

Épreuve Orale d'Analyse de Documents Scientifiques Chimie

Filière PC

L'épreuve orale d'Analyse de Documents Scientifiques (ADS) du concours d'admission à l'École polytechnique et à l'ESPCI est une épreuve à fort coefficient et ne doit donc pas être négligée. Cette épreuve ne repose pas uniquement sur les connaissances scientifiques du/de la candidat(e) mais est l'occasion d'évaluer ses capacités de synthèse et d'analyse critique face à un dossier scientifique ne traitant pas uniquement de questions de cours. Il s'agit également d'un exercice de communication. Bien qu'une bonne maîtrise du programme de chimie soit nécessaire pour réussir l'épreuve d'ADS chimie, ce n'est pas une condition suffisante. Cet exercice a en effet pour but d'évaluer l'ensemble des compétences que sont les capacités de synthèse et de communication, de réflexion scientifique, la maîtrise du programme et la capacité à mobiliser ce programme pour comprendre des documents plus complexes.

Le jury a, comme les années précédentes, apprécié la bonne préparation de la majorité des candidats à cette épreuve. Ce rapport a pour objectif de présenter l'épreuve dans son ensemble et également d'apporter des pistes d'amélioration pour les futurs candidats. Deux exemples de dossiers tirés des sujets proposés cette année sont donnés à la fin de ce rapport.

La moyenne des 182 candidats français est de 11,92 toutes commissions confondues. Les moyennes s'échelonnent de la façon suivante selon les 3 commissions :

- 1^{ère} com. : 60 candidats pour une moyenne de 11,88/20 avec un écart-type de 3,26
- 2^{ème} com. : 60 candidats pour une moyenne de 11,65/20 avec un écart-type de 3,06
- 3^{ème} com. : 62 candidats pour une moyenne de 12,23/20 avec un écart-type de 3,38

Déroulement de l'épreuve

L'épreuve d'ADS consiste en une préparation de deux heures, suivie par une épreuve orale de 40 minutes face à une examinatrice ou un examinateur. L'épreuve orale s'articule autour de deux parties. Une première partie correspond à un exposé oral d'une quinzaine de minutes pendant lequel le ou la candidat(e) présente une synthèse du dossier proposé. Lors de cette première partie, l'examinateur ou l'examinatrice n'intervient pas. La seconde partie de l'épreuve est consacrée à une discussion entre le ou la candidat(e) et l'examinateur ou l'examinatrice. Cet entretien permet de clarifier certains points de l'exposé ou des parties du dossier qui n'auraient pas été traitées au cours de la présentation et d'évaluer les capacités du ou de la candidat(e) à mobiliser différents points du programme pour mieux comprendre les notions abordées dans le dossier.

Aspect pratique

Le dossier est remis au/à la candidat(e) sous format numérique (.pdf) sur une tablette au début de l'épreuve. Il n'est pas possible d'annoter les documents.

Lors de l'épreuve orale, une caméra reliée à un vidéoprojecteur permet de projeter les supports préparés par le/la candidat(e) sur des feuilles vierges au format A4, fournies par le concours. La caméra est réglée par l'examineur (ou l'examinatrice) au préalable et aucun autre réglage n'est nécessaire. A noter qu'il est conseillé d'utiliser le *format paysage A4* et d'écrire relativement gros (comme sur des transparents) pour assurer une bonne visualisation. L'utilisation de feutres de couleur à pointes fines est par exemple tout à fait adaptée.

La projection de certains schémas compliqués du dossier depuis la tablette est envisageable mais dans *une limite raisonnable*, un schéma simplifié avec lequel le/la candidat(e) montre qu'il/elle s'est approprié(e) le sujet étant préférable. En outre, la luminosité de la tablette entraîne souvent une mauvaise visualisation des images par la caméra.

Pour la partie discussion, le/la candidat(e) dispose d'un tableau avec des craies qu'il lui est fortement recommandé d'utiliser pour répondre au mieux aux questions.

Enfin, l'usage de la calculatrice ou du téléphone portable n'est pas autorisé au cours de l'épreuve.

Les documents proposés aux candidats

Une tablette numérique est remise au/à la candidat(e) au début de l'épreuve. Elle contient un dossier au format .pdf composé d'une première page listant le thème, les documents et annexes donnés ainsi qu'une consigne. Les pages suivantes correspondent aux documents à étudier. Généralement, le dossier est composé de deux ou trois articles scientifiques (entre 10 et 20 pages suivant la source, la complexité des documents ou la taille des graphiques), rédigés en langue française et issus de revues scientifiques, de thèses de doctorat, d'actes de colloques ou de rapports d'institution. Une classification périodique des éléments est toujours fournie en annexe.

Il est conseillé au/à la candidat(e) de lire attentivement la consigne. Celle-ci peut être axée sur un point précis du document ou être plus générale et elle permet d'orienter la lecture.

Des exemples de dossiers sont donnés à la fin de ce rapport.

L'exposé

Le/la candidat(e) est invité(e) à présenter un exposé d'une « quinzaine de minutes » selon la consigne. Il s'agit d'un temps indicatif et non chronométré, le/la candidat(e) n'étant pas coupé après ce temps de parole. Il est cependant conseillé aux candidats d'utiliser un temps raisonnable pour cet exposé. La plupart des exposés présentés cette année ont été faits dans un temps raisonnable, néanmoins des exposés trop longs (plus de 20 minutes) ou trop courts (moins de 10 minutes) sont encore à déplorer. Les deux scénarios sont dommageables. Un exposé trop long démontre un manque d'esprit synthétique et le/la candidat(e) se perd souvent dans des détails inutiles. *A contrario*, un exposé trop court est souvent signe qu'une partie des documents a été occultée, mal traitée ou incomprise. Ce manque de gestion du temps impacte en outre la deuxième partie de l'épreuve.

Il est également fortement conseillé aux candidats d'utiliser un support visuel permettant d'étayer leur propos. En effet, un exposé sans aucune illustration est très difficile à suivre pour l'examineur (ou l'examinatrice) et la note s'en ressentira forcément. Les planches doivent être utilisées comme un support permettant d'accompagner le discours grâce à des schémas clairs, ne doivent pas être trop chargées et ne doivent pas être un texte lu par le/la candidat(e). La qualité du support visuel est importante et est évaluée par le jury durant l'oral. Cette année, celle-ci était variable même si, dans l'ensemble, l'exercice a été plutôt bien maîtrisé. La projection de certains schémas depuis la tablette est possible mais a tendance à pénaliser les étudiants car cela démontre un manque d'appropriation des données du dossier et la clarté d'un exposé reposant sur le « tout tablette » est souvent affectée. En outre, il est demandé aux candidats de décrire ces schémas et non de dire simplement « comme on peut le voir sur le schéma xx ».

L'exposé doit comporter : un titre, une introduction, incluant une problématique, un développement en plusieurs parties – voire sous-parties – et une conclusion. La plupart des exposés suivent cette construction mais celle-ci apparaît parfois très artificielle. Les recommandations pour chaque partie sont listées ci-dessous :

Titre

Le titre doit refléter l'effort de synthèse et un traitement personnel des documents fournis. Très souvent, ce titre est malheureusement le rappel exact de la consigne et ne reflète pas une appropriation du dossier par le/la candidat(e).

Introduction

L'introduction permet d'explicitier le titre, le contexte du dossier et de développer une problématique. Le contexte doit permettre de replacer les articles scientifiques dans un contexte d'actualité sociétale ou économique pour démontrer l'intérêt du thème traité et de la recherche sous-jacente. Nous sommes conscients que ce contexte et la problématique sont souvent difficiles à dégager compte-tenu de la jeune culture scientifique des candidats. Néanmoins, s'attarder sur cette partie permet de poser les fondements de l'exposé et d'orienter ce dernier. La problématique, à l'image du titre, ne doit pas être une paraphrase de la consigne. Si la consigne est « synthèse et utilisations de composés », la question « quelles sont les synthèses et utilisations de ces composés ? » n'est pas considérée comme une vraie problématique. Le plan peut ensuite être explicité mais nous tenons à rappeler que celui-ci n'est pas une introduction en lui-même. Trop d'exposés font encore l'économie de replacer le dossier dans un contexte plus général et se contentent de paraphraser la consigne.

Développement

Le développement est la partie centrale de l'exposé. Il doit comporter un plan explicite, être fluide et les transitions, qui sont des liens logiques entre les parties, ne doivent pas être négligées. Les dossiers sont suffisamment fournis pour éviter les redondances et les documents doivent être utilisés à bon escient pour illustrer le propos. Ce développement doit être une démonstration permettant de répondre à la problématique posée en introduction. Ici, le support visuel est essentiel et les candidats sont encouragés à diriger l'attention de l'examineur vers les points précis dont il discute en les pointant sur ses feuilles ou sur l'écran.

Le développement doit permettre de cerner la synthèse des documents et ne devrait pas correspondre à un plan : partie 1 = document 1 ; partie 2 = document 2 etc...

Conclusion

Cette partie de l'exposé est malheureusement trop souvent bâclée, bien qu'essentielle. Il ne s'agit ici ni de faire un résumé du développement, ni de paraphraser la consigne mais bien de répondre (partiellement ou en totalité) à la problématique énoncée dans l'introduction. Elle doit également permettre d'élargir le sujet en dégagant des perspectives ou en soulignant des difficultés théoriques ou techniques qui ouvrent un nouveau programme de recherche, par exemple. Dans de nombreux cas, les candidats ont tendance à énoncer des lieux communs qui semblent appris par cœur, énonçant qu'il s'agit de « technologies très importantes » ou d'un « enjeu majeur pour la chimie verte », ce qui n'a pas vraiment d'intérêt. Faire appel aux défis du quotidien, aux enjeux industriels connus... enrichit bien plus l'exposé.

Nous souhaitons rappeler ici que la consigne demande d'utiliser les documents et de « faire appel la culture personnelle du/de la candidat(e) ». Il ne s'agit en aucun cas de faire des rappels du cours, encore moins de mettre en avant des connaissances hors programme, mais bien d'être capable de lire et d'interpréter les documents à la lumière du cours et de la culture scientifique générale du/de la candidat(e). Les rappels de cours introduits de manière « artificielle » dans l'exposé sont le plus souvent l'objet d'un hors sujet et ces notions pourront faire l'objet de la discussion lors de la seconde partie de l'épreuve.

Cette année encore le jury a constaté une envie irrésistible des candidats de parler de chimie verte. Bien qu'il s'agisse d'un pan du cours non négligeable, il est rappelé aux candidats d'utiliser ce terme à bon escient. Par exemple, autant cette discussion a toute sa place dans un exposé sur les « solvants verts », autant lorsqu'il est question de « synthèse totale », la chimie verte n'est pas nécessairement la partie du cours à laquelle il faut faire référence.

L'entretien

A la fin de l'exposé, l'examineur prend la parole pour entrer dans la partie entretien de l'épreuve. Les premières questions sont souvent l'occasion de clarifier ou de corriger certains points de l'exposé, jugés peu clairs par l'examineur/l'examinatrice. Elles permettent d'évaluer la maîtrise du programme par le/la candidat(e) et de s'assurer que certaines incohérences ou erreurs ne sont pas des erreurs de fond mais bien des erreurs d'inattention. Durant cette première phase, les questions peuvent parfois paraître assez simples, comme lorsqu'une structure de Lewis ou une configuration électronique sont demandées. Les candidats doivent s'attendre à ce type de questions sans être déstabilisés.

Dans une seconde phase, le jury élargit le champ des questions et augmente la difficulté de ces questions, tout en restant dans le cadre du dossier et du programme. Il s'agit d'aborder certaines parties du dossier qui n'auraient pas été traitées pendant l'exposé (nous nous permettons de rappeler ici que l'intégralité du dossier ne doit pas forcément être traitée pendant l'exposé mais bien qu'une synthèse est attendue). Certaines questions sont également là pour faire appel à la réflexion du/de la candidat(e). Dans ce cas, le jury ne s'attend pas à une réponse tranchée mais cherche à évaluer la capacité de réflexion du/de la candidat(e) face à un problème complexe. La discussion peut alors s'engager avec l'examineur à conditions que le/la candidat(e) effectue sa réflexion à voix haute. Dans la plupart des cas, l'utilisation du tableau est recommandée.

Remarques générales

Le jury aimerait souligner, comme les années précédentes, que même si la chimie verte et la catalyse sont des domaines essentiels de la chimie, celle-ci fait l'objet d'une surenchère systématique dans l'exposé et certains candidats leur consacrent même une partie entière, ce qui aboutit à un hors sujet systématique. Les notions de catalyse et de chimie verte devraient rester limiter aux sujets qui s'y rapportent.

Conclusion

Le jury a pu constater que, dans l'ensemble, l'exercice de l'ADS était plutôt bien maîtrisé et d'excellentes notes ont été attribuées à des candidats qui ont fait preuve d'une excellente capacité de synthèse des documents, de bonnes compétences de communication, d'une connaissance approfondie des programmes grâce à laquelle ils ont pu mener des réflexions poussées et un échange scientifique de haut niveau avec le jury. Le jury tient à féliciter ces candidats mais également à féliciter l'ensemble des candidats qui a su s'adapter aux exigences de cette épreuve difficile. Nous regrettons enfin que de moins en moins de candidats de la filière PC choisissent l'ADS de chimie, réputé, à tort, plus difficile que celle de physique. En effet, la répartition des notes est la même entre les deux épreuves et nous encourageons les candidats à choisir selon leurs appétences et leurs compétences en chimie ou en physique.

Exemples de sujets donnés lors du concours 2021

Thème : les composés organométalliques du zinc et du magnésium

Article n°1 : «*Les composés organozinciques et organomagnésiens polyfonctionnels*», P. Knochel, E. Hupe et H. Houte, L'actualité chimique 2003, n°265, 12-16.

Article n°2 : «*Préparation d'espèces organométalliques polyfonctionnelles du zinc et du magnésium*», A. Desaintjean, F. Danton, C. Hamze, P. Knochel, L'actualité chimique 2020, n° 451, 22-28.

Consigne : Présenter un exposé d'une quinzaine de minutes sur le thème « les composés organométalliques du zinc et du magnésium, propriétés, synthèse et applications » en utilisant les textes fournis et en faisant appel à votre culture personnelle.

Pistes de réflexion et problématiques que le/la candidat(e) pouvait traiter :

- Quels sont les atouts des dérivés organométalliques du zinc et du magnésium pour la synthèse ?
- Comment les organomagnésiens et les organozinciques ouvrent-ils de nouvelles possibilités en synthèse organique ?
- Pourquoi les dérivés organométalliques du magnésium et du zinc sont un bon compromis en synthèse organique ?
- En quoi les synthèses de dérivés organométalliques polyfonctionnels sont-elles bénéfiques pour l'industrie pharmaceutique et l'agrochimie ?

Thème : La résonance paramagnétique électronique (RPE)

Article n°1 : «*Spin trapping : la chasse aux intermédiaires radicalaires*», C. André-Barrès, J. Lalevée, E. Anselmi, G. Dagousset, E. Magnier, D. Gimes et B. Tuccio, L'actualité chimique 2019, n°443, 25-29.

Article n°2 : «*Étude de la photodécoloration d'un pigment à base d'acide carminique par RPE*», F. Morlet-Savary, V. Gérard, J. Lalevée, M. Jaber, L'actualité chimique 2020, n° 444-445, 50-55.

Consigne : Présenter un exposé d'une quinzaine de minutes sur le thème « la RPE : fonctionnement et utilisation » en utilisant les textes fournis et en faisant appel à votre culture personnelle.

Pistes de réflexion et problématiques que le/la candidat(e) pouvait traiter :

- Que nous apprend la résonance paramagnétique nucléaire ?
- De l'électron à la structure : les forces de la résonance paramagnétique nucléaire.
- La résonance paramagnétique nucléaire : une méthode analytique