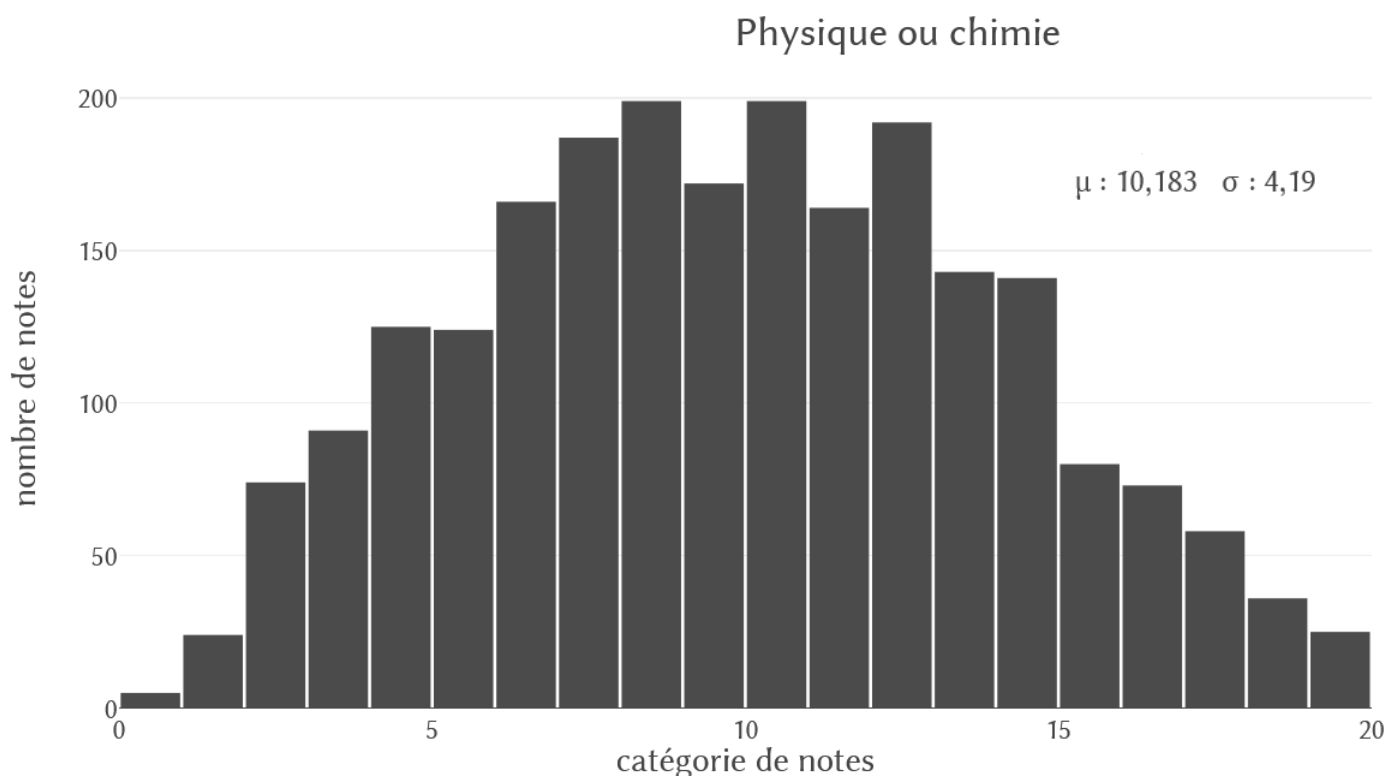


RAPPORT DE L'ÉPREUVE ORALE DE CHIMIE



L'épreuve orale de chimie de la session 2025 s'est déroulée dans la continuité des deux sessions précédentes. Ce rapport reprend donc en grande partie les rapports des sessions 2023 et 2024.

Modalités, déroulement de l'épreuve

Il était demandé aux candidats de répondre à deux questions : une question dite « simple » et une question dite « ouverte » associée à un nombre limité de documents permettant de répondre à la problématique posée ; la question simple servait d'appui à la résolution de la question ouverte. Les candidats disposaient de 30 minutes de préparation dans une salle dédiée (mouvement entre salles compris). Les candidats ont ensuite été invités à présenter et développer leur réflexion durant 30 minutes à l'examinateur. Le déroulement de l'épreuve leur a été systématiquement rappelé au début de l'entretien, à savoir que la question simple devait être traitée dans un délai maximal de 10 minutes et que la suite de l'entretien permettait d'échanger autour de la question ouverte. Cette démarche avait pour but de les rassurer, de s'installer et de se familiariser avec la salle malgré un contexte inévitablement particulier pour les candidats.

Lors de la préparation comme lors de l'échange, les candidats disposaient de plusieurs documents : la classification périodique des éléments, une table de données physiques, le cercle chromatique, des tables spectroscopiques infrarouge et RMN du proton, une table de potentiels standard d'oxydoréduction, ainsi que de notices simplifiées pour les fonctions Python au programme de BCPST. Une calculatrice de type collège était à disposition pendant la préparation. La calculatrice personnelle du candidat pouvait ensuite être utilisée durant l'interrogation.

L'évaluation des candidats a été effectuée par champs de compétences : compréhension de la problématique, stratégie de résolution mise en œuvre, critique de la démarche scientifique, communication avec l'examineur. Cette évaluation a permis d'identifier des candidats particulièrement méritants, faisant montre d'une excellente maîtrise du cours, d'une capacité à mobiliser de manière méthodique les compétences du programme et à résoudre des problèmes complexes et d'une aisance à la communication écrite et orale. À niveau scientifique équivalent, les candidats dynamiques ont été favorisés. Les domaines de la chimie abordés étaient variés : structure de la matière, chimie organique, analyse chimique, réactions en solution aqueuse, thermodynamique chimique, cinétique chimique. Les capacités numériques ont été mobilisées et évaluées lors de la résolution de questions ouvertes, ce qui a concerné environ 25 % des sujets.

Pour chaque problématique posée, plusieurs approches de résolution étaient possibles. L'examineur disposait donc de guides de résolution et d'évaluation élargis. L'évaluation a ainsi été effectuée sur des points scientifiques précis au programme de BCPST, dans un contexte scientifique de haut niveau. L'examineur pouvait être amené à guider les candidats au cours de l'échange pour qu'ils puissent être évalués sur tout le panel de compétences et ont tenu compte de l'ambition du contenu scientifique des sujets.

Le jury était composé d'une douzaine d'examineurs d'origines variées : professeurs en CPGE, en BTS ou à l'université. L'une des principales préoccupations des membres du jury était de préserver l'équité des candidats lors de leur évaluation. Pour la garantir, un travail d'harmonisation a donc été accompli, que ce soit à l'échelle de chaque sujet ou sur leur ensemble.

Remarques générales et conseils pour les futurs candidats

Le jury a apprécié le comportement global des candidats, qui étaient pour la grande majorité polis, respectueux et agréables à écouter. Il convient de rappeler tout de même qu'une tenue simple mais correcte est attendue, et que tout comportement nonchalant est à éviter. Le port d'un sweatshirt mentionnant le lycée d'origine du candidat est à éviter, tout comme la mention du lycée ou du centre d'examen sur la calculatrice. Comme indiqué dans le précédent rapport, il n'est pas recommandé de présenter de manière directe ou non, une convocation à un autre concours et qui pourrait influencer l'examineur. Le jury a constaté de nombreux retards aux épreuves, notamment pour le premier créneau de la journée. Il recommande donc aux futurs candidats de tenir compte des éventuelles difficultés de transport dans leurs déplacements.

Le dynamisme des candidats a été pris en compte dans leur évaluation. Le jury a noté leurs réactions, leurs commentaires, leurs explications. Certains candidats ont attendu l'approbation de l'examineur pour poursuivre leur exposé, voire lui poser des questions. Au contraire, c'est leur autonomie dans la démarche de résolution qui a été valorisée. Le jury attendait des candidats qu'ils soient inventifs, tout en justifiant leurs raisonnements. Ils étaient amenés à présenter des résultats quantitatifs. L'évaluation était certes liée aux qualités de communication des candidats, mais l'épreuve reste une épreuve scientifique.

Durant la préparation de leur prestation, les candidats disposaient d'un sujet contextualisé accompagné d'un nombre limité de documents, qu'ils devaient analyser avant l'échange avec le jury. La question simple et des indications écrites en italique en bas de page du sujet permettaient de guider les candidats pour la résolution de la question ouverte. Malgré la précision du nombre de pages du sujet, certains candidats ont découvert l'existence de documents durant l'interrogation.

Durant l'échange, les interrogateurs ont cherché à optimiser les 30 minutes d'interrogation afin de s'assurer que l'ensemble des pistes envisagées par les candidats pendant la préparation aient pu être présentées. Le jury ne recommande pas l'utilisation explicite d'un chronomètre personnel, souvent mal déclenché par les candidats. L'épreuve commence lorsqu'ils entrent dans la salle d'interrogation et elle se termine quand ils en sortent. Une indication du temps restant peut ainsi être donnée à la demande du candidat à tout moment. Enfin, quelques candidats ont oublié leur calculatrice personnelle, dont l'utilisation est pourtant autorisée pendant la présentation orale.

L'utilisation du tableau est indispensable pour exposer sa réflexion. Ce support au discours doit permettre d'illustrer et de schématiser son raisonnement. De manière surprenante, l'usage de couleurs au tableau pour souligner les points importants ou décrire les mécanismes réactionnels (flèches mécanistiques par exemple) a été bien moins fréquent lors de cette session.

Remarques en lien avec la question simple

Comme l'indiquait la notice, la question simple devait être traitée dans un délai maximal de 10 minutes (en cas d'aménagement du temps d'interrogation, ce délai est augmenté proportionnellement au temps supplémentaire accordé). Bien qu'il s'agisse d'un temps maximal, l'exercice ne consistait pas à traiter cette question en 1 minute. La question simple est volontairement proche du cours afin de mettre en confiance le candidat en début d'oral. Une lecture attentive de cette question et des termes utilisés permet d'éviter un hors-sujet. Le but de cette question est donc de présenter de manière complète les points explicitement attendus dans l'intitulé de la question, sans que l'examineur ait à demander de précisions supplémentaires. La connaissance et une maîtrise du cours de BCPST1 et BCPST2 sont donc indispensables pour traiter correctement cette partie de l'entretien. Le jury attendait l'utilisation d'exemples concrets et adaptés plutôt qu'une présentation générique des points demandés. Par exemple, l'utilisation de la notation « $R-X + Nu^- = R-Nu + X^-$ » ne permet pas de présenter de manière claire la distinction entre une S_N1 et S_N2 . Par ailleurs, le jury recommande vivement l'utilisation du tableau pour la résolution de la question simple ; ce dernier permet ainsi aux candidats d'appuyer leur exposé. Compte tenu de la proximité entre le cours et la question simple, il convient de ne pas passer la majorité du temps de préparation sur cette question. Certains candidats ont également tendance à écrire au brouillon l'intégralité de ce qu'ils souhaitent présenter (comme le mécanisme d'une réaction), avant de le recopier mot à mot au tableau. Même si cela ne peut être pénalisé, le jury rappelle qu'il est possible de n'indiquer que quelques mots clés sur son brouillon comme appui à sa présentation et de gagner ainsi en efficacité pendant la préparation.

Exemples de questions simples proposées de 2023 à 2025 et susceptibles d'être évaluées en 2026 :

- Évolution temporelle d'un système chimique : loi de vitesse et détermination de l'ordre dans le cas d'une réaction admettant un ordre. On pourra prendre l'exemple d'une réaction d'ordre 1 ;
- Spectroscopie UV-Visible : principe et application à un dosage ;
- Premier principe de la thermodynamique : bilan d'enthalpie pour un système siège d'une transformation chimique isobare ;
- Conductimétrie : principe, matériel, application au suivi d'un titrage ;
- Potentiométrie : principe, montage et application au titrage d'un réducteur de votre choix. *On pourra s'appuyer sur les données du document 1 ou des tables à disposition ;*
- Principe de fonctionnement d'une pile : schéma, potentiel d'électrode, tension à vide. *On pourra s'appuyer sur les données du document 1 ou des tables à disposition ;*
- Mise en solution d'un solide ionique : solubilité, produit de solubilité, exemples et condition de précipitation d'un solide ionique ;
- Influence de la température sur la constante thermodynamique d'un équilibre ;
- Constante de formation globale d'un complexe ; relation entre structure et propriétés du ligand, effet chélate
- Diagrammes d'existence dans le contexte de transformations modélisées par des réactions de précipitation–solubilisation. *Le candidat pourra avantageusement utiliser les données fournies au document 1 pour illustrer son propos ;*
- Méthodes cinétiques de détermination d'un ordre de réaction ;
- Synthèse d'amide : bilan, conditions opératoires et mécanisme ;
- Protection et déprotection au sein d'une stratégie de synthèse multi-étapes : intérêt et exemples. On se limitera à la protection et déprotection de deux fonctions au maximum ;
- Hydratation-hydrolyse des nitriles : bilan et mécanisme ;
- Synthèse d'un organomagnésien mixte : bilan de la réaction, conditions et précautions opératoires, montage ;

- Exemples de réactifs nucléophiles permettant la création d'une liaison C-C ;
- Synthèse d'un ester à partir d'un acide carboxylique : bilan, conditions opératoires et mécanisme ;
- Crotonisation : bilan, conditions opératoires, mécanisme limite et sélectivité.

Remarques en lien avec la question ouverte

Le jury n'attend pas une lecture complète de la question ouverte et des indications données en bas de l'énoncé, ni même une « lecture » linéaire de chacun des documents à disposition au début de l'exposé. L'exercice consiste à analyser et à s'appuyer sur les documents à disposition pour répondre à la problématique posée. Il a été apprécié des candidats une *brève* introduction de la problématique et de la démarche envisagée pour y répondre. La question ouverte explore parfois plusieurs aspects d'un problème (exemple : synthèse et titrage d'une molécule ou études cinétique et thermodynamique d'une réaction). Aucun ordre préférentiel dans le traitement du sujet est attendu par le jury. Les candidats ont donc avantage à commencer par les aspects pour lesquels ils ont le plus d'aisance.

Erreurs régulièrement rencontrées :

- Le bilan d'une réaction, que ce soit en chimie organique ou chimie inorganique, doit être ajusté ;
- Un nombre non négligeable de candidats réalisent des bilans sur des masses de réactifs ou de produits au lieu de raisonner en quantité de matière. Le calcul d'un rendement peut ainsi s'avérer douloureux ;
- Lorsqu'ils considèrent une réaction acide-base, que ce soit en chimie organique ou en chimie inorganique, les candidats sont invités à expliciter les pKa des différents couples impliqués pour appuyer leur raisonnement. La connaissance des pKa exigibles dans le cadre du programme de BCPST est donc indispensable ;
- Le terme de « H voisins » en RMN est peu heureux. Il est préférable de parler de couplage ;
- Les espèces chimiques citées dans le programme sont à connaître, elles ne sont pas forcément rappelées dans les sujets ;

Chimie organique :

- Une maîtrise des fonctions chimiques « classiques » du programme de BCPST est indispensable pour répondre notamment à une question simple ;
- La confusion entre groupement et fonction chimique (hydroxyle pour alcool, carbonyle pour cétone...) a été régulièrement rencontrée ;
- La confusion entre alcool et phénol a été encore une fois récurrente ;
- Les mécanismes ne doivent pas être systématiquement écrits lors d'une synthèse organique. Il est préférable d'insister sur le choix des conditions expérimentales notamment lorsqu'une banque de réaction est à disposition. Le jury ne recommande pas aux futurs candidats d'écrire de manière complète un mécanisme du cours sur leur brouillon lors de la préparation afin d'optimiser le temps qu'ils ont à leur disposition (exemple : acétalisation, estérification) ;
- Lors de l'écriture d'un mécanisme réactionnel, il faut prendre la place et le temps de l'écrire en entier et de le mettre en valeur en le commentant au fur et à mesure. Les mécanismes « dynamiques », sur une seule molécule dessinée au tableau transformée au fur et à mesure des étapes, ont été sanctionnés. La représentation des différentes formes mésomères d'un même composé n'est pas toujours nécessaire. Enfin l'écriture de chaque étape sur une ligne différente (répétant la structure des intermédiaires) peut conduire à une perte de temps importante ;
- Il est inutile de recopier au tableau de grosses molécules à moins que cela ne permette d'appuyer une analyse de la structure de cette dernière au regard des réactifs utilisés. Il est tout à fait possible de présenter des mécanismes en simplifiant les molécules. Cependant, le jury attend que les candidats expliquent leur simplification. Les notations « N=R » ou « C=R » ne sont pas des notations acceptables ;
- Lors d'une synthèse, une analyse structurale d'une molécule pour expliquer son raisonnement est valorisée. Toutefois, l'analyse de la structure est parfois trop superficielle. L'identification rigoureuse des atomes présents, des atomes manquants ou surnuméraires, ainsi que la description des liaisons créées et des fonctions chimiques impliquées, doit permettre aux candidats de présenter une ébauche cohérente d'un chemin de synthèse. Les candidats peuvent également indiquer les carbones afin de vérifier la cohérence des structures proposées, notamment pour les propositions impliquant des modifications du squelette carboné ;
- Une question sur les conditions opératoires attend, entre autres, la précision des composés effectivement utilisés. Si « H⁺ » est acceptable dans l'écriture d'un mécanisme réactionnel, il faut en préciser l'origine dans les conditions opératoires (H₂SO₄ conc, H₂SO₄(aq), APTS, ...). Solvant et température sont également attendus pour certaines réactions, afin de compléter une description des conditions opératoires (par exemple pour la synthèse d'un

organomagnésien mixte). Les équipements particuliers (addition goutte à goutte, décanteur de Dean-Stark...) peuvent aussi être précisés ici ;

- L'étude de spectres infrarouge ou RMN du proton est parfois difficile. Certains candidats se sont focalisés sur les tables en oubliant la molécule et ont parfois attribué un signal à une liaison ou un type de proton qui n'était pas présent sur la molécule. Le nombre d'onde en spectroscopie IR ne doit pas être attribué à une fonction mais à la vibration d'une liaison.

Chimie générale :

- Lorsqu'il est demandé de proposer une méthode ou un protocole pour doser une espèce chimique, le but est de déterminer concrètement comment procéder à ce dosage. Pour un titrage par exemple, cela passe par la préparation de l'échantillon, le choix de la solution titrante et sa concentration, la méthode de repérage de l'équivalence. Pour cela, il est indispensable d'écrire avant tout l'équation support du titrage ;
- Lors de titrages impliquant par exemple une masse donnée de réactif titré, de nombreux candidats s'imposent de calculer la concentration titrée plutôt que de raisonner en quantité de matière ;
- Certains candidats proposent d'emblée un titrage indirect, sans être capable de justifier leur choix d'une telle méthode par rapport à un titrage direct ;
- L'utilisation de la règle dite du gamma est généralement source de confusion et ne permet pas de justifier du caractère total ou non d'une réaction chimique ;
- Les termes endo / exo-thermique et end / ex-ergonique sont souvent confondus et leur interprétation également ;
- Le premier principe et son application à la détermination d'une température dite « température de flamme » a posé de nombreuses difficultés. Les candidats ont montré des difficultés dans les définitions des fonctions d'états, dans l'utilisation des hypothèses et dans la construction d'un cycle thermodynamique ;
- Remplacer au tableau des grandeurs littérales par leurs valeurs numériques avant de taper le calcul sur la calculatrice fait perdre inutilement du temps aux candidats ;
- Une constante thermodynamique d'équilibre est une grandeur adimensionnelle ;
Les constantes thermodynamiques d'équilibre ont été parfois exprimées à partir de la loi d'actions de masses plutôt qu'à partir des grandeurs standard de réaction (comme dans le cas d'une réaction d'oxydo-réduction) ;
- La définition d'une constante d'acidité K_a est à connaître ;
- La perturbation d'un système à l'équilibre doit passer par la comparaison du quotient de réaction avec la constante thermodynamique d'équilibre ;
- Lors d'un calcul de variance, la formule de Gibbs, qui n'est pas au programme de BCPST, doit être expliquée si elle est utilisée ;
- Le calcul d'un nombre d'oxydation d'un élément chimique au sein d'une espèce pour justifier la place d'une espèce chimique dans un diagramme potentiel-pH est parfois très laborieux ;
- En cinétique chimique, les candidats ne se sont pas assez souvent posés la question de savoir si une réaction était un acte élémentaire ou s'il fallait en étudier le mécanisme. Le réflexe était de considérer le coefficient stœchiométrique de l'espèce comme l'ordre partiel ;
- La définition de la vitesse d'une réaction, comme dérivée temporelle de l'avancement, était souvent mal connue ;
- La définition de l'absorbance a posé régulièrement des difficultés aux candidats ;
- Afin de déterminer les coordonnées d'un point sur une droite, une lecture graphique est moins précise que l'exploitation de l'équation de la droite si cette dernière est fournie.

Techniques expérimentales :

Si l'établissement d'un protocole expérimental peut faire l'objet d'une question ouverte à part entière, le jury a également évalué aussi souvent que possible la connaissance et la compréhension des techniques expérimentales rencontrées en BCPST 1 et 2. Le jury recommande donc aux candidats de travailler les techniques expérimentales rencontrées durant leurs années de préparation pour cette épreuve orale. À titre d'exemple, les électrodes nécessaires en pH-métrie, potentiométrie ou conductimétrie sont souvent mal connues, tout comme le principe de la mesure associée. Le terme de « sonde pH-métrique » est trop général et une description des électrodes utilisées est attendue. Les différentes techniques de caractérisations d'un produit en chimie organique sont souvent mal connues ou confondues avec les techniques de purification.

Capacités numériques :

Des codes en langage Python étaient présents dans environ 25 % des sujets. Il s'agissait de mettre les capacités numériques vues dans les programmes de physique-chimie de BCPST 1 et 2 au service de la problématique posée. L'exercice n'est donc pas de coder sans lien avec la résolution de la question proposée. Les rares candidats ayant abordés cette partie du sujet ont généralement su répondre aux attentes du jury. Il pouvait s'agir d'écrire une petite partie de code (écriture d'une liste, d'une fonction...) ou d'interpréter une partie de code. Le jury a constaté un évitement fréquent de ce point du programme. Par exemple, lorsque le choix est laissé entre utiliser sa calculatrice ou compléter un script, la majorité des candidats préfèrent l'usage de la calculatrice, approche souvent plus longue. Le jury félicite pour leur investissement les candidats ayant abordé les capacités numériques.

Conclusion

Le jury a, en général, pris plaisir à échanger avec les candidats, ce qui prouve leur réussite. Certaines prestations ont été remarquables : pertinence scientifique, efficacité dans le raisonnement, justesse de vocabulaire, dynamisme, prise d'initiatives... Le jury adresse toutes ses félicitations à ces candidats brillants.