
EPREUVE ORALE DE TIPE PHYSIQUE CONCOURS MP

ENS : PARIS LYON CACHAN

Coefficients : PARIS 8 LYON 1.5 CACHAN 2

MEMBRES DE JURYS :

Julien BROWAEYS, Jean FARAGO, Samuel WALLON, Christophe YBERT

Comme chaque année, nous conseillons la lecture des rapports précédents qui contiennent de nombreuses informations à même d'aider les candidats à bien calibrer leur TIPE. Les quelques points ci-dessous consistent principalement en des rappels, mais dont l'importance ne saurait être négligée.

Déroulement d'une interrogation

Le ou la candidate arrive, présente sa convocation et sa pièce d'identité, signe la feuille d'émargement, et le dialogue avec les interrogateurs s'établit immédiatement. Les premières questions se focalisent sur la raison qui a amené le ou la candidate à choisir son sujet, puis sur les moyens mis en œuvre (sources bibliographiques, contacts avec des scientifiques, répartition des tâches dans le cas de TIPE réalisés à plusieurs). Il s'ensuit une lecture critique du TIPE par les interrogateurs, au cours de laquelle des questions connexes, en relation avec le programme de physique sont posées. C'est aussi l'occasion d'évaluer la culture générale scientifique du ou de la candidate.

Souvent, le sujet de TIPE n'est pas *stricto sensu* au programme de physique de CPGC. Pour évaluer le niveau de maîtrise que le ou la candidate a de son sujet, il ou elle est interrogé sur sa connaissance de points hors-programme, *en relation avec son TIPE*. Par exemple, un TIPE dont le sujet serait l'étude des tremblements de terre, qui explique les différents modes de propagation des ondes acoustiques dans la terre (ondes S et P, entre autres), sera interrogé sur la structure interne de la terre, en relation avec les lois de réfraction. Un TIPE dont l'objet est d'étudier le repliement de minces feuilles de plastique sur laquelle on dépose une goutte d'eau, et qui introduit la tension superficielle, sera amené à introduire la longueur capillaire, ou à démontrer la loi de Jurin.

Enfin, les candidats doivent savoir qu'il est impératif d'*apporter leur propre rapport de TIPE avec eux*, de façon à ce que le jury puisse discuter facilement de points spécifiques. Au vu de la limitation en taille imposée à leur rapport, les candidats peuvent également se munir de tout document complémentaire, calculs, plans d'expériences, cahier de manipulation, photographies, références bibliographiques citées, etc. permettant de compléter, à l'oral, leur rapport écrit. De même toute « expérience de coin de table » est la bienvenue.

Sujet du TIPE

Le jury ne se préoccupe que peu de la thématique annuelle, et admet n'importe quel sujet de *physique*. La physique est une discipline scientifique qui a pour objet l'étude de la matière et de ses propriétés fondamentales. Elle partage avec d'autres disciplines, comme la biologie ou la chimie, des frontières relativement floues. Pour autant la physique a toujours un objet d'étude en rapport assez étroit avec la réalité.

Nous l'avions déjà souligné l'année passée, de trop nombreux sujets ne rentrent pas dans le cadre cette définition. Certes, nous avons vu cette année moins de sujets sur l'étude des propriétés

mathématiques d'équations différentielles chaotiques. Mais que dire d'un sujet sur les algorithmes quantiques de factorisation rapide ? Comment considérer un TIPE sur les méthodes d'écriture automatisées des équations de la dynamique de systèmes robotiques, fondées sur les propriétés des générateurs d'un groupe de Lie ?

Ce n'est pas parce qu'un sujet de mathématiques appliquées possède un certain rapport avec un phénomène physique que cela en fait un sujet de sciences physiques à part entière. On le constate bien en interrogeant les candidats. Celui dont le TIPE portait sur les algorithmes *quantiques* ne connaissait pas le modèle de Bohr ; et celui qui s'intéressait à la mise en équation de la *mécanique théorique* ignorait totalement l'existence d'autres approches classiques, par exemple lagrangienne.

Dorénavant ces « hors-sujet » seront bien plus largement sanctionnés, et, dans l'intérêt de leurs élèves, nous conseillons aux professeurs de physique de CPGE de ne pas apposer leur signature à ce type de TIPE.

Démarche expérimentale

Le jury apprécie favorablement les TIPE qui présentent une expérience *originale*.

Cependant est important de prendre un certain recul vis-à-vis de son expérience. Comment a-t-elle été conçue ? Dans le cas de montages électroniques, comment ont été choisies les valeurs des composants ? Pour un système mécanique, quels ont été les critères de choix de la taille et de la masse des composants ? Est-ce que des tests de faisabilité ont été effectués ? Dans le cadre de simulations numériques, il convient en outre de tester la précision des calculs en changeant, par exemple, le pas de la discrétisation. Il est aussi nécessaire de faire l'effort de rapprocher les résultats de la situation réelle.

Toutes ces considérations doivent être examinées par les candidats qui font l'effort louable d'avoir une démarche expérimentale.

On trouve cependant beaucoup d'expériences un peu pauvres, dans le sens où les résultats ne sont pas analysés de manière critique, et les protocoles employés restent flous et ne sont pas justifiés. Une des pratiques fréquentes consiste à reprendre un sujet de TP de son lycée : cela ne constitue évidemment pas une démarche originale et n'apporte pas de plus-value.

Autre écueil, penser que la résolution numérique d'une équation simple, ou le tracé d'une courbe, serait assimilé à une contribution personnelle. Ce n'est pas le cas. Une expérience *in silico* n'a d'intérêt que si l'outil informatique permet d'apporter des réponses ou des éléments d'information visant à éclairer le problème étudié. Elle ne se substitue pas à une expérimentation lorsque celle-ci est possible.

Honnêteté des candidats

Nous constatons cette année que l'intégrité scientifique de nombre de candidats est sujette à caution. Plusieurs phénomènes confirment ce désolant constat.

Certains candidats semblent n'avoir qu'une connaissance approximative de l'expérience réalisée lors de leur TIPE. Lorsqu'on leur demande de détailler la procédure expérimentale employée, de savoir quels paramètres de l'expérience ils ont cherché à optimiser, de connaître la procédure qui leur a permis de calculer les incertitudes, on constate que parfois les réponses sont lentes, confuses, voire même contradictoires. Dès lors la question se pose de savoir si les candidats ont réellement

conduit leur expérience ou s'ils ont utilisé les résultats d'un camarade, voire recopié des résultats d'anciens TIPE. Cette situation place le jury dans une situation délicate, analogue à celle d'un douanier qui, en posant des questions au passage de la frontière, doit déterminer si un passager essaie d'importer des marchandises sans payer les droits afférents. S'il n'est pas possible d'avoir de certitudes, un doute sérieux de la part du jury ne peut que desservir les candidats.

La liste des références omettent des documents essentiels, sur lesquels les candidats se sont fondés pour leur TIPE. Les sources citées sont bien souvent trop parcellaires, et les documents qui ont été réellement exploités n'y figurent pas. Interrogé sur un calcul qu'il ne maîtrisait pas (cela est parfaitement compréhensible), tel candidat nous a montré un document, qui, manifestement, contenait tous les calculs effectués dans le texte du TIPE. Interrogé, le candidat explique qu'il s'agissait d'un TIPE datant de quelques années, qui pour autant ne figurait pas dans les références, malgré les emprunts flagrants. Au moins ce candidat fut-il honnête *in fine*. D'autres se sont indûment attribué la paternité des calculs effectués, ce qui fut rendu manifeste parce qu'ils ne maîtrisaient pas leurs propres notations.

Les TIPE réalisés à plusieurs ne sont pas présentés comme tels par les candidats. Le jury s'en rend aisément compte lorsqu'il évalue plusieurs TIPE quasiment identiques à quelques jours d'intervalle. Et l'on constate que souvent, dans les binômes ou trinômes, seul un candidat maîtrise bien son sujet.

Comment réagir en tant que jury face à ces manquements à une éthique scientifique élémentaire? Les candidats à l'intégrité à géométrie variable ont été modérément sanctionnés cette année. Il n'en sera sans doute pas de même l'année prochaine.

Quelques écueils fréquents

Frottements

Certes, la notion de nombre de Reynolds est hors programme. Mais les candidats devraient savoir que les forces de frottement exercées par un fluide (l'eau, l'air) sur un objet ne sont pas toujours proportionnelles à la vitesse. Dans les conditions usuelles d'expérience, elles sont plutôt proportionnelles à son carré — c'est au programme de MPSI.

En ce qui concerne les frottements solides, une des lois d'Amontons-Coulomb précise que le coefficient de frottement ne dépend pas de l'aire (apparente) de la surface de contact. Cela semble toujours surprendre les candidats, bien que cela soit au programme.

Ordres de grandeurs

Entre autres, la plage des fréquences audibles par l'oreille humaine est très mal connue par les candidats. Est aussi ignorée la fréquence et la tension efficace du courant alternatif délivré par RTE chez les usagers.

Notations mathématiques

La maîtrise du calcul littéral est sensée être maîtrisée au cours de l'enseignement secondaire. Pour autant, de manière surprenante, certains candidats écrivent explicitement le signe multiplier « \times » dans les formules littérales. Cet usage est obsolète, et particulièrement troublant, d'autant que souvent la variable « x » est utilisée, ce qui est source de confusion. Rappelons qu'il est d'usage d'utiliser le point « $.$ », ou rien du tout.