MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE,
DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS

Liberté
Égalité
Fraternité

Rapport de jury

AGRÉGATION INTERNE

PHYSIQUE – CHIMIE

SESSION 2021

Rapport présenté par Marie HOUSSIN, Présidente du jury

RAPPORT DU JURY DES CONCOURS DE L'AGRÉGATION INTERNE ET D'ACCÈS à l'ECHELLE de RÉMUNÉRATION DES PROFESSEURS AGRÉGÉS (CAERPA) DE PHYSIQUE - CHIMIE

SESSION 2021

1. Avant-propos de la présidente 3

2. Informations statistiques 4

3. Épreuves d'admissibilité 8
   - 3.1. Les attendus 8
   - 3.2. Rapport relatif à la composition de physique 9
   - 3.3. Rapport relatif à la composition de chimie 13

4. Epreuves d'admission 19
   - 4.1. Les attendus 21
   - 4.2. Rapport relatif aux épreuves de physique 22
   - 4.3. Rapport relatif aux épreuves de chimie 27

5. Épreuves et programmes 2022 32
   - 5.1. Épreuves écrites d'admissibilité 32
   - 5.2. Épreuves orales d'admission 32
   - 5.3. Liste des sujets des exposés et des montages de physique et de chimie tirés au sort lors des épreuves orales 33

Le rapport du jury de la session 2021 du concours de l'agrégation interne de physique-chimie et du concours d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés (CAERPA) de physique-chimie est disponible sous forme numérique sur le site du ministère de l'Éducation nationale à l'adresse: https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid156537/sujets-rapports-des-jurys-agregation-2021.html

1. Avant-propos de la présidente

Les épreuves écrites et orales de la session 2021 se sont déroulées dans le respect des règles sanitaires. Elles ont permis de pourvoir les 49 postes mis au concours de l'agrégation interne et de récompenser 8 candidats au CAERPA. Les épreuves écrites ont eu lieu les 28 et 29 janvier 2021. Les épreuves orales se sont déroulées normalement avec bibliothèque et expériences, sans auditeurs libres, du 18 au 27 avril 2021 au lycée Janson de Sailly à Paris qui accueillait le concours pour la première fois.

En plus de quelques données statistiques, ce présent rapport, dont l'objectif est de permettre aux futurs candidats de se préparer efficacement aux épreuves des sessions à venir, comprend les rapports d'écrits des deux épreuves de chimie et physique, donne des propositions de solutions, rappelle les attendus des deux épreuves d'oral, leçon et montage, fait un retour des deux jurys de physique et chimie sur les épreuves de cette session 2021. Ce rapport présente aussi le programme de la session 2022 dans lequel, pour suivre l'évolution des programmes de lycée, certains titres de leçons et montages ont changé.

Les épreuves écrites permettent d'une part d'apprécier le degré de maîtrise scientifique de la discipline physique-chimie à un niveau post-baccalauréat et d'autre part de permettre aux candidats de faire la preuve de leur expertise professionnelle (20% des sujets). Lors de cette session 2021, le jury a noté une bonne qualité de la préparation de nombreux candidats aux épreuves et, conscient de l'investissement que représente cette préparation, félicite ces candidats. En effet, cette préparation est indispensable pour avoir une chance de réussir le concours. Elle permet de se confronter à la résolution de problèmes de types variés, de renouer avec une bonne maîtrise des outils mathématiques, de s'interroger sur sa pratique professionnelle sur les plans pédagogique et didactique, d'élargir sa culture scientifique. Le jury a ainsi corrigé d'excellentes copies, claires et rigoureuses, attestant de connaissances solides et d'un recul important sur la discipline.

Lors des oraux, le respect des règles sanitaires a été rigoureusement observé par tous et le jury tient à remercier les candidats. Les livres et le matériel ont été nettoyés entre les candidats après leur utilisation par chaque candidat et les salles ont été très régulièrement aérées. Le jury a assisté à d'excellentes prestations de candidats bien préparés, même si cette année, probablement à cause de difficultés d'accès aux salles de TP, les expériences étaient moins présentes en exposé et moins variées en montage que lors des sessions antérieures. Le nouvel équilibre entre le développement du concept sur une activité pédagogique et le développement post-baccalauréat a conduit à de très bons exposés cohérents, s'appuyant sur l'analyse d'exemples concrets d'activités pédagogiques et sur des développements post-baccalauréat pertinents et bien construits, montrant une réelle analyse des phénomènes physiques et ne se résumant pas à un simple calcul. De très bons candidats ont mis à profit le rythme moins soutenu des questions du jury en montage de chimie pour mettre en avant leur habileté expérimentale et la bonne maîtrise de l'organisation de leur montage. Lors des entretiens, le jury a apprécié la concision et la rigueur des réponses apportées par les meilleurs candidats.

Conscient de la très grande sélectivité de ces concours et des difficultés de préparation, la présidence et l'ensemble du jury, félicitent chaleureusement les lauréats.

2. Informations statistiques

Composition du jury

Le jury compte vingt membres (neuf femmes et onze hommes) et rassemble un inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche, quatre IA-IPR, trois professeurs des universités (dont la présidente du jury), deux maîtres de conférences, sept professeurs de chaire supérieure, deux professeurs agrégés et un directeur de recherches au CNRS.

Postes et candidats

Au titre de la session 2021, 49 places étaient mises au concours de l'agrégation interne de physique-chimie, et 12 au CAERPA de physique-chimie.

Les tableaux ci-dessous donnent les informations générales relatives aux nombres de candidats du concours 2021 et les comparent aux données correspondantes des dix dernières sessions.

Agrégation interne

Année	Postes	Inscrits	Présents	Taux de présence	Admissibles	Admis	Admis /présents
2012	35	1546	975	63%	72	35	3,6%
2013	40	1407	886	63%	83	40	4,5%
2014	35	1472	983	67%	78	35	3,6%
2015	40	1442	946	66%	93	40	4,2%
2016	42	1481	979	66%	91	42	4,3%
2017	44	1424	943	66%	90	44	4,7%
2018	44	1377	880	64%	90	44	5,0%
2019	42	1356	876	65%	92	42	4,8%
2020	45	1149	756	66%		45	6,0%
2021	49	1149	710	62%	104	49	6,9%

CAERPA

Année	Postes	Inscrits	Présents	Taux de présence	Admissibles	Admis	Admis /présents
2012	9	269	178	66%	12	7	3,9%
2013	11	272	180	66%	13	9	5,0%
2014	12	289	184	64%	18	12	6,5%
2015	18	269	174	66%	15	8	4,6%
2016	11	279	184	66%	17	8	4,3%
2017	10	279	175	63%	18	10	5,7%
2018	11	271	169	62%	18	9	5,3%
2019	12	280	179	64%	14	6	3,4%
2020	12	256	149	58%		12	8,1%
2021	12	245	151	62%	16	8	5,3%

Le nombre de postes à l'agrégation interne ayant augmenté depuis 2 ans, le jury a choisi d'augmenter le nombre d'admissibles (120 admissibles pour l'ensemble des 2 concours en 2021 au lieu de 92 en 2019). Le taux de pression (nombre de candidats reçus / nombre de candidats présents) reste cependant important (un candidat reçu pour 15 candidats présents dans le public et un pour 19 candidats présents dans le privé).

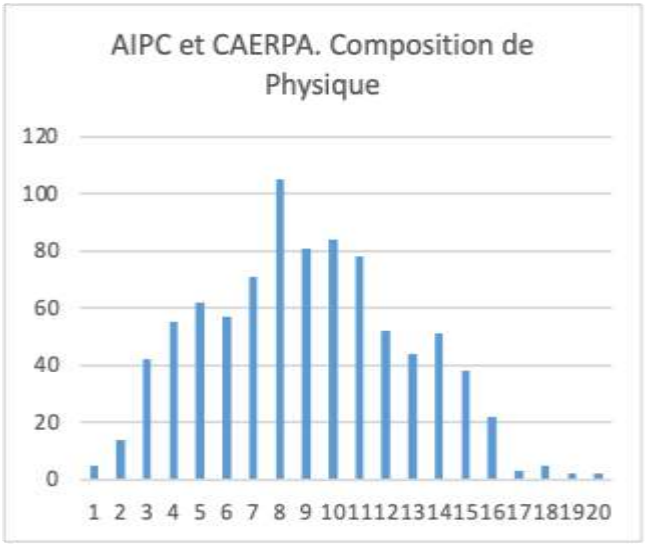
Épreuves écrites

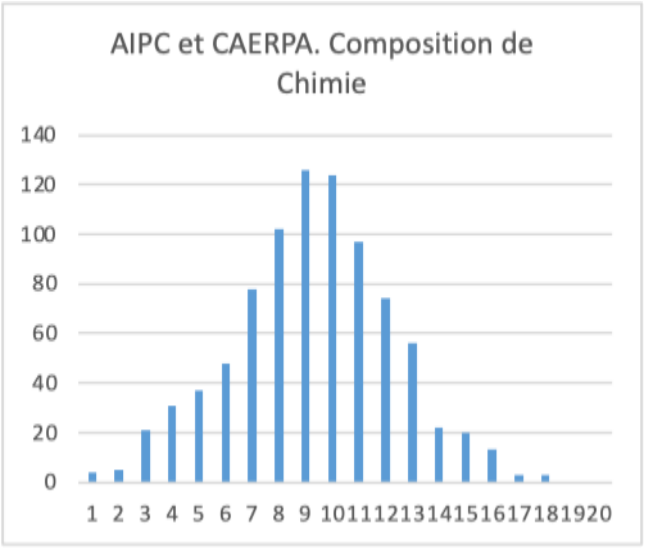
Ce tableau présente les moyennes (sur 20) et les écarts-types des notes des candidats présents et admissibles ainsi que les barres d'admissibilité pour chacun des concours, agrégation interne et CAERPA.

	Agrégation interne	**CAERPA**
Composition sur la physique (/20) :		
Moyenne	8,7	7,8
Écart-type	3,8	3,4
Note maximale	20	19,8
Moyenne des candidats admissibles	14,1	13,9
Écart-type des candidats admissibles	1,9	2,4
Composition sur la chimie (/20) :		
Moyenne	8,9	8,6
Écart-type	3,0	3,1
Note maximale	17,5	17,3
Moyenne des candidats admissibles	12,7	13,5
Écart-type des admissibles	2,0	2,0
Barre d'admissibilité (/40)	**24,2**	**24,1**
Nombre d'admissibles	**104**	**16**

Sur l'ensemble des deux concours, le pourcentage de femmes présentes aux deux épreuves écrites est de 39 %, de femmes admissibles de 31 % et de femmes admises de 37 %.
Pour chacun des deux concours, l'âge moyen des candidats admissibles est de 41 ans, de même que l'âge des candidats reçus.
Environ un tiers des candidats présents enseigne en collège, et pour deux tiers en lycée. Cette proportion est identique pour les candidats admissibles et les candidats reçus.

Les notes des compositions de physique et de chimie des deux concours « agrégation interne » et CAERPA confondus se répartissent selon les deux graphiques suivants :



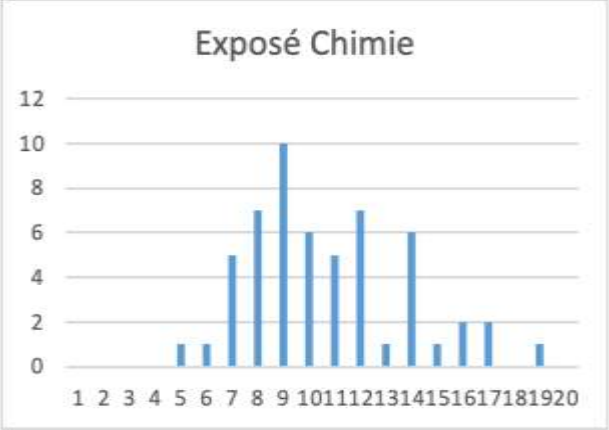


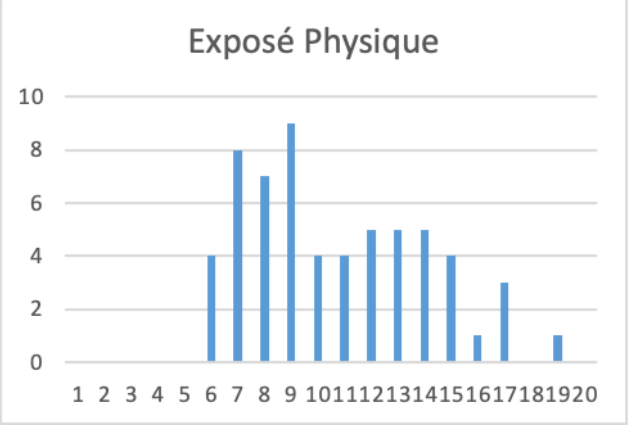
Épreuves orales

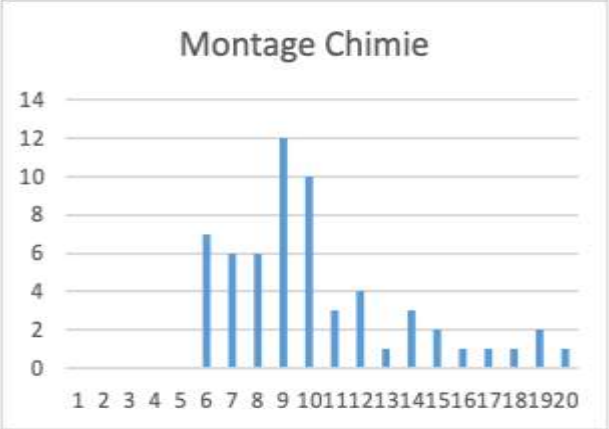
Ce tableau présente les moyennes (sur 20) et les écarts-types des notes des candidats admissibles et admis ainsi que les barres d'admission pour chacun des concours, agrégation interne et CAERPA.

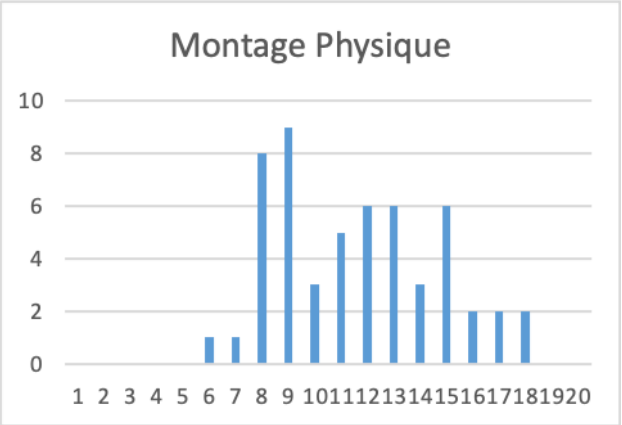
	Agrégation interne	**CAERPA**
Exposé (/20) :		
Moyenne	10,7	10,7
Écart-type	3,2	3,0
Note maximale	19	17
Moyenne des candidats admis	12,6	12,8
Écart-type des candidats admis	3,9	2,4
Montage (/20) :		
Moyenne	10,9	11,1
Écart-type	3,2	4,5
Note maximale	19	20
Moyenne des candidats admis	12,6	12,8
Écart-type des admis	3,3	5,3
Barre d'admission (/80)	**47,7**	**47,0**
Nombre d'admis	**49**	**8**

Les profils des notes par type d'épreuve orale sont les suivants :

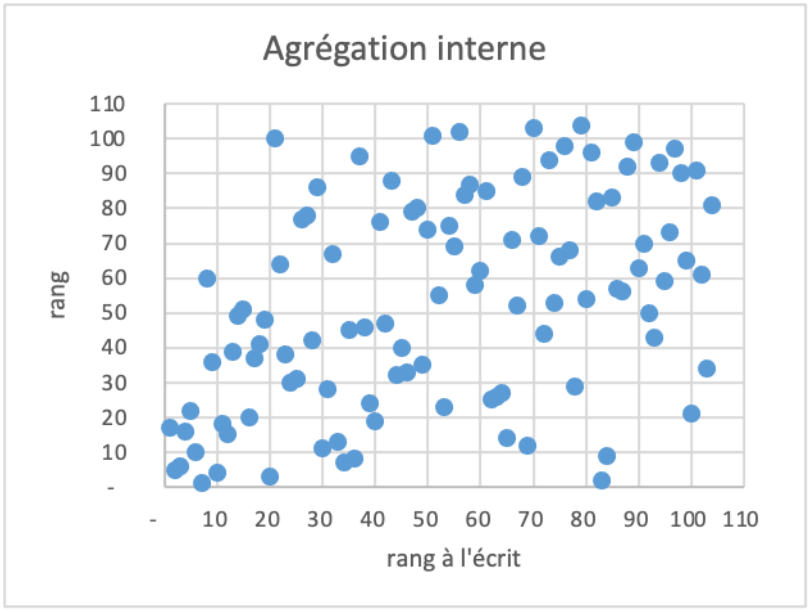


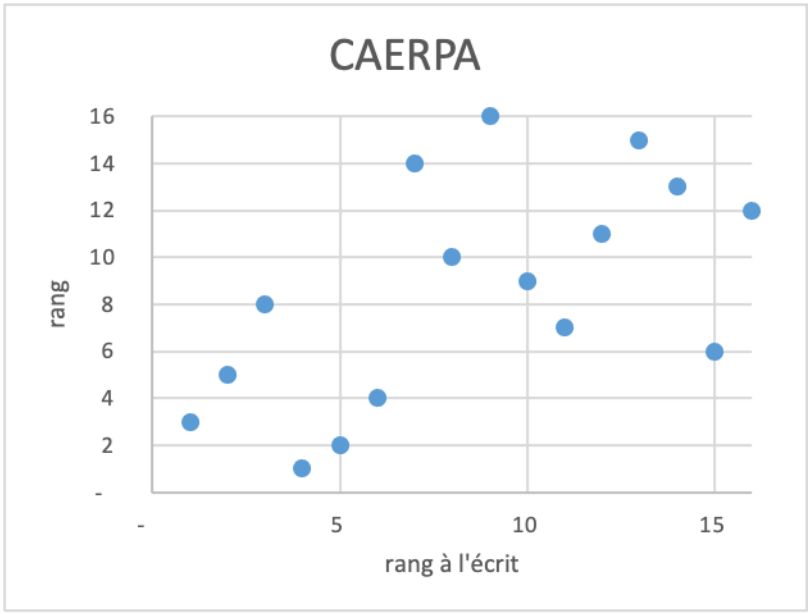






Le jury a déploré plusieurs abandons de candidats admissibles. C'est regrettable, car à l'oral, tous les candidats ont des chances de réussir comme on peut le voir sur les graphiques suivants représentant le rang d'oral (en ordonnée) en fonction du rang d'écrit (en abscisse).





3. Épreuves d'admissibilité

Les épreuves se sont déroulées les 28 et 29 janvier 2021. Les sujets sont disponibles sur le site du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche à l'adresse suivante https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid156537/sujets-rapports-des-jurys-agregation-2021.html

Des solutions des épreuves écrites sont disponibles sur le site www.agregation-interne-physique-chimie.org. Elles visent uniquement à aider les futurs candidats à se préparer au concours de l'agrégation interne de physique-chimie. Elles constituent simplement une proposition. Concernant notamment les questions pédagogiques, d'autres approches sont possibles et ont été pleinement valorisées par le jury. Les solutions proposées n'ont donc aucune visée normative.

3.1. Les attendus

Un professeur de physique-chimie agrégé ou promu à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés doit maîtriser sa discipline à un niveau post-baccalauréat. L'ensemble des questions permet d'évaluer le niveau d'appropriation des concepts de la discipline, la capacité à modéliser et mettre en équation les phénomènes physiques ou chimiques étudiés, la maîtrise des outils mathématiques ou numériques nécessaires, la compréhension qualitative des phénomènes, leur contexte historique et la connaissance des ordres de grandeur. Au moins une question concerne la connaissance du langage Python : lecture, modification ou correction d'un petit programme.

Le concours s'adressant à des professeurs en exercice au collège et au lycée, des questions pédagogiques, s'articulant avec les questions relevant de la physique ou de la chimie, permettent de mettre en évidence les liens entre les notions de science abordées et l'enseignement de ces notions. Les questions pédagogiques portent sur l'ensemble des programmes d'enseignement concernés par la composition et comptent pour typiquement 20 % du barème.
Concernant les questions pédagogiques, un corpus de documents supports ou de bibliographie est en général fourni en annexe du sujet, ainsi que des extraits de programmes officiels. Cependant, on attend d'un professeur candidat au concours de l'agrégation interne qu'il connaisse suffisamment les objectifs des programmes tant sur le plan des concepts étudiés que des compétences à développer chez les élèves, des modalités pédagogiques et des enjeux didactiques de l'enseignement de la physique et de la chimie.
La préparation du candidat à ce type de question relève de l'exercice de sa pratique quotidienne d'enseignant et de son travail personnel d'analyse de pratique.

L'évaluation

La justesse, la clarté, la concision, la qualité de l'argumentation et la rigueur scientifique des réponses sont évaluées.
Pour les questions pédagogiques, selon leur nature, sont évalués entre autres : la qualité scientifique de la réponse, la concision et la pertinence de la réponse, l'adéquation de la proposition avec les objectifs des programmes concernés, la capacité à identifier les compétences mobilisées par les élèves dans une activité, le réalisme de la proposition en termes de scénario pédagogique et de mise en œuvre en classe au niveau concerné, la capacité à identifier les obstacles chez les élèves et à y remédier, la capacité d'évaluation d'une production d'élève (y compris l'usage rigoureux de la langue française et des langages scientifiques), la bonne articulation entre notion(s) scientifique(s) concernée(s) et proposition pédagogique, l'esprit critique, la finesse de l'analyse ainsi que l'efficacité et la qualité de l'argumentation.

3.2. Rapport relatif à la composition de physique

Remarques d'ordre général

Le sujet porte sur l'étude de plusieurs dispositifs micro électromécaniques utilisés en mécanique, optique, ou dans la caractérisation d'écoulements.
La première partie fait appel à des notions de mécanique, d'électrostatique, d'électrocinétique et d'électronique. La seconde utilise des notions d'optique ondulatoire et nécessite des connaissances en programmation. Enfin, la dernière partie s'intéresse à la mécanique des fluides.

Même si toutes les parties sont abordées, la première partie est traitée plus largement que les deux autres.
Le jury note que de nombreuses copies abordent avec rigueur une majorité de questions dans différents domaines de la physique, qu'elles soient de nature disciplinaire ou pédagogique. Les réponses apportées sont argumentées avec soin et concision. Les applications numériques n'y sont pas esquivées et sont commentées.
Il ressort de cette épreuve un effort de préparation de nombreux candidats qui obtiennent une note valorisant leur travail.

Par contre, quelques copies témoignent d'une confusion dans la perception et la compréhension de concepts, d'une méconnaissance des notions scientifiques de base utiles dans ce sujet. Par exemple, le concept de référentiel n'est pas clairement maîtrisé. Des erreurs d'unité sur des grandeurs courantes comme la pulsation ou la fréquence devraient être évitées. Quelques candidats ont des difficultés à caractériser un écoulement incompressible ou à déterminer un nombre de Reynolds.

Les compétences évaluées par les questions pédagogiques comptent pour environ 20% de la note et concernent l'ensemble du programme (collège et lycée, voies générale et technologique). Le jury attend des candidats une bonne maîtrise des objectifs de ces programmes et des compétences à développer chez les élèves. Il invite les candidats à répondre précisément à ces questions, de manière concise et argumentée.

Remarques particulières aux différentes questions

1. De longues phrases ne masquent pas la difficulté de quelques candidats à écrire l'expression de chacune des forces et à en réaliser la somme pour obtenir la relation proposée. Il est plus pratique de donner l'expression de la force de rappel élastique d'un ressort sous une forme intrinsèque qui, dans le cas d'une déformation modérée, obéit à la loi de Hooke.

2. L'expression de la force d'inertie est simple et correspond à une translation du référentiel lié au bâti par rapport à celui du laboratoire supposé galiléen. Elle est parfois écrite avec le mauvais signe.

3. Pour invoquer le principe fondamental de la dynamique, le référentiel, le système, le bilan des forces ainsi que leurs projections éventuelles doivent être précisés. Si de nombreux candidats le font avec le soin attendu, certains semblent adapter la loi au résultat final de l'énoncé en modifiant au dernier moment les signes.

5. Lors d'une excitation sinusoïdale, certains candidats ne pensent pas à se placer en régime sinusoïdal forcé établi pour obtenir l'expression demandée. Cette technique, pourtant classique, correspond à une étude de la réponse du système une fois que le régime transitoire est dépassé. L'étude en fonction du facteur de qualité Q, n'est pas bien traitée. Il s'agit d'analyser les variations du module $\left|\frac{X}{a}\right|$ en fonction de la pulsation ω et de discuter la monotonie éventuelle en cas d'absence de résonance. La présence de la résonance en position dépend de la valeur du facteur de qualité et n'existe que si Q est supérieur à $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

6. Plusieurs candidats estiment avec justesse une pulsation associée à la marche d'un individu mais il est regrettable que certains confondent pulsation et fréquence. La recherche de la proportionnalité entre le déplacement de la lame et l'accélération nécessite de se placer à une fréquence de travail éloignée de la résonance.
7. Une comparaison avec des hypothèses raisonnables est attendue. Le travail des structures de rappel en dehors de leur point de fonctionnement linéaire est rarement invoqué pour expliquer la plage de fonctionnement limitée de l'accéléromètre.

8. QP Les propositions sont attendues au niveau du collège, sans référence à des notions statistiques vues au lycée.
9. QP La méthode de la balance à plateaux n'est connue que de la moitié des candidats.

10. L'analyse des invariances et symétries est conduite correctement dans une majorité de copies. Il convient de bien préciser les symétries qui laissent les charges invariantes pour en déduire un résultat sur le champ électrique en invoquant le principe de Curie. Les plans de symétrie doivent contenir le point M d'étude pour être utiles. L'inversion de signe du champ électrique de part et d'autre du plan chargé est importante dans l'application du théorème de Gauss.
11. Le théorème de Gauss de l'électrostatique utilise une surface fermée.

12. Plusieurs candidats ont rédigé cette partie avec soin, précisant la surface fermée, les différents flux pour obtenir l'expression du champ électrique suivant le signe de l'abscisse considérée. Par contre, un résultat donné sans justification n'est pas évalué de la même manière.

13. Les candidats s'étant appliqués dans la question précédente ont continué leurs efforts dans la détermination de la capacité. Il faut être attentif au sens du champ électrique à l'intérieur du condensateur. Le lien entre la charge, la capacité et la différence de potentiel doit être soigné pour obtenir le résultat rigoureusement.

14. Une valeur numérique est attendue, il ne faut pas la laisser sans commentaire. On rappelle qu'une grandeur physique dimensionnée n'est en soi, ni petite, ni grande. Elle doit être comparée à un étalon, ou à une autre grandeur caractéristique du problème.

15. Cette question est réalisée correctement dans la plupart des copies.
16. Cette question ne nécessite pas des développements calculatoires excessifs. Le contrôle de l'homogénéité des résultats est nécessaire.

17. La moyenne du signal apparaît dans l'approximation limitée au fondamental. Le signe entre les deux signaux n'est pas toujours correctement justifié en utilisant le décalage temporel d'une demi-période. Peu de candidats remarquent qu'un décalage d'une demi-période correspond à une opposition de phase.
18. Des erreurs de signe sont très souvent commises en raison d'une absence de schéma où les tensions et courants apparaitraient fléchés en convention récepteur. On remarque aussi une confusion entre impédance et admittance.
19. L'équivalence fréquence-temps est souvent bien invoquée.
20. Les candidats ont répondu à cette question avec soin.

21. La recherche d'une solution particulière comportant un terme constant et un autre sinusoïdal en régime établi n'est pas bien traitée. Pour justifier l'expression approchée, il s'agit de travailler avec la quantité adimensionnée $\Omega\tau$.
22. L'identification correcte des grandeurs n'est pas toujours faite, même quand le calcul de V_4 est bien mené.
23. Le gain du montage proposé doit être calculé. Une discussion des valeurs des composants est attendue en fonction des impédances d'entrée et de sortie recherchées.

24. La notion de filtre n'est pas toujours maîtrisée des candidats. Le filtrage suppose de comparer la fréquence du signal à celle de coupure. Pour ces deux questions, il s'agit de montages simples que tout candidat doit connaître.
25. La connaissance de la détection synchrone fait partie des attentes du concours. L'objectif de recueillir en sortie de la chaîne de conditionnement la composante continue du signal doit être connue pour répondre correctement aux dernières questions.
26. Peu de candidats reconnaissent la méthode de la détection synchrone.
27. Cette question bilan a été très peu abordée.

28. La comparaison de la durée séparant deux images est un critère pertinent pour le choix d'une caméra.
29. Les réponses doivent être justifiées et argumentées en s'appuyant sur le document montrant l'avant du véhicule subissant une décélération alors que l'arrière continue d'avancer.
30. Plusieurs réponses sont possibles. La méthode doit être dans tous les cas quantitative et fondée sur les données de l'annexe. Les hypothèses retenues doivent clairement apparaître. Une conclusion doit réunir les principales valeurs et proposer une valeur de la décélération permettant le déclenchement du coussin gonflable.

31. QP L'estimation des incertitudes de type statistique est encore mal maitrisée des candidats.
32. QP Une grandeur comme la sensibilité se définit d'abord avec **des mots** puis avec une relation mathématique entre grandeurs physiques. Il est important que l'élève donne du sens à un concept, ce qu'une relation mathématique sans commentaire ne peut apporter. Un protocole expérimental doit être précis et concret, réalisable en classe par les élèves et leur laisser des éléments de réflexion et/ou un regard critique.
33. QP Une analyse pédagogique préalable au cours est nécessaire pour utiliser à bon escient les outils numériques.
34. QP On peut évoquer les notions de « masse inertielle » et « masse gravitationnelle ». C'est l'identité de ces deux masses en l'état actuel de nos connaissances qui impose l'identité entre le champ de pesanteur et l'accélération de la pesanteur. On peut aussi souligner la formulation maladroite de la notice. En effet la notion d'accélération se marie mal avec l'idée de "statique" ce qui peut être source de confusion pour les élèves.

35. Les réponses ne s'appuient pas suffisamment sur le document ou ne sont pas assez argumentées. Il faut trouver des pics d'absorbance suffisamment éloignés pour être plus facilement distingués.

36. QP Plusieurs réponses sont possibles.
37. QP Les corrections sont complètes dans l'ensemble. Les candidats formulent des remarques positives sur les moyens didactiques et les justifications de la correction permettant à l'élève de progresser.
38. QP Une analyse souvent correcte des difficultés des élèves et de la schématisation implicite fournie dans le sujet est généralement repérée par les candidats.

39. Le manque de schéma et de soin conduit souvent à des résultats erronés.
40. Le théorème de Malus est bien utile pour déterminer la différence de marche en présence d'une lentille.
41. 42.43. Partie calculatoire qui, sans être difficile, nécessite d'être rigoureux dans son traitement. Questions peu abordées.
44. Une comparaison précise avec les valeurs présentes sur le document en annexe 6 est rarement menée.
45. Les candidats n'utilisent pas la notion d'ordre d'interférences pour cette question comme attendu.
46. La discussion n'est presque pas traitée. Il faut trouver un critère pour obtenir un seul maximum dans l'intervalle d'étude.
47. Les candidats ayant abordé cette question font le lien entre l'utilisation d'un coefficient trop réfléchissant et d'une moindre luminosité.

48. 54. Des efforts conséquents de préparation de la partie programmation en langage Python sont remarqués. Le codage est assez bien connu des candidats.

55. La construction du nombre de Reynolds comme un rapport de l'advection sur la diffusion n'est pas connue par une majorité de candidats. La compétition entre le transport par advection et par diffusion est pourtant courante et propre à de nombreux phénomènes.

56. Le résultat reprenant l'ensemble des approximations est fréquemment obtenu.
57. Les effets de symétrie sur un problème de mécanique des fluides sont moins maîtrisés qu'en électrostatique.
58. Des erreurs de signe sont souvent observées.
59. La vitesse du fluide visqueux au contact de la paroi doit être connue.
60. Le calcul du débit doit être détaillé et les termes divergents correctement traités.
61. Cette question calculatoire est peu traitée.
62. Un commentaire de la valeur obtenue est attendu. C'est l'occasion de conclure sur les limites du modèle utilisé.

63. QP Ecoulement parfait et modèle du gaz parfait sont mélangés. Une confusion est généralement faite entre fluide incompressible et écoulement incompressible. Des ordres de grandeur et un calcul sont attendus pour étayer le propos et répondre correctement à la question.

64. QP Le jury attend que le candidat exprime clairement la nécessité de conserver H constant pour effectuer une analyse correcte du dispositif expérimental.

65. QP Le théorème de Bernoulli avec gains ou pertes et son utilisation en STL-SPCL ne sont pas suffisamment connus.

3.3. Rapport relatif à la composition de chimie

L'épreuve écrite de chimie s'articule autour d'un vaste spectre de notions. Elle permet d'évaluer le niveau de maitrise de connaissances et de compétences variées aussi bien du point de vue scientifique que pédagogique et didactique. Les copies corrigées montrent la grande motivation générale des candidats et révèlent la qualité de leur engagement dans leur préparation et leurs compositions. Le sujet d'une longueur raisonnable a permis à certains candidats de le balayer dans son intégralité.
Les performances sont hétérogènes et mettent en évidence certains points de vigilance qui peuvent donner des axes de travail spécifiques aux futurs candidats :

- la nécessité de soigner l'expression du point de vue de la justesse du lexique utilisé et de la construction des réponses ;
- la connaissance précise des définitions de notions et concepts de base qui doivent pouvoir être formulées sans hésitation ni approximation ;
- la maitrise des compositions des systèmes à l'équilibre et plus particulièrement des calculs de pH ;
- la maitrise du formalisme de l'écriture des mécanismes réactionnels ;
- la structuration des connaissances de thermochimie ;
- la programmation en langage Python que beaucoup de candidats hésitent à aborder ;
- la consolidation de la réflexion didactique. Les candidats sont encouragés à réfléchir précisément et concrètement aux notions enseignées, notamment du point de vue de la progressivité et de la modélisation, mais aussi à repérer et connaitre les obstacles auxquels sont confrontés les élèves dans la construction des apprentissages.

Remarques ponctuelles :
Q1. La très grande majorité des candidats donne une définition correcte du paramètre Z en précisant qu'il s'agit du nombre de protons du noyau atomique. À de très rares exceptions près, les configurations électroniques de H, C et O sont correctement écrites.

Q2. Cette question est très diversement traitée. Beaucoup de candidats ne citent que partiellement les règles nécessaires pour établir les configurations électroniques ou se contentent de donner leurs noms sans expliciter leurs contenus. La règle de Klechkowski se résume souvent au schéma mnémotechnique classique, parfois avec des erreurs, sans en préciser la méthode de construction. En conséquence, très peu de candidats déterminent le numéro atomique de l'élément chimique situé 4 lignes sous le carbone, les erreurs provenant généralement de confusion sur les orbitales *f.*

Q3. Les représentations de Lewis de H_2O et CO_2 sont très généralement écrites. La linéarité de la molécule CO_2 est bien justifiée par la répulsion électronique ou la théorie VSEPR, mais un nombre significatif de formulations inappropriées confondent planéité et linéarité. Pour CO près de 50% des représentations sont erronées ou incomplètes (lacune électronique). On note aussi assez fréquemment des confusions dans l'identification des doublets à considérer dans le raisonnement VSEPR. En effet, à la place des doublets électroniques disposés autour de C, certains candidats appuient leur raisonnement sur les doublets non liants des oxygènes et parfois même les atomes d'oxygène. Il est donc vivement conseillé de toujours décrire précisément le cadre théorique mobilisé pour construire des raisonnements justes.

QP4.

a. La lecture des éléments des programmes ne pose pas de difficulté majeure. Cependant, la progressivité des notions construites depuis le collège est souvent incomplète ou manque de clarté et de précision. Les connaissances nécessaires à la production du questionnement sur la nature de la liaison covalente et son explication du point de vue énergétique ne sont généralement pas bien mises en évidence ni correctement analysées.
b. Le questionnement à construire avec les élèves est, soit insuffisamment contextualisé et donc trop ouvert, soit trop spécifique et centré sur un nombre réduit de molécules. Souvent, il n'intègre pas les

notions scientifiques indispensables à un questionnement efficace par l'explicitation des liens avec les connaissances scientifiques des élèves préalablement construites. Un nombre de propositions non négligeable a pour objet la formation des ions monoatomiques. Ces notions doivent être cependant considérées comme des prérequis compte tenu de l'énoncé.

c. Beaucoup de réponses ne proposent qu'une liste des notions sans les expliciter. Or pour cette question, la qualité de la formulation est évaluée. Il s'agit en effet de proposer un bilan synthétique, clair, compréhensible et explicite pour des élèves de classe de seconde. De nombreux candidats évoquent « la configuration électronique d'atomes dans une molécule ». Mais évoquer la configuration électronique d'un atome au sein d'une entité polyatomique n'a pas de sens. En effet les fonctions d'onde moléculaires ne peuvent pas coïncider avec celles d'un atome isolé. La notion d'énergie de liaison, explicitement indiquée dans le programme, est très rarement mentionnée.

d. Cette question n'a pas posé de difficulté d'une manière générale. Cependant, certains candidats évoquent la théorie VSEPR qui n'apparait pas dans les programmes de première et montre ainsi une méconnaissance des programmes. D'autres évoquent la méthode de Slater dont le but n'est pas la modélisation des liaisons au sein d'une entité polyatomique.

Q5. Le lien entre polarité de la liaison et orientation du moment dipolaire est mal connu (plus de 30% d'inversion) et le calcul du pourcentage ionique de la liaison est rarement effectué (erreur d'unités). Le lien entre moment dipolaire et permittivité (ou constante diélectrique) n'est quasiment jamais mentionné (<1%).

Q6. La valeur nulle du moment dipolaire de CO_2 est généralement donnée, mais justifiée de façon incomplète (molécule plane, molécule linéaire), sans faire appel à la symétrie de la molécule et à la compensation des moments de chaque liaison C=O. La notion de nombre de modes normaux est mal connue, et son dénombrement inconnu. Malgré le rappel qu'un mode est actif en IR si le moment dipolaire électrique de la molécule varie au cours de la déformation de la molécule, très peu de candidats ont su identifier les modes concernés.

Q7. La définition du nombre d'onde est connue et le calcul des longueurs d'onde est très souvent bien mené. Il y a cependant un nombre significatif d'erreurs de conversion d'unités (cm/µm/nm) ou de mauvaise lecture de l'énoncé (mauvaise lecture de la figure 2, confusion avec les données de l'annexe A2). Les aspects énergétiques des modes de vibration sont moins fréquemment abordés, et très peu commentés.

Q8. La loi de Beer-Lambert est généralement donnée, mais souvent avec hésitation, les candidats pensant souvent qu'elle n'est valable qu'en spectroscopie UV-Visible et en phase liquide.

Q9. Lorsqu'elle est abordée, cette question est souvent traitée de façon incomplète ou incorrecte (le CO_2 absorbe le rayonnement solaire, les rayons rebondissent sur l'atmosphère…), indiquant une mauvaise compréhension de l'effet de serre. L'utilisation maladroite du lexique conduit parfois à une confusion dans les phénomènes impliqués dans l'effet de serre. La « réflexion » de l'énergie ou des rayons du soleil est souvent évoquée: l'énergie est « captée », « emmagasinée ». Elle « rebondit ».

Pour ce type d'explications, la précision du lexique mobilisé dans la description des phénomènes est absolument indispensable.

Q10. Dans le prolongement de la précédente, cette question est souvent mal traitée et les réponses peu justifiées.

Q11. Les gaz à effet de serre sont très généralement connus (H_2O, CH_4 les plus cités). En revanche, peu d'explications satisfaisantes sur le faible rôle de O_2 et N_2 ; molécules diatomiques, molécules linéaires (!), molécules monoatomiques (!), ne sont pas des explications. Comme dans la question Q5, la notion de mode actif en IR n'est pas utilisée (ou très rarement).

Q12. Généralement, deux pictogrammes sur trois sont connus. Confusions fréquentes entre « toxicité aigüe » et « mortel », le pictogramme concernant les produits CMR (mais pas uniquement) étant le plus mal connu. La signification des pictogrammes doit être parfaitement connue : aucune approximation n'est possible.

Q13. Le formaldéhyde est souvent cité, le formol plus rarement connu. Les règles de protection sont correctement données.

Q14. À quelques rares exceptions, la formule semi-développée de l'aminométhanol et la réaction de formation sont correctement écrites et la réaction d'addition souvent citée. L'eau, espèce spectatrice, apparait parfois dans l'équation de la réaction. Dans un nombre non négligeable de copies, l'équation n'est étonnamment pas ajustée. Il n'est pas nécessaire d'écrire un mécanisme réactionnel lorsque seule l'équation est requise dans le sujet : la lecture attentive des consignes est essentielle.

Q15. La première étape du mécanisme est généralement correcte. Les flèches de déplacement des doublets sont souvent à revoir dans la deuxième étape. Les symboles utilisés sont approximatifs ou faux (double flèches de mésomérie pour des actes élémentaires, etc.) : le formalisme d'écriture des mécanismes réactionnels doit être mieux maitrisé.

Q16. L'attribution des bandes est souvent imprécise : beaucoup de candidats se focalisent sur la région des pics intenses (2500-3500 cm^{-1}) et ignorent les pics plus faibles mais mieux résolus de la région 800-1800 cm^{-1}, ou font des erreurs de lecture sur l'axe des nombres d'onde. Le lien avec les données de l'annexe A2 n'est pas toujours clairement fait : il faut identifier le mode de vibration par son type (élongation, déformation d'angle ou torsion) et indiquer le nombre d'onde associé.

Q17. Mêmes remarques que pour la question 16. Lorsqu'elle est identifiée, la température de début de transformation n'est pas toujours justifiée.
Q18. La RMN est très généralement citée, la spectrométrie de masse l'est de façon plus anecdotique.
Q19. La réaction de déshydratation est généralement écrite correctement, mais le terme imine est souvent inconnu ; confusion avec amide, amine, nitrile, énamine, alcyne, cyanidure, etc.

Q20. La définition de la vitesse de réaction est correctement énoncée à partir des concentrations des réactifs et de celle du produit. La détermination de l'unité de la constante de vitesse est assez souvent correcte, mais on note un nombre significatif d'erreurs dans les unités. Certains candidats mesurent la vitesse d'une réaction en m s^{-1}. Dans quelques copies, on note des confusions, sans doute due à une erreur d'inattention, entre coefficient stœchiométrique et ordre pour l'ammoniac.

Q21. L'identification de l'ordre global et des ordres partiels est correcte, mais peu d'allusion à la molécularité de la réaction en lien avec la notion d'acte élémentaire. Certaines réponses à la question sur la loi de van't Hoff révèlent que le concept d'acte élémentaire n'est pas toujours bien assimilé.

Q22. L'approche de dégénérescence de l'ordre est souvent connue, même si elle n'est pas toujours formulée comme tel, de même que l'intégration de l'équation différentielle qui est correctement menée pour aboutir à la variation exponentiellement décroissante de la concentration du formaldéhyde au cours du temps. La proportionnalité entre l'absorbance et la concentration n'est pas toujours précisée ni utilisée dans un raisonnement clair.
L'exploitation par modélisation affine est trop peu souvent conduite à son terme ; la régression linéaire doit être réalisée et ne peut se limiter à la détermination de la pente et de l'ordonnée à l'origine en s'appuyant sur seulement deux points de mesure. L'approche par régression linéaire est, certes, plus couteuse en temps, mais reste plus satisfaisante après linéarisation.

Q23. La loi d'Arrhenius est généralement connue, mais certains candidats la confondent avec la loi de van't Hoff (confusion entre k constante cinétique, et K° constante thermodynamique) alors que ces deux lois sont fondamentales. Par manque d'attention, certains n'ont pas utilisé la valeur de la pente de la droite donnée dans la légende de la figure 5 et ont recherché les coordonnées des points de la figure pour refaire une détermination. Les résultats sont dans l'ensemble très peu commentés et les ordres de grandeur des énergies d'activation ou des énergies de liaison ne sont pas connus.

Q24. La valeur de $P(CO_2)$ est la plupart du temps donnée sans justification et peu de candidats savent justifier rigoureusement le passage de la fraction volumique (ppmv) à la pression partielle du gaz.

Q25. La loi de Henry est peu citée et ses conditions de validité doivent être explicitées.
Q26. Le nom de l'espèce H_2CO_3, l'acide carbonique, est rarement connu.

Q27. L'équilibre de dissolution de $CO_2(g)$ et l'expression de la condition d'équilibre utilisant la constante de dissolution sont correctement donnés. En revanche, le calcul de la concentration de H_2CO_3 est souvent erroné du fait d'erreurs sur la pression de $CO_2(g)$.

Q28. Très peu de candidats ont compris que la pression de $CO_2(g)$ étant constante et que, par conséquent, celle de $H_2CO_3(aq)$ l'était aussi. Même sans cette condition, le calcul du pH d'un acide faible est rarement conduit de façon correcte, et les approximations sous-jacentes ne sont pas justifiées.

Q29. Le calcul littéral de la solubilité de CO_2 est rarement abordé, et la notion d'océan, puits de carbone, visiblement inconnue. En revanche, la problématique de l'acidification des océans est largement identifiée et mentionnée.

QP30. Cette question pédagogique a été traitée par beaucoup de candidats qui ont passé du temps sur cette question dans son ensemble.

a. Les annotations sur la production proposée sont bienveillantes et mettent en évidence les réussites. Cependant, les commentaires, souvent insuffisamment précis, ne donnent pas assez de pistes à l'élève pour analyser ses erreurs, les comprendre et y remédier.
   Certaines erreurs ne sont pas identifiées par tous les candidats :
   - le coefficient stœchiométrique deux pour la molécule d'eau ;
   - l'erreur d'ordre de grandeur pour le volume de la goutte ;
   - la méthode des tangentes mérite d'être davantage expliquée sur la copie ;

b. Le document de correction à visée formative est à destination des élèves. Il doit donc donner les réponses attendues en explicitant de façon synthétique et efficace les étapes des raisonnements. Dans les copies, parfois trop peu d'explications éclairent les réponses, comme dans les cas suivants :
   - identification des acides et des bases présentes dans le système à l'état initial, hors équilibre, pour justifier l'équation de la question 1 ;
   - justification de l'équation à la question 3 par la nature de l'espèce majoritaire à l'équivalence
   - justification de la comparaison des pH aux équivalences par la nature des espèces chimiques présentes à l'équilibre dans la solution ;
   - comparaison des intervalles de pH avec celui de la norme des rejets dans la nature.

Dans certaines copies, des ions spectateurs sont écrits dans les équations de réactions.
Le volume d'une goutte est très variable : de 1 mL à 0,05 mL. Le Jury attend des candidats de mieux connaître cette notion.

Q31. La géométrie de la molécule d'acide carbonique est souvent donnée sans justification et sans représentation spatiale. Les propositions d'explication de la cinétique lente de la réaction sont très rares et encore plus rarement plausibles.

Q32. La majorité des candidats peine à modéliser le processus de dissolution de $CO_2(g)$ avec l'enchainement des deux réactions données, et à établir le lien entre la constante d'équilibre de la première acidité de $H_2CO_3(aq)$ et les constantes de vitesse de la réaction. De ce fait, les justifications correctes de l'AEQS ne sont qu'exceptionnellement fournies.

Q33. Le développement de la cinétique formelle du processus n'est généralement pas traité.
Q34. Peu de candidats identifient la nucléophilie comme principal facteur de la réactivité. Certains confondent basicité et nucléophilie.

Q35. Cette question demande une justification claire ; les candidats l'apportent plutôt à partir des lois de déplacement d'équilibre (Le Chatelier) qu'à partir de la loi de van't Hoff peu utilisée.

Q36. La justification est souvent correcte pour le premier volume, mais plus évasive pour le second. Un raisonnement inversé est parfois mené : à partir de la valeur du pH, on en déduit que les espèces sont en quantités équimolaires.

Q37. Les choix d'indicateurs colorés sont corrects. Certains candidats sont très vigilants sur la cohérence des couleurs choisies. En revanche, les critères de choix d'indicateur ne sont pas toujours explicités.

Q38. L'importance du refroidissement pour augmenter la solubilité du CO_2 dans le vin est fréquemment soulignée. Il est toutefois plus rarement mentionné que l'objectif de l'opération est d'éviter le dégazage du CO_2 dissous et ainsi d'améliorer la fiabilité du titrage.

Q39. L'ajout de soude est souvent justifié pour simplement augmenter le pH sans préciser qu'il s'agit de transformer $CO_2(aq)$ en $HCO_3^-(aq)$ et $CO_3^{2-}(aq)$. Ainsi, le protocole de titrage indirect de $HCO_3^-(aq)$ est rarement compris. C'est souvent le choix de verrerie utilisée dans le protocole qui guide les candidats vers la réponse.
Q40. Moins du quart des candidats identifient que $HCO_3^-(aq)$ est l'espèce titrée. Le calcul complet est rarement correct. La quantité d'oxonium apportée, deux fois supérieure à celle d'acide sulfurique, n'est pas toujours correctement calculée.
Q41. Les candidats ont, dans l'ensemble, bien compris l'importance du titrage témoin. Les explications sont parfois formulées de manière maladroites.
Q42. Cette question, qui s'inscrit dans la continuité de la Q40, est rarement bien traitée.

Q43. Si les trois états solide-liquide-gaz et le point triple sont bien identifiés, l'état supercritique et le point critique sont beaucoup moins connus. L'état supercritique est parfois confondu avec l'état « plasma » ou l'état « superfluide ».

Q44. Des explications maladroites s'appuient sur le diagramme de phase du dioxyde de carbone. Pour définir la « glace sèche » du dioxyde de carbone, le corps pur « eau » n'intervient pas.

Q45. La maille de la structure cfc est bien connue. Les candidats qui placent correctement la molécule de CO_2 dans le réseau et dénombrent les molécules par maille aboutissent à un calcul correct du paramètre de maille. Certains candidats dissocient la molécule en ions dans le cristal, alors qu'il s'agit d'un solide moléculaire, et aboutissent ainsi à une erreur sur la stœchiométrie des atomes dans la maille. Quand les calculs sont menés à terme, il est dommage de ne pas conclure quant à la comparaison des distances demandées.
Q46. Cette question a été plutôt bien traitée

QP47.

a. Cette question a pour objet la rédaction d'un protocole pour les élèves. Il est indispensable d'apporter du soin à la rédaction, à la précision des conditions expérimentales et aux opérations à mener pour que le document soit opérationnel en classe. Dans de nombreuses copies, les conditions expérimentales ne sont pas suffisamment précisées. Ainsi, la quantité d'eau dans le tube et le niveau du mélange réfrigérant dans le bécher ne sont que rarement évoquées. La nature du réfrigérant n'est quasiment jamais donnée et la glace pure est même parfois utilisée. On rappelle qu'elle ne permet pas la solidification l'eau. L'agitation mesurée est souvent nécessaire pour éviter la surfusion. L'observation des états physiques dans le tube par les élèves est indispensable pour permettre de corréler état physique avec les valeurs de température.
b. Les enjeux didactiques ne sont pas forcément perçus précisément, en particulier deux difficultés liées à la construction du graphique : détermination des échelles des axes, existence de températures négatives. Les critères de réussite de construction du graphique sont précisés de manière très hétérogènes. Ceux qui concernent l'exploitation du graphique ne sont pas souvent évoqués.

Q48. La définition précise de la percolation n'est pas connue ; on a, au mieux, une vague analogie avec la préparation du café. Les notions de solubilisation et de milieux divisés ne sont généralement pas évoquées. En revanche, les avantages de l'extraction par CO_2 supercritique sont bien compris.

Q49. Très peu de candidats savent écrire l'équation de la réaction d'oxydo-réduction associée à cette étape et identifier le fer comme réducteur.

Q50. Les mécanismes écrits correctement sont très rares. Cette question met en évidence le manque de maitrise du formalisme (flèches pour symboliser les actes élémentaires, mouvements des électrons, écriture des doublets électroniques des sites réactionnels, etc.). On rappelle que l'ion hydroxyde n'est pas un bon nucléofuge. En effet, en milieu acide, l'atome d'oxygène se protone et forme un meilleur groupe partant (H_2O).

Q51. Le mécanisme complet de substitution électrophile est très rarement connu. Quelques candidats s'arrêtent à la formation de l'ion nitronium.
Q52. Les étapes proposées pour l'extraction et la purification ne sont pas toutes convaincantes mais les protocoles intéressants sont valorisés.

Q53. Cette question est traitée de façon très hétérogène. Beaucoup de candidats ignorent la formule du DMSO. D'autres précisent sa structure et ses propriétés sans indiquer son intérêt. Ainsi, les explications concernant son utilisation pour mettre en œuvre la substitution nucléophile de type S_N2 sont rares.

QP54.

a. La ligne de code 12 est souvent bien identifiée. Cependant, elle est souvent confondue avec la ligne 5.
b. Très peu de candidats abordent la question et très peu de scripts sont rédigés. L'algorithme est valorisé et une syntaxe irréprochable n'est pas forcément exigée. Il est d'ailleurs possible de s'inspirer des lignes déjà écrites dans le programme proposé.

Q55. Cette question est généralement bien traitée. Les candidats n'utilisent cependant pas un coefficient stœchiométrique unité pour le dioxygène dans l'équation de l'oxydation du nickel. Les définitions des grandeurs et grandeurs standard de réaction ne sont pas suffisamment rigoureuses, notamment pour l'entropie standard de réaction qui est souvent donnée avec une erreur dans le signe. Elle engendre des difficultés d'interprétation du diagramme, interprétation qui reste possible sans connaissance préalable des diagrammes d'Ellingham.

Q56. La justification du calcul de la pression partielle de dioxygène à l'équilibre manque souvent de rigueur. Les réponses à cette question révèlent quelques confusions entre les grandeurs standards et les grandeurs de réaction. Les relations usuelles de la thermochimie sont connues de façon approximatives. La valeur très faible de cette pression surprend certains candidats.

Q57. Des justifications précises à partir des grandeurs de réactions, et pas seulement une simple comparaison des pressions, est exigée. Le critère d'évolution des systèmes chimiques $\Delta_r G \cdot d\xi > 0$ est très rarement évoqué. Les raisonnements proposés sont insuffisamment rigoureux et parfois approximatifs.

Q58. Quelques candidats répondent à l'intégralité de cette question menant à la valeur de la constante d'équilibre et à l'application attendue. Dans l'ensemble, les réponses restent qualitatives.

Q59. De même que pour la question précédente, le traitement de la question est essentiellement qualitatif. Les conséquences sur les précautions à prendre dans l'utilisation du CO_2 supercritique sont très rarement déduites.

Le jury remarque l'investissement des candidats dans la préparation de cette épreuve et souhaite souligner l'existence de très bonnes copies.

4. Epreuves d'admission

Les épreuves d'admission se sont déroulées au lycée Janson de Sailly à Paris du dimanche 17 avril au mardi 27 avril 2021 inclus. La délibération du jury a eu lieu le mercredi 28 avril 2021.

Généralités et conditions matérielles

L'oral est constitué de deux épreuves: un exposé et un montage, l'une en physique, l'autre en chimie.
Lors de l'accueil des candidats, la veille de la première interrogation, un numéro tiré au sort par l'ordinateur est affecté au candidat. A ce numéro, correspondent des horaires de passage et deux enveloppes contenant les sujets :

- exposé de physique (coefficient 1) et montage de chimie (coefficient 1) ;

ou bien - exposé de chimie (coefficient 1) et montage de physique (coefficient 1).

Ces enveloppes sont ouvertes par le candidat au début de chacune des épreuves. Lors de la session 2021, les horaires ont été les suivants :

Ouverture du sujet	6 h 00	7 h 20	8 h 40	11 h 30	12 h 50	14 h 10
Début de l'épreuve	10 h 00	11 h 20	12 h 40	15 h 30	16 h 50	18 h 10

Une épreuve se déroule de la façon suivante :

- ouverture du sujet tiré au sort : un unique sujet pour l'épreuve d'exposé et un sujet à choisir parmi deux proposés pour l'épreuve de montage ;
- 4 h de préparation à l'épreuve ;
- 1 h 20 d'épreuve : 50 minutes sont réservées pour la présentation du candidat, le reste du temps pouvant être utilisé par le jury pour des questions ;

Il est demandé aux candidats de se munir d'une pièce d'identité en cours de validité, de leur convocation ainsi que d'une blouse pour les épreuves de chimie.

Chaque salle est équipée d'un vidéoprojecteur, d'une flexcam et d'un ordinateur. Cet ordinateur contient des ressources officielles (programmes, exemples de sujets…) un ensemble de logiciels classiques de bureautique, d'acquisition, de simulation. Cet ordinateur permet un accès réglementé à internet. Une quinzaine de sites comportant des ressources disciplinaires ou pédagogiques sont accessibles sans rebonds possibles. Lors de la session 2021, les sites accessibles sont:

1. http://www.cea.fr/
2. http://www.cnrs.fr/
3. http://eduscol.education.fr/physique-chimie/
4. http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/
5. http://culturesciences.chimie.ens.fr/
6. http://www.mediachimie.org/
7. http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/Donnees/acc.htm
8. http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/
9. http://www.olympiades-chimie.fr/
10. http://www.odpf.org/
11. http://uel.unisciel.fr/
12. http://bupdoc.udppc.asso.fr/consultation/selections.php
13. http://sdbs.db.aist.go.jp
14. http://www.lelementarium.fr/
15. http://www.unisciel.fr/

Le lycée Janson de Sailly possède une importante collection de matériel que l'on rencontre classiquement dans les lycées et les CPGE. Le concours a acquis une bibliothèque d'ouvrages variés tant de niveau post-baccalauréat que de lycées et collèges. Cette bibliothèque est remise à jour tous les ans pour suivre l'évolution des programmes. Les candidats peuvent rajouter du matériel ainsi que des livres et des documents. Ceux-ci doivent être envoyés ou déposés (éventuellement par les candidats eux-mêmes) au plus tard avant le début de la première épreuve de la première série afin d'être disponibles pour tous les candidats. Pour le matériel, il est nécessaire de fournir un inventaire complet de ce qui est apporté, ainsi qu'une notice de fonctionnement pour chaque appareil. L'ensemble doit être récupéré le jour de la délibération du jury.
L'usage des calculatrices personnelles n'est pas autorisé.

Les équipes techniques

Pour le tirage au sort et pour chacune des deux épreuves orales, le candidat est accueilli par une équipe technique constituée de techniciens et de professeurs préparateurs.

L'équipe technique offre aide ou assistance. Elle n'intervient ni dans le choix des expériences, qui est de la seule responsabilité du candidat, ni dans l'interprétation des résultats obtenus par celui-ci.

Les techniciens restent à la disposition du candidat tout au long de la préparation de l'épreuve pour lui fournir les livres, les documents et les appareils, matériels et produits dont il a besoin. Ils apportent les indications nécessaires au bon fonctionnement du matériel (notamment sur le plan de la sécurité) et participent à la mise en œuvre de celui-ci en effectuant les branchements nécessaires. Les appareils sont accompagnés d'une notice que le candidat peut consulter. Les techniciens assistent le candidat dans la prise en main du matériel et dans celle des outils informatiques ou numériques. Cependant, une connaissance minimale de ces derniers est indispensable au candidat.

Pour les **exposés de physique ou de chimie**, les techniciens fournissent au candidat **une aide** à sa demande et en respectant ses indications. Ils aident à la réalisation des expériences de cours que les candidats ont prévues pour illustrer leur propos.

La situation est différente au **montage** où il s'agit davantage d'**une assistance**. En effet, le candidat, qui est évalué notamment sur son habileté expérimentale et ses capacités à effectuer des mesures, doit réaliser lui-même les expériences. Les techniciens l'assistent dans la mise en œuvre des protocoles expérimentaux en particulier lorsqu'il s'agit d'effectuer des mesures répétitives. En tout état de cause, les candidats assument l'entière responsabilité du choix des expériences, des protocoles mis en œuvre, des mesures produites et de leur exploitation.

Les professeurs préparateurs ont pour mission de coordonner les travaux de l'équipe technique dans la préparation de chacune des deux épreuves. Leur rôle est également de veiller au bon fonctionnement des appareils durant la préparation. Ils peuvent proposer du matériel spécifique et, plus généralement, des solutions aux problèmes éventuels que les candidats rencontrent.

Les équipes techniques (techniciens et professeurs préparateurs) n'ont pas de contact avec le jury. Celui-ci n'est pas informé des conditions dans lesquelles se sont déroulées les quatre heures de préparation.

Site du concours

Des informations concernant le concours sont disponibles à l'adresse :
http://www.agregation-interne-physique-chimie.org/

4.1. Les attendus

L'épreuve de montage

L'épreuve de montage consiste en quatre de préparation avec l'aide d'une équipe technique suivie d'un échange avec le jury de quatre-vingts minutes (1h20) maximum. Le candidat dispose d'un choix entre deux sujets qu'il est invité à réaliser le plus tôt possible dans le temps de préparation pour s'y tenir ensuite.
L'équipe technique assiste le candidat sans aucune prise d'initiative. La mise en place d'un protocole, son adaptation éventuelle au regard des contraintes (matériel disponible, choix des concentrations…) relève de la pleine responsabilité du candidat qui doit être en mesure de justifier ses choix.

Déroulement de l'interrogation : Le candidat dispose pleinement de cinquante minutes dont il a la gestion pour présenter et exploiter ses expériences. Pendant les quinze premières minutes, le jury n'intervient pas en laissant au candidat le temps de s'installer dans sa présentation. Au-delà, des questions dont le temps est décompté peuvent être posées par le jury. En fin de présentation, un moment d'échange de dix minutes est réservé pour clore l'interrogation.

Objectifs : Afin d'illustrer le sujet retenu, le candidat présente et exploite à un niveau post-baccalauréat des expériences dont il a la responsabilité. L'une au moins de ces expériences doit être exploitée de manière quantitative, et commentée en appréciant l'incertitude des évaluations.

Recommandations : Dextérité et respect des règles de sécurité sont attendus. Par conséquent, le candidat veille à manipuler devant le jury en s'assurant de la visibilité des expériences. L'exploitation à un niveau post-baccalauréat permet d'apprécier la maîtrise du contenu scientifique et de la connaissance des instruments réalisés.

L'épreuve d'exposé

Au début de l'épreuve, le candidat prend connaissance du concept scientifique qui constitue le sujet de l'exposé et des deux axes de développement pédagogique qui lui sont proposés. L'épreuve débute par une phase de préparation d'une durée de quatre heures, pendant laquelle le candidat dispose des ouvrages qu'il a sélectionnés parmi ceux proposés. Le candidat bénéficie également de l'assistance d'une équipe technique, qui peut mettre en œuvre une ou plusieurs expériences à sa demande. L'épreuve se conclut par une présentation et un échange avec le jury de quatre-vingts minutes (1h20) maximum.

Déroulement de l'interrogation : pour son exposé face au jury, le candidat dispose de cinquante minutes qu'il gère de manière pleinement autonome. Pendant cette durée, le candidat effectue une présentation du concept scientifique proposé, qui lui permet, par exemple, d'en aborder les aspects historiques, fondamentaux et/ou appliqués. Un développement pédagogique et didactique, qui s'appuie nécessairement sur l'axe pédagogique retenu par le candidat parmi les deux proposés, permet de présenter l'enseignement de ce concept scientifique au collège et/ou au lycée. Aussi est attendu un développement d'une ou plusieurs notions relatives à ce concept à un niveau post-baccalauréat.

Objectifs : le candidat est amené à présenter un concept scientifique aux niveaux pré- et post-baccalauréat au cours de l'exposé qui doit lui permettre de mettre en valeur à la fois son expertise pédagogique et didactique et ses compétences scientifiques par une présentation des aspects fondamentaux et appliqués relatifs au concept étudié jusqu'à un niveau post-baccalauréat.

Recommandations : les deux grandes parties de l'exposé (introduction du concept, développement pédagogique et didactique d'une part, et développement au niveau post-baccalauréat d'autre part) doivent être équilibrées. La première partie peut s'appuyer sur la pratique professionnelle d'enseignant du candidat. L'exploitation à un niveau post-baccalauréat n'a pas vocation à être exhaustive, mais elle doit permettre au jury d'apprécier la maitrise du contenu scientifique.

4.2. Rapport relatif aux épreuves de physique

Quel que soit le type d'épreuve, le jury attend une présentation claire et rigoureuse construite autour d'un fil conducteur. La maitrise du contenu disciplinaire du thème est à un niveau post-baccalauréat, le vocabulaire doit être précis et des automatismes sont à acquérir. En montage, le candidat doit démontrer son habilité expérimentale sans perdre de temps dans des explications stériles. En exposé, la réflexion sur sa pratique pédagogique gagne à s'appuyer sur des exemples concrets.

Rapport sur l'épreuve de montage de physique

Cette épreuve permet d'évaluer la capacité des candidats à mettre en œuvre une démarche expérimentale sur un thème donné ainsi que leur dextérité et le rôle qu'ils attribuent à la part de l'expérience dans l'enseignement de la physique.

Le déroulement
Les candidats, après avoir choisi un sujet parmi deux propositions, préparent des expériences pendant quatre heures qu'ils présentent ensuite durant cinquante minutes devant un jury. Leur présentation est suivie d'un entretien d'une durée de vingt minutes environ.

L'introduction
Si le sujet peut être contextualisé, il est important de ne pas transformer l'épreuve de montage en un exposé. Il est donc important de démarrer rapidement la présentation de l'expérience, la réalisation de mesures et leur exploitation. Un nombre trop important d'expériences ne permet pas une exploitation suffisamment aboutie de chacune d'elles. Mieux vaut deux expériences bien menées et correctement exploitées que cinq expériences trop rapidement abordées.

Le niveau
Il est attendu que les expériences, les mesures afférentes et leurs traitements soient menés au niveau post-baccalauréat. Il est nécessaire de connaitre les limites de validité des lois utilisées, ainsi que des critères permettant d'estimer s'ils sont satisfaits, comme par exemple le calcul du nombre de Reynolds dans une expérience d'écoulement de fluide visqueux. De même, dans une expérience de diffraction de la lumière du laser par un trou, le candidat ne doit pas se contenter de la mesure de la largeur de la tâche centrale de diffraction pour remonter à la longueur d'onde d'un laser. Il y a beaucoup d'autres informations à exploiter sur ce qu'il se passe autour de la tâche centrale.

La présentation du tableau
Le jury regrette que trop peu de candidats réservent pendant leur préparation un temps suffisant et nécessaire pour la rédaction du tableau qui sert de support matériel à la présentation. Doivent figurer sur le tableau le titre du montage, les schémas des expériences, les relations et modèles pertinents, les valeurs tabulées qui serviront de référence. Une présentation des mesures réalisées en préparation y a également toute sa place, en laissant quelques cases vides complétées par des mesures réalisées devant le jury. Il peut être judicieux d'écrire également des débuts de ligne sous la forme u(X) = … pour une incertitude sur la grandeur X, par exemple, et qui seront complétés au cours de la présentation.
Les tableaux de valeurs mesurées en préparation peuvent faire l'objet d'un support informatique, le candidat veillant autant que possible à leur lisibilité lors de la vidéo-projection.

Les logiciels de traitement de données
Le jury a assisté avec plaisir à quelques beaux traitements de données, utilisant des logiciels variés tels regressi, latis-pro, voire entièrement en python, avec utilisation des fonctions de calculs statistiques du module scipy, ou des calculs de FFT. À ce sujet il est important de connaître ce que calcule un algorithme de FFT, en

particulier en ce qui concerne la résolution en fréquence. De même il faut savoir lire les informations sur l'écran d'un oscilloscope lorsque l'on s'en sert pour une analyse spectrale (unité de l'échelle verticale, fréquence d'échantillonnage en lien avec le théorème de Shannon,).
Certains logiciels offrent des capacités avancées sur le traitement des incertitudes que le candidat doit connaitre et qui permettent de réfléchir à la quantification des incertitudes sur les mesures réalisées en déléguant la partie calculatoire toujours un peu lourde. Lors de ces traitements, il arrive trop souvent que le candidat, focalisé sur cette évaluation des incertitudes, présente ses résultats sans unité ou avec une unité fausse, ce que le jury a sanctionné.

La calculatrice
On ne peut que conseiller aux candidats de se réhabituer à l'utilisation d'une calculatrice de type collège pour ne pas se retrouver gênés s'ils sont amenés à l'utiliser pour mener un calcul pendant la présentation, ce qui fut le cas pour plusieurs candidats lors de cette session.

La sécurité
Lors de la réalisation du montage le candidat doit toujours avoir en tête les règles de sécurité. Par exemple, il faut faire attention à ne pas couper un faisceau laser avec un réglet métallique ou être vigilant sur les connexions réalisées lorsqu'on manipule des courants de plusieurs ampères.

La comparaison à des modèles
La physique est une science quantitative. Moyennant des hypothèses à connaitre, des lois relient des grandeurs entre elles. Ainsi, une expérience peut avoir comme but de comparer la forme de l'évolution d'une grandeur : « est-ce que la décroissance de la tension aux bornes d'un condensateur suit une loi exponentielle ? » ou avoir pour but de mesurer une grandeur physique « est-ce que le temps caractéristique de décroissance de la tension aux bornes d'un condensateur est bien égal au produit de la résistance par la capacité ? » Le jury attend des candidats qu'ils se posent la question du statut des expériences qu'ils présentent. Par ailleurs, il est parfois désagréable d'entendre qu'on est satisfait d'une mesure d'un ordre de grandeur ce qui peut laisser penser aux élèves que les mesures réalisées au laboratoire ne sont pas quantitatives. Comme il est indiqué dans les recommandations de l'inspection générale concernant les incertitudes, l'écart-relatif entre la valeur mesurée et la valeur tabulée est un indicateur de mauvaise qualité de la précision d'une mesure et ne devrait plus être utilisé, conformément à l'évolution des programmes de physique-chimie.

Les calculs et questions
Il n'est pas opportun, pendant la présentation, de redémontrer des relations entre les grandeurs physiques utilisées dans une expérience comme par exemple les formes mathématiques du régime transitoire d'un circuit R, L, C selon la valeur du facteur de qualité. Ces relations doivent être données. Le jury, s'il le juge nécessaire, a l'occasion de questionner le candidat sur les aspects théoriques lors de l'entretien. Plus généralement, les questions ont pour but de faire préciser par le candidat certains points que le jury désire approfondir sur la pertinence du choix d'une expérience, du choix du matériel utilisé, des hypothèses sous-jacentes à la loi illustrée, sur la discussion qualitative ou quantitative du résultat… Il est vivement conseillé au candidat d'engager la discussion, même s'il n'a pas immédiatement la réponse à la question posée, plutôt que de l'esquiver, attitude qu'a regrettée le jury. Les réponses doivent cependant être claires et concises.

Quelques remarques selon les domaines disciplinaires abordés
En optique, un alignement des composants durant la présentation ainsi qu'un soin particulier porté à la qualité des images sont appréciés par le jury. L'utilisation de la formule des réseaux nécessite de bien connaître la valeur de l'angle d'incidence pour être utilisée ou alors d'user d'un protocole permettant de s'affranchir de sa connaissance. L'utilisation d'un capteur CCD est appréciée pour présenter des résultats d'optique ondulatoire non limités à une simple mesure d'interfrange. Le montage "vision et images" ne consiste pas en un catalogue de mesures de focométrie. La fabrication d'un faisceau parallèle par auto-collimation est plutôt bien connu et maîtrisé. En revanche, le réglage des oculaires des appareils optiques doit être mieux connu (on ne se contente pas de voir net le réticule).

En mécanique, la distinction entre les ondes stationnaires et le phénomène de résonance doit être comprise. De même la distinction entre la résonance en élongation et la résonance en vitesse (ou en intensité et en tension aux bornes du condensateur dans le cas d'un circuit RLC série), ainsi que les caractéristiques associées doivent être maîtrisée. Lors de l'étude du pendule, généralement pesant, il est prudent de se poser la question de la pertinence de sa modélisation par un pendule simple. Les lois de Coulomb du frottement solide de glissement doivent être connues et maîtrisées si l'on veut que les expériences correspondantes soient crédibles. Dans la mesure de viscosité d'un fluide par la chute de bille, le calcul repose souvent sur l'hypothèse qu'une vitesse limite a été atteinte. Il semble important de se donner les moyens de vérifier cette hypothèse pour valider les résultats. Rappelons que le choix du diamètre de la bille par rapport à celui de l'éprouvette est crucial.

En électromagnétisme, la connaissance de l'ordre de grandeur du champ magnétique terrestre est utile pour discuter des résultats de certaines expériences (celle d'Oersted par exemple).

En électricité, la connaissance des ordres de grandeur des impédances d'entrée et de sortie des appareils utilisés est indispensable, ainsi que la réponse à la question du choix de la valeur de la résistance interne des GBF à 50 Ω. Plusieurs candidats proposent un montage de principe de l'échantillonneur-bloqueur et évoquent une quantification des valeurs de sortie qui n'existe pas dans le montage proposé.

En thermodynamique, les temps de thermalisation en fonction de la taille des objets utilisés doivent être estimés avant de réaliser des bilans thermiques. Le coefficient de diffusivité a une utilité directe dans les expériences de diffusion.

Enfin, on rappelle que les « Handbooks » sont des ouvrages utiles quand on cherche à comparer les résultats de mesure à des valeurs tabulées.

Rapport sur l'exposé

L'exposé est en deux parties – l'une relative au concept du sujet, incluant un développement pédagogique et didactique relatif à un enseignement dans le secondaire, et l'autre développant à un niveau post-baccalauréat une ou plusieurs notions relatives à ce concept.

Afin d'aborder sereinement l'épreuve d'exposé, il est conseillé de la travailler parallèlement à la préparation de l'écrit ; cela favorise non seulement l'approfondissement des différents sujets d'oraux mais contribue également à une préparation plus efficace de l'épreuve d'admissibilité.
Les deux parties de l'exposé doivent être traitées de façon équilibrée ; un déséquilibre trop important est sanctionné par le jury.

Partie relative au concept scientifique

Présentation du concept
La présentation du concept ne doit pas prendre tout le temps consacré au développement pédagogique et didactique mais cette présentation ne doit pas être éludée ; le jury a malheureusement assisté à quelques exposés où le concept n'était pas défini. Il s'agit d'être synthétique et de positionner le thème abordé dans un corpus scientifique plus large. L'exhaustivité n'est alors pas nécessaire. Un positionnement clair se doit d'être écrit, un long discours superficiel ne convainc pas de l'intérêt de l'exposé présenté.
La carte mentale est la modalité de présentation du concept adoptée par la majorité des candidats. Le jury a pu apprécier la pertinence de certaines cartes mentales quand la réflexion sur le concept scientifique était suffisante, le jury a également valorisé d'autres modalités de présentation du concept moins formatées.

Développement pédagogique et didactique relatif à un enseignement dans le secondaire

Rappel : les axes possibles de traitement pédagogique ou didactique du sujet sont les suivants :
- les difficultés d'apprentissage liées au concept ;
- la progressivité des apprentissages liés au concept ;
- la place de la modélisation ;
- la différenciation ;
- la diversification et les stratégies d'apprentissage ;
- l'évaluation ;
- la remédiation ;
- la construction de l'autonomie ;

Durant la préparation, les candidats doivent faire un choix entre deux axes proposés parmi ceux rappelés précédemment ; il est souhaitable que ce choix soit précisé au jury dès le début de la présentation. Un développement pédagogique et didactique du concept au niveau du secondaire est alors attendu sous le prisme de l'axe choisi. Ainsi, le jury valorise les candidats qui envisagent des situations d'enseignement concrètes - activité, séquence, exercices, évaluations - sans séparer le développement pédagogique et didactique envisagé et l'axe choisi. Pour montrer pleinement leur expertise professionnelle en lien avec l'axe retenu, les candidats, doivent prendre connaissance des programmes de la voie générale mais également de ceux de la voie technologique ; un sujet sur les frottements peut être traité par exemple de façon pertinente en s'appuyant sur le programme de terminale de l'enseignement de spécialité physique-chimie et mathématiques de la série STI2D - les frottements visqueux et solide sont des notions travaillées dans cet EDS.
Le contournement de l'axe choisi est sanctionné par le jury.

Concernant certains axes choisis par les candidats, le jury constate que les techniques de différenciation sont peu connues ; l'intérêt de la différenciation sur les apprentissages des élèves est surtout peu perçu. Cette notion est souvent confondue avec la diversification. Les difficultés liées au concept sont parfois réduites à des considérations générales : par exemple des difficultés de conversion, de traitement de la proportionnalité, d'isolement de termes. Pourtant, les représentations initiales des élèves sont souvent des obstacles à l'acquisition des notions et des concepts ; il convient donc de préciser, par exemple, si le concept s'y prête, dans l'activité envisagée par le candidat, les modalités ou les outils retenus pour faire émerger et prendre en charge ces représentations premières. Cette prise en compte des conceptions initiales contribue à la construction d'un savoir authentique chez les élèves. De même, des considérations générales sur l'évaluation sont insuffisantes et des exemples concrets d'évaluation adaptés au concept sont attendus.

Lors de la préparation au concours, parallèlement à la préparation des épreuves écrites, le jury conseille donc aux candidats, de mener une réflexion, dans le cadre de leur enseignement, sur les axes possibles de traitement pédagogique ou didactique des sujets. Certains axes - la différenciation, la diversification et les stratégies d'apprentissage, l'évaluation, la remédiation - sont des leviers pour de meilleurs apprentissages chez les élèves - ils correspondent à des pratiques professionnelles attendues d'un enseignant. C'est grâce à cette réflexion et une présentation d'exemples concrets puisés dans le quotidien du candidat que celui-ci met en valeur son expertise professionnelle. L'épreuve ayant évolué, l'utilisation sans réflexion personnelle d'exposés "clé en main" proposés par certains ouvrages peut s'avérer contre-productive.

De nombreux candidats utilisent fort justement une présentation informatisée permettant de bien exposer la démarche choisie. Quand une projection d'ouvrage est envisagée, elle doit être pertinente - la présentation ne peut se résumer à un catalogue d'exemples choisis au fil des pages d'un manuel. En général, lorsqu'une situation d'enseignement est décrite, il convient d'en préciser clairement les objectifs en termes d'apprentissages.

Le jury a fortement valorisé quelques présentations dans lesquelles les développements pédagogiques étaient incarnés, l'axe imbriqué et parfaitement intriqué avec le développement.

Partie post-baccalauréat

Le développement post-baccalauréat ne doit pas se réduire à une suite de calculs - plus ou moins bien repris d'un ouvrage et déconnectés du reste de l'exposé. A cet égard, il est crucial de garder un œil critique sur ce qui est présenté dans certains ouvrages, tous n'étant pas irréprochables et les hypothèses utilisées n'étant pas toujours clairement explicitées. Une discussion physique s'impose : ordres de grandeur, intérêt applicatif, limites des modèles obtenus, mise en perspective. Le candidat doit être capable d'expliquer son choix, d'interpréter le résultat, de présenter les hypothèses et de discuter les cas limites.

Un candidat se positionnant à un niveau élémentaire ne dépassant pas celui de l'enseignement secondaire est sanctionné tout comme celui qui se limite à la présentation des seules prémices d'un développement post-baccalauréat ou qui traite d'une thématique trop éloignée du concept initial.

Une expérience de cours a toute sa place dans un exposé lorsqu'elle est pertinente et exploitée en relation avec le concept. Trop peu de candidats profitent de la présence de l'équipe technique, habilitée à monter des expériences, pour illustrer concrètement les développements présentés.
Lors de l'entretien, le jury attend des réponses courtes, concrètes et précises.

4.3. Rapport relatif aux épreuves de chimie

Le jury félicite les candidates et les candidats qui se sont montrés, dans l'ensemble, capables de s'organiser et ont respecté le temps imparti. Le jury rappelle que le candidat ou la candidate est seul(e) responsable du contenu et du déroulement de sa présentation dans le respect des codes des deux épreuves. En épreuve de montage comme en exposé, les cartes mentales, élaborées à partir de l'expertise et la pratique professionnelle du candidat ou de la candidate, et qui mettent en évidence des aspects très concrets et une analyse des supports utilisés, sont bien accueillies. Il est conseillé de bien préparer les supports visuels lors de la phase de préparation des épreuves. Ils constituent des repères qui permettent d'éviter une charge cognitive difficile à gérer lors de la phase de présentation. Il ne s'agit toutefois pas de tomber dans l'excès et de tout écrire, au risque de ne pas être en mesure de démontrer sa maîtrise disciplinaire et didactique. Lors de la phase de discussion avec le jury, il est fortement recommandé de veiller à formuler des réponses concises, précises et argumentées. Il est préférable d'indiquer que la réponse n'est pas connue plutôt que de se perdre en digressions.

Lors de l'épreuve d'exposé ou de montage, la candidate ou le candidat est amené à expliciter un ou plusieurs concepts indiqués dans les intitulés proposés, et notamment à les illustrer en proposant un (des) développement(s) post-baccalauréat qu'ils soient formels (épreuve d'exposé) ou expérimentaux (épreuve de montage). Il est impératif, en introduction de ces parties, de définir clairement et précisément le thème et le(s) concept(s) dont il est question, ainsi que les grandeurs physiques et chimiques impliquées dans le propos. Une attention particulière doit être portée sur la définition des grandeurs standards thermodynamiques, des lois ou modèles convoqués incluant leur champ d'application et les écritures. Ainsi, les notations C_i ou [i] n'ont pas les mêmes significations en chimie des solutions, comme certains semblent l'ignorer, alors que de nombreux phénomènes dépendent effectivement de la concentration. Il est rappelé qu'il est inutile d'évoquer, dans chaque situation que l'activité d'une espèce dissoute en solution est assimilable au rapport de sa concentration sur sa concentration standard. A ce sujet, il est important de présenter l'activité d'une entité chimique comme une grandeur adimensionnée, contrairement à une concentration. Le jury regrette l'usage trop parcimonieux des formules topologiques pour représenter les composés organiques : la représentation semi-développée doit être utilisée de façon pertinente. Enfin, il est rappelé que les calculatrices fournies pour les épreuves orales sont de type « collège ». Il est donc fortement conseillé de se préparer à leur utilisation afin de réaliser sans difficulté les applications numériques qui ne relèvent pas du calcul mental trivial.

Du point de vue de l'expression orale comme écrite, il est nécessaire de maitriser son champ lexical, d'éviter les fautes de français, d'aborder l'épreuve avec diligence et professionnalisme. Il est préférable de ne pas s'approprier les objets d'étude… « le produit a réagi » et non « mon produit a réagi », « la courbe obtenue » au lieu de « ma courbe ». Le jury évalue avec bienveillance toute erreur d'étourderie corrigée par le candidat ou la candidate lorsqu'il ou elle s'en rend compte.

Enfin, le jury rappelle que les pratiques en chimie, en particulier les recommandations en termes de sécurité pendant la manipulation des produits chimiques, leur utilisation et leur traitement ou recyclage après usage, ont largement évolué. Il est apprécié que les candidats en tiennent compte. Il est ainsi préconisé de rester attentifs aux composés, aux quantités de matière et concentrations mises en jeu. En particulier pour les expériences qualitatives « tubes à essais », il est nécessaire de travailler avec les quantités les plus faibles possibles. De même, il est impératif de fermer les contenants, notamment lorsqu'il s'agit de composés volatils et de bien s'interroger sur les points d'inflammabilité de certains solvants organiques pour ne pas les déposer près des sources chaudes.

Rapport sur l'épreuve de montage

Le jury accueille la candidate ou le candidat pour la présentation de l'épreuve de montage, présentation de manipulations choisies de manière pertinente afin d'illustrer un thème donné. La durée maximale de la présentation est de 1h20, dont 50 minutes de présentation dédiées strictement au candidat ou à la candidate. Le niveau attendu des manipulations, de l'exploitation des expériences proposées, comme du développement des concepts illustrés est « post-baccalauréat ».

Niveau attendu :

Comme cela a déjà été indiqué, une introduction correcte et pertinente du thème présenté est appréciée. Elle doit permettre une définition claire et précise des concepts utiles mais aussi justifier le choix des expériences réalisées. Celles-ci doivent être, dans leur ensemble, d'un niveau post-baccalauréat, et suffisamment diversifiées. Le niveau de connaissances associées est donc aussi attendu à un niveau post-baccalauréat : le jury recommande par exemple de ne pas omettre d'afficher et savoir utiliser les outils du chimiste qui permettent de mener les raisonnements habituels : diagrammes binaires, E-pH ou E-pL ou encore les courbes i-E utiles. Il est aussi important de savoir calculer le pH d'apparition d'un précipité, d'être en mesure de démontrer les évolutions de la conductivité ou de l'absorbance d'une solution en fonction du temps, ou encore de connaitre les cadres de validité des lois de Biot ou de Beer-Lambert.

Déroulement et rythme de la présentation

Le jury est attentif aux durées respectives dévolues à la présentation des expériences et à la discussion au cours de l'épreuve, généralement à la fin de chaque expérience. Cependant, il n'est pas l'acteur de l'épreuve mais suit la démarche et la dynamique proposée par la candidate ou le candidat. Le jury recommande cependant de porter attention à l'équilibre entre le temps passé à présenter le thème et celui dévolue aux manipulations ; un déséquilibre est parfois constaté parce que beaucoup de temps est passé à expliciter des notions simples ou des expériences très qualitatives de type « tubes à essai ». Les candidats se trouvent alors dans l'impossibilité d'achever ou d'exploiter les expériences prévues au niveau escompté. En cas d'imprévu, la professeure ou le professeur doit être capable de montrer sa faculté à sortir du déroulement prévu de sa présentation pour se focaliser sur les manipulations ou analyser celles jugées les plus intéressantes. Le jury apprécie la diversité des expériences et des méthodes d'analyse chimiques employées. Il conseille d'explorer les différents domaines de la chimie pour illustrer la thématique choisie, sans se cantonner exclusivement à la chimie générale, minérale ou organique selon son affinité avec le domaine disciplinaire. Il est préconisé de réfléchir à l'ordre de présentation des manipulations, le plus pertinent pour valoriser la prestation : il n'est pas obligatoire de suivre le plan annoncé.

Pertinence des choix et organisation

Il est indéniable que certaines expériences peuvent être présentées dans plusieurs montages afin d'illustrer différents concepts. Il convient cependant d'adapter spécifiquement à la thématique du montage les conditions de l'expérience, la réalisation devant le jury (manipulation et/ou exploitation), et ne pas reproduire le mode opératoire issu d'un livre, sans discernement. Le choix judicieux et pertinent des expériences ainsi que leur diversité doivent être mis en avant, en regard de la thématique illustrée. Par exemple, une séparation entre deux solvants peut effectivement trouver sa place dans les montages « couleur », « solvant », « séparation » mais devrait être exploitée de manière différenciée pour qu'elle soit systématiquement jugée pertinente, en insistant sur les notions utiles en fonction des thèmes illustrés. Selon la progression envisagée, une même expérience peut être exploitée de manière qualitative en expérience introductive ou quantitative afin de remonter aux grandeurs physiques et chimiques utiles dans la transformation engagée. Dans une même expérience, plusieurs gestes expérimentaux peuvent être présentés : il est fortement recommandé de penser à préparer en amont de la démonstration devant le jury la verrerie, le matériel en général. A ce sujet, le candidat dispose de crayons pour écrire sur la verrerie qui lui permettent d'annoter les récipients contenant les

solutions préparées et ainsi d'éviter les inversions ou confusions lors de leur utilisation, voire des déambulations dans un laboratoire que la professeure ou le professeur n'a pas toujours eu le temps de s'approprier complètement en quatre heures de préparation. Il s'agit ainsi de limiter les périodes de démobilisation et démontrer ses compétences d'organisation lors d'une séquence pédagogique expérimentale. A ce même titre, il est également recommandé de préparer un tableau avant l'arrivée du jury, ainsi que des supports à disposition, proches de la paillasse d'expérimentation et comportant les données minimales utiles à la description, la compréhension de la manipulation. Le jury constate que certaines ou certains candidats oublient de décrire les transformations chimiques en jeu, d'indiquer les quantités et proportions des molécules impliquées, leurs structures chimiques, leur dénomination en nomenclature officielle, systématique ou usuelle, et les équations de réaction modélisant ces transformations. Il est surprenant qu'un candidat ou une candidate découvre au moment de la présentation que le mélange initial est stœchiométrique, ou que l'explication de l'échec apparent de l'expérience tient au fait que le réactif supposé en excès ne l'était pas… Il est aussi indispensable, lors de l'exploitation, d'une expérience d'avoir à disposition les grandeurs tabulées nécessaires à la comparaison des grandeurs déterminées expérimentalement lors de l'épreuve de montage. De même, le candidat doit avoir prévu *a priori* les rendements des transformations chimiques, ou les volumes à l'équivalence des dosages réalisées à partir de la modélisation des transformations mises en jeu ou d'une expérience préliminaire rapide réalisée lors de la phase de préparation. Le jury attire l'attention des candidats sur la confusion entre grandeur « théorique » et « tabulée ».

Sécurité et enjeu environnemental

Une prise de recul et du sens critique vis-à-vis des modes opératoires trouvés dans les ressources est attendu. Il est indispensable de montrer sa capacité à justifier les choix des solutions utilisées, des protocoles mis en œuvre. Certains ouvrages proposent des expériences avec des composés, des quantités ou des concentrations trop importantes ou non éco-compatibles : le jury invite à conduire ces manipulations en portant une attention particulière aux coûts économique et écologique. Il est souvent inopportun de ne montrer que le lancement d'une expérience sans qu'aucune exploitation ou traitement ne soit prévue, afin d'éviter l'impact environnemental néfaste associé. Dans la même perspective liée à la sécurité, il est essentiel d'utiliser les EPI à bon escient, d'avoir un regard attentif aux pictogrammes, de ne pas garder la même paire de gants pendant toute la durée de la présentation. Le jury rappelle que le port des gants n'est pas compatible avec l'utilisation d'un clavier numérique : le candidat ou la candidate est invité(e) à s'organiser en conséquence ou à donner des directives lors de la préparation du matériel. Il est, par exemple, possible de demander à protéger les claviers numériques avec un film plastique afin d'éviter d'utiliser de manière dispendieuse trop de paires de gants. Le jury constate que l'utilisation de la sorbonne est globalement utilisée avec une bonne intelligence, excepté pour certains candidats laissant la vitre en position haute pendant un temps prolongé.

Connaissance des appareils et manipulations

Le jury constate avec plaisir que les logiciels sont globalement bien maitrisés, qu'ils soient d'acquisition, de traitement de données ou de calculs d'incertitudes. L'utilisation du langage Python fait progressivement son apparition et a vocation à se développer. S'agissant de sciences expérimentales, il est indispensable de connaitre les principes de fonctionnement des appareillages utilisés, leur bonne utilisation, leurs limites éventuelles, et à effectuer les étalonnages lorsqu'ils sont nécessaires sans qu'il soit forcément pertinent d'y revenir longuement pendant la présentation. Par ailleurs, toutes les grandeurs déterminées numériquement doivent être accompagnées de leur incertitude, en tenant compte des préconisations les plus récentes. Une évaluation de la contribution relative des diverses sources d'erreurs ainsi qu'un commentaire sont attendus. En ce qui concerne les calculs d'incertitudes, le jury constate trop souvent une trop forte concentration sur le formalisme mathématique mais une incapacité à évaluer rapidement les ordres de grandeurs et les causes principales d'erreur, liées notamment à l'expérimentateur ; par exemple dans la recherche du point d'intersection de deux droites modélisant un comportement (conductimétrie) à l'aide d'un logiciel. Le jury attend une réflexion sur l'incertitude associée au déplacement minimal du réticule au regard de la dispersion des points expérimentaux.

Enfin, le jury rappelle qu'il s'agit d'une épreuve dans laquelle il est nécessaire de faire montre d'une dextérité expérimentale satisfaisante et en adéquation avec les bonnes pratiques de laboratoire et se permet d'alerter les futurs candidats sur les points de vigilance suivants, sans exhaustivité :

- savoir procéder à une filtration sous vide en expliquant les opérations successives de mise et retrait sous vide pour optimiser la séparation ;
- utiliser un bain d'eau glacée plutôt qu'un bain de glace pour refroidir un montage ;
- éviter d'introduire des produits chimiques dans un ballon placé sur son dispositif de chauffage ;
- maîtriser les étapes d'un pipetage ou d'une dilution dans une fiole jaugée ;
- procéder à l'aide d'une ampoule à décanter à la séparation de deux phases lors d'une extraction ou un lavage ou encore compléter une burette graduée.

Rapport sur l'épreuve d'exposé

Le jury accueille la candidate ou le candidat pour la présentation de l'épreuve d'exposé constituée de deux parties équilibrées, disciplinaire, pédagogique et didactique. La durée maximale de l'épreuve est de quatre-vingts minutes (1h20), dont cinquante minutes de présentation dédiées strictement au candidat ou la candidate.

Présentation du concept

Le jury rappelle qu'il est attendu dans cette épreuve une partie relative au concept incluant un développement pédagogique et didactique et une partie développée au niveau post-baccalauréat. Dans la partie relative au concept, une présentation de la vision d'ensemble est attendue. Le jury rappelle que cette présentation de la vision d'ensemble du concept permet de situer la thématique scientifique et d'en aborder divers aspects du fondamental aux applications. Il regrette que cette présentation fasse trop souvent défaut ou se résume à une simple introduction. La présentation générale du concept ne peut être réduite à sa portion congrue ou au contraire être une liste exhaustive trop minutieuse, sans faire preuve d'une expertise scientifique. Il est également important de faire apparaitre l'articulation entre les différentes parties de l'exposé en justifiant éventuellement les choix de structuration. Dans cette présentation générale, les grandeurs scientifiques, les lois, les définitions gagnent à être écrites sur un support préparé à l'avance afin que cette partie de l'exposé soit claire, rapide, efficace et permette d'entrer avec dynamisme dans l'épreuve. Le jury a constaté cette année une utilisation moins fréquente de la carte mentale. Cependant, lorsqu'elle a été proposée, elle était construite de façon pertinente, et détaillée dans des proportions adaptées. Le jury rappelle, qu'outre un tableau à craies, un tableau blanc, les salles sont équipées d'un vidéoprojecteur et d'un visualiseur de documents. Le jury apprécie d'avoir à sa disposition, lors de la phase d'entretien, l'ensemble des ressources et documents produits par le candidat ou la candidate, notamment lorsqu'une erreur ou étourderie a pu se glisser lors de la phase d'exposé, pour y revenir. Dans cette optique, le jury demande d'effacer le moins possible les tableaux au cours de l'exposé.

Développement pédagogique

Lors du développement relatif à l'enseignement de ce concept, le jury déconseille l'utilisation d'un document pédagogique issu d'un ouvrage sans commentaire ni regard critique : il peut être intéressant de l'amender le cas échéant en expliquant les choix et les objectifs. Le jury attend des propositions authentiques, fondées sur la pratique professionnelle du candidat ou de la candidate et sa culture didactique. Il est important d'entrer concrètement dans des propositions pédagogiques, en particulier dans l'exploitation de l'axe choisi. Le jury regrette que cette partie soit trop souvent une succession d'intentions, sans que leur déclinaison dans le cadre du thème exposé soit clairement présentée. A titre d'exemple, pour l'axe « évaluation », le jury n'attend pas de discours sans support concernant tous les types d'évaluation possibles ; au contraire, il est attendu de l'illustrer de manière analytique. De même, l'axe « progressivité des apprentissages » ne doit pas se limiter à un catalogue des attendus du Bulletin Officiel, mais doit au contraire témoigner d'une prise de recul par

rapport aux apprentissages, à la construction progressive du concept, aux difficultés inhérentes et à leur traduction concrète dans une séquence, par exemple. Le jury incite vivement les candidats à l'utilisation de la programmation en langage Python.

Développement post-baccalauréat

Le jury indique que, pendant le développement post-baccalauréat, il est attendu une présentation de l'exposé sans lire de notes (et encore moins de livres). Le développement ne peut être réduit à une simple accumulation de calculs, ou de descriptions de phénomènes. Il est important aussi de souligner les applications actuelles et démontrer une certaine culture scientifique (à titre d'exemple, il n'y a pas que la pile Daniell pour stocker de l'énergie…). Un certain dynamisme dans la présentation est bien sûr apprécié. Il est indiqué de se tenir au niveau indiqué : il n'est pas utile de préciser un programme en particulier - par exemple PCSI - si la notion n'est plus traitée à ce niveau dans les programmes en cours. Si certains exemples sont incontournables, le jury apprécie un peu de diversité (il existe d'autres sels que le chlorure de sodium, d'autres structures que cubique faces centrées, d'autres espèces colorées que le diiode, d'autres précipités que celui de chlorure d'argent, …). En leçon de chimie organique, le jury recommande d'utiliser des molécules authentiques plutôt des molécules génériques, et rappelle que l'utilisation du formalisme des flèches courbes dispense de commenter un à un chacun des mouvements d'électrons. Dans cette partie post-baccalauréat, il n'est pas souhaitable de s'employer à aligner une quantité de calculs sans aucune contextualisation pédagogique ni confrontation du modèle à la réalité. Il est nécessaire aussi de veiller à ne pas passer trop de temps sur des aspects numériques simples comme l'établissement d'un tableau d'avancement. Il n'est, dans ce cadre, pas forcément nécessaire de justifier chaque étape de ce type de calcul.

Enfin, que ce soit dans la partie pédagogique ou post-baccalauréat, il est conseillé que, dès lors qu'un exercice est proposé et commenté, le professeur ou la professeure résolve l'exercice, en particulier dès qu'il y a des calculs non triviaux.

5. Épreuves et programmes 2022

Le programme complet de la session 2022 est disponible à l'adresse suivante :
https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98492/programmes-concours-enseignants-session-2022.html

5.1. Épreuves écrites d'admissibilité

Les deux épreuves écrites d'admissibilité (cinq heures) sont envisagées au niveau le plus élevé et au sens le plus large des programmes de physique-chimie du collège, des filières générales et technologiques du lycée et des CPGE (voir le détail dans le programme complet).

5.2. Épreuves orales d'admission

La description des attendus des épreuves orales d'admission est identique à celle de la session 2021. Elle est rappelée ci-dessous.

Chacune des deux épreuves orales d'admission, l'une d'exposé et l'autre de montage, a lieu après quatre heures de préparation surveillée.
Le tirage au sort conduit le candidat à traiter :
- soit un exposé de physique et un montage de chimie ;
- soit un exposé de chimie et un montage de physique.

Exposé consistant en une présentation d'un concept et son exploitation pédagogique (1h20)

Dans le cas d'un exposé de physique, le programme est celui de la première épreuve écrite d'admissibilité (composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information). Dans le cas d'un exposé de chimie, le programme est celui de la seconde épreuve écrite d'admissibilité (composition sur la chimie et le traitement automatisé de l'information).

Structure de l'épreuve : l'épreuve est constituée d'un exposé par le candidat, d'une durée maximum de cinquante minutes, et d'un entretien avec le jury, d'une durée maximum de trente minutes.

L'exposé du candidat comporte deux parties successives, d'importance équivalente, qui lui permettent de mettre en valeur ses compétences professionnelles :
- une partie relative au concept scientifique du sujet proposé incluant un développement pédagogique et didactique relatif à son enseignement au collège ou au lycée ;
- une partie développée à un niveau post-baccalauréat d'une ou plusieurs notions relatives à ce concept.

L'ordre de présentation de ces deux parties est laissé au choix du candidat.
L'illustration expérimentale est naturellement possible dans chacune des parties.
Le candidat doit être en mesure d'apporter des éclaircissements sur l'ensemble des points abordés dans son exposé.

Partie relative au concept scientifique incluant un développement pédagogique et didactique
Dans cette partie, le candidat met en valeur son expertise scientifique, pédagogique et didactique en présentant sa vision d'ensemble du concept et un développement relatif à l'enseignement de ce concept au niveau du collège ou du lycée.
La présentation de la vision d'ensemble du concept permet de situer la thématique scientifique et d'en aborder divers aspects, du fondamental aux applications.
Concernant le développement relatif à l'enseignement de ce concept, une analyse des aspects scientifiques est attendue et une consigne complète le sujet en proposant au candidat deux axes possibles de traitement pédagogique ou didactique ; le candidat choisi un axe parmi les deux proposés.

Ces axes peuvent porter sur :

- les difficultés d'apprentissage liées au concept ;
- la progressivité des apprentissages liés au concept ;
- la place de la modélisation ;
- la différenciation ;
- la diversification et les stratégies d'apprentissage ;
- l'évaluation ;
- la remédiation ;
- la construction de l'autonomie ;
- …

Le candidat s'appuie sur des éléments concrets relatifs à des situations d'enseignement.

Partie développée à un niveau post-baccalauréat relative au concept
Dans cette partie, le candidat met en valeur son expertise disciplinaire en développant, à un niveau post-baccalauréat, un ou plusieurs points de son choix relatif au concept.
Cette présentation permet au candidat d'attester de sa maitrise scientifique du concept et de sa capacité à en présenter ses aspects fondamentaux et appliqués.

L'entretien porte sur les deux parties ; il vise à la fois à compléter l'évaluation des qualités pédagogiques et didactiques, de la maîtrise des connaissances scientifiques et de la culture scientifique et technologique du candidat.

Montage et traitement informatisé de l'information (1h20)

Le niveau est celui des classes post-baccalauréat des lycées. Le candidat traite un sujet parmi deux sujets proposés.

Structure de l'épreuve : l'épreuve est constituée d'une présentation par le candidat, d'une durée maximum de 50 minutes, et d'un entretien avec le jury, d'une durée maximum de 30 minutes.

Au cours de l'épreuve, les candidats présentent, réalisent et exploitent qualitativement et quantitativement quelques expériences qui illustrent le sujet retenu.

5.3. Liste des sujets des exposés et des montages de physique et de chimie tirés au sort lors des épreuves orales

Afin de tenir compte de l'évolution des objectifs et des contenus des nouveaux programmes de lycée et de la place grandissante de la sensibilisation et la formation aux enjeux de la transition écologique et du développement durable, quelques titres de leçons et de montage sont modifiés.

Par exemple, la place de la physique et de la chimie dans les enjeux environnementaux apparait clairement dans les titres "Métaux et environnement" et "Rayonnement thermique et effet de serre". Toutefois, le jury est sensible à ce regard dans un grand nombre de sujets tant en montage qu'en exposé.
Certains titres comme "Couplages" ou "Solides" qui mettaient parfois en difficulté les candidats sont précisés.
La dualité onde-particule n'est plus enseignée au lycée mais le photon résiste dans "Interaction lumière-matière".
D'autres modifications de titres n'impliquent pas de gros changements dans le choix des expériences ou des activités pédagogiques mais le nouveau titre, plus en phase avec l'objectif et la description des nouveaux programmes, aident à la construction du fil conducteur de la présentation et à l'orientation du discours.

Certains ouvrages proposent des protocoles et des quantités de produits qui ne correspondent plus aux critères d'écologie et de développement durable. Certaines quantités et quelques rares produits dont la liste sera publiée sur le site du concours, ne seront plus fournis au candidat.

Aux sujets communs aux épreuves d'exposé et de montage s'ajoutent des sujets spécifiques à chacune de ces épreuves.

a) Physique

Sujets communs aux épreuves d'exposé et de montage

1. Dynamique newtonienne
2. Ondes acoustiques
3. Spectrométrie optique, couleur
4. Vision et image
5. Propagation libre et guidée
6. Interférences
7. Diffraction
8. Oscillateurs
9. Champs magnétiques
10. Capteurs
11. Phénomène de transport
12. États de la matière
13. Dynamique d'un système électrique
14. Fluides
15. Résonance
16. Signal analogique et signal numérique
17. Conversion de puissance
18. Temps – fréquence
19. Interaction lumière-matière
20. Frottements
21. Transmission de l'information
22. Ondes stationnaires

Sujets d'exposés spécifiques

23e. Cohésion du noyau, stabilité, réactions nucléaires
24e. Gravitation et mouvements képleriens
25e. Machines thermiques
26e. Rayonnement d'équilibre thermique et effet de serre
27e. Relativité du mouvement

Sujets de montages spécifiques

23m. Analyse spectrale et filtrage
24m. Amplification
25m. Couplages
26m. Mesures électriques
27m. Induction
28m. Polarisation de la lumière

b) Chimie

Sujets communs aux épreuves d'exposé et de montage

1. Séparation
2. Liaisons et interactions
3. Caractérisation et analyse chimique
4. Stéréoisomérie
5. Solvants
6. Dosages et titrages
7. Solubilité
8. Conductivité
9. Mélanges binaires
10. Proportions et stœchiométrie
11. Équilibre chimique
12. Évolution d'un système chimique
13. Conversion d'énergie lors des transformations chimiques
14. Oxydo-réduction
15. Dispositifs électrochimiques
16. Métaux et environnement
17. Acidité
18. Complexes
19. Polymères
20. Cinétique chimique
21. Catalyse
22. Mécanismes réactionnels
23. Électrophilie et nucléophilie
24. Couleur
25. Modification de groupes fonctionnels
26. Modification de chaîne carbonée

Sujets d'exposés spécifiques

27e. Modélisation des solides
28e. Classification périodique

Sujets de montages spécifiques

27m. Stratégies de synthèse
28m. Spectroscopies