

## Banque PC inter-ENS – Session 2021

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

- **Ecoles concernées par cette épreuve** : ENS Paris Saclay, ENS de Lyon

- **Coefficients** :

- ENS Paris Saclay
  - Option chimie : 20,34 %
  - Option physique : 10,17 %
- ENS de Lyon : 10,53 %

- **Membres de jury** :

Laure-Lise CHAPPELLET, Cécile DUMAS VERDES, Jean-Sébastien FILHOL, Mickaël FOUR, Guillaume GEORGE, Raymond GRUBER, Florence LAIBE, Julien LECLAIRE, David MARTIN, Cédric MONGIN.

## 1. ORGANISATION ET DEROULEMENT DE L'EPREUVE

L'épreuve de l'oral de chimie de la banque PC inter-ENS s'est tenue sur 4 semaines du 15 juin au 9 juillet 2021 et s'est déroulée dans les locaux de l'ENS Paris Saclay (4 avenue des sciences à Gif sur Yvette).

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. ELEMENTS STATISTIQUES

Sur les 334 candidats attendus à cette épreuve, 242 (soit 72,46 %) s'y sont présentés. Les notes attribuées pour cette épreuve sont comprises entre 0/20 et 20/20, autour d'une moyenne de 12,23 et selon un écart-type de 3,97. La figure suivante présente un diagramme de répartition des notes par

tranche de 5 points. Le niveau général des candidats est bon et 37,19 % des candidats obtiennent une note supérieure à 14 ce qui dénote une bonne préparation et un niveau scientifique solide.

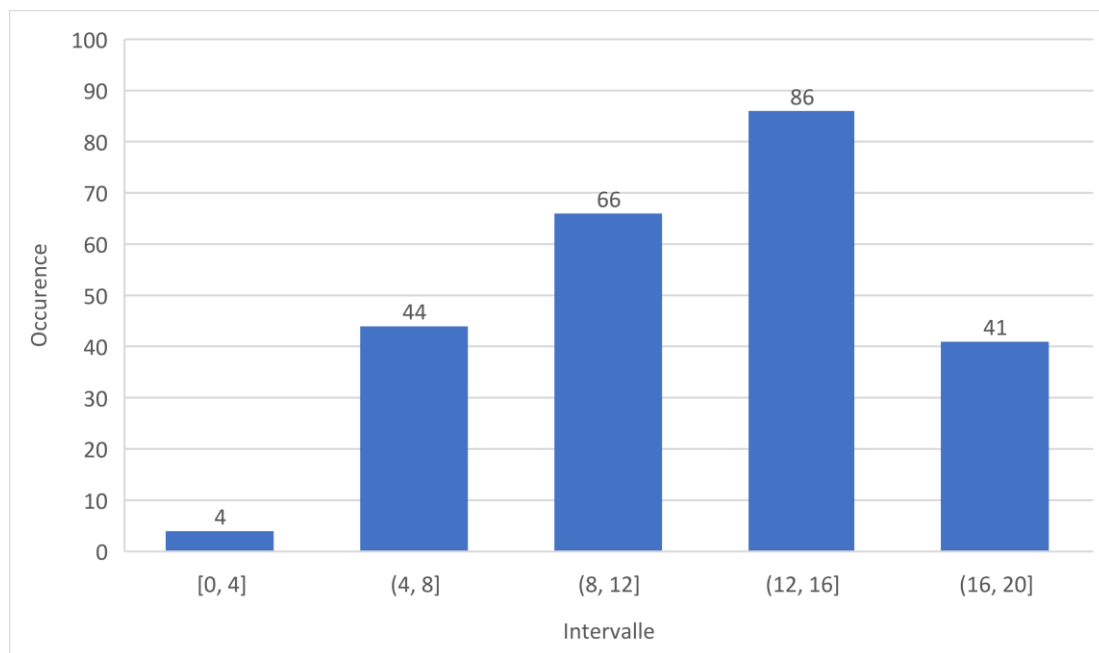


Figure 1: Répartition des notes attribuées pour l'épreuve orale de chimie de l'épreuve commune aux ENS Paris Saclay et ENS de Lyon pour la filière PC.

### 3. PRESENTATION DES PARTIES DE L'ÉPREUVE

#### 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 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 proposer une problématique structurant son exposé. Le plan de l'exposé doit permettre de comprendre les pistes envisagées pour répondre à la problématique proposée.

Le jury attend un exposé clair et agrémenté d'illustrations concrètes. Cela implique que tout exemple doit se faire sur des molécules ou composés chimiques réels et non sur structures types composées de groupements R inconnus.

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 de la notion abordée à des systèmes chimiques.

Le temps de préparation du thème, en présence des ouvrages de chimie, doit permettre au candidat de trouver les exemples qui lui permettront d'enrichir son exposé par la suite.

Après les 5 premières minutes, le jury commence à interroger le candidat. Celui-ci ne doit pas en être destabilisé mais au contraire, il doit profiter de cet échange pour mettre en avant sa maîtrise des différents concepts de la chimie que le jury ne manquera pas d'explorer tout au long de l'exposé. Bien

souvent, à la fin d'une discussion sur un point précis, le jury demandera au candidat de reprendre le fil de son exposé. Le jury est conscient de la difficulté que peuvent présenter ces allers-retours entre la discussion et la présentation et en tient compte dans son évaluation. Une problématique clairement établie et exposée constitue en ces moments un atout majeur permettant au candidat de reprendre aisément le cours de son exposé.

À travers le thème et la discussion qui s'installe avec le candidat, le jury teste sa compréhension des concepts mais aussi sa prise de recul sur les notions présentées et sa capacité à relier entre eux les différents domaines de la chimie.

### 3.2. Le problème

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 prendre.

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 et 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.

- Il est attendu des candidats qu'ils fassent un effort de présentation au tableau en ordonnant les notions présentées et faisant ressortir les résultats importants (en encadrant ou en utilisant des couleurs lorsque cela est pertinent).
- La maîtrise des écritures de structures moléculaires simples dans le formalisme de Lewis pose toujours problème à un grand nombre de candidats. Certains ne parviennent pas à des résultats cohérents ou alors y parviennent par des méthodes longues et fastidieuses reposant plus sur du calcul que sur du sens chimique.
- Les questions de remplissage électroniques et de détermination des configurations électroniques fondamentales pour des atomes ou des ions semble problématique pour un certain nombre de candidats. Ces notions de bases, qui constituent souvent les questions introductives à un problème, devraient permettre au candidat de démarrer en confiance et finissent généralement par le bloquer pendant plus de temps que nécessaire.

- Bien trop souvent, l'utilisation de réactions abstraites du type  $A + B \rightarrow C$  pour illustrer les concepts que le candidat veut expliquer, qu'il s'agisse de thermodynamique, de cinétique ou encore de chimie organique, dénote d'un apprentissage par cœur décorrélé de tout sens chimique. Le candidat est souvent pris au dépourvu lorsque le jury demande une illustration concrète ainsi que les conséquences du concept énoncé sur les structures mises en jeu (conséquence énergétique, de stabilité ou encore de réactivité).
- Le recours aux notions hors programme par les candidats (lors du thème ou du problème) est moins présent que les années précédentes, ce qui est un bon point. Il semble tout de même persister sur la caractérisation des ligands dans un complexe en utilisant le formalisme de Green (ligand X et L).
- Les interactions intermoléculaires sont souvent mal maîtrisées, les candidats ne sachant pas vraiment identifier dans une structure ce qui favorise plutôt un type d'interaction ou un autre. Cela se reporte bien évidemment sur la prédiction de propriétés ou de réactivité des structures étudiées.
- De manière générale, le traitement purement calculatoire d'une notion est à éviter. Ainsi, pour les thèmes de thermodynamique ou de cinétique, la résolution de toutes les équations au tableau n'est pas ce qu'attend le jury. Le candidat aura tout intérêt à mettre un maximum d'exemples chimiques et à traiter les applications des concepts présentés plutôt que de faire un traitement purement mathématique.
- L'utilisation des profils réactionnels d'une réaction chimique est parfois laborieuse, avec des confusions importantes entre intermédiaire réactionnel et état de transition.

#### 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. Nous nous contenterons ici d'ajouter des remarques propres à la session 2021.

##### Chimie organique

- Le jury souligne le soin qui est apporté par un grand nombre de candidat pour l'écriture des mécanismes connus. Il encourage cependant les candidats à mener une réflexion sur le caractère équilibré ou non des transformations présentées.
- Le jury conseille aux candidats d'écrire plus systématiquement les doublets sur les molécules mises en jeu. Cela leur facilitera le travail d'identification des réactivités recherchées.
- Cette année, les fonctions **acétal** et **hémi-acétal** ont posé problème à de nombreux candidats. Lorsque l'une de ces fonctions est présente dans une molécule présentée au candidat sous une forme moins usuelle (différente d'un diol protégé par l'acétone ou d'un carbonyle protégé par l'éthan-1,2-diol), les candidats ont du mal à les identifier et à prévoir leur réactivité.
- L'analyse des sites nucléophiles ou électrophiles d'une molécule afin d'en prévoir la réactivité est souvent problématique. Les raisonnements par analogie avec les situations connues du programme sont des fois difficiles à mettre en œuvre de ce fait.
- La synthèse des magnésiens d'alcyne n'est que peu connue et semble même surprendre certains candidats.
- Les questions portant sur le caractère chiral d'une molécule sont très fréquentes et sont pourtant bien mal maîtrisées. Bien souvent, le candidat se sent obligé d'écrire l'image dans un miroir plan de la molécule (aussi complexe soit elle) et essaye de juger de leurs caractères superposables avec le recul limité du tableau. Un raisonnement sur les éléments de symétrie et sur la présence ou non de centre(s) stéréogène(s) serait bien plus souvent le bienvenu.

- Les analyses des spectres RMN et Infra-rouge sont souvent assez bonnes et les candidats ont l'habitude d'utiliser les tables qui leur sont fournies pour trouver rapidement les raisonnements à mettre en place.
- Pour les questions portant sur l'élaboration d'une courte voie de synthèse pour une molécule donnée, les groupes fonctionnels modifiés sont souvent identifiés, mais la localisation des liaisons créées n'est que trop rarement effectuée spontanément, ce qui rend plus difficile le raisonnement.
- La culture de base sur les biomolécules est souvent très faible, certains candidats ne sachant pas ce qu'est un acide aminé ou pensant que l'ADN est une protéine.

### Thermodynamique

- Comme chaque année, il existe une confusion entre les notions de grandeur et de grandeur **standard** de réaction. Ces confusions mènent à des raisonnements sans queue ni tête lorsqu'elles ont lieu pour l'enthalpie libre de réaction.
- Les notions « d'évolution **spontanée** » et « réaction thermodynamiquement **favorable** » sont souvent mélangées, ce qui revient largement à la confusion mentionnée dans la remarque précédente. La possibilité d'avoir une évolution non spontanée alors que la réaction est favorable semble poser problème à de nombreux candidats. Le jury rappelle également que le caractère spontané d'une transformation ne présage en rien de la cinétique de la transformation.
- Beaucoup de candidats ont du mal prévoir le caractère endo ou exothermique d'une réaction par une analyse simple des liaisons formées ou créées.

### Diagrammes binaires

- Les diagrammes binaires solide-liquide à miscibilité partielle sont peu connus des candidats, tant sur les compositions des phases que sur les l'établissement de la variance et l'obtention des courbes d'analyse thermique.
- Tout calcul de variance est particulièrement chronophage et donne parfois lieu à des justifications fantaisistes dans le but de trouver la valeur espérée par le candidat.

### Orbitales atomiques et moléculaires

- La construction des diagrammes moléculaires diatomiques ne pose pas de problème dans son ensemble et les hypothèses qui sont faites pour mener à leur obtention sont assez bien connues.
- Les notions d'orbitales de fragments sont également plutôt bien maîtrisées.

### Énergie chimique et énergie électrique : conversion et stockage

- Les piles sont plutôt bien maîtrisées mais la détermination de leur polarité semble poser des problèmes à certains candidats.
- L'utilisation des courbes courant potentiel pour la prévision de réactions n'est pas toujours bien comprise. En particulier, la signification du courant nul et son lien avec l'équilibre en solution n'est pas simple pour certains candidats.

### Transformations chimiques en solution

- Les évolutions en solutions aqueuses donnent lieu à de nombreuses confusions. Il est parfois difficile d'identifier les réactions de complexation ou d'oxydo-réduction.
- Les calculs de nombre d'oxydation sur les entités, même les plus simples, se révèlent curieusement difficiles pour certains candidats.

## **Solides cristallins**

- Les structures relevant du cours sont assez bien connues. Cependant, il est parfois difficile pour les candidats de mettre en évidence les sites interstitiels et leur coordinance.
- 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.

## **5. CONCLUSION ET PROJECTIONS POUR L'ANNÉE 2022**

Le jury souhaite féliciter l'ensemble des candidats qui ont su démontrer des capacités scientifiques solides, tant sur leurs connaissances que sur leur capacité à construire des raisonnements à travers des discussions avec le jury. Le niveau général des candidats qui se sont présentés est bon et même excellent pour certains. Le jury note des améliorations dans certains domaines, ce qui montre une prise en compte des remarques passées, et une très bonne préparation des candidats à cette épreuve exigeante. Le jury félicite d'autant plus les candidats et leurs préparateurs qu'il est conscient des conditions particulières, dues au contexte sanitaire, dans lesquelles se sont déroulées les deux années de préparation.

Le jury souhaite tout de même faire remarquer cette année une nette diminution du taux de présence des candidats à l'oral et espère que cette tendance ne se confirmera pas dans les prochaines années.

Pour la session 2022, 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.