

Épreuve Orale d'Analyse de Documents Scientifiques de 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 exigeante ne repose pas uniquement sur les connaissances scientifiques des candidats mais est l'occasion d'évaluer leur capacité 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 et de pédagogie. Bien qu'une bonne maîtrise du programme de chimie soit nécessaire pour réussir l'épreuve, 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, de réflexion scientifique, la maîtrise du programme et la capacité à mobiliser ce programme pour comprendre des documents plus complexes. A noter que la prestation orale ainsi que la qualité du support écrit font partie intégrante de la notation.

Le jury a, comme les années précédentes, apprécié la bonne préparation de la majorité des candidats à cette épreuve. Cependant, un petit nombre de candidats s'est présenté à l'épreuve en n'en connaissant manifestement ni les attentes ni les modalités. C'est regrettable, car cela ne permet pas à ces étudiants de fournir une prestation à la hauteur de leurs compétences, et hypothèque fortement leurs chances de réussir l'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 213 candidats est de 11,71/20 toutes commissions confondues, avec un écart-type de 3,07

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 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 candidat présente une synthèse du dossier proposé. Lors de cette première partie, l'examinateur n'intervient pas. La seconde partie de l'épreuve est consacrée à une discussion entre le candidat et l'examinateur. 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 candidat à mobiliser différents points du programme pour mieux comprendre les notions abordées dans le dossier.

Aspects pratiques

Le dossier

Le dossier est remis au candidat sous format numérique (.pdf) sur une tablette au début de l'épreuve. Il n'est pas possible d'annoter les documents. A noter que certains documents du corpus peuvent être tronqués afin de garder une cohérence globale et/ou une longueur raisonnable de texte. D'un point de vue technique, les candidats ne doivent donc pas s'étonner que des « carrés blancs » apparaissent sur certains documents. Ils peuvent se rapporter à la page de garde mentionnant le nombre de pages du document ou demander une précision aux appariteurs pendant la préparation. Il est rappelé aux candidats de bien prendre la tablette avec eux lorsqu'ils se rendent en salle d'exposé. En effet, elle peut être nécessaire au moment de la discussion.

Préparation du support visuel

Lors de la préparation, le service concours fournit des feuilles vierges au format A4 aux candidats. Ces feuilles permettent de préparer le support visuel qui sera projeté lors de la présentation. Le candidat doit apporter lui-même le matériel d'écriture. A noter qu'il est conseillé d'utiliser le *format paysage A4*, d'écrire relativement gros (comme sur des transparents) et d'éviter d'écrire tout au bord des pages pour assurer une bonne visualisation. L'utilisation de feutres de couleur à pointes fines est, par exemple, tout à fait adaptée. Des schémas clairs et pédagogiques illustrant les propos sont toujours appréciés.

Certains candidats utilisent des abréviations (m pour molécules, ° pour 'ion' etc...) sur leur support, ce qui peut compliquer la compréhension du jury. En chimie, un schéma vaut souvent plusieurs phrases à partir du moment où celui-ci est bien décrit et les examinateurs ne peuvent qu'encourager les candidats à limiter le texte aux mots clés. Le jury rappelle que la qualité du support visuel de l'exposé est un des critères de la notation.

Les conditions de l'oral

Lors de l'épreuve orale, une caméra reliée à un vidéoprojecteur ou à un écran permet de projeter les supports préparés par le candidat sur des feuilles vierges au format A4. La caméra est réglée par l'examineur au préalable et aucun autre réglage n'est nécessaire.

Le candidat peut choisir de s'asseoir ou de rester debout lors de sa présentation. Il est à noter cependant que les présentations debout sont souvent plus dynamiques. Le candidat est encouragé à bien faire attention au début de l'oral qu'il ne se positionne pas devant l'écran où est projetée sa présentation et à bien utiliser son support visuel en guidant l'œil de l'examineur à l'aide d'un stylo, par exemple. La projection de certains schémas compliqués du dossier depuis la tablette est envisageable mais dans *une limite raisonnable*, un schéma simplifié avec lequel le candidat montre qu'il s'est approprié le sujet étant préférable. En outre, la luminosité de la tablette entraîne souvent une mauvaise visualisation des images par la caméra.

Bien que le temps de l'exposé ne soit pas chronométré, il est conseillé au candidat d'apporter une montre afin de s'assurer que l'exposé soit effectué dans un temps raisonnable.

Pour la partie discussion, le candidat dispose d'un tableau à craies ou à feutres qu'il lui est fortement recommandé d'utiliser pour répondre au mieux aux questions.

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

Les documents proposés aux candidats

Le dossier est 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 candidat de lire attentivement le thème et la consigne. Celle-ci peut être axée sur un point précis du document ou être plus générale et elle permet d'orienter la lecture. Le non-respect de la consigne sera automatiquement considéré comme un hors sujet.

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

L'exposé

Remarques générales

Le candidat est invité à présenter un exposé d'une « quinzaine de minutes » selon la consigne. Il s'agit d'un temps indicatif et non chronométré, le candidat 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 candidat se perd souvent dans des détails inutiles. A l'inverse, 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 et est *de facto* sanctionné.

La chimie étant une science très visuelle, les candidats sont encouragés à illustrer leur propos par un support visuel adéquat. En effet, un exposé sans aucune illustration est très difficile à suivre pour l'examineur 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 candidat. Les abréviations doivent être utilisées avec parcimonie. Le jury souhaite rappeler que la qualité du support visuel est importante et est évaluée 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 ne doit pas être systématique. En effet, les projections depuis la tablette sont peu lisibles. En projetant leurs propres schémas simplifiés, les candidats prouvent qu'ils se sont approprié le contenu du dossier.

Les sciences chimiques possèdent un vocabulaire très riche. Dans les corpus, les candidats sont confrontés à des fonctions chimiques, des atomes dont les noms ne leur sont pas familiers. Les examinateurs en sont conscients et restent indulgents vis-à-vis des lapsus ou confusions. Néanmoins, un effort de la part des candidats est attendu sur le vocabulaire central du corpus.

Déroulé de l'exposé

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. Des efforts ont été remarqués cette année pour proposer des titres originaux mais il s'agit encore souvent du rappel exact de la consigne et ne reflète pas une appropriation du dossier par le candidat.

Introduction

L'introduction permet d'explicitier le titre, le contexte du dossier et de développer une problématique. Le rappel des titres du corpus n'est pas nécessaire et n'apporte rien à l'exposé. 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 et les documents fournissent souvent des éléments de contexte. Les candidats sont néanmoins vivement encouragés à démontrer leur esprit critique vis-à-vis d'introductions des documents du corpus.

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 X », la question « quelles sont les synthèses et utilisations des composés X ? » 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 ils discutent 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... A noter qu'il n'est pas nécessaire de parler de tous les aspects abordés par les documents et le choix des thèmes abordés doit être guidé par la problématique choisie. Cependant, certains candidats choisissent d'omettre un document entier ou un point central du corpus. Le jury tient à rappeler qu'une synthèse globale du corpus est attendue et que les documents sont choisis de sorte qu'ils apportent des éclairages différents. L'omission d'un document dans la synthèse sera forcément sanctionnée dans la notation.

Conclusion

Bien qu'essentielle, cette partie de l'exposé est malheureusement trop souvent bâclée, sans support visuel. 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, ce qui n'a pas vraiment d'intérêt. Faire appel aux défis du quotidien, aux enjeux industriels connus... enrichit bien plus l'exposé.

Rappels importants aux candidats :

Nous souhaitons rappeler ici que la consigne demande d'utiliser les documents et de « faire appel à la culture personnelle du candidat ». 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 candidat. On a pu regretter cette année que des candidats aient consacré des parties entières de leur exposé à des rappels de cours plus ou moins reliés au sujet discuté. L'apparition d'un mot dans le corpus ne nécessite pas forcément un rappel du cours le concernant. Le risque est de faire ainsi un hors-sujet qui est fortement pénalisant au niveau de la notation. Par exemple, le terme « bioorthogonal » ne justifie pas de faire 2 min d'exposé sur les groupements protecteurs orthogonaux, ou le terme catalyse ne devrait pas conduire nécessairement à un rappel de cours sur l'hydrogénation catalytique homogène et hétérogène. L'exercice ne demande pas au candidat d'étaler ses connaissances mais bien de les mobiliser pour mieux comprendre les documents du corpus. Il est rappelé que le hors-sujet est fortement pénalisant. Le jury attend principalement des candidats qu'ils soient capables de discuter du sujet qu'ils ont devant les yeux. Enfin, il est rappelé qu'il s'agit d'une analyse de documents de chimie. Bien que les documents abordent des thématiques liées à d'autres sciences, comme par exemple la médecine, la chimie doit rester au cœur de l'exposé.

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. Elles permettent d'évaluer la maîtrise du programme par le candidat 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, une configuration électronique ou un degré d'oxydation sont demandés. 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 celles-ci, 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 rappelons ici que l'intégralité du dossier ne doit pas forcément être traitée pendant l'exposé, mais que nous en attendons une synthèse. Certaines questions sont également là pour faire appel à la réflexion du candidat. Dans ce cas, le jury ne s'attend pas à une réponse tranchée mais cherche à évaluer la capacité de réflexion du candidat face à un problème complexe. La discussion peut alors s'engager avec l'examineur à condition que le candidat effectue sa réflexion à voix haute. Dans la plupart des cas, l'utilisation du tableau est recommandée.

Même si les concepts peuvent parfois paraître compliqués, le jury s'attache à poser des questions de difficulté graduelle auxquels les candidats peuvent répondre en faisant appel aux différentes parties de leur programme. Pour certains candidats, la difficulté réside dans le fait que plusieurs parties du programme doivent parfois être mobilisées pour répondre à une seule question. La capacité du candidat à écouter la question et à y répondre de manière précise, succincte et en nommant les lois utilisées (théorie VSEPR, règles de Cahn-Ingold-Prelog, de Hund etc...) est évaluée. Trop souvent, un candidat répond à une question par un étalage de ses connaissances ou par une réponse équivoque dans laquelle l'examineur doit pêcher la réponse qui lui convient. Dans ce cas, l'examineur peut être amené à demander des précisions et la notation s'en voit impactée.

De plus, les examinateurs ont pu constater que certaines parties du programme de CPGE ne sont pas bien maîtrisées. La fonction acétal des dérivés du glucose est par exemple très souvent confondue avec un éther oxyde, l'hydrolyse d'un acétal qui découle de la réversibilité de la réaction est souvent oubliée... En particulier, une faiblesse en chimie de coordination (interaction de ligands neutres avec un métal, degré d'oxydation du métal dans un complexe organométallique, réactions d'association ou de dissociations de ligands...) a été notée cette année. Des efforts ont néanmoins été observés dans l'écriture des structures de Lewis ou les structures électroniques, au programme de première année.

Conclusion du rapport

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 grande 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.

Exemple de sujets donnés lors du concours 2024

Thème : Les réducteurs silylés

Article n°1 : « *L'importance des hydrosilanes en tant que réducteurs* » par G. Durin (extrait de thèse), 8 pages numérotées 20 à 27.

Article n°2 : « *Vers la synthèse de réducteurs renouvelables à base de silicium* » par G. Durin et T. Cantat, 7 pages, numérotées 14 à 20.

Consigne : Présenter un exposé d'une quinzaine de minutes sur le thème de « la réduction avec des dérivés silylés » en utilisant les textes fournis et en faisant appel à votre culture personnelle.

Pistes de réflexion et problématiques que le candidat pouvait traiter :

- Pourquoi les dérivés silylés peuvent jouer un rôle dans le développement durable ?
- Comment et pourquoi recycler les réducteurs silylés ?
- Quels sont les critères de durabilité d'un réducteur ?

Thème : Le recyclage des DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques)

Article n°1 : « *Le recyclage des DEEE* », par Micheline Draye et Romain Duwald, 11 pages numérotées de 1 à 3 et de 7 à 15.

Article n°2 : « *Le recyclage des déchets d'équipements électriques et électroniques : on n'arrête pas le progrès* », par Micheline Draye, 5 pages numérotées de 100 à 104.

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

Pistes de réflexion et problématiques que le candidat pouvait traiter :

- Peut-on récupérer sélectivement des métaux incorporés dans une matrice complexe ?
- Comment limiter l'utilisation d'acides concentrés ?
- Pourquoi les liquides ioniques constituent-ils un choix judicieux pour l'extraction des métaux ?