

# Physique-chimie

## Présentation des épreuves

### Organisation de l'oral

Il appartient aux candidats d'être présents au lieu et à l'heure prévus par leur convocation, sans retard. Ils doivent impérativement être munis de cette **convocation**, d'une **pièce d'identité**, d'un **stylo** et de leur calculatrice personnelle. Tout téléphone portable ou objet communicant doit bien sûr être éteint. Il peut être demandé aux candidats de déposer ces derniers en vue, hors de leur portée, pour la durée de l'épreuve.

L'ordre de passage des deux épreuves de physique-chimie et de physique-chimie-informatique est aléatoire mais l'organisation interne des oraux est telle que le thème disciplinaire principal du sujet proposé aux candidats sera différent lors des deux épreuves. Il n'y a en revanche aucune corrélation entre ces épreuves orales et le thème de l'épreuve de travaux pratiques de physique-chimie.

L'épreuve orale de physique-chimie est une épreuve sans préparation : les candidats se voient remettre un sujet, comportant un exercice unique, lors de leur entrée dans la salle. Il doit en débiter immédiatement la présentation au tableau. L'épreuve dure donc 30 minutes environ (des formalités à l'entrée à l'effacement du tableau inclus). Les applications numériques et leurs commentaires ne sont pas facultatifs ; les candidats doivent donc être en mesure d'utiliser efficacement leur calculatrice personnelle (en physique-chimie) ou la console **Python** (en physique-chimie-informatique) ou bien de proposer des estimations d'ordres de grandeur, en fonction de l'énoncé qui leur est proposé.

L'épreuve orale de physique-chimie-informatique est une épreuve avec préparation : les candidats disposent d'environ trente minutes pour cette préparation. Le sujet comporte un exercice unique qui peut être associé à un document annexe à analyser, à un script **python** à exploiter ou à compléter, à une simulation ou un enregistrement vidéo, ou à plusieurs de ces compléments d'énoncé. La présentation débute à l'issue de cette phase de préparation. Le papier de brouillon utilisé pendant cette préparation est fourni aux candidats ; il reste à leur disposition pendant le passage au tableau puis est détruit (et n'est donc jamais évalué) à l'issue de l'épreuve. La durée totale de celle-ci est donc d'une heure (des formalités à l'entrée à l'effacement du tableau inclus). Les applications numériques gagnent presque toujours à être exécutées au moyen de **Python**, en particulier du fait que la majorité des sujets est accompagnée d'un script déjà programmé comportant toutes les données utiles.

### Programme des épreuves orales

Les deux épreuves orales portent sur la totalité des programmes de physique et chimie des deux années de préparation (MPSI et MP), y compris les outils mathématiques et transversaux, les approches documentaires et thématiques expérimentales. Les candidats n'ont pas le choix du sujet qui leur est proposé.

Les épreuves orales ne se limitent en aucun cas à une simple vérification des connaissances du programme ; la connaissance du cours est donc une condition nécessaire au bon déroulement de l'oral, mais elle n'y suffit pas. Les deux épreuves orales, sur la base de la maîtrise de ce programme, évaluent en réalité l'acquisition de compétences bien spécifiques, telles qu'elles sont définies par le programme officiel des classes de préparation.

Les sujets proposés ne font jamais appel à des connaissances, méthodes ou résultats hors programme. Toutefois, si les candidats proposent d'eux-même d'utiliser une telle notion, le jury se réserve le droit de vérifier qu'ils connaissent bien les conditions d'application du résultat proposé et, à défaut, peut en refuser l'emploi.

## L'évaluation des épreuves orales

### En physique-chimie

Le sujet imposé débute toujours de manière très proche du cours, de façon à évaluer d'abord les connaissances globales du thème abordé et la capacité des candidats à les organiser. L'exercice se poursuit toujours dans un cadre contextualisé, les candidats devant alors construire et présenter un raisonnement personnel : analyse, mise en équations et résolution du problème posé. Lors du déroulement de l'épreuve, l'examineur évalue la capacité des candidats à mettre à profit les indications qu'ils reçoivent, à valider ou rectifier les hypothèses choisies, à relier le problème traité aux résultats du cours.

### En physique-chimie-informatique

Le sujet fourni aux candidats est toujours fortement contextualisé et accompagné dans presque tous les cas d'annexes (documents, figures, simulations, scripts `Python`...) qui permettent une préparation construite en amont de l'oral. Le jury attend (et obtient parfois) que l'oral débute par une présentation synthétique du problème posé et des méthodes de résolution envisagées. Pendant la suite de l'oral, le recul acquis pendant la préparation sur le sujet traité permet aux meilleurs candidats un développement en profondeur des notions abordées.

### Longueur des sujets

Seul le déroulement de l'oral influe sur l'attribution de la note, en particulier en comparaison des autres candidats interrogés au même moment et sur le même thème. Il est parfaitement possible d'obtenir une très bonne note en ayant fourni un traitement de qualité d'une partie seulement de l'énoncé. De la même manière, le fait de parcourir, à grande vitesse mais sans approfondir et parfois sans rigueur, la totalité du sujet n'est absolument pas une garantie d'obtenir une telle bonne note.

## Analyse globale des résultats

Ce rapport présente une analyse statistique des notes attribuées lors des deux épreuves orales. Ces notes couvrent toute la gamme de 1 à 20. Ce qui est proposé plus bas en constitue un résumé succinct assorti de quelques commentaires.

### Les points communs aux deux épreuves

Les perturbations de la scolarité des candidats à l'oral 2024 dues à la pandémie de COVID-19 sont maintenant assez anciennes pour qu'elles aient peu influencé la préparation aux concours. Le jury a donc logiquement vu des candidats plutôt bien préparés, bien au courant de la modalité des épreuves, sans lacune massive dans leurs connaissances, et prêts pour beaucoup d'entre eux à fournir une prestation dynamique lors de l'oral.

Les deux épreuves ont pu ainsi évaluer de manière pertinente la maîtrise des méthodes et savoir-faire en physique-chimie mais aussi d'autres compétences : savoir élaborer un discours, faire preuve d'écoute puis de réactivité et manifester un bon esprit de synthèse. Les candidats qui n'ont pas manifesté de lacunes sur l'ensemble du spectre ainsi évalué ont logiquement obtenu de bonnes notes ; environ **23 %** des étudiants ont ainsi été notés **de 15 à 20**.

Certains candidats ont occupé l'autre extrémité du spectre des notes, en général en cumulant lacunes disciplinaires, méthodologiques et de présentation. On notera ainsi qu'environ **21 %** des étudiants ont été notés **de 1 à 8**. le jury n'attribue pas la note zéro à un candidat présent à l'oral.

## **Les différences entre les deux épreuves**

Comme indiqué plus haut, les épreuves orales de physique-chimie et de physique-chimie-informatique évaluent les performances des candidats sur deux parties distinctes de leur programme ; c'est une cause possible des différences que certains ont pu constater entre leurs deux notes.

Au-delà de cette différence évidente, des candidats qui maîtrisent bien l'ensemble du programme peuvent néanmoins obtenir des notes bien différentes aux deux oraux. Ceux-ci sont en effet conçus pour évaluer de manière complémentaire les candidats. Ainsi, si environ **46 %** des candidats ont obtenu aux deux épreuves des notes proches (écart compris entre 0 et plus ou moins 2 points) ; plus de la moitié d'entre eux ont un écart de plus ou moins trois points.

## **Commentaires sur les réponses apportées et conseils aux futurs candidats**

### **Comportement à l'oral**

L'immense majorité des candidats se présente en connaissance de cause, et en connaissant les modalités des deux épreuves. Évidemment ceux qui les découvrent en arrivant, n'ont pas de stylo, pas de preuve d'identité, etc., ressortent d'autant.

Le jury apprécie les efforts de présentation des étudiants. Le choix du registre de langage, les efforts de gestion du tableau, des schémas soignés et lisibles au tableau, ont évidemment une influence positive sur la note finale.

Une épreuve orale doit s'appuyer sur l'interaction des candidats avec leur interrogateur : c'est à lui qu'il faut parler (et non à son tableau), il faut l'écouter quand il parle ou pose une question (c'est toujours en première intention à l'avantage des candidats) et lui répondre. Toutefois, en l'absence d'interruption, c'est aux candidats de gérer le déroulement de l'oral qui ne doit en aucun cas être interrompu pour attendre une confirmation ou une approbation, qui ne viendra pas.

### **Gestion du déroulement de l'interrogation**

Certains candidats se pénalisent eux-mêmes par une mauvaise gestion du déroulement de l'interrogation. L'idée qu'il vaudrait mieux faire « trainer » l'épreuve sur les questions faciles pour éviter d'être confronté à celle qui semblent un peu plus délicates est complètement fautive : avancer dans le sujet, même avec l'aide de l'examinateur, ne peut que favoriser les candidats et jamais baisser sa note !

Il serait bon que les candidats se préparent à une bonne gestion de leur tableau. Si celle-ci n'est pas évaluée en tant que telle lors d'un oral, savoir retrouver les résultats pertinents, s'appuyer sur un schéma déjà tracé pour répondre à une nouvelle question, etc., est toujours avantageux.

### **Remarques disciplinaires**

Quel que soit le champ disciplinaire concerné, le jury a pu voir des oraux de qualité mais aussi des prestations décevantes. Les remarques qui suivent, présentent quelques une des erreurs commises par les candidats ; il ne s'agit pas d'une liste exhaustive des points difficiles mais seulement de quelques exemples d'erreurs que le jury souhaite éviter aux candidats des futures sessions du concours.

#### **Chimie**

Pour de nombreux exercices, les candidats ont tout intérêt à recourir à un tableau d'avancement. De même, en électrochimie, l'application de la « règle du gamma » doit suivre immédiatement le recensement des réactifs potentiels.

Si la détermination des grandeurs thermodynamiques standard est en général bien connue, leur interprétation physique fait parfois défaut. L'évaluation des températures de fin de réaction est trop rarement présentée avec la rigueur attendue.

Bien sûr la chimie, comme d'ailleurs la thermodynamique physique, comporte quelques usages concernant les unités de température (degrés celsius), de volume (litres), de pression (bars) et de masse (grammes), qui ne doivent pas être oubliés avant les applications numériques.

### Électricité et électronique

Identifier clairement un diviseur de tension suffit souvent à établir les équations électriques les plus simples ; à contrario en voir un là où il n'est pas, est une faute sanctionnée. Identifier un filtre et ses éléments caractéristiques devrait être une opération rapide, que ce soit à partir du schéma du montage, de l'expression de la fonction de transfert ou de l'observation de son comportement ; ça n'est pas toujours le cas.

La condition de Nyquist-Shannon est en général citée correctement, mais la signification du terme nommé «  $f_{\max}$  » est souvent peu claire.

### Électromagnétisme

L'emploi de méthodes ou de résultats inadaptés (relation de structure des ondes planes pour des ondes qui ne le sont pas, notation complexe maintenue pour des grandeurs énergétiques, ...) est à l'origine d'un grand nombre d'erreurs aisément évitables ! Attention à ne pas confondre les directions de polarisation et de propagation.

En électrostatique et magnétostatique, l'étude des symétries puis des invariances des causes du champ étudié doit, dans cet ordre, précéder la détermination du champ. Les erreurs des candidats viennent presque toujours de fautes dans l'analyse de ces symétries.

Quelques candidats confondent les forces de Lorentz et de Laplace, qui ne s'appliquent pas aux mêmes systèmes (et n'ont pas la même expression).

### Mécanique classique

Quelques candidats rencontrent des difficultés importantes pour traiter des problèmes simples (propriétés du mouvement circulaire, caractère libre ou lié d'un mouvement...) ; ce n'est pas normal.

Certains étudiants ne savent pas exprimer correctement les pseudo-forces d'inertie ; leurs expressions dans les cas du programme (rotation d'axe fixe et translation) doivent être connues, et il ne faut évidemment pas confondre le mouvement d'un référentiel avec celui du système étudié.

Une analyse physique préalable des lois de Coulomb du frottement solide évite souvent les erreurs dans leur application.

### Mécanique quantique

L'interprétation physique pose bien plus de problème que les calculs qui sont ici généralement bien menés. Les applications numériques sont parfois délicates, peut-être à cause des ordres de grandeur inhabituels ou des limites techniques de certaines calculatrices. Une détermination d'ordre de grandeur ou, le cas échéant, l'emploi d'un script `Python` permettraient pourtant de contourner ces difficultés.

### Optique

Traiter un exercice d'optique, c'est presque toujours commencer par faire un schéma. Plus il est élégant et général et plus il sera utile aux candidats. Les paramètres angulaires sont souvent essentiels ; rappelons

qu'ils s'expriment couramment de degrés, minutes et secondes d'angle et qu'il convient de savoir les convertir en radians.

Les calculs de différence de marche s'appuient normalement sur l'application du théorème de Malus, qu'il faut appliquer avec soin et discernement (il n'y a de plan de phase que dans le cas d'une onde plane...). Dans de nombreux cas, le théorème de Malus n'est utile que si on l'applique aux ondes fictives imaginées dans le cadre de la loi du retour inverse de la lumière.

La notion de localisation des franges (dans l'interféromètre de Michelson) reste encore souvent mal comprise.

L'étude et les conditions d'emploi des réseaux de diffraction restent bien mystérieux pour certains candidats (c'est aussi le cas de la notion même de diffraction).

### Thermodynamique

Quelques résultats classiques sont parfois mal maîtrisés (théorème de Carnot, régimes d'écoulement stationnaire) ; les changements d'état sont souvent cause de sérieuses difficultés, que ce soit pour l'interprétation des diagrammes diphasés ou pour l'expression des variations des fonctions d'état. La modélisation en résistance thermique, lorsque elle est justifiée, simplifie souvent les raisonnements.

Plus généralement il n'est pas possible de faire une étude thermodynamique sans définir pour commencer le système étudié et la transformation qu'il subit. Il est aussi indispensable d'être soigneux avec les algébrisations, notamment des transferts thermiques.

Affirmer sans aucune justification l'équation de diffusion n'est pas une bonne idée. Sa résolution exige de toutes façons des précisions quant aux conditions aux limites et/ou aux conditions initiales.

Si les candidats ont souvent bien compris que, dans le cadre de la distribution statistique de Boltzmann la limite basse température est le peuplement majoritaire des niveaux les plus bas, certains pensent à tort que la limite haute température est le peuplement majoritaire des niveaux les plus hauts.

### Conclusion

Même si les paragraphes, qui précèdent, insistent sur certaines erreurs courantes et regrettables, le jury tient à souligner la bonne impression d'ensemble qui, encore une fois, se dégage des épreuves 2024. Les candidats, tout en manifestant un niveau variable, sont en général motivés, aimables, ponctuels, informés du format de l'épreuve et, pour beaucoup, bien préparés.

Pour aider à la préparation aux sessions du concours à venir, des sujets d'oral récents seront publiés sur le site du concours.