

## **Épreuve orale d'Analyse de Documents Scientifiques Physique, Filière MP**

L'épreuve d'analyse de documents scientifiques (ADS) se déroule en deux parties. La première, pour laquelle les candidats disposent de deux heures de préparation, consiste à faire l'analyse scientifique d'un dossier. Ce dossier contient généralement entre 1 et 3 documents extraits d'articles, de livres ou de brochures, le tout accompagné d'un texte de quelques lignes précisant le travail demandé. La seconde partie est l'épreuve orale proprement dite. Elle dure 40 minutes, divisée en 15 minutes d'exposé, suivies de 25 minutes de discussion avec l'examinateur.

Moyenne et écart-type des candidats français :

. 11,62/20 pour les 125 candidats français avec un écart-type de 2,94.

Les candidats sont répartis en 3 commissions indépendantes, donnant lieu chacune à un classement propre. La liste d'admission est établie en classant ex aequo les candidats classés avec le même rang dans chaque commission d'examen ; ainsi pour une épreuve donnée, les écarts de moyenne entre commissions ne génèrent pas de rupture d'égalité des conditions entre candidats.

La limite de temps de l'exposé initial est généralement respectée ; lorsque ce ne fut pas le cas, l'examinateur a dû inviter à une conclusion rapide et synthétique, ou même, en cas de non-respect de cette consigne, interrompre l'exposé. C'est presque toujours la paraphrase qui allonge les exposés, très rarement l'excès d'analyses originales.

L'analyse d'un document scientifique consiste avant tout à en extraire le contenu relatif à la physique, souvent mélangé à des considérations d'ordre historique ou sociologique certes importantes, mais secondaires pour le physicien, les considérations techniques ou technologiques se situant à la frontière. Un document scientifique, même de vulgarisation, ne peut généralement porter sur le seul programme des CPGE ; l'ADS vise à mettre les candidats dans une situation similaire à celle qu'ils rencontreront dans leur vie professionnelle : tirer le maximum d'un texte avec les seules connaissances dont on dispose (ici, par convention : le programme). En d'autres termes, ce sont la maîtrise du programme, l'argumentation qu'elle permet et la réflexion qui en découle, qui conduisent à l'obtention d'une bonne note. Si des compléments de connaissances hors du programme sont nécessaires pour la compréhension des textes à analyser, ils sont fournis dans ces documents sous forme de parties séparées (« encadrés ») ou par un texte ad hoc accompagnant les documents. Il n'est généralement pas attendu que les candidats développent ces points, mais simplement qu'ils s'en servent.

Certaines parties du document peuvent être peu exploitables soit parce qu'elles sont imprécises, soit parce qu'elles supposent des connaissances allant au-delà du programme. Les candidats doivent donc commencer par faire le tri des informations à exploiter. Ensuite, il s'agit d'analyser les différents aspects scientifiques du contenu retenu en s'appuyant sur des connaissances précises. Tout doit être fait pour éviter le principal défaut observé qui est de se livrer à la paraphrase et de passer à côté de l'analyse.

Pour résumer la description du travail attendu en une phrase : **les documents proposés fournissent des informations et le jury attend des explications.**

Tous les dossiers proposés peuvent être reliés à un ou plusieurs chapitres du cours de physique de CPGE, mais aussi à toutes les connaissances acquises en particulier au lycée et au collège en physique, chimie, sciences de la vie et de la Terre, etc. Les connaissances pratiques acquises en TP sont aussi importantes. Au-delà des références aux principes ou théorèmes du cours, nous observons souvent des difficultés de certains candidats à mobiliser des connaissances relatives à une partie du programme non visée explicitement par le texte. Comprendre un texte, c'est le relier à ce que l'on connaît. Dans ce cadre, les candidats doivent s'efforcer de retrouver les valeurs numériques les plus importantes et de commenter dès que possible les modélisations et approximations, les techniques expérimentales et leurs contraintes, les équations, explicites ou pas, les figures et les courbes.

Le document proposé est un point de départ. Si le document est destiné au grand public, l'exposé doit, lui, être formulé dans un langage de physicien, argumenté par des équations et éventuellement des résultats chiffrés. S'il s'agit d'un article de spécialité, les candidats doivent extraire les idées essentielles ou les points importants et les analyser avec leurs propres termes, afin de montrer que l'essentiel a été compris. Analyser un texte c'est donc l'interroger, le faire parler, se poser des questions, et en définitive le rendre vivant.

Nous résumons quelques règles simples qu'il faut garder à l'esprit :

- Proscrire absolument la paraphrase. Ainsi l'exposé ne doit pas nécessairement reprendre le déroulement du texte.
- Faire preuve d'esprit critique et de synthèse. Nous rappelons que tout texte peut contenir des erreurs ou des imprécisions. Ces points critiquables sont à discuter (erreurs, parties confuses etc.). S'il n'est pas attendu que les candidats corrigent systématiquement ces points, ils peuvent être amenés à le faire lorsque l'erreur est manifeste (par exemple : une force exprimée comme le produit d'une puissance par une vitesse) ou à des analyses dont il est question plus haut.
- Dégager les principes physiques utilisés dans le texte. Il est important d'être capable d'explicitement ces principes, théorèmes, etc. dans le cadre du programme ; la présentation de parties du programme (ou hors programme !) sans rapport direct avec le texte est à éviter rigoureusement.
- Essayer d'explicitement certains raisonnements du texte, discuter les applications numériques et surtout discuter les ordres de grandeur (nous rappelons qu'une quantité est grande ou petite devant une autre quantité mais pas dans l'absolu).
- Ne pas hésiter à tenter une modélisation avec les outils de physique à sa disposition. Les examinateurs jugent l'effort de modélisation et non le fait que cette modélisation aboutisse nécessairement à un modèle exact du phénomène présenté dans le texte.

Nous donnons deux exemples de dossiers proposés aux candidats en 2023 et l'analyse de leurs traitements par les candidats.

## **Dossier n°8 : Lancers**

### Documents

Ce dossier comporte deux documents sur la problématique des lancers. Le premier document est un article intitulé « Propulsions préhistoriques » tiré du magazine *Pour la Science*. Le second est la traduction d'extraits d'un article scientifique publié dans la revue *American Journal of Physics* qui a servi de référence pour les auteurs du premier document.

### Sujet

Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes et qui synthétisera le contenu du dossier, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre et d'expliquer les éléments présentés dans le dossier.

On veillera, lorsque cela est possible, à justifier les résultats numériques ou théoriques annoncés et à ne pas se contenter de répéter ou de paraphraser le texte.

### Commentaire des examinateurs

Après une brève introduction dans le sujet, centrée sur l'objectif principal (« Comment lancer à la main un objet le plus loin possible ? »), le premier texte décrivait et analysait les deux techniques communes de lancer manuel de projectiles en fonction de la masse de ceux-ci, en décortiquant la succession des mouvements et en se servant d'estimations de portée et d'énergie atteignables. Le texte se terminait par la description du « propulseur » de lances, utilisé par les chasseurs préhistoriques. Le second texte, rajouté en annexe au premier, rapportait des résultats expérimentaux tirés d'expériences de lancer et donnait, sans la démontrer, l'expression de la courbe les ajustant.

Portant sur un phénomène « familier » et « intuitif » et faisant appel uniquement aux notions de base de la mécanique du solide, les deux textes étaient relativement faciles à suivre, à comprendre et à résumer. La difficulté de l'épreuve consistait donc non pas tant dans la description détaillée des phénomènes ou la synthèse exhaustive des textes que dans la formalisation et modélisation des techniques de lancer exposées. En effet, si la grande majorité des candidats a su faire un très bon résumé factuel, seulement très peu parmi eux ont pu mener à bien l'aspect modélisation. Concrètement, si le calcul « scolaire » de la portée d'un projectile lancé sous un angle en négligeant la résistance de l'air a été traité par pratiquement tous les candidats, (trop) peu nombreux ont été ceux qui ont pu retrouver le modèle mentionné dans le premier texte et décrivant les résultats expérimentaux du second. Il s'agissait pourtant d'un simple bilan d'énergie, d'ailleurs suggéré dans le texte même, bilan que la plupart des candidats se sont montrés tout à fait capables d'établir après coup lors de la discussion avec l'examineur.

De plus, aucun de ceux qui ont pu construire le modèle n'a essayé de l'étendre au cas du « propulseur », l'extension étant pourtant immédiate après inspection du dessin donné dans le texte. Nous tenons donc à rappeler aux candidats – surtout quand ils y sont explicitement invités par les sujets mêmes – à ne pas hésiter à formaliser et à modéliser les phénomènes, et à ne pas se limiter à une simple narration des textes.

Un autre aspect de l'épreuve qu'il convient de commenter ici est la lecture inégale de certaines parties du premier texte. Si la première technique « classique » de propulsion par rotation du bras, applicable aux masses relativement faibles, a été traitée par tous, la seconde technique par rotation du corps et extension du bras, utilisée par les sportifs - lanceurs de poids (dont la masse est plus importante), n'a non seulement été mentionnée que par une faible minorité mais, de plus, pratiquement aucun candidat n'a fait l'effort de la modéliser. Cependant cette seconde technique s'inscrivait parfaitement dans la logique du texte (augmentation de la masse du projectile – changement d'approche pour le lancer) et sa modélisation était tout aussi accessible que celle de la première (bilan du moment cinétique au lieu de l'énergie). Nous invitons donc les candidats à une lecture attentive et approfondie des textes, lecture qui doit non seulement leur fournir tous les éléments factuels nécessaires au résumé mais aussi leur révéler les liens existants entre les différentes parties, de même que la logique interne et le message véhiculé.

En résumé, nous tenons à rappeler aux candidats qu'il s'agit d'une épreuve tout aussi de synthèse que d'analyse de textes et que, par conséquent, son traitement réussi doit associer, dans leur juste mesure, un récit factuel et logique avec une formalisation modélisant et expliquant les phénomènes relatés.

## **Dossier n°7 : Les isotopes**

### Documents

Ce dossier comportait deux extraits d'un livre intitulé "*Les isotopes*", publié en 1917. Le premier extrait décrivait certains effets dus à l'isotopie. Le second décrivait des méthodes de séparation isotopique.

### Sujet

Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes et qui synthétisera le contenu du dossier, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre et d'expliquer les éléments présentés dans le dossier. On veillera lorsque cela est possible à justifier les résultats numériques ou théoriques annoncés et à ne pas se contenter de répéter ou de paraphraser le texte.

### Commentaires des examinateurs

Le premier extrait discutait de divers effets physiques que l'on peut attribuer à la différence entre les masses des isotopes d'un même élément chimique. Le texte insistait clairement sur l'importance du rapport des masses entre isotopes, puis présentait certains effets de ce rapport : différences de densités, de points de fusion et d'ébullition, etc., mais aussi effets de l'isotopie en spectroscopie. Le second extrait présentait plusieurs méthodes de séparation des isotopes fondées sur ces rapports de masses : diffusion, distillation fractionnée et centrifugation. Globalement, les candidats ont résumé les deux extraits, répartissant leur temps à peu près également entre les deux. La plupart des présentations se sont contentées d'être linéaires, sans réorganisation du contenu, ce qui tend à encourager la paraphrase. Il est rappelé aux candidats que l'épreuve requiert une présentation analytique du contenu du dossier et que la conception d'un plan logique, non nécessairement calqué sur l'ordre des textes, est la bienvenue. Une introduction générale au dossier est également un point important qu'il ne faut pas négliger. En l'espèce, le rôle scientifique, mais aussi social et

économique, des isotopes pour la production d'énergie nucléaire ou la conception d'instrumentation médicale offrait une porte d'entrée évidente dans le sujet, que seuls de rares candidats ont évoquée.

L'importance du rapport des masses comme clé de compréhension des effets isotopiques a bien été notée par les candidats, mais trop peu ont senti la nécessité d'utiliser cette donnée afin de bâtir des modèles simples des effets physiques présentés, se cantonnant souvent à de la paraphrase des extraits et à une énumération des données numériques. C'est regrettable car cela pouvait donner lieu à un réinvestissement de leurs connaissances du programme (systèmes de deux points matériels, mouvement autour d'un équilibre, atome de Bohr) et mener à des discussions quantitatives et qualitatives intéressantes.

Le second extrait, sur les méthodes de séparation isotopique, a été globalement mieux traité, notamment la partie sur la séparation par diffusion, qui semble bien connue des candidats. En revanche, la section sur la séparation par centrifugation a donné lieu à des incompréhensions, l'apparition de la fonction exponentielle et de la température dans le texte ayant induit les candidats, par réflexe, à invoquer indûment la distribution de Maxwell-Boltzmann au lieu de simplement appliquer la loi des gaz parfaits et l'équilibre isotherme.

Pour conclure, il faut insister sur la nécessité pour les candidats de réaliser une synthèse du dossier proposé qui s'appuie sur des modèles simples mais rigoureux permettant d'éclairer les mécanismes présentés dans les textes et de construire un ordre logique pour l'exposé. Le réinvestissement de connaissances personnelles sur le sujet afin de resituer le dossier dans un contexte plus large est également apprécié.