

Épreuve orale d'Analyse de Documents Scientifiques

Filière MP, Physique

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.

Moyennes et écarts-types des candidats français et internationaux :

- . 11,68/20 pour les 163 français avec un écart-type de 2,71.
- . 11,52/20 pour les 22 internationaux avec un écart-type de 2,75.

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 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 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 : 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'explicitier 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'explicitier 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.

Les dossiers proposés en 2022 comportaient les précisions suivantes :

On veillera lorsque cela est possible à justifier les résultats annoncés ainsi que les ordres de grandeur et à ne pas se contenter de répéter ou de paraphraser le texte.

Remarques :

- *L'usage de la calculatrice est interdit pendant la phase de préparation.*
- *Les textes peuvent être annotés pendant la période de préparation. Mais, à l'issue de l'épreuve, tous les documents (brouillons, transparents et textes) doivent être impérativement remis à l'examineur.*
- *Les candidates et candidats sont invités à éviter d'écrire leur présentation en tout petits caractères, peu lisibles lors de la présentation devant l'examineur.*
- *Le dossier proposé est constitué de reproductions de textes ou d'extraits de textes scientifiques d'origines variées. Ces documents, comme tout document scientifique, peuvent être critiqués, voire contenir des erreurs. Si tel est le cas, cela ne doit pas gêner le/la candidat(e) au cours de sa préparation. Au contraire, il/elle pourra le mentionner au cours de l'exposé ou de la discussion avec l'examineur.*
- *Certains textes ont subi des coupes partielles ; avant l'établissement stable de l'image sur la tablette, le texte coupé peut apparaître brièvement : ce phénomène parasite est à ignorer. De même, l'élimination de pages complètes peut introduire une discontinuité dans la numérotation des pages du document final.*

Dossier n°04 : l'effet Doppler

Documents – Ce dossier comporte de très larges extraits d'un article de la revue *Pour la science* paru en 2020 et consacré à l'effet Doppler. L'article est complété par un schéma relatif au phénomène de l'aberration stellaire découvert par Bradley et évoqué p. 74.

Sujet – Dans votre exposé d'environ 15 minutes, vous proposerez, à l'aide de vos connaissances en physique, des analyses et explications des phénomènes présentés ou dont il est question dans ce dossier.

Commentaire des examinateurs – L'article dont les extraits figuraient dans le dossier présentait de nombreuses situations physiques mettant en jeu l'effet Doppler. Sa rédaction adoptait un point de vue historique, mais les éléments sociologiques avaient été largement occultés dans le dossier proposé. Le texte permettait à la fois des discussions dans des domaines différents de la physique, et une discussion sur la manière dont s'imposent, ou non, des conceptions scientifiques novatrices et sur les méthodes de l'activité scientifique.

Les candidats ont généralement (mais pas toujours...) su donner ou retrouver la description analytique de l'effet Doppler. La prise de conscience des ordres de grandeurs était évidemment cruciale pour rendre compte de nombre de situations présentées par l'article. Dans le dossier présenté, les conséquences de l'effet Doppler dans les différents domaines de la physique sont spécifiques de ceux-ci. Si le phénomène de propagation est bien compris des candidats, les particularités de chaque situation – en optique, en acoustique, dans le cadre relativiste – ne le sont pas toujours ; comme souvent, on remarque que certains candidats ont parfois du mal à passer d'un domaine à l'autre lors d'une même épreuve. Les examinateurs regrettent que très peu de candidats se soient risqués à creuser la question de l'aberration de Bradley, comme y invitaient à la fois le texte et le complément au dossier. À l'instar du texte qui présentait des

cheminements vers les connaissances scientifiques, il est apprécié des candidats qu'ils ou qu'elles exposent une démarche rationnelle et argumentée, même si le résultat recherché n'est pas au rendez-vous. Exposer un développement sans avoir obtenu le résultat recherché ne doit donc pas être considéré comme un risque à prendre, mais comme faisant partie de l'activité scientifique ordinaire, et qui de plus, offre généralement matière à de riches discussions.

Les examinateurs rappellent que les connaissances des programmes des classes antérieures aux CPGE, en particulier de physique, sont supposées acquises.

Dossier n°09 : La stabilité du soleil

Documents – Ce dossier comporte un article tiré de la revue « Reflets de la physique » et un complément. L'article présente un modèle permettant d'expliquer la stabilité du Soleil. Le complément présente des éléments relatifs au théorème du viriel.

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

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

Commentaire des examinateurs – Le premier texte est assez court, seulement deux pages mais il est dense. Il a pour objectif de mélanger des concepts de gravitation et de thermodynamique afin d'expliquer la stabilité de la machine thermique que constitue le soleil. Le second est également très court (une demi-page), il propose une démonstration lapidaire des grandes lignes du théorème du viriel à partir du principe fondamental de la dynamique utilisant le théorème d'Euler sur les fonctions homogènes.

Le théorème du viriel dans le cas d'un gaz autogravitant est le résultat principal qui permet à l'auteur du premier texte de mener à bien son raisonnement pour montrer que la capacité calorifique du soleil est négative, ce point expliquant sa stabilité à long terme. Très peu de candidat ont su relier les deux textes qui n'étaient pourtant pas indépendants : le second propose une explication plus directe et plus habituelle pour les candidats d'un élément important de l'argumentation du premier.

Malgré sa faible longueur, le premier texte est caractérisé par une très importante densité d'information abordant de très nombreux domaines de la physique : production et transfert de chaleur, diffusion thermique, effet tunnel, éléments de gravitation classique et de théorie du potentiel, équilibre hydrostatique, physique statistique du gaz parfait, thermodynamique. Il était important de montrer comment l'enchaînement de ces différentes informations parvenait à expliquer globalement la stabilité du soleil et de nombreux candidats y sont parvenus. *Sans paraphraser le texte*, ils ont su expliquer à partir de leurs connaissances et des compléments d'informations apportés par le texte le fonctionnement global de la machine thermique soleil. Contrairement aux attentes initiales du jury, peu de candidats se sont attardés sur le complément qui, par son caractère lacunaire, permettait de proposer de nombreuses justifications à de nombreuses affirmations proposées dans les deux textes. Ce point est sans doute le résultat du manque d'organisation de certains candidats qui se sont peut-être laissés attirer par la lecture linéaire du texte dans laquelle ils ont consommé tout le temps de l'épreuve.

Face à ces textes courts il aurait été bien plus efficace de prendre un peu de hauteur afin d'organiser la présentation en regroupant *toutes* les informations apportées en différentes parties. Puis de mettre en scène ces différents ingrédients pour décortiquer la mécanique du raisonnement proposé afin d'obtenir le résultat étudié par le texte.

Une introduction générale mettant en scène l'articulation des documents proposés est souvent très appréciée du jury. Une justification argumentée des différents rouages des textes peut alors permettre de remplir la tâche souvent demandée aux candidats qui consiste à *fournir des explications à propos des différentes informations apportées par les documents*.

Dossier n°13 : L'intérieur de la Lune

Documents – Ce dossier comporte deux documents. Le premier document est un texte intitulé « L'intérieur de la Lune » paru en 2002 dans la revue *Pour la Science*. Le second texte est un extrait du livre d'André Brahic *Cinq leçons d'astronomie*.

Sujet – L'exposé, d'environ 15 minutes s'attachera à décrire la physique à l'oeuvre à l'intérieur de la Lune. Vous accorderez une attention particulière aux ordres de grandeur cités dans ces documents et vous vous efforcerez de les justifier.

Commentaire des examinateurs – Après une introduction sur les paramètres physiques (densité, moment d'inertie...) de la Lune, le premier texte commentait les différentes théories sur sa formation et décrivait en détail sa structure interne, telle que déduite à partir de modèles numériques, alimentés par des données issues des missions spatiales. Le second texte, nettement plus court que le premier, jouait le rôle de complément sur les théories de la formation.

Portant sur un objet astronomique « familier » et faisant appel essentiellement à des notions de base de la mécanique du solide, de l'hydrostatique et du transport de chaleur, le sujet a été globalement bien accueilli et correctement traité par la majorité des candidats. Presque tous les candidats ont su éviter l'écueil de la simple narration que pouvait suggérer un texte de nature assez descriptive, en appuyant judicieusement leur récit sur des listes, des dessins et des schémas appropriés (certains présents dans les textes eux-mêmes) : attitude que nous tenons à saluer. Néanmoins, à notre surprise, une très petite partie a omis de mentionner l'hypothèse de l'accrétion double, pourtant citée dans les deux textes. Nous invitons donc les candidats à une lecture attentive et approfondie des textes, afin d'être capables d'extraire et de résumer l'essentiel à partir de descriptions parfois longues et ne suivant pas toujours un ordre logique dans les textes.

Les résultats étaient nettement plus contrastés quant à la justification formelle des affirmations présentes dans le texte, explicitement demandée dans l'énoncé. La grande majorité des candidats a correctement posé le calcul du moment d'inertie d'une sphère homogène mais très peu seulement ont réussi à retrouver le « fameux » facteur 0,4 cité dans le texte. Certains candidats se sont évertués à calculer la pression atmosphérique de la Lune mais pratiquement aucun d'eux n'a su mener les calculs jusqu'au bout. Quant à l'estimation de la pression au centre de la Lune et le test des hypothèses de la fission et de l'accrétion double, basé sur l'estimation du moment cinétique du système Terre – Lune, presque aucun candidat ne s'est aventuré sur ce terrain. Il s'agissait pourtant d'exercices d'hydrostatique et de mécanique relativement simples, des exercices que beaucoup ont su faire au tableau sans difficultés majeures à titre de réponses aux questions posées pendant la deuxième phase de l'interrogation. Nous nous attendons donc à retrouver des candidats n'hésitant pas à formaliser, à modéliser et à quantifier les affirmations et les descriptions qualitatives présentes dans les textes. Dans le même sens, nous souhaitons rappeler aux candidats que le choix même des textes garantit la faisabilité de ce type d'exercice et que, ce faisant, ils peuvent être sûrs de bénéficier de l'aide bienveillante de l'examinateur.