

Banque PC inter-ENS – Session 2024

Rapport du jury relatif à l'épreuve d'oral de chimie (PS-L)

- **Écoles concernées par cette épreuve** : ENS Paris-Saclay, ENS de Lyon
- **Coefficients (en pourcentage du total d'admission de chaque concours)** :
 - ENS Paris-Saclay
 - Option chimie : 20,3 %
 - Option physique : 10,2 %
 - ENS de Lyon : 10,5 %

- **Membres de jury** :

Laure-Lise CHAPPELLET, Floris CHEVALLIER, Mickaël FOUR, Raymond GRUBER, David MARTIN, Cédric MONGIN, Mathilde NIOCEL, Romain RÉOCREUX, Pierre-Etienne ROUET, Martin VÉROT.

1. ORGANISATION ET DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE

L'épreuve de l'oral de chimie de la banque PC inter-ENS s'est tenue sur 4 semaines du 10 juin au 6 juillet 2024 et s'est déroulée dans les locaux de l'ENS Paris-Saclay.

L'épreuve est composée de deux parties : la présentation d'un thème de chimie puis la résolution d'un problème de chimie. Après l'accueil des candidats, le déroulé est le suivant :

- Le candidat dispose d'une heure de préparation dans une salle où sont disposés des ouvrages de chimie recouvrant les programmes de PCSI et PC de CPGE, mais aussi des ouvrages classiques de divers domaines de la chimie et de culture scientifique.
- Le candidat est conduit dans la salle de présentation et le déroulé de l'épreuve lui est présenté par les membres du jury.
- L'épreuve démarre par la présentation du thème, le candidat dispose de 25 minutes pour présenter ce qu'il a préparé. Il lui est demandé de commencer par une présentation succincte du plan de son exposé (de préférence au tableau). Le jury ne pose pas de question pendant les 5 premières minutes pour laisser le candidat rentrer dans son épreuve sereinement. Ce délai passé, une discussion s'installe entre le jury et le candidat. Ce questionnement peut tout à fait amener le candidat à ne pas pouvoir présenter la totalité de ce qu'il a préparé, mais cela n'est nullement préjudiciable. Se basant sur le plan présenté au départ, et tenant compte du temps qu'il reste, le jury peut orienter le candidat vers l'exposé d'une partie spécifique de son choix. Le candidat est stoppé au bout de 25 minutes pour passer à la seconde partie de l'épreuve.
- Les 25 minutes restantes sont consacrées à la résolution d'un problème de chimie sans préparation. Le candidat découvre son sujet et propose des pistes de résolutions. Une discussion s'installe avec le jury pour explorer les domaines de la chimie abordés par l'exercice proposé. Le candidat est de nouveau stoppé au bout de 25 minutes, l'épreuve est alors terminée.

2. ÉLÉMENTS STATISTIQUES

Cette année, 361 candidats étaient attendus à cette épreuve et 304 (soit 84,2 %) s'y sont présentés. Les notes attribuées pour cette épreuve sont comprises entre 4 et 20, autour d'une moyenne de 12,67 et selon un écart-type de 3,96. La figure suivante présente un diagramme de répartition des notes par tranche de 4 points. Le niveau général des candidats demeure bon et 40,8 % des candidats obtiennent une note supérieure à 14, ce qui dénote une bonne préparation et un niveau scientifique solide.

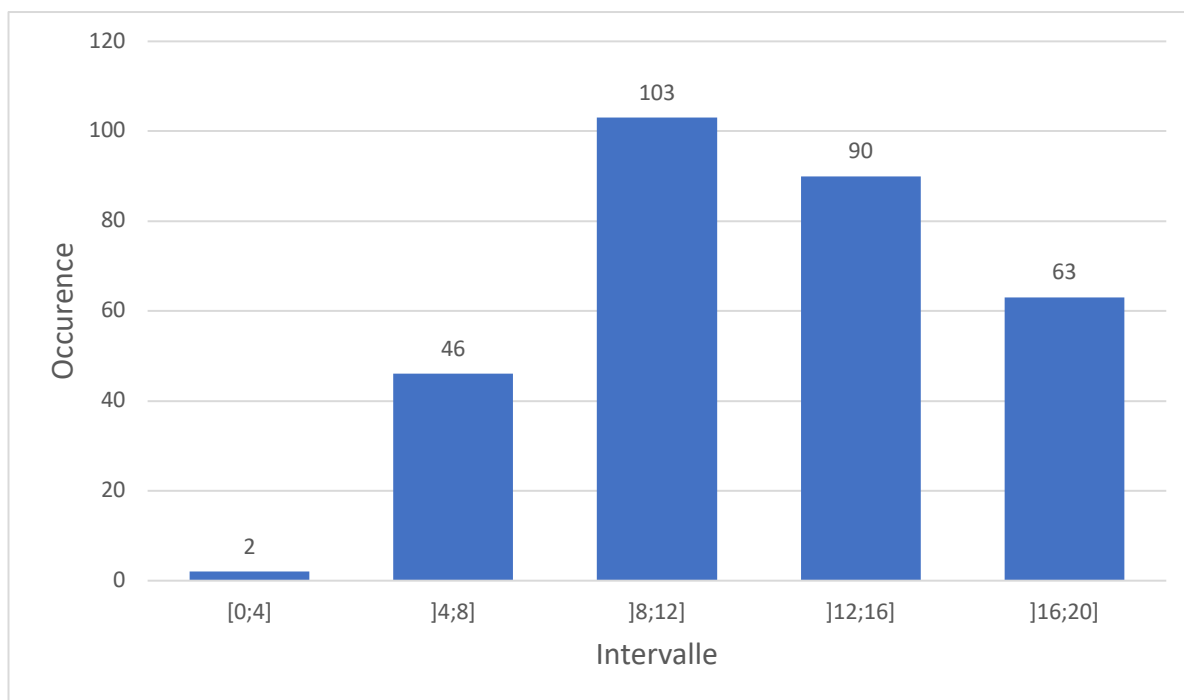


Figure 1: Répartition des notes attribuées pour l'épreuve orale de chimie de l'épreuve commune aux ENS Paris Saclay et ENS de Lyon pour la filière PC.

3. PRESENTATION DES PARTIES DE L'EPREUVE

3.1. Le thème

Le thème consiste en une présentation d'un exposé structuré d'une notion de chimie du programme de PCSI, de PC, ou encore d'une notion transverse faisant appel à des parties de programme des deux années de CPGE.

Le temps de préparation du thème, en présence des ouvrages de chimie, doit permettre au candidat de trouver les exemples qui enrichiront son exposé par la suite. La présence des ouvrages ne saurait remplacer la maîtrise d'une notion et surtout la prise de recul nécessaire au candidat pour faire la synthèse de ses connaissances et pouvoir proposer un plan intéressant et structuré. Le jury n'attend pas des candidats qu'ils « recopient » un livre en délivrant une version désincarnée et non comprise. Au contraire, à travers le plan et les exemples sélectionnés, le jury attend du candidat qu'il montre sa compréhension des notions et leur articulation.

Le candidat gagnera à démontrer l'intérêt du thème proposé en l'adossant à des exemples chimiques appliqués (industriels, de la vie de tous les jours, ...) et à utiliser des molécules ou composés chimiques réels plutôt que des structures types composées de groupements R inconnus.

Il est important d'exposer une problématique structurant l'exposé. Le plan annoncé doit ensuite permettre de comprendre les pistes envisagées pour répondre la problématique choisie.

Les candidats doivent garder en tête que les 25 minutes consacrées au thème sont souvent bien insuffisantes pour traiter en détail la notion proposée. Il faut ainsi faire des choix lors de la construction du plan. Cette contrainte aura tout intérêt à guider le candidat à choisir de présenter moins de définitions et de formalisme et plus d'applications à des systèmes chimiques.

Après les 5 premières minutes, le jury commence à interroger le candidat. Il ne faut pas en être déstabilisé, au contraire, cet échange permet au jury d'explorer les domaines de la chimie et de mettre en lumière la maîtrise des différents concepts par le candidat.

Il est parfois difficile de reprendre le fil d'une présentation lorsque celle-ci a été interrompue par des questions. Le jury est conscient de cette difficulté et encourage les candidats à revenir à leur questionnement de départ pour poursuivre.

3.2. Le problème

Au début de cette nouvelle partie d'épreuve, le candidat découvre l'exercice qui lui est attribué. Celui-ci peut prendre différentes formes (du texte, une image, une molécule, ...) et constitue un point de départ pour la résolution d'un problème de chimie. Le jury laisse quelques instants au candidat pour proposer des premières réflexions sur le concept étudié puis rebondit sur ses propositions pour explorer les pistes de résolution proposées.

La discussion avec le jury se basant sur les pistes ouvertes par le candidat, celui-ci gagnera à « oser » faire des propositions de résolution ou, a minima, à expliquer sa vision du problème et à définir les hypothèses qu'il est amené à formuler.

Même des propositions erronées sont source de discussion et peuvent aboutir à une compréhension des limites du problème proposé. En revanche, une attitude craintive et effacée ne permettant pas d'ouvrir une discussion est à proscrire et est bien souvent source d'une note assez décevante.

Au fur et à mesure de l'avancée dans l'exercice, le jury est généralement amené à donner des éléments supplémentaires au candidat. Ces nouvelles indications peuvent être données à l'oral ou bien encore constituer de nouveaux documents distribués au candidat.

L'évaluation de cette partie de l'épreuve se fait de nouveau sur la maîtrise des différents concepts abordés, sur la qualité de la discussion avec le jury et sur la capacité du candidat à mettre en perspective la problématique étudiée ainsi qu'à s'adapter au problème posé en précisant les hypothèses nécessaires et en énonçant les éventuelles limites des pistes explorées.

4. REMARQUES ET CONSEILS

4.1. Remarques générales

L'intégralité des remarques et des conseils des rapports précédents est toujours d'actualité et le jury encourage fortement les candidats à lire les rapports pour préparer au mieux l'épreuve.

- Les candidats doivent garder à l'esprit que la partie de thème tient une place essentielle de la notation de l'épreuve. Elle n'est donc pas à négliger.
- La lecture et la bonne compréhension du thème font partie des éléments qui sont évalués. Même si cela reste rare, le jury regrette de voir quelques exposés hors-sujet ou bien trop courts.
- Le choix des exemples doit être fait avec clairvoyance et il est indispensable que le candidat maîtrise les exemples qu'il choisit de présenter. Le jury peut constater qu'une part non négligeable des candidats reprend certains exemples courants mais non triviaux, ce qui les met en difficulté pour les exposer clairement.
- Il n'est pas rare de voir des candidats glisser sur des questions techniques sans difficulté et à l'inverse buter sur des questions triviales impliquant la conservation de la quantité de matière, de la stéréochimie de base, du calcul d'un nombre d'oxydation ou de la nomenclature en

chimie organique. Les candidats sont donc invités à ne pas négliger ces connaissances fondamentales qui peuvent se révéler très handicapantes dans différentes situations.

- Bien qu'en situation de stress, les candidats sont invités à se rappeler que le jury cherche à les guider et faire en sorte de leur permettre d'exprimer leur potentiel. Ils doivent donc chercher à rester à l'écoute et attentifs à la discussion pour en tirer profit.
- Une bonne tenue du tableau avec une attention particulière à la réalisation des schémas (en cristallographie par exemple) est attendue des candidats. Il est souvent regrettable d'aboutir à un résultat faux car le raisonnement a été mené sur une figure approximative et difficilement exploitable. Il en va de même pour la clarté des graphiques, représentés avec des axes orientés, une grandeur et son unité associée sur chaque axe.
- Il faut veiller à la rigueur du vocabulaire scientifique, et éviter les expressions trop familières. Par exemple, une bande d'élongation de liaison O-H en spectroscopie IR ne peut être qualifiée de « grosse patate ». La loi de modération ne consiste pas, pour le système chimique, à « consommer la température ».
- Le jury rappelle qu'aucune utilisation de notions hors programme n'est attendue des candidats. Cela s'avère même souvent une bien mauvaise idée pour le candidat qui se retrouve à devoir expliquer des notions ou des formalismes qu'il ne maîtrise pas bien. Les candidats qui s'aventurent d'eux-mêmes dans les domaines hors-programme en thème ou lors des exercices se placent généralement en grande difficulté.
- Le jury regrette que les candidats préfèrent souvent utiliser des exemples abstraits pour mener des raisonnements de cinétique ou de thermochimie plutôt que d'utiliser des exemples appliqués.
- Le nom d'un certain nombre d'espèces chimiques, relevant d'une culture chimique de base, figure explicitement au programme. Il est très regrettable pour un candidat de ne pas les connaître.

4.2. Remarques portant sur des points particuliers

De nouveau, le jury invite les candidats préparant l'épreuve à consulter les rapports précédents qui contiennent de nombreuses indications toujours valables sur les thématiques du programme. Certains points pertinents pour l'année 2024 sont présentés ci-dessous.

Chimie organique

- Certains candidats ont une bonne maîtrise des réactions vues dans le cours lorsque celles-ci apparaissent dans des situations canoniques. En revanche, ils sont rapidement en difficulté lorsqu'il s'agit de transposer ces réactions à une molécule plus complexe. Le jury encourage les candidats à se référer à des raisonnements de réactivité (électrophilie, nucléophilie, basicité, acidité) pour déterminer ce qui se passe et pour ne pas être démunis dès lors qu'ils ne reconnaissent pas les réactifs habituels. Le repérage de la réactivité est toujours facilité par la représentation systématique des doublets non liants et lacunes électroniques des molécules organiques. Les notions mêmes d'électrophilie, de nucléophilie, d'addition et de substitution sont parfois confondues entre elles.
- Le jury constate de nouveau que de nombreux candidats recourent à une représentation complète de l'image spéculaire d'un composé pour déterminer sa chiralité. Lorsque la molécule est de taille conséquente, ce genre de méthode amène à une grande perte de temps et bien souvent à un résultat approximatif. Un raisonnement sur la présence d'éléments stéréogènes et l'absence d'une symétrie particulière est bien plus adapté.
- Si les valeurs exactes des pK_a des fonctions organiques ne sont plus exigibles, cela ne doit pas empêcher les candidats de pouvoir comparer qualitativement la force des acides et bases les

plus couramment rencontrés. Certains candidats proposent par exemple des amines comme bases pour déprotoner des alcools.

- La comparaison de la réactivité des composés pose souvent problème. Par exemple, de nombreux candidats ne distinguent pas les hydrures simples des hydrures complexes réducteurs ; l'électrophilie d'une cétone par rapport à celle d'un aldéhyde, et ses conséquences en réactivité. De même, la distinction des propriétés entre un alcool et un phénol n'est souvent pas repérée.
- Un nombre non négligeable de candidats avancent très lentement, et avec beaucoup d'aide, sur l'étude d'une synthèse organique. Il n'est pas rare qu'une bonne partie des 25 minutes soit consacrée aux deux ou trois premières étapes, alors même que la réactivité mise en jeu est très classique.
- L'analyse de la structure d'un polymère, notamment l'identification du motif pose des difficultés à certains candidats.
- Face à des molécules complexes engagées dans des réactions variées, il est conseillé aux candidats de revenir à des réflexes sur les grandes catégories de réactivité dans un premier temps, puis de sélectivité dans un deuxième temps.
- L'analyse d'un spectre fourni IR et/ou RMN ^1H peut s'avérer laborieux pour certains candidats.

Structure des entités chimiques et lien aux propriétés

- En modèle VSEPR, la géométrie de l'arrangement des doublets doit être distinguée de la géométrie de la molécule.
- Certains candidats invoquent la conjugaison dans une molécule organique sans vérifier si la délocalisation est effectivement possible au vu des groupes accepteurs ou donneurs présents.
- La notion de constante de partage est plutôt bien comprise, mais $\log P$ reste souvent un paramètre inconnu.
- La structure d'une membrane cellulaire pose des difficultés.
- L'analyse de la structure générale des acides alpha-aminés, des peptides et des protéines semblent être complètement inconnue d'un grand nombre de candidats. Les propriétés qui peuvent en découler sont alors difficile à étudier.

Thermodynamique

- Les candidats ont souvent du mal à prendre du recul sur les formules appliquées et les notations choisies en thermochimie. Il en découle des raisonnements laborieux pour faire le lien entre la théorie et la situation expérimentale présentée en exercice.
- Beaucoup de candidats ont du mal prévoir le caractère endo ou exothermique d'une réaction par une analyse simple des liaisons formées ou rompues.
- Les critères d'évolutions sont souvent bien énoncés dans leur forme théorique mais il est parfois difficile pour les candidats d'en reconnaître l'application dans un exercice.
- Les formules de la thermodynamique des réactions d'oxydo-réduction sont rarement connues et correctement appliquées.

Diagrammes binaires

- La variance est comme toujours source d'une grande perte de temps. Peu de candidats sont à l'aise avec la notion et avec son calcul. Le sens à donner à la valeur obtenue n'est pas évident non plus.
- La construction d'un diagramme à partir des courbes d'analyse thermique devrait être rassurante pour les candidats tant elle est méthodique. Le jury constate cependant que certains se trouvent en difficulté et passent beaucoup de temps à aboutir à un diagramme.

Orbitales atomiques et moléculaires

- Le jury remarque chez certains candidats des difficultés dans la construction des diagrammes d'orbitales moléculaires pour des molécules diatomiques ou pour l'interprétation d'un diagramme obtenu par méthode des fragments.
- Il est également compliqué de faire raisonner les candidats sur des évolutions d'un diagramme d'OM lors d'une modification structurale comme un changement de l'élément impliqué.
- Il est aussi un peu laborieux de faire retrouver des réactivités (nucléophilie comparée par exemple) à partir d'informations sur les diagrammes d'OM.
- Pour les exercices portant sur la méthode des fragments, il n'est pas rare de devoir s'arrêter au niveau de la construction des molécules diatomiques tant celle-ci a déjà consommé tout le temps de l'épreuve.
- L'écriture à l'économie des configurations électroniques pour des atomes ou ions en faisant référence aux gaz nobles conduit souvent à des erreurs là où une application plus méthodique des règles permet d'éviter des erreurs.

Électrochimie

- Le jury constate que peu de candidats sont à l'aise avec les sujets qui portent sur l'oxydoréduction et l'électrochimie. Il invite ainsi les candidats à bien préparer cette thématique en revoyant les bases, en particulier les aspects thermodynamiques et cinétiques.
- Le jury constate chez certains candidats un manque d'agilité dans l'utilisation des diagrammes E -pH. Les raisonnements sur l'évolution des frontières en fonction de l'évolution du pH ou des concentrations sont laborieux et empêchent souvent d'aboutir au cœur de l'exercice.
- Les notions de pile et d'électrolyseur sont dans l'ensemble bien maîtrisées tout comme leur schématisation. Cependant, la notion de rendement faradique pose souvent problème, que ce soit au niveau de son intérêt que de son calcul. L'anode et la cathode sont parfois confondues. Le calcul de la capacité d'une pile est souvent très laborieux et la stœchiométrie est rarement prise en compte par les candidats.
- De nombreux candidats ne sont pas à l'aise avec les courbes courant potentiel, en particulier leur utilisation comme outil de rationalisation d'un phénomène impliquant une circulation de courant comme les piles ou les électrolyses.

Transformations chimiques en solution

- Les calculs de nombre d'oxydation sur les entités, même les plus simples, peuvent facilement dérouter certains candidats.
- Le jury rappelle que ce n'est pas parce que la constante d'équilibre d'une réaction donnée est très grande que l'évolution spontanée du système se fait dans le sens direct. Une observation des conditions de départ du système, à travers un calcul du quotient réactionnel, reste impérative.

Solides cristallins

- Le jury constate de nouveau que la cristallographie est une thématique qui est fortement classante entre les candidats. En effet certains sont très à l'aise avec les notions -tant la maîtrise du cours que l'utilisation des relations géométriques ou le calcul- et traitent en 5 minutes ce qui peut occuper quasiment 25 minutes à d'autres candidats qui se voient obligés de redécouvrir tous les raisonnements de cours pour aboutir aux résultats classiques pour la maille CFC.
- De nombreux candidats présument que la maille fournie est CFC alors même qu'elle n'en présente pas les caractéristiques.

- Les raisonnements sur les tailles des sites et/ou les masses volumiques restent assez chronophages pour certains candidats qui passent beaucoup de temps à retrouver des résultats connus au lieu de pouvoir bâtir directement dessus.
- Les valeurs limites de compacité sont généralement calculées pour des empilements de sphères identiques, il n'est pas impossible de dépasser ces valeurs pour des alliages.

Cinétique

- Les méthodes de détermination d'un ordre partiel sont globalement maîtrisées par les candidats.
- Les raisonnements effectués pour l'étude des réacteurs ouverts ne peuvent pas se résumer à une suite d'équations. Les notations utilisées doivent être clairement définies, et les bilans utilisés clairement interprétés.

5. CONCLUSION ET PROJECTIONS POUR L'ANNÉE 2025

Le jury souhaite féliciter l'ensemble des candidats qui, cette année encore, ont fait preuve d'un recul remarquable sur les notions de CPGE, menant des raisonnements construits et très clairement énoncés. De nombreux candidats démontrent une aisance à l'oral et des facilités à échanger avec le jury ce qui est très appréciable. Le niveau des candidats est satisfaisant dans l'ensemble, et excellent pour certains. Il ne fait aucun doute que la plupart des candidats se sont très bien préparés pour cette épreuve exigeante.

Pour la session 2025, il n'y aura pas de changement sur le fonctionnement de cette épreuve. Les critères d'évaluation du jury seront toujours ceux qui sont présentés dans ce rapport.