ayant une forte tendance à le dissocier de l'examineur, voire parfois à l'y opposer ("oui, mais *il* a écrit..."),
- dualité des aspects théoriques et expérimentaux, allers-retours nécessaires entre théorie, modélisation, et expérience,
- mise en œuvre de savoirs et de techniques provenant de divisions différentes de l'enseignement des deux années de classes préparatoires ; à ce propos, le candidat ne doit pas oublier qu'au delà d'une présentation des connaissances justifiée par des considérations pédagogiques et logistiques, il lui appartient de rapprocher et de transposer ses connaissances dans le contexte qui lui est proposé.

Par toutes ces caractéristiques, l'épreuve mixte de physique est une épreuve complète, une épreuve de fond, et non un long quiz ou le $n + 1^{\text{ème}}$ TP de l'année. La durée de l'épreuve et la discussion avec l'examineur permettent à un candidat de revenir d'un choix malheureux, d'une maladresse ou d'une étourderie. Les résultats d'expérience sont un précieux auxiliaire pour déceler la théorie adéquate devant la traduire, pour proposer un modèle *a posteriori*, pour réviser un calcul ou un développement théorique préliminaire erroné. Le caractère long et complet de l'épreuve doit permettre la maturation du raisonnement, le recouplement des résultats expérimentaux et la cohérence des résultats avec les connaissances de base et les analyses. A ce propos, il convient de préciser que la contradiction entre résultats ou comportements expérimentaux ne doit pas être systématiquement évitée pour le confort de la conviction, par paresse ou par désintérêt, car elle constitue souvent l'indice d'un défaut de raisonnement ou de mise en œuvre. Mais elle peut aussi constituer le point de remise en cause (de la théorie, du modèle, de la valeur nominale) que l'examineur a voulu mettre en exergue et soumettre à la réaction du candidat dont on attend qu'il fasse preuve d'esprit critique et d'honnêteté scientifique.

Précisons que si l'état d'esprit dans la conception des sujets proposés et des interrogations menées est commun à l'ensemble des examinateurs, il n'y a pas de sujet type. Dans certains cas, une partie théorique préliminaire est nécessaire, pour d'autres on démarre tout de suite par des expérimentations. Certains montages complexes sont donnés câblés au candidat, d'autres plus simples sont à élaborer (structure, valeurs des éléments, mise au point).

Pour les sujets très "ouverts", c'est-à-dire peu directifs dans le recensement des connaissances à utiliser, dans la conduite d'expérience ou dans l'interprétation, l'initiative et l'à propos du candidat sont déterminants.

Pour les calculs compliqués, les mesures délicates ou répétitives, un outil approprié est fourni au candidat, mais on ne saurait le dispenser de savoir mener les calculs et les estimations les plus élémentaires.

En résumé, ce sont déjà les qualités du futur ingénieur qui sont évaluées dans cette épreuve mixte (développer, proposer des applications), celles du chercheur également dans la mesure où il s'agit de proposer un modèle ou une interprétation prédictifs, de resituer les phénomènes étudiés dans le canevas scientifique connu du candidat, voire celles de l'inventeur lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre une combinaison nouvelle de moyens connus ou mis à sa disposition pour répondre à un cahier des charges.

II) Remarques et conseils

Les examinateurs cherchent avant tout à évaluer les qualités du futur ingénieur, et élaborent leurs sujets et leurs interrogations en conséquence. L'étude proposée n'est pas une fin en soi, mais le moyen d'apprécier les aptitudes du candidat et sa démarche scientifique.

Nous présentons ci-après les remarques et conseils les plus généraux (A), puis ce qui concerne les connaissances (B), la conduite des expériences (C), en rappelant enfin ce qui doit constituer l'essentiel du travail effectué par le candidat (D).

A) Remarques générales

Avant toute chose, il conviendrait que davantage de candidats censément scientifiques ne considèrent pas théorie et signification pratique comme deux domaines non corrélés, car l'épreuve mixte vise principalement à faire établir cette corrélation dans le cas des montages étudiés. Par ailleurs, le qualitatif ne doit pas se réduire à des propos très vagues et imprécis autour de quelques mots clés. Le scientifique doit être capable de s'exprimer avec précision, rigueur et aisance autrement que par une série d'équations, à quelque niveau que ce soit, et donc également à l'occasion de l'épreuve mixte de physique. Descriptions et explications qualitatives constituent un élément essentiel, et pas seulement un préalable ou un enrobage. D'autre part, ce qui peut être mesuré, calculé et modélisé avec précision doit l'être, surtout (mais pas seulement) lorsque la demande en est explicitement formulée par l'examinateur.

On déplore le manque de schémas ou les schémas bâclés et incomplets, même quand des figures claires et exhaustives (légendes, signe ou sens de parcours, ...) sont explicitement demandées, que ce soit pour illustrer une question de cours, une théorie ou un modèle, préparer une expérimentation, traduire l'observation d'un phénomène ou d'une loi de variation.

Les candidats doivent se préoccuper des ordres de grandeur. Il est inadmissible que certains énoncent sans état d'âme des puissances excédant celles des centrales nucléaires et donc manifestement indisponibles dans un laboratoire standard, des longueurs d'onde optiques de l'ordre du mètre, des célérités de propagation d'ondes électromagnétiques de quelques ms^{-1} des capacités de plusieurs farads, des auto-inductances de plusieurs henrys, etc... D'autre part, la comparaison systématique des temps caractéristiques intervenant dans une manipulation (périodes, temps de montée, durée de commutation, ainsi que les différents produits RC que l'on peut calculer à partir des valeurs intervenant dans le circuit étudié, y compris ceux des appareils de mesure et de visualisation) devrait être un réflexe plus systématique chez les candidats. La remarque vaut bien sûr pour toutes les autres grandeurs physiques.

Enfin, il convient de mettre en garde les candidats contre certains raisonnements passe-partout appliqués à défaut d'un examen attentif et approfondi de la question traitée. La relation fondamentale de la dynamique n'est pas toujours la plus adéquate en mécanique, il faut savoir le cas échéant raisonner en intensité ou en charge et pas toujours en tension, en fréquence ou dans le domaine temporel suivant le contexte, etc.

B) Remarques relatives aux connaissances théoriques

De façon générale, de plus en plus de candidats affirment (de mémoire humaine ou électronique) sans démonstration ni commentaire des relations (exactes ou erronées) entre grandeurs physiques, mais sont incapables non seulement de les rétablir, mais même d'en indiquer la signification, voire la simple provenance¹. Et comme les résultats du cours doivent souvent être transposés ou complétés dans l'étude proposée au candidat, celui-ci se trouve particulièrement démuné quand il ne lui reste que des formules auxquelles n'est rattachée aucune signification et qu'il lui manque l'élément de compréhension fondamental qui seul lui permet d'aller au-delà de ce qu'il a appris.

Passons maintenant en revue les différents domaines faisant l'objet des interrogations.

1) Electronique et électrotechnique

Certains « réflexes » sont essentiels :

- continuité de l'intensité dans les auto-inductances,
- continuité de la charge des condensateurs,
- conservation de l'énergie.

¹ Cette dérive a été particulièrement nette en ce qui concerne la distance entre deux nœuds ou deux ventres consécutifs dans le cas des ondes stationnaires.

Les candidats doivent pouvoir définir ce qu'est un composant passif ou actif, un comportement linéaire, un régime permanent ou établi, un interrupteur ouvert ou fermé !

Les calculs ne doivent pas être conduits aveuglément et de façon inélégante. Il faut que les candidats utilisent les grandeurs réduites, qu'ils rendent leurs calculs plus simples, plus fiables et plus lisibles.

Les circuits avec des diodes et des amplificateurs opérationnels en saturation posent toujours autant de problèmes aux candidats, par manque de méthode. Les raisonnements par l'absurde doivent parfois se substituer aux méthodes déductives infructueuses.

Une condition de validité n'est pas nécessairement une égalité ou une inégalité simple. Il faut penser à dire, par exemple, qu'une période est très petite ou très grande devant une constante de temps, une résistance très faible devant un produit $L\omega$, etc.

Les problèmes de masse sont toujours aussi mal appréhendés : les montages avec un seul fil sortant du générateur de fonctions et les composants reliés à la masse de part et d'autre ne sont pas rares. 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.

Le choix d'un raisonnement en courant, en tension, ou en charge n'est que trop rarement lié à l'analyse préalable du circuit.

La connaissance des modélisations de l'amplificateur opérationnel est insuffisante dans la plupart des cas.

Il convient de réserver cette année une mention particulière au condensateur, dont les candidats semblent ignorer le rôle et les propriétés. Bien rares ont été cette année ceux qui l'ont envisagé comme un réservoir de charge se vidant ou se remplissant et qui ont pris la peine de suivre l'évolution des charges de ses armatures.

Enfin, un nombre anormalement élevé de candidats méconnaissent les propriétés des tensions et courants alternatifs, appliquant les lois du continu aux valeurs efficaces.

2) Ondes et optique géométrique

Les notions élémentaires de géométrie et de trigonométrie ne sont pas suffisamment possédées par les candidats, et la calculatrice ne permet pas toujours de sortir de l'ornière, ce qui montre bien que les lacunes en question ne résultent pas d'un problème de mémorisation.

En optique géométrique, les constructions de rayons sont en général bien maîtrisées mais les difficultés apparaissent dès la mise en pratique : réfraction limite, conjugaison, grandissements, profondeur de champ...

Les phénomènes de propagation : ondes électromagnétiques et ondes acoustiques sont mal maîtrisés. Les relations de passage des champs à l'interface entre deux milieux matériels sont très mal connues et mal appliquées.

La plupart des candidats ont des difficultés à expliquer ce qu'est une onde stationnaire, et ce qui la distingue d'une onde progressive. Et quand l'onde réfléchie n'a pas la même amplitude que l'onde incidente et que la somme des amplitudes complexes ne se réduit pas de façon simple comme un produit de fonctions trigonométriques, les candidats ont la plus grande difficulté à expliquer et à exploiter leurs observations.

Certaines notions, comme celle d'impédance, restent exclusivement attachées pour les candidats aux parties du cours où ils les ont rencontrées, et restent dépourvues de signification générale.

Les notions sur les vitesses de phase ou de groupe, celles qu'on mesure dans telle ou telle expérience, de façon directe ou indirecte, sont on ne peut plus vagues. Ainsi, la majorité des candidats à qui on demande de mesurer la vitesse de groupe d'une porteuse modulée en amplitude ne savent pas trop si la vitesse qu'ils mesurent est caractéristique de la fréquence de la porteuse ou de l'enveloppe.

Les connaissances sur les interférences et la diffraction relevant du cours de deuxième année sont en général mieux maîtrisées, au moins quand il s'agit de mener des calculs. Mais le sens physique attaché aux expressions obtenues ou fournies et l'influence d'un paramètre donné sur l'évolution de l'expression ne sont que trop rarement recherchés et discutés, alors que cette démarche devrait être spontanée. Ainsi, en va-t-il pour ce qui concerne le réseau de diffraction et l'intensité lumineuse : peu de candidats sont capables de déduire l'intérêt pratique de N , nombre total de motifs éclairés (et qui, expérimentalement, diffère souvent du nombre total de motifs que le candidat éclaire).

Il faut que les candidats sachent transposer dans un domaine une notion acquise dans un autre. Ainsi, la notion de contraste d'un phénomène d'interférences s'applique aussi bien aux ondes centimétriques qu'aux ondes sonores et optiques.

3) Thermodynamique

On note une forte diminution des connaissances en thermodynamique, en particulier en ce qui concerne les définitions et les significations des grandeurs physiques.

Il faut par ailleurs rappeler aux candidats que les principaux résultats du cours se limitent aux états d'équilibre et qu'il convient de prendre toutes les précautions nécessaires pour travailler dans ces conditions.

L'incapacité de certains candidats à établir un bilan d'énergie les a conduits à passer à côté de l'esprit même de certaines manipulations proposées.

C) Remarques particulières à la conduite des expériences

Si on note une progression du nombre de candidats sachant manipuler de façon performante et méthodique, ce qui signifie qu'un nombre croissant de personnes ont investi dans la préparation aux épreuves pratiques, le niveau général laisse cependant encore à désirer, aussi croyons-nous devoir rappeler ce qui suit.

1) Expérimenter sans négliger l'exploitation

L'expérimentation est un élément indispensable de l'épreuve mixte, et les tentatives des rares candidats cherchant à éviter systématiquement toute expérience, ou faisant le choix délibéré de se limiter aux seules manipulations standard (relevé de caractéristique, d'un diagramme de Bode,...) s'avèrent particulièrement infructueuses. Si cette tendance est en nette régression, il en est une en revanche qui se développe de façon inquiétante, et qui consiste à effectuer le maximum de manipulations et de mesures sans se préoccuper d'interpréter ou d'exploiter ; ainsi, nombre de courbes, et même de relations affines, sont restées à l'état brut sans que les coefficients soient estimés et que la loi soit justifiée ou utilisée par la suite. A ce niveau et s'agissant d'une épreuve mixte, on attend du candidat autre chose que l'exécution servile et mécanique d'instructions données par l'examineur.

2) La conduite d'expérience à proprement parler

On note un plus grand nombre de candidats sachant conduire de façon autonome une expérimentation de façon correcte, mais ceux-ci restent néanmoins minoritaires. Si les examinateurs viennent sortir les candidats de l'ornière pour les manipulations les plus simples, c'est évidemment au détriment de la note finale.

Beaucoup de candidats ont des difficultés pour choisir correctement les échelles d'observation (choix des calibres d'un multimètre, du temps de balayage d'un oscilloscope, d'un grossissement optique) et de représentation (échelles linéaires ou logarithmiques). On pourrait croire que l'utilisation de l'outil informatique et de la fameuse touche "AUTOSET" des oscilloscopes ont supprimé les difficultés des candidats, en leur donnant un signal de départ qu'il s'agit ensuite d'optimiser. Mais il n'en est rien, car l'automatisation ne va pas jusqu'à opérer les choix pertinents à la place du candidat et lui donner les critères d'optimisation. Ainsi, ce ne sont pas les particularités d'utilisation du matériel d'acquisition et de traitement des données qui posent problème aux candidats (qui sont très familiers avec ce type de matériel et auxquels on fournit les explications nécessaires à la demande), mais le choix des conditions de travail et d'exploitation.

Les candidats doivent savoir que les qualités d'observation et la pertinence dans la description des observations sont évaluées par les examinateurs, qui sanctionnent le manque de rigueur et le travail bâclé.

3) Simplification et précision des résultats

Donner un minimum d'indications sur les incertitudes devrait être un réflexe. Mais même lorsqu'elles sont explicitement demandées, il est très difficile de les obtenir. Par ailleurs, c'est presque toujours le dernier chiffre donné par l'appareil de mesure qui est donné par les candidats comme incertitude sur la grandeur mesurée, même lorsque ceux-ci ont pu constater expérimentalement que l'incertitude était beaucoup plus importante. Nous rappelons donc que le processus de mesure est une chaîne, dont l'afficheur du multimètre ou le tableau de mesure de l'équipement d'acquisition ne sont que le dernier maillon, et que nous attendons des candidats qu'il fassent preuve d'esprit critique quant à la signification et à la précision des résultats expérimentaux qu'ils obtiennent.

4) Remarques particulières aux épreuves de 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 sonores et de thermodynamique qui sont étudiées à l'aide d'appareillages électroniques (oscilloscopes numériques, cartes

d'acquisition de données...) 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.

Insistons d'abord inlassablement sur la nécessité de bien maîtriser l'utilisation de l'oscilloscope. Les problèmes les plus fréquemment rencontrés sont :

- la difficulté à stabiliser la courbe affichée,
- l'oubli de mesurer en position calibrée,
- le mauvais choix du type de couplage, AC ou DC,
- le mauvais choix du gain et de la base de temps pour observer et mesurer dans des conditions optimales.
- l'utilisation mécanique de la touche « Autoscale » ou « Autoset » comme remède aux difficultés de réglage rencontrées par le candidat, non suivie d'une adaptation des réglages aux tensions étudiées.

Plus généralement, de gros progrès sont à faire sur le bon emploi des appareils de mesure. Le candidat doit se soucier des conditions dans lesquelles il obtient un nombre, de la précision de sa mesure, de l'étalonnage des appareils (zéro de l'oscilloscope ou du microvoltmètre, par exemple). Ainsi, il ne faut pas confondre indicateurs (curseurs et cadrans d'un générateur, d'une alimentation) et appareils de mesure, surtout quand la précision de la mesure est critique.

Le principe de la mesure en dB, de l'échelle logarithmique, doit être assimilé.

Les méthodes de mesures élémentaires, la détermination d'une caractéristique courant-tension par exemple, font partie du bagage expérimental exigible des candidats.

Le nombre de composants, d'appareils et de connexions nécessaires, est toujours très limité. Il faut cependant réaliser les branchements dans un ordre logique et faire les tests simples qui évitent de travailler sur des circuits incorrects. En premier lieu, il convient 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.

Nous encourageons vivement les candidats à :

- travailler *a priori* en DC (pour ne pas s'étonner si les créneaux deviennent des morceaux d'exponentielles et les A.O. saturent sans qu'on le sache)¹,
- calibrer les amplificateurs et la base de temps avant de faire une mesure,
- utiliser le maximum de carreaux,
- utiliser le déclenchement pour obtenir une courbe utilisable,
- 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).
- observer le comportement des circuits dans une large gamme d'amplitude et de fréquence, dans un premier temps,
- regarder alors préférentiellement les indications données par les instruments de mesure ou d'observation, plutôt que les boutons qu'ils actionnent,
- ne pas tarder à représenter leurs tableaux de mesures au lieu d'accumuler de façon mécanique et non raisonnée des tableaux de valeurs,

¹ Certains candidats ne savent même pas le rôle exact du couplage AC d'une entrée d'oscilloscope !

- s'intéresser davantage, et avec plus de précision, aux points et aspects remarquables (minimums, coudes, segments de droites,...),
- vérifier systématiquement les valeurs des résistances, des capacités et, plus généralement, le bon état de fonctionnement des composants qu'ils utilisent, les appareils permettant cette vérification étant à leur disposition,
- ne pas omettre d'extraire du circuit le composant à tester,
- ajouter une petite résistance pour observer l'intensité dans une branche de circuit.
- avoir un regard critique sur un résultat obtenu de façon automatique.

Enfin, il est apparu que certains candidats de PSI n'ont à l'évidence jamais manipulé de machine, ce qui conduit à des aberrations comme la mesure du courant en parallèle sur la charge, et un frottement solide devenu une force de rappel proportionnelle à la position angulaire de l'arbre. Plus grave, on a constaté que de nombreux candidats n'avaient aucune sensibilisation aux précautions nécessaires au maniement des courants et tensions élevés.

5) Remarques particulières aux épreuves d'optique

Il faut constater, cette année encore, la présence à l'oral d'une minorité de candidats ayant fait une impasse totale sur l'optique expérimentale. Dans ce domaine, le réglage des appareils et la connaissance des méthodes de travail ne s'improvisent pas et leur méconnaissance s'avère particulièrement pénalisante.

Concernant l'interféromètre de Michelson, nous informons les candidats que nos appareils sont tous équipés à l'entrée d'un collimateur qui, outre le gain de place qui en résulte, permet un bon réglage initial du parallélisme entre compensatrice et séparatrice, et un réglage de qualité des anneaux par la méthode de parallaxe. Et sur ce dernier point, aucun candidat ayant pratiqué la méthode de réglage par projection n'a été capable d'expliquer comment on peut optimiser le parallélisme de la lame d'air.

En ce qui concerne la goniométrie à prisme et à réseau, nous avons eu la surprise de voir plusieurs candidats nous réclamer un rapporteur pour mesurer les angles. Par ailleurs, une erreur fréquente consiste à croire que l'axe du collimateur se trouve sur le zéro de la graduation circulaire. L'application des formules démontrées avec une convention d'orientation des angles conduit fréquemment à des erreurs dans les applications numériques où l'on oublie le signe des angles. Les calculs d'incertitude sont toujours très négligés, en particulier dans les applications numériques, où les candidats oublient parfois de transformer les minutes d'arc en radians.

La pratique des unités usuelles de longueur, de temps, de fréquence, d'angle et d'angle solide est entachée d'erreurs récurrentes. Toutes ces difficultés doivent pourtant être résolues avec un minimum de bon sens et de connaissances. Il en est de même avec le tracé des courbes qui demande un minimum de savoir faire pour le choix des unités sur les axes et le lissage des points représentatifs.

D) Ne pas perdre de vue l'essentiel

Les différentes phases de l'épreuve participent d'une logique d'ensemble, aussi le traitement optimal du sujet proposé ou d'une sous-partie exige que le candidat ait traité correctement l'ensemble des questions et des expérimentations associées. Mais il est fréquent qu'un candidat n'ait pas réuni tous les éléments demandés, ou que certains de ces éléments soient erronés, qu'il s'agisse d'une notion de cours mal maîtrisée, d'un calcul mal mené, ou de mesures mal effectuées. L'examineur intervient alors plus ou moins selon la difficulté de la tâche demandée et la nature des erreurs, en soulevant des contradictions non mises en évidence par le candidat, en suggérant une méthodologie, en proposant le montage ou le mode de mesure adéquat, voire en restreignant l'étendue de l'étude de telle sorte qu'elle puisse être conduite par le candidat pendant le temps qui lui reste imparti. Mais si la discussion avec l'examineur et les pistes qu'il suggère au candidat sont des indications à ne pas négliger, il appartient en principe à ce dernier d'opérer en les justifiant les adaptations et les bifurcations appropriées aux situations auxquelles il est confronté.

En toute hypothèse, il convient de ne pas perdre de vue qu'il s'agit d'une épreuve de physique pour de futurs ingénieurs, aussi le candidat ne doit pas oublier qu'il doit avant tout faire de la physique. Ceci implique qu'il se préoccupe de la correspondance entre les aspects théoriques et expérimentaux de son étude, en particulier en ce qui concerne l'interprétation des phénomènes observés, et qu'il doit mettre en perspective ce qu'il fait, en proposant le cas échéant des applications, des perfectionnements, voire des solutions qui lui paraissent mieux adaptées que celles qui sont proposées.