

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 écart-type des candidats français :

- . 1^{ère} com. : 60 candidats pour une moyenne de 12,13/20 avec un écart-type de 2,87
- . 2^{ème} com. : 61 candidats pour une moyenne de 11,39/20 avec un écart-type de 2,66
- . 3^{ème} com. : 60 candidats pour une moyenne de 11,80/20 avec un écart-type de 2,68

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 Terre et de la vie, 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 2021 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°5 : La caléfaction

Documents – Ce dossier comportait un article tiré de la revue « Reflets de la physique », décrivant le phénomène de caléfaction et ses propriétés. Une page de complément précisait le sens de certains termes ou notions utilisés dans l'article : tension superficielle, loi de Laplace, longueur capillaire.

Sujet – Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre les différents éléments de ce texte.

Commentaire des examinateurs – Le texte présentait l'histoire de l'observation du phénomène de caléfaction, suivi d'une première analyse physique. Les examinateurs se sont assurés que les différents aspects du phénomène physique avaient été compris. Quelques compléments d'analyse pouvaient être apportés dès ce stade (ou faisaient l'objet de questions après l'exposé). Par ordre de complexité croissante : équilibre thermique de la goutte, transition entre gouttes sphériques ou aplaties, stabilité du phénomène, empêchement de l'ébullition dans la goutte. Le texte poursuivait avec la présentation de deux situations où l'effet conduit à des observations intéressantes : chute d'une sphère solide, chaude, dans un liquide volatil et lévitation de solides au-dessus d'une plaque chaude. Ces situations étaient partiellement analysées par les auteurs du texte, mais des compléments pouvaient être apportés par les candidats (par exemple : planéité de la surface du solide en lévitation). Des développements plus importants étaient proposés par le texte sur la caléfaction sur des textures et la caléfaction sous champ. Il était assez simple de procéder à la mise en équation de plusieurs remarques sur la dynamique du déplacement des gouttes et de corréler les résultats analytiques aux figures. D'autres développements, moins simples, ont été proposés aux bons candidats par les examinateurs en fin d'interrogation.

Dossier n°12 : Flux de chaleur

Documents – Ce dossier était composé à partir d'un article tiré de la revue *Pour la science*, intitulé « Des flux de chaleur qui échappent à Fourier ». Plusieurs sections de cet article avaient été ôtées du dossier.

Sujet – Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre les différents éléments de ce texte.

Commentaire des examinateurs – Le texte présentait plusieurs aspects – historique, épistémologique, technologique – ainsi qu'une modélisation théorique très riche permettant de lier les échelles microscopique et macroscopique du phénomène de diffusion de la chaleur au sein d'un solide. Sur chacun de ces aspects, de nombreux liens, suggérés ou explicitement énoncés par le texte, étaient possibles avec d'autres parties du programme. Tel qu'il avait été aménagé, le texte incitait par exemple à expliciter la loi de Fourier ; les candidats qui ne l'ont pas fait dans leur exposé y ont évidemment été invités au début de l'interrogation. Dans l'une des séries au moins, les présentations des candidats ont été très contrastées : de l'absence totale d'éclaircissements à la profusion de commentaires explicatifs ou éclairants. La notion de loi phénoménologique permettait des discussions intéressantes. Par exemple, le texte faisait un rapprochement historique entre la formulation locale de la loi de Fourier et celle de la loi d'Ohm. Un tel rapprochement est parfaitement dans l'esprit du programme qui stipule à la fois que « aucun modèle relatif à la loi d'Ohm n'est exigible », mais aborde explicitement la loi d'Ohm locale. La modélisation de la diffusion de la chaleur par des phonons donnait lieu à des questions dont les réponses étaient plus ou moins suggérées par le texte : dans quelles conditions la loi de Fourier n'est-elle plus valable ? Telle qu'elle est décrite dans l'encadré, la particule-phonon a-t-elle une masse ? Onde et particule ? Aux candidats peu inspirés par ces questions, d'autres interrogations sur certains aspects technologiques des échanges de chaleur permettaient de reprendre pied.

Dossier n°7 : Le nouveau système d'unités de mesure pour le XXIème siècle

Documents – Ce dossier comportait un article tiré de la revue « La Recherche » qui décrit le nouveau système d'unités internationales redéfini en novembre 2018. Il a été complété par un texte précisant le principe d'une balance de Kibble.

Sujet – Dans votre exposé, qui durera environ 15 minutes, vous chercherez à montrer comment vos connaissances en physique vous permettent de comprendre les différents éléments de ce texte.

Commentaire des examinateurs – L'article décrivait la redéfinition des unités de mesure à base de constantes fondamentales, permettant de s'affranchir de l'utilisation d'étalons (tels que l'étalon du kilogramme, par exemple). Un court texte supplémentaire développait, à l'aide de schémas et de descriptions, les détails de fonctionnement de la balance de Kibble (ou « du watt »), utilisée pour relier la masse à la constante de Planck.

Le sujet a été globalement bien accueilli et correctement traité par la majorité des candidats ; il avait le mérite de représenter un bon équilibre entre aspects qualitatifs et quantitatifs. Les rappels historiques et la présentation de la situation avant la réforme de 2018 représentaient un écueil à éviter ; malheureusement, certains candidats se sont adonnés à de

longues narrations qualitatives partiellement déconnectées du texte ou, au contraire, à des reprises littérales de celui-ci, au détriment du reste (de la conclusion, le plus souvent). La grande majorité a été cependant capable de déduire sans accroc les unités des grandeurs physiques de base (longueur, masse, courant, etc.) à partir des constantes fondamentales, faisant ainsi preuve de maîtrise suffisante de l'analyse dimensionnelle. La deuxième partie du texte, portant sur la balance de Kibble, a été globalement plus difficile : la seconde phase du fonctionnement de la balance a été souvent insuffisamment bien comprise. De même, l'établissement des équations maîtresses à la base des deux phases, quoique relativement simple et direct, a été laborieux pour certains, et a dû se faire avec l'aide de l'examineur. Dans ce contexte, nous aurions apprécié une meilleure aptitude à la transition du qualitatif au quantitatif et une plus grande aisance au passage du descriptif au formel.

Dossier n°8 : *Vers l'horizon et au-delà ! Le rayon vert*

Documents – Ce dossier comporte un texte extrait du magazine « Pour la science » sur des problèmes de vision sur terre. Il est complété par trois courts extraits sur le phénomène optique appelé « rayon vert ». Un complément final définit un certain nombre de phénomènes optiques.

Sujet – Dans votre exposé d'environ 15 minutes, vous vous attacherez à discuter et/ou justifier les différentes affirmations théoriques et expérimentales présentées, en particulier les hypothèses qui les sous-tendent et leurs limitations.

Commentaire des examinateurs – L'article de la revue portait sur l'augmentation de la distance géométrique de l'horizon grâce à la réfraction atmosphérique (elle-même due à l'inversion de température avec l'altitude). Les trois courts textes supplémentaires étaient des rapports d'observation du « rayon vert » (phénomène optique de coloration verte du bord supérieur du soleil couchant, due à la dispersion atmosphérique de la lumière). Afin de faciliter leur compréhension et interprétation, un petit complément définissant la dispersion, la diffusion et l'absorption de la lumière était joint.

L'énorme majorité de candidats a su déduire sans soucis l'expression de la distance géométrique de l'horizon en fonction de la hauteur d'observation et du rayon de la Terre. Une partie a également réussi à retrouver le gradient de température de l'inversion nécessaire à la réfraction des rayons lumineux. Les examinateurs s'attendaient à un pourcentage plus élevé, compte tenu du fait que toutes les données nécessaires figuraient dans le texte. Finalement, un seul candidat s'est lancé, encouragé et aidé par l'examineur, à montrer que l'augmentation de la distance due à la réfraction équivaut à une augmentation d'un tiers du rayon de la Terre dans l'expression de la distance géométrique.

À l'opposé de l'article de revue, propice à la modélisation et aux estimations numériques, les trois petits textes sur le rayon vert invitaient à une analyse purement qualitative et géométrique du phénomène, en s'appuyant sur des photographies et en s'aidant du complément fourni sur les phénomènes optiques. Malheureusement, la majorité des candidats s'est limitée à une récitation littérale des trois textes, sans même essayer d'accompagner le discours par un simple dessin géométrique. Très peu de candidats ont su identifier les points communs entre les trois textes afin d'être en mesure de dégager les traits caractéristiques du phénomène. Dans ce sens, les examinateurs espèrent retrouver des candidats qui sont à l'aise non seulement avec les estimations quantitatives (preuves de capacités de formalisation) mais qui le sont également avec l'analyse, la description et la caractérisation qualitative des phénomènes physiques (preuves de sens physique).