

Banque PC inter-ENS – Session 2017
Rapport relatif à l'épreuve orale de physique

• **Écoles partageant cette épreuve :**

ENS Paris–Saclay, ENS de Lyon

5

• **Coefficients (en % du total concours) :**

– ENS Paris–Saclay

* Option Physique : 20,34 %

* Option Chimie : 10,17 %

10

– ENS de Lyon : 10,53 %

• **Membres du jury :**

Jean-Noël AQUA, Angel ALASTUEY, Michael BERHANU, Étienne BRION, Nicolas GARNIER, Hervé GAYVALLET, Arnaud LE DIFFON, Marc MÉNÉTRIER, Nicolas TABERLET, Pierre VILLAIN.

15 **I Organisation et déroulement de l'épreuve.**

La période des oraux de la banque PC inter–ENS s'est étendue sur quatre semaines, du lundi 19 juin au vendredi 14 juillet 2017. Cette épreuve, commune au concours d'accès à l'École normale supérieure Paris–Saclay (anciennement Cachan) et à celui de l'École normale supérieure de Lyon, s'est déroulée dans les locaux de la première.

20 L'épreuve, qui comprend un exposé portant sur un thème de physique puis une étude de problème, se déroule en trois étapes :

- Préparation, pendant une heure, en salle d'étude, d'un thème de physique en rapport direct avec le programme des classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE). Le sujet du thème est remis au candidat à son arrivée (heure de convocation). Durant cette phase, le candidat peut consulter les ouvrages¹ qui sont mis à sa disposition. En fin de préparation, un surveillant le conduit en salle d'interrogation.
- Exposé du thème préparé (pendant une quinzaine de minutes) suivi d'échanges avec le jury. Vingt-cinq minutes sont consacrées à cette partie.
- Analyse, sans préparation préalable, d'un problème. Le candidat est libre d'organiser ses phases de réflexion personnelle et d'échange avec le jury comme bon lui semble. Trente-cinq minutes sont dédiées à cet exercice.

30

Les objectifs et modalités de l'épreuve sont précisés sur une fiche collée sur chacune des tables de préparation. Chaque jury est constitué de deux interrogateurs, chacun représentant l'une des deux écoles partenaires.

35 **II Quelques éléments statistiques.**

Sur les 331 candidats admissibles de la banque PC inter ENS, 330 étaient attendus à cette épreuve (commune aux ENS Paris–Saclay et ENS de Lyon) et 273 (soit 82,73 %) s'y sont présentés. Les notes

1. Autour d'une centaine d'ouvrages des grandes collections, de première et seconde années de CPGE, complétés d'ouvrages plus généraux.

attribuées se sont étalées entre 2,00/20 et 19,00/20, avec une moyenne de 11,42 et un écart-type de 3,69. La figure (1) représente leur répartition relative, par tranche de 5 points.

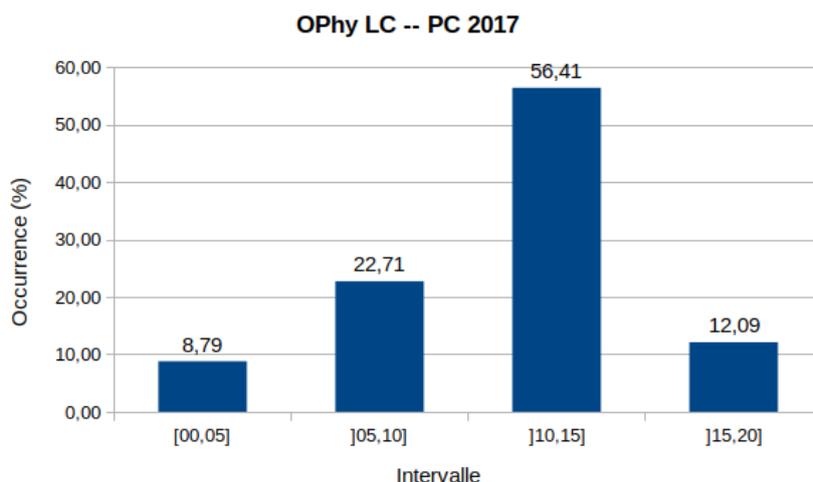


Figure 1 – Répartition relative des notes attribuées.

40 III Les attentes et les critères d'évaluation du jury.

• Le thème.

Le thème est un travail de synthèse qui s'appuie sur le programme des deux années de CPGE. Son libellé est généralement complété d'indications, ou de questions, orientant et délimitant son développement. Bien que les candidats disposent d'une base documentaire, il s'agit avant tout
45 d'un travail d'analyse, de réflexion et de composition. Les exemples ou les applications, même (et surtout) s'ils sont extraits des ouvrages, ne doivent pas faire l'économie d'une analyse critique. Il est difficile de tirer parti d'un exemple mal compris. Certains exemples d'application semblent restitués de mémoire de leur cours par certains candidats, dans ce cas encore, un travail de réflexion, ou de réappropriation, est nécessaire.

Nous rappelons avec insistance que l'objectif n'est pas de restituer dogmatiquement des extraits
50 d'ouvrages mais au contraire de construire un développement rigoureux, mettant en relief les points importants et répondant à la problématique sous-tendant le thème. Après avoir considéré tous ses aspects et spécificités il convient ensuite de dégager les points essentiels de l'étude, sans omettre d'évoquer les éventuelles limites du modèle sur lesquelles elle s'appuie, et de répondre explicitement
55 à chacune des questions posées. Le cas échéant, les exemples choisis, accompagnés d'ordres de grandeur (contextualisés), doivent illustrer de façon convaincante les enjeux du thème traité.

Considérer l'étude à conduire sous l'angle expérimental peut permettre de mieux en appréhender le contexte². Une analyse physique détaillée permettra de faire émerger une modélisation du phénomène étudié, dans un certain cadre d'hypothèses.

60 En terme d'organisation, il n'est pas utile de noter le plan de l'exposé au tableau. Le présenter oralement suffit et permet de gagner du temps.

À travers cet exercice, le jury tente d'évaluer la profondeur d'assimilation des concepts abordés, la compréhension des modèles étudiés, ainsi que la maîtrise des méthodes développées en CPGE. Soulignons une nouvelle fois que le jury demeure toujours plus sensible à une démarche construite
65 sur les bases d'une argumentation physique qu'à un pur développement technique.

2. Par exemple, dans l'étude de la réponse d'un milieu matériel, ou d'un système, à une excitation, il est indispensable de préciser quelles sont les grandeurs contrôlées par l'expérimentateur et celles qui traduisent la réponse du système.

• **L'analyse de problème.**

Après avoir soumis le problème au candidat, le jury lui laisse quelques minutes de réflexion. Il l'invite ensuite à lui faire part de ses premières idées puis à lui présenter la démarche qu'il envisage de suivre. À travers cette étape le jury veut s'assurer que le candidat a bien compris le problème et qu'il l'aborde sur des bases exploitables. Il est entendu que les candidats ne doivent pas hésiter à demander des précisions s'ils craignent d'avoir mal compris le problème qui leur est soumis.

La résolution de l'exercice proposé n'est généralement pas immédiate. Il faut d'abord recenser les phénomènes susceptibles d'intervenir. Une modélisation grossière, ou une estimation d'ordres de grandeur, sont parfois nécessaires pour valider ce recensement, voire identifier les phénomènes les plus déterminants. Cette étape d'analyse est importante, elle est déjà l'occasion d'échanges avec le jury.

Lorsque cela apparaît nécessaire, le jury donne quelques indications aux candidats pour leur permettre de surmonter les difficultés qu'ils rencontrent. La nature et la précision des ces indications dépend, au cas par cas, du type de difficulté et de la réactivité du candidat.

Les remarques et discussions portant sur les hypothèses, la modélisation, les situations limites et les ordres de grandeur sont toujours bienvenues. Elles constituent des repères permettant de guider la démarche. L'évaluation portant sur la réactivité, l'esprit d'analyse et le sens physique, le jury encourage les candidats à faire preuve d'initiative. Au contraire, une attitude trop frileuse d'attente systématique des indications du jury est à proscrire.

Rappelons encore que les exercices proposés ne permettent généralement pas d'obtenir un résultat totalement abouti, tout au moins dans le temps imparti. L'atteinte du résultat ne doit donc pas être considérée, ici, comme une fin en soi.

IV Quelques remarques et conseils.

Nous reprenons, actualisons et complétons les éléments déjà exposés dans les précédents rapports.

Remarques générales.

- Garder à l'esprit que cette épreuve n'est pas une épreuve de vitesse mais d'analyse et de réflexion. La priorité n'est donc pas de traiter le sujet *in extenso* mais plutôt de traiter correctement les points abordés. Il faut savoir identifier les situations nouvelles, ou particulières, puis tâcher de s'y adapter.
- Le raisonnement physique doit toujours précéder les développements mathématiques. Ne se lancer dans les calculs qu'après avoir bien caractérisé le problème étudié et entrevu une voie de résolution.
- Un schéma permet de transcrire synthétiquement un énoncé. Il aide à bien poser et paramétrer le problème. C'est la toute première étape.
- Une représentation graphique, même très approximative, d'une dépendance d'une grandeur par rapport à une autre, permet de mieux appréhender un comportement et peut alors en faciliter l'interprétation. Schémas et tracés de fonctions ne sont pourtant que très exceptionnellement utilisés spontanément par les candidats. Il est d'ailleurs apparu que des tracés simples de fonctions élémentaires ($f(r) = 1/r$, par exemple!) peuvent devenir excessivement laborieux ...
- Le paramétrage des problèmes est parfois maladroit. Cette étape est pourtant importante et mérite que l'on s'y attarde. Les calculs sont plus aisés lorsque le choix des paramètres s'appuie sur les symétries du système.
- Lorsque l'étude fait intervenir un champ ($\vec{X}(\vec{r})$ ou $X(\vec{r})$) les candidats ont généralement le bon réflexe d'étudier ses symétries et ses invariances. Par contre, tous ne transposent pas ces éventuelles propriétés en terme de conséquences techniques avec la possibilité d'accéder au champ par une équation intégrale plutôt que par une équation locale.
- Toujours dans la phase d'appréhension du problème, un bilan préliminaire des inconnues puis des équations peut s'avérer utile ...

- 115 • Définir rigoureusement le système sur lequel va porter un calcul sans omettre de caractériser chacune de ses éventuelles interactions avec son environnement. Il n'est d'ailleurs pas inutile de réfléchir à la façon de réaliser, sinon d'approcher, ces interactions en pratique (cas d'un cycle thermodynamique, par exemple). Cela permet notamment de mieux situer la modélisation par rapport à la réalité.
- Les ordres de grandeur et les applications numériques sont indispensables pour ancrer un calcul au concret. Notons toutefois que certains ordres de grandeur n'ont aucun caractère universel et peuvent varier sur une large gamme. Il est alors indispensable de préciser le contexte considéré.
- 120 • Même lorsqu'elles s'imposent à l'évidence, les approches énergétiques n'ont guère la faveur des candidats. Il peut pourtant s'avérer avantageux de les envisager.
- Ne pas perdre de vue que le domaine de validité d'un résultat est restreint par l'ensemble des hypothèses qui lui sont associées.
- 125 • Une bonne maîtrise des outils mathématiques élémentaires est indispensable pour conduire, dans de bonnes conditions, la résolution d'un problème.

Remarques portant sur des points particuliers.

- 130 • Pour nombre de candidats, la densité volumique de charge (ρ) dans un métal (ou un plasma) demeure invariablement de valeur nulle. Ce n'est notamment pas le cas lorsque le champ électrique est polarisé axialement ($\vec{k} \parallel \vec{E}$). La réponse du milieu est, bien sûr, dépendante de son interaction avec le champ. Cette situation est un exemple de réponse à une excitation, par conséquent, les caractéristiques de la réponse dépendent de celles de l'excitation.
- À propos de l'équation de d'ALEMBERT : on ne peut décider *a priori*, si la solution sera "propagative" ou "stationnaire". La relation de dispersion, quadratique, indique qu'à ω correspond $\pm k(\omega)$ et que la solution générale (harmonique) est ainsi la superposition de deux ondes. Naturellement, c'est la nature de l'interaction du milieu propagatif avec ses frontières qui sélectionne la solution et fixe le taux de stationnarité.
- 135 • À propos de la diffraction : dans l'esprit de la majorité des candidats, un réseau sinusoïdal (en transmission) éclairé par une onde plane (\vec{k}, ω) ré-émet, à sa sortie, trois ondes planes : l'une selon l'axe de l'onde incidente, les deux autres symétriquement de part et d'autre de l'onde centrale. Cette modélisation, pour le moins caricaturale, ne permet pas de comprendre l'origine du phénomène. L'analyse du mécanisme mettant en relation une cause à une conséquence devrait pourtant prévaloir sur la connaissance abrupte cette seule conséquence. Cette tendance au "droit au but" des nouveaux programmes, qui est la contre-partie de son ouverture, nous en sommes bien conscients, ne permet plus de structurer convenablement les connaissances. Nous le regrettons.
- 140 • Dans le cadre des approximations acoustiques, si les candidats ne manquent pas d'évoquer la condition d'adiabaticité des transformations, peu savent indiquer entre quoi et quoi les échanges de chaleur se produisent. Très souvent l'approximation est appuyée sur des "grandeurs caractéristiques" mais sans avoir préalablement précisé pourquoi, ni comment, elles intervenaient. La manipulation des grandeurs caractéristiques ne doit s'envisager qu'en aval d'une analyse physique véritable.
- 145 • Dans les conditions "d'observation" des interférences en optique, on voit inmanquablement apparaître des valeurs moyennes ($\langle \star \rangle$) mais très rarement l'indication de la base de temps considérée. Ce point est pourtant fondamental et se situe dans le champ direct de l'analyse physique. Remarquons qu'en acoustique, où l'on est en mesure de suivre le signal temporel, par ailleurs cohérent, la problématique est différente bien que l'on reste dans le domaine des ondes.
- 150

155 Par égard à l'ensemble du personnel du Service des concours, il serait souhaitable que les candidats qui envisagent de ne pas se présenter à une épreuve orale en informent le secrétariat d'oral. Cela lui éviterait de devoir chercher à joindre d'urgence les candidats qui ne se présentent pas à l'heure convenue, réaménager les emplois du temps, et surtout permettrait à d'éventuels autres candidats de bénéficier des créneaux libérés. Nous sommes navrés de devoir rappeler cette règle élémentaire de savoir-vivre.

160 Les candidats qui se sont présentés à cette épreuve, quant à eux, nous ont permis d'apprécier tout le sérieux de leur préparation. Nous avons également apprécié la teneur et le climat des échanges qui se sont établis lors des séances d'interrogation. Nous soulignons le bon niveau d'un nombre significatif de candidats et rendons hommage au travail des enseignants qui parviennent à composer avec les points faibles du programme, ainsi qu'avec les lacunes héritées d'un enseignement secondaire devenu superficiel, et les exigences diversifiées des concours.

165 **V Les perspectives pour la session 2018.**

L'épreuve orale de physique de la session prochaine conservera la forme de celle que nous venons de décrire. Elle comprendra donc :

- Un exposé de thème (en rapport avec les programme des deux années de CPGE) d'une durée de vingt-cinq minutes (après une heure de préparation, avec sources documentaires fournies).
- 170 • Une analyse de problème d'une durée de trente-cinq minutes.

Les attentes et les critères d'évaluation du jury demeureront ceux exposés dans ce présent rapport.

★ ★
★