

**Épreuve orale d'Analyse de Documents Scientifiques en Physique**  
**Filière PC**

La moyenne des notes des candidats français est de 11,81 avec un écart-type de 3,02. Les notes s'échelonnent selon la répartition suivante :

$0 \leq N < 4$	0	0,0 %
$4 \leq N < 8$	23	7,93 %
$8 \leq N < 12$	112	38,62 %
$12 \leq N < 16$	121	41,72 %
$16 \leq N \leq 20$	34	11,72 %
Total	290	100 %
Nombre de candidats : 290		
Note moyenne : 11,81		
Écart-type : 3,02		

**Déroulement de l'épreuve** : Nous rappelons tout d'abord les dispositions pratiques spécifiques à cette épreuve. Elle se déroule en deux temps et dans deux lieux distincts, ce qui pose des contraintes d'organisation auxquelles nous souhaitons sensibiliser les candidats :

1. Les candidats se présentent d'abord en salle de préparation (**distincte** de la salle d'oral). C'est **dans cette salle de préparation** que leur est remis le dossier. Ils ont alors 2h pour lire le dossier et préparer l'exposé oral.
2. Puis les candidats vont dans l'une des 3 salles réservées à l'examen oral (1 salle par commission). L'oral, qui dure 40 minutes, se déroule lui-même en deux temps : un exposé d'une quinzaine de minutes au cours duquel l'examineur n'intervient pas, suivi d'une discussion menée par ce dernier.

Il est crucial que les candidats respectent cette procédure, en particulier les **lieux** et **heures** de passage.

Concernant l'usage de la calculette, des excès préjudiciables au bon déroulement de l'épreuve ont conduit le jury à adopter la ligne de conduite suivante : à l'exception de certains dossiers plus techniques, **l'usage de la calculette n'est en général pas autorisé**, tant pendant la phase de préparation que lors de la présentation orale (exposé et discussion). Les candidats doivent donc être prêts à calculer au tableau les ordres de grandeur qui leur seront demandés.

Pour leur présentation, les candidats disposent désormais d'un visualiseur raccordé au vidéoprojecteur de la salle, qui remplace les anciens systèmes de rétroprojection. Ce dispositif permet d'afficher une présentation préparée sur de simples feuilles blanches, mais

accepte aussi les transparents « à l'ancienne ». Il est toutefois à noter que dans le cas d'une présentation sur feuille blanche, l'écriture doit être plus grande que l'écriture manuscrite habituelle pour être visualisée correctement, c'est-à-dire finalement assez proche de ce que le candidat ferait sur un transparent. Avec ce dispositif, le format « paysage » s'avère plus approprié que le format « portrait » pour visualiser l'ensemble de la feuille. Si le candidat souhaite les montrer pendant son exposé, les courbes et illustrations du texte proposé peuvent être projetées directement sans être reproduites sur la feuille.

**Attentes des examinateurs** : Nous tenons tout d'abord à souligner la qualité croissante des candidats qui maîtrisent de mieux en mieux cette épreuve atypique. Nous n'avons pas noté de conséquences particulières faisant suite aux nouveaux programmes. Si un trop grand nombre de candidats se contentent encore de paraphraser les documents, la plupart font une prestation plus qu'honorable et certains candidats nous ont même enchantés par la qualité de leur exposé et la richesse de la discussion qui a suivi.

Ce qui est noté dans cette épreuve, c'est la **valeur ajoutée** par le candidat, qui doit fournir **sa propre lecture** des documents, s'appuyant sur ses connaissances et sur les concepts et éléments pertinents du programme, et non une simple paraphrase du texte.

Les dossiers peuvent être composés de plusieurs textes, il s'agit dans ce cas de proposer une **synthèse**. Le jury attend en particulier des candidats qu'ils soient capables de faire des **comparaisons croisées** des notions exposées dans les différents textes. Pour cela il est avantageux de commencer par faire une analyse des concepts, des protocoles expérimentaux et des résultats (formules, tableaux, graphiques...) présentés dans les différents documents afin de les organiser de façon personnelle en un tout cohérent.

Nous insistons sur le fait qu'il ne s'agit pas d'un oral classique : c'est ici au candidat de trouver les questions et d'y apporter des éléments de réponse pertinents. En particulier, il s'interrogera avec profit sur les intentions de l'auteur du document : pourquoi le texte est-il écrit de cette façon ? quel était le contexte scientifique dans lequel il a été écrit (il n'est pas inutile de s'intéresser à la date de publication des articles proposés dans le dossier) ? Et à un niveau différent : pourquoi le dossier est-il composé de ces documents ?

Il faut bien comprendre que le dossier proposé est avant tout un support à la discussion qui suivra. Il s'agit donc pour le candidat de dégager une problématique physique (exemples tirés de dossiers proposés) et de chercher à y répondre avec les éléments du dossier ou d'autres connaissances qui lui sont propres (culture générale, maîtrise des concepts et idées de ses cours de classe préparatoire mais aussi du Lycée). La discussion qui s'engage à la fin de l'exposé est un dialogue bien plus qu'une interrogation. La qualité de ce dialogue (pertinence et précision des arguments, maîtrise du vocabulaire scientifique et technique, recul, ouverture sur d'autres aspects,...) constitue une part importante voire essentielle de l'évaluation du candidat.

Par ailleurs le jury n'attend pas des calculs ou des démonstrations détaillés mais bien plutôt les éléments clés de certaines démonstrations ou argumentations jugées impor-

tantes. Ce n'est pas la rigueur des calculs qui est en jeu mais l'estimation correcte des ordres de grandeur. Ainsi un candidat qui aura choisi d'insister sur un aspect somme toute superficiel en redémontrant longuement un point qu'il aurait vu en cours, et du coup n'aura pas eu le temps de couvrir des pans entiers de la problématique proposée, risque de donner l'impression de chercher à gagner du temps, et finalement d'avoir peu, ou mal compris le problème.

Nous n'attendons pas du candidat qu'il nous dissimule les points qu'il n'a pas compris, mais au contraire qu'il nous signale ce qui lui paraît obscur. Il s'agit d'être honnête sans être naïf.

Les dossiers proposés présentent des difficultés variées. Certains textes sont bien structurés et le plan si évident qu'il semble difficile d'échapper à la paraphrase : il s'agit alors d'aller au-delà du texte lui-même, en y recherchant des points à discuter. D'autres dossiers au contraire présentent un ensemble de textes compliqués, qu'il est malaisé d'organiser : le candidat ne doit pas alors se décourager face aux difficultés mais essayer de revenir à des bases accessibles en s'appuyant en particulier sur les connaissances acquises dans son cours de physique (**tout en évitant les rappels de cours non pertinents pour le dossier**). Dans tous les cas il est fondamental de chercher à dégager une argumentation personnelle et de construire pour cela un plan original.

Rappelons à ce propos que tous les dossiers proposés peuvent être abordés sans qu'il soit nécessaire de faire appel à des notions hors programme. Il n'est du reste pas souhaitable que les candidats cherchent à tout prix à mettre en avant de telles notions grâce auxquelles ils espèrent briller. Et cela d'autant moins que c'est souvent une façon d'esquiver les difficultés.

Nos conseillons enfin aux candidats de ne pas trop s'écarter de la durée recommandée pour l'exposé oral, à savoir 15 minutes : les exposés trop longs se perdent en général dans les détails au détriment du travail de synthèse attendu ; même si certains aspects doivent être traités de façon détaillée, il est inutile – et même dommageable – de vouloir tout aborder avec le même niveau de détail ; des aspects simplement évoqués dans l'exposé pourront être développés à l'occasion de la discussion ; quant aux exposés trop courts, ils se terminent parfois en d'interminables conclusions filandreuses, qui sont souvent l'occasion d'énoncer, au mieux des banalités, au pire des énormités.

**Observations particulières** : Nous mentionnons ici les insuffisances les plus répandues. Elles concernent soit des méthodes générales, soit des domaines particuliers de la physique – au rang desquelles la mécanique reste la plus mal traitée.

**1. Méthodes générales :**

- les ordres de grandeur ne sont généralement pas calculés pendant la préparation, alors qu'ils sont souvent la clé de la discussion physique. Il est fréquemment demandé pendant l'entretien d'évaluer certains ordres de grandeur pertinents, ce qui est souvent très laborieux, voire impossible à certains candidats qui éprouvent de fortes

difficultés à additionner ou soustraire les puissances de 10. Enfin, il serait bon que les candidats aient en tête un certain nombre de grandeurs caractéristiques, telles que (liste non exhaustive) : constante de Boltzmann, constante de Planck, vitesse moyenne d'une molécule à température ambiante, viscosité de l'eau, de l'air, rayon d'un atome, rayon de la Terre, distance Terre-Lune, Terre-Soleil, longueurs d'onde du spectre lumineux, X, gamma ;

- il est crucial que les candidats se préparent à analyser ou à décrire un protocole expérimental, en cherchant à répondre aux questions suivantes : comment s'y prendre pour réaliser une mesure ? avec quels instruments ? dans quelles conditions ? quelles sont les sources d'erreur ? comment évaluer ces erreurs ?
- certains candidats oublient encore de vérifier les dimensions des expressions qu'ils nous donnent, ou mélangent des unités (m et cm par exemple), donnant lieu à de grosses confusions quant aux ordres de grandeurs nécessaires à la discussion,
- il s'avère souvent fort utile de faire des analogies entre différents domaines de la physique, ces analogies ne sont malheureusement que très peu exploitées.

## 2. Domaines particuliers de la physique :

- les notions courantes de géométrie, géographie, astronomie sont très largement oubliées,
- rappelons que les notions élémentaires de physique apprises dans le cours de chimie (atomistique, calorimétrie...) sont des notions physiques à part entière qui peuvent intervenir dans certains dossiers,
- en optique, les notions d'interférences, ou le rôle de la diffraction, sont souvent très floues. Et globalement la physique des ondes est peu maîtrisée par de nombreux candidats, alors que curieusement les premiers rudiments de mécanique quantique nous ont semblé être bien assimilés,
- Les notions élémentaires du transport de la chaleur peuvent donner lieu à de grosses confusions.

### **Exemples de dossiers proposés aux candidats et commentaires des examinateurs :**

Nous recommandons aux candidats de se référer également aux rapports antérieurs dont celui-ci est largement inspiré afin d'apprécier au mieux le type de dossiers et les questions qui peuvent être posées. Nous préférons dans la suite mentionner quelques dossiers que nous avons sélectionnés suite aux nouvelles notions apparues dans les nouveaux programmes, notamment l'arrivée de la mécanique quantique et avons ajouté pour certains dossiers quelques commentaires.

### **Dossier n°1 : Photographier une réaction chimique avec des impulsions laser ultra-brèves, article paru dans Reflets de la Physique 41, p. 30**

Cet article très riche contient de nombreuses notions de physique ondulatoire. Les mécanismes de mesure mis en jeu sont variés et complexes. Nous n'attendons pas du candidat qu'il nous les explique en détail, mais qu'il profite du texte pour nous expliquer certaines notions de cours.

Par exemple : il est question dans le texte d'effet tunnel. Certains candidats ont reproduit le calcul d'effet tunnel par une barrière ; le danger est alors de perdre trop de temps dans ce calcul.

Observations : beaucoup de paraphrase sans compréhension des méthodes. Certains candidats ont voulu aborder toutes les techniques mentionnées dans le texte, un objectif irréalisable si on cherchait à aller au-delà d'une simple énumération de noms ou sigles barbares.

Nous demandions de bien caractériser les échelles de temps mises en jeu dans la dissociation chimique, et d'expliquer ainsi pourquoi l'expérience consiste à mesurer la « demi-réaction », plutôt que la réaction chimique totale. Rappeler les différentes gammes de fréquence du spectre électromagnétique.

**Dossier n°2 : La recherche de nouveaux matériaux thermoélectriques, article paru dans Reflets de la Physique 41, p. 18**

**Dossier n°3 : Limite quantique du flux de chaleur, article paru dans Reflets de la Physique 42, p. 16 ; complété d'un extrait d'article mentionnant les résultats d'une expérience**

**Dossier n°4 : Le rendez-vous spatial, article paru dans Espace Informations, bulletin périodique d'information et d'éducation spatiales, N° 45, juin 1990**

Cet article présente la stratégie par laquelle la navette spatiale parvient à rejoindre un satellite en orbite circulaire. Cette approche s'effectue en utilisant au maximum l'effet de la gravitation terrestre : la navette rejoint le satellite par une succession de révolutions circulaires de rayons de plus en plus proches de celui du satellite, de transferts entre deux orbites circulaires, et de « sauts » le long d'une orbite donnée. Une difficulté provient de l'aspect contre-intuitif de certaines manœuvres : une accélération de la navette va avoir comme conséquence, après une révolution, de retarder celle-ci le long de l'orbite circulaire. Cependant, les outils utilisés sont élémentaires : il ne s'agit que de la mécanique du point en potentiel coulombien.

Nous attendions du candidat qu'il nous explique la relation entre période et rayon dans le cas d'une orbite circulaire, afin de montrer pourquoi un « coup de frein » de la navette, suivi au bout d'un tour par un « coup d'accélérateur » ont finalement pour conséquence de la faire avancer le long de l'orbite.

**Dossier n°5 : Le bang sonique, article paru dans les Dossiers Pour la Science « Le son », 2001, p. 26**

Cet article décrivait les différentes facettes du « bang sonore » créé par un avion volant au-delà de la vitesse du son. En particulier, il expliquait que le bang n'est pas dû au « passage du mur du son », mais qu'il est présent en continu lorsqu'on vole à une vitesse supersonique. Différentes composantes du phénomène étaient analysées, et illustrées par

des schémas assez simples.

Question aux candidats : reproduire le cône de Mach, en analysant les surfaces équiphases (en 2 dimensions) du son produit par une source en mouvement, afin d'expliquer la différence entre vol sub- et super-sonique. Cette question de physique ondulatoire, à la base du phénomène décrit, et dont la composante supersonique était représentée graphiquement dans le texte, s'est révélée plus ardue que prévu.