



**MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION  
NATIONALE  
ET DE LA JEUNESSE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Rapport du jury**

**Concours : Agrégation interne et CAER-PA**

**Section : physique-chimie**

**Session 2022**

Rapport de jury présenté par :

Madame Marie HOUSSIN, professeure des universités, présidente du jury

## Sommaire

Sommaire.....	2
1. Avant-propos de la présidente.....	3
2. Informations statistiques.....	5
3. Épreuves d'admissibilité.....	9
a. Les attendus.....	9
b. Rapport relatif à la composition de physique.....	10
c. Rapport relatif à la composition de chimie.....	13
4. Épreuves d'admission.....	22
a. Les attendus.....	22
b. Rapport relatif au montage en physique.....	23
c. Rapport relatif au montage en chimie.....	27
d. Rapport relatif à l'exposé en physique.....	29
e. Rapport relatif à l'exposé en chimie.....	32
5. Épreuves et programmes 2023.....	35
a. Épreuves écrites d'admissibilité.....	35
b. Épreuves orales d'admission.....	35
c. Liste des sujets des exposés et des montages de physique et de chimie tirés au sort.....	36

*Le rapport du jury de la session 2022 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/cid159832/sujets-rapports-des-jurys-agregation-2022.html>

## 1. Avant-propos de la présidente

Après deux années perturbées par la pandémie, le concours de la session 2022 a retrouvé des conditions normales d'accueil et d'interrogation des candidats. Les épreuves écrites ont eu lieu les 27 et 28 janvier 2022. Les épreuves orales se sont déroulées du 24 avril au 3 mai 2022, au lycée Janson de Sully à Paris, de nouveau en présence d'auditeurs libres. Conformément aux nombres de postes mis au concours, 49 candidats de l'enseignement public sont promus au rang d'agrégés et 10 candidats de l'enseignement privé accèdent à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés.

L'objectif de ce concours est de promouvoir des professeurs en exercice possédant, en physique et en chimie, une bonne maîtrise scientifique allant bien au-delà des barrières strictes des programmes de collège et lycée et ayant développé une réflexion pédagogique et didactique approfondie sur leurs pratiques d'enseignement.

Les épreuves écrites proposent un ou plusieurs problèmes balayant un large panel de notions d'un niveau scientifique post-baccalauréat et composés de tâches variées telles que, par exemple, la mise en équation d'une situation expérimentale et sa résolution, l'élaboration d'un schéma ou d'un protocole expérimental, l'analyse de courbes ou de résultats expérimentaux, l'utilisation d'outils mathématiques, la résolution de questions ouvertes. Ces problèmes permettent aux candidats d'exploiter leurs connaissances disciplinaires, d'exprimer leur habilité à manier les concepts, leur rigueur et leur recul scientifique en physique et en chimie. 20% des sujets est dédié à l'analyse de situations pédagogiques concrètes comme, par exemple, la correction d'une copie d'élève, la résolution et l'analyse d'un exercice ou l'écriture de questions destinées à une évaluation. Ces questions dites pédagogiques, nécessitant le plus souvent l'appropriation de documents dont le temps est pris en compte dans l'évaluation, permettent aux candidats de faire la preuve de leur expertise.

Lors de cette session 2022, le jury a noté une bonne qualité de la préparation de nombreux candidats aux épreuves, malgré la grande variété des notions scientifiques à acquérir ou à se remémorer, conduisant à une aisance accrue face à la résolution de problèmes de types variés ou l'utilisation d'outils mathématiques. Cette préparation, qui doit aussi intégrer une réflexion sur sa pratique professionnelle sur les plans pédagogique et didactique, est indispensable pour avoir une chance de réussir le concours. Le jury a apprécié d'excellentes copies, claires et rigoureuses, attestant de connaissances solides, d'une bonne culture scientifique et d'un recul important sur la discipline et son enseignement. Le jury de chimie a tout particulièrement remarqué la grande qualité de certaines réponses aux questions ouvertes. Conscient du temps et de l'énergie investis, des sacrifices faits, le jury félicite chaleureusement ces candidats.

L'oral étant au cœur du métier d'enseignant et l'expérience au cœur des sciences physiques et chimiques, les épreuves orales permettent aux candidats admissibles de mettre en valeur leurs compétences selon ces deux dimensions. Lors des épreuves orales, sur un thème imposé, le candidat admissible met en valeur ses qualités d'expérimentateur en manipulant devant le jury, montre sa capacité à mener, du protocole à l'exploitation, une expérience quantitative, montre son aptitude à structurer ses connaissances scientifiques à un niveau post-baccalauréat et à analyser des exemples concrets d'activités pédagogiques selon l'axe choisi. Le candidat met aussi en avant son dynamisme et son goût à enseigner.

En exposé, l'équilibre entre le développement du concept sur une activité pédagogique et le développement post-baccalauréat a conduit à de très bonnes présentations cohérentes, s'appuyant sur une expertise concrète d'activités pédagogiques bien ancrées dans le thème 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. Dans cette épreuve, le jury apprécie l'illustration de la dimension expérimentale de la discipline mais le candidat doit rester vigilant à ne pas transformer l'exposé en montage.

En montage, de bons candidats ont mis à profit le rythme moins soutenu des questions du jury de chimie pour mettre en avant leur habileté expérimentale et la bonne maîtrise de l'organisation de leur montage. Que ce soit en physique ou en chimie, une bonne manière de montrer son savoir-faire expérimental est, lors d'une mesure, d'illustrer son protocole pour la prise d'un point de mesure qui rejoint les points acquis lors de la préparation pour une exploitation complète.

Lors des entretiens, le jury a apprécié la concision et la rigueur des réponses apportées par les meilleurs candidats. Le jury a assisté à d'excellentes prestations de candidats bien préparés.

Je profite de ce rapport pour remercier chaleureusement les correcteurs des copies et les examinateurs qui ont assuré avec un grand professionnalisme ce lourd travail d'évaluation et de classement. Malgré la longueur des journées d'interrogation, dans un souci d'équité constant sur toute la durée des épreuves orales, j'ai pu apprécier le sérieux, la rigueur et la bienveillance de mes collègues.

Je remercie aussi toute l'équipe d'accompagnement technique composée de 24 techniciens encadrés par 4 professeurs préparateurs sans qui l'oral du concours ne pourrait avoir lieu. Non seulement, ces collègues accompagnent efficacement les candidats en leur fournissant documents et matériels et en effectuant des mesures répétitives, selon un protocole défini par le candidat et sous son contrôle, mais aussi ils assurent un soutien moral aux candidats stressés qui les rassure. Grâce à toute l'équipe, aucun candidat n'a abandonné en cours d'épreuve cette année.

Je remercie enfin mes vice-présidents pour leur accompagnement, leur efficacité dans toutes les circonstances et leur bonne humeur inconditionnelle.

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, les rapports d'oraux des épreuves de montage et d'exposé en physique et en chimie et rappelle les attendus de ces deux épreuves. Ce rapport présente aussi le programme de la session 2023 quasiment identique au programme de la session 2022. Des propositions de solutions des épreuves écrites sont disponibles sur le site du concours : [www.agregation-interne-physique-chimie.org](http://www.agregation-interne-physique-chimie.org)

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, cinq professeurs des universités (dont la présidente du jury), un maître de conférences, six professeurs de chaire supérieure, deux professeurs agrégés et un directeur de recherches au CNRS.

### Postes et candidats

Au titre de la session 2022, 49 places étaient mises au concours de l'agrégation interne de physique-chimie, et 10 au CAERPA de physique-chimie.

Les tableaux ci-dessous donnent les informations générales relatives aux nombres de candidats du concours 2022, inscrits, présents, admissibles, admis, et les comparent aux données correspondantes des dix dernières sessions.

### Agrégation interne

Année	Postes	Inscrits	Présents (2 épreuves)	Taux de présence	Admissibles	Admis	Admis /présents
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%
2022	49	1096	697	64%	104	49	7,0%

### CAERPA

Année	Postes	Inscrits	Présents (2 épreuves)	Taux de présence	Admissibles	Admis	Admis /présents
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%
2022	10	245	140	57%	16	10	7,1%

Le taux de pression (nombre de candidats reçus / nombre de candidats présents), en légère diminution, reste cependant important pour les deux concours (un candidat reçu pour 14 candidats présents).

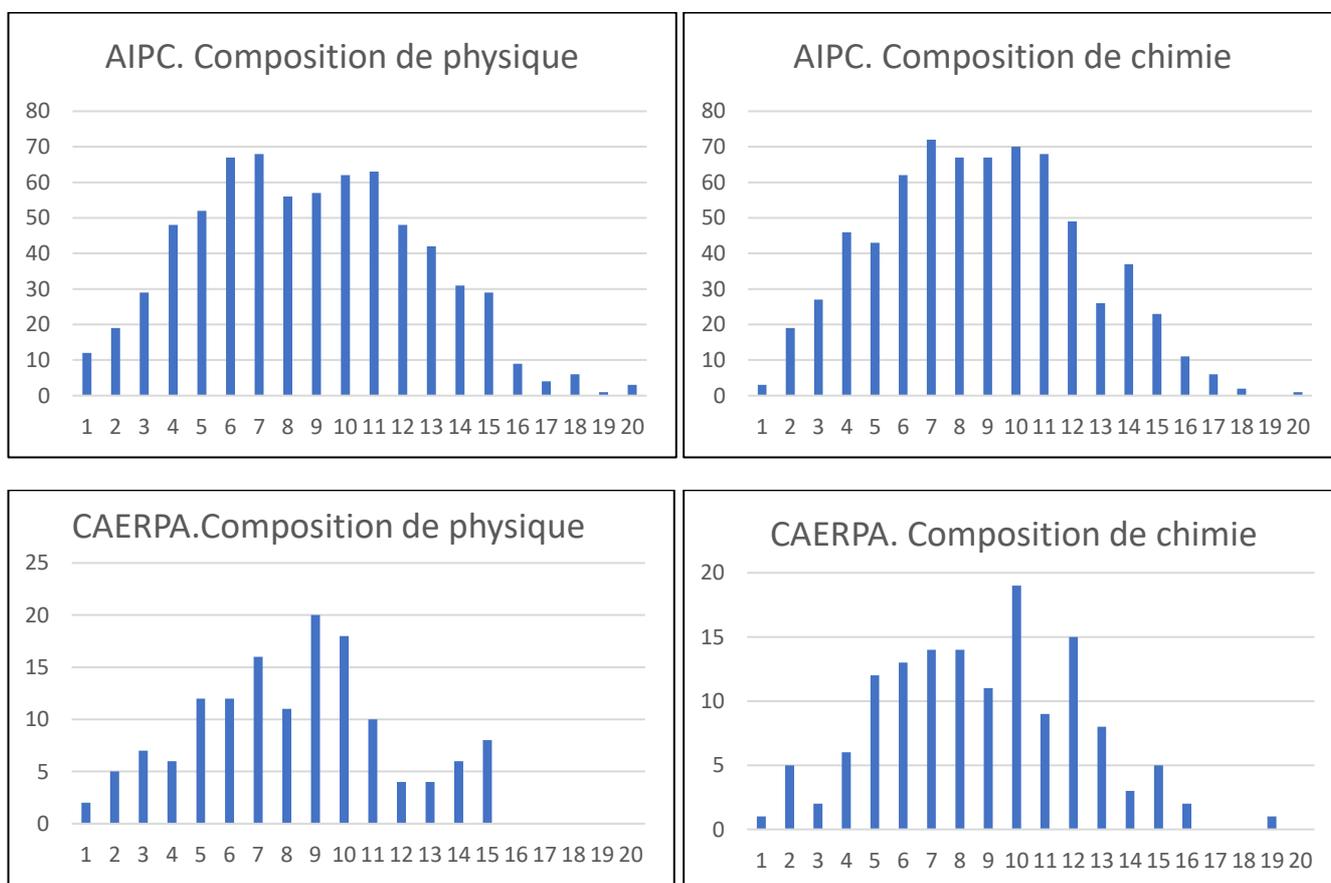
## Épreuves écrites

Comme en 2021, le jury a retenu 120 admissibles pour l'ensemble des 2 concours.

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	
	Présents	Admissibles	Présents	Admissibles
<b>Composition sur la physique (/20) :</b>				
Moyenne	8,22	13,65	7,78	12,63
Écart-type	3,85	2,22	3,43	1,84
Note maximale	20	20	15	14,6
Note minimale	0,2	7,9	0,2	8,8
<b>Composition sur la chimie (/20) :</b>				
Moyenne	8,28	13,42	8,34	13,49
Écart-type	3,58	1,96	3,49	2,03
Note maximale	20	20	18,6	18,6
Note minimale	0,2	8,7	0,7	10,8
<b>Barre d'admissibilité (/40)</b>		<b>23,9</b>		<b>23,8</b>
<b>Nombre d'admissibles</b>		<b>104</b>		<b>16</b>

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

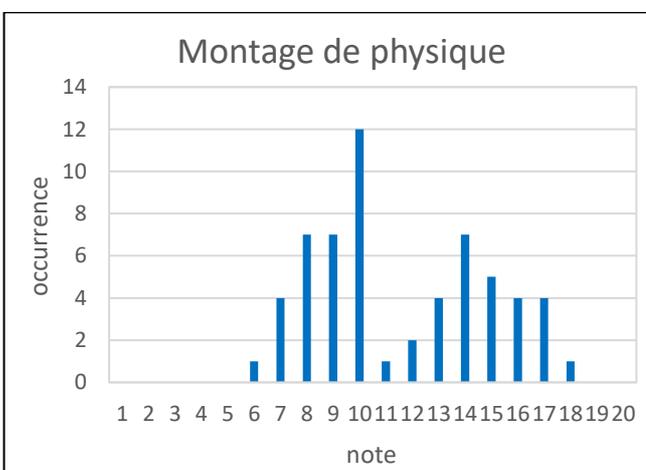
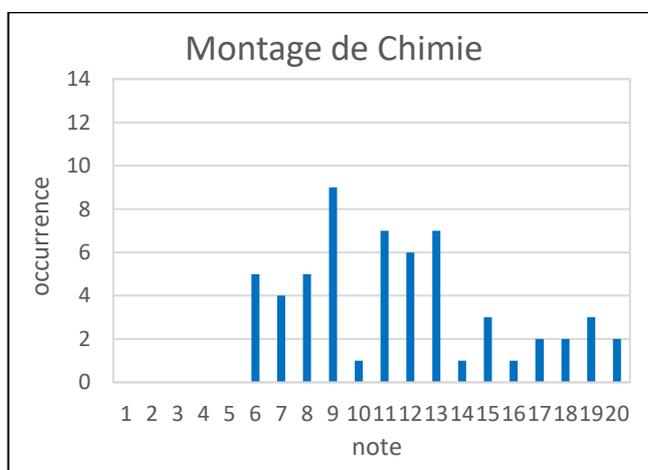
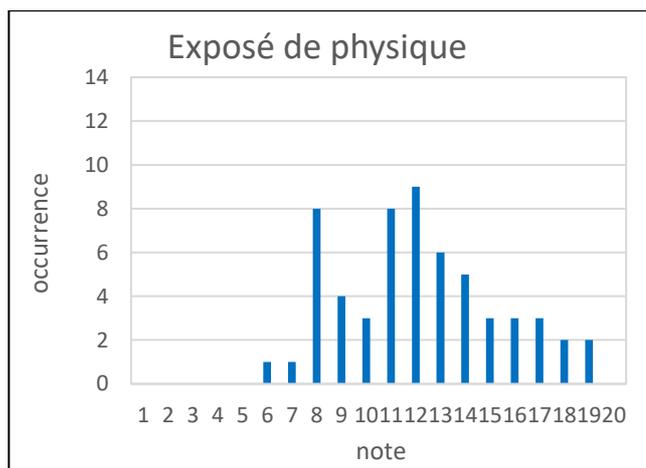
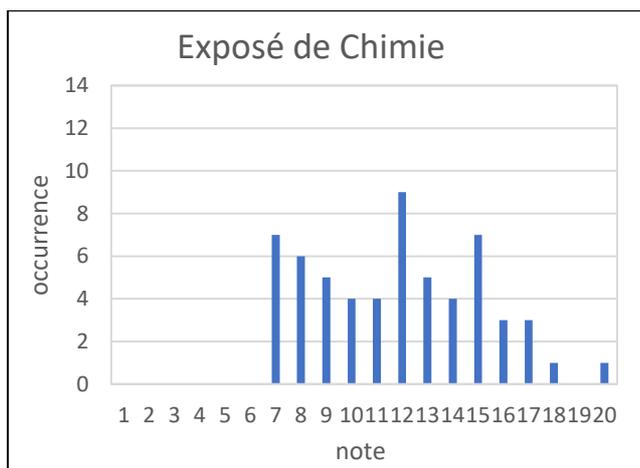


## Épreuves orales

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.

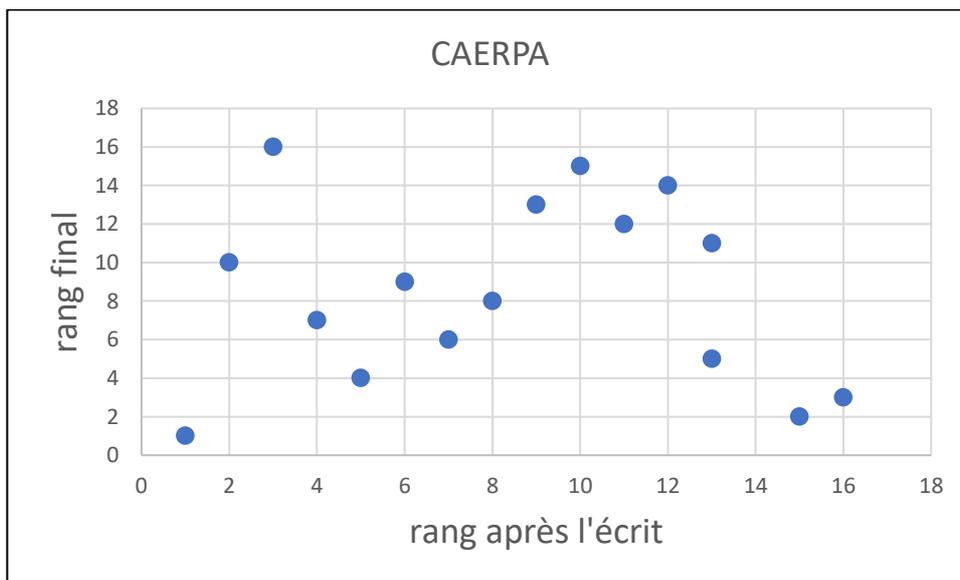
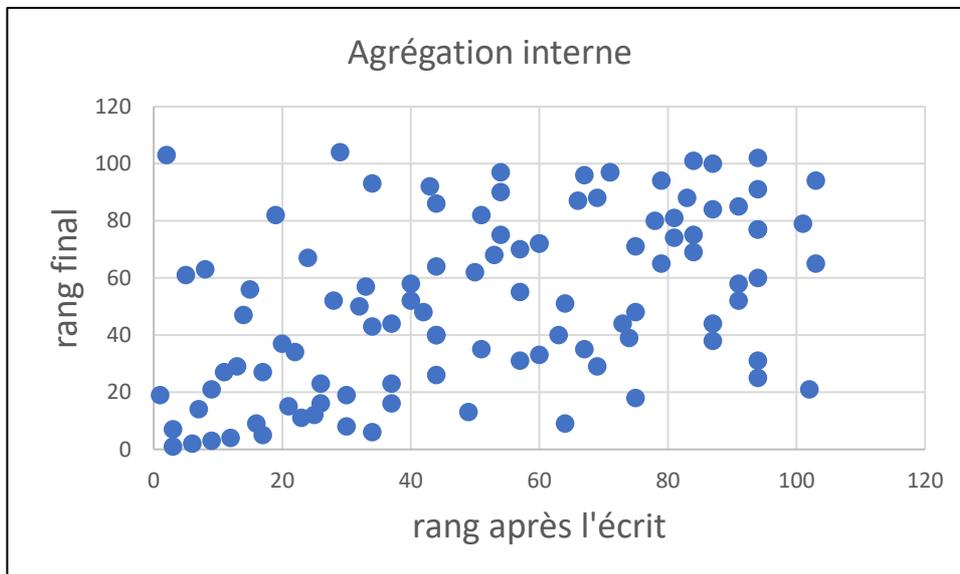
	Agrégation interne		CAERPA	
	Admissibles	Admis	Admissibles	Admis
Exposé (/20) :				
Moyenne	12,08	13,37	11,33	12,80
Écart-type	3,24	2,91	3,24	2,96
Note maximale	20	20	18	18
Montage (/20) :				
Moyenne	11,74	14,33	10,47	11,40
Écart-type	3,60	2,89	3,42	3,69
Note maximale	20	20	19	19
<b>Barre d'admission (/80)</b>		<b>51,2</b>		<b>45,60</b>
<b>Nombre d'admis</b>		<b>49</b>		<b>10</b>

Les profils des notes par type d'épreuve orale, pour les deux concours confondus, sont les suivants :



## Remarques générales

Le jury a déploré plusieurs absences aux oraux de candidats admissibles. Ceci 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).



Sur l'ensemble des deux concours, le pourcentage de femmes présentes aux deux épreuves écrites est de 37 %, de femmes admissibles de 36 % et de femmes admises de 42 %.

Pour le CAERPE, l'âge moyen des candidats admissibles est de 41 ans, celui des candidats admis est de 40 ans. Il est de 43 ans pour les candidats admissibles et admis à l'agrégation interne (public).

### 3. Épreuves d'admissibilité

Les épreuves se sont déroulées les 27 et 28 janvier 2022. Les sujets sont disponibles sur le site du ministère de l'Éducation nationale et de la jeunesse à l'adresse suivante

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid159832/sujets-rapports-des-jurys-agregation-2022.html>

Des éléments de solutions des épreuves écrites sont disponibles sur le site [www.agregation-interne-physique-chimie.org](http://www.agregation-interne-physique-chimie.org). Constituées simplement de propositions, elles visent uniquement à aider les futurs candidats à se préparer au concours de l'agrégation interne de physique-chimie. 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.

#### a. 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 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 des notions scientifiques et leur enseignement. 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 ainsi que la rigueur scientifique et la pertinence des réponses sont évaluées.

Pour les questions pédagogiques, selon leur nature, sont de plus évalués : l'adéquation de la proposition avec les objectifs des programmes concernés, 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 compétences mobilisées par les élèves dans une activité, la capacité à identifier les obstacles chez les élèves et à y remédier, la capacité à évaluer 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.

## ***b. Rapport relatif à la composition de physique***

### **Remarques d'ordre général**

Le sujet porte sur un dispositif expérimental appelé « Appareil à forces de surface » ou « Surface forces apparatus (SFA) » en anglais et sur l'application de ce dispositif à l'étude de propriétés de fluides confinés.

La première partie intitulée « Mesure des forces » fait essentiellement appel à des notions de mécanique du point et plus précisément en lien avec le dispositif de l'oscillateur harmonique en régime libre et forcé. La deuxième partie « Mesure de déplacement » mobilise des connaissances en électrostatique et en électrocinétique. La troisième partie, plus ouverte, s'intéresse à la question de la tension superficielle et se termine par une résolution de problème. L'objectif de la résolution de problème est d'estimer la taille d'une chaîne de grains de sable susceptibles d'être tenus par des ponts liquides. Ce problème a été très peu abordé par les candidats. La dernière partie concernait la mécanique des fluides.

Le jury note que de nombreuses copies abordent avec rigueur une majorité de questions 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.

Le jury salue l'effort de préparation de nombreux candidats qui obtiennent une note valorisant leur travail.

Il apparaît néanmoins dans certaines copies des confusions. Par exemple, le jury a noté une méconnaissance du résultat de la mesure de la pression à l'aide de tubes capillaires dans un écoulement rétréci qui correspond pourtant à une compétence du programme de l'enseignement de spécialité de la voie générale.

Les compétences évaluées par les questions pédagogiques comptent pour environ 20% de la note et concernent l'ensemble des programmes du second degré (collège et lycée, voies générale et technologique). Ainsi, lorsqu'une question est posée à un niveau donné, le candidat doit répondre en respectant cette contrainte. Le jury attend des candidats une bonne maîtrise des objectifs de ces programmes et des compétences à développer chez les élèves. Il les invite à répondre précisément à ces questions, de manière concise et argumentée. De nombreux candidats se sont bien appropriés les nouvelles approches numériques utilisant python ou un microcontrôleur.

### **Remarques particulières aux différentes questions**

#### **QP1.**

Certains candidats évoquent des difficultés de compréhension de certains concepts plutôt que des conceptions initiales fausses. Par exemple, une erreur d'unité (km.h au lieu de km/h) n'est pas une conception initiale erronée. Dans la deuxième partie de la question, le jury attend une séquence c'est à dire une succession d'activités avec des objectifs pédagogiques et disciplinaires à définir.

#### **Q2.**

Certains candidats confondent référentiel et repère. Si un repère est souvent lié au référentiel, ce n'est pas nécessairement le cas.

#### **Q3.**

Savoir exprimer une force de rappel en fonction de l'allongement d'un ressort n'est malheureusement pas systématique pour l'ensemble des candidats. Certaines confusions dans les signes sont à déplorer.

#### **Q4.**

Une expression adéquate de l'allongement du ressort par rapport à la position d'équilibre statique a paru délicat à écrire dans certaines copies. Il s'agit pourtant d'une façon classique d'opérer, permettant de supprimer le terme constant dans l'équation différentielle. Les copies affichant la rigueur attendue ont été valorisées.

#### **Q5.**

Question globalement bien réussie. Une résolution rigoureuse d'un problème fondamental de la physique est attendue, en particulier pour la détermination des constantes d'intégration.

#### **Q6.**

Cette question était une question d'exploitation de données expérimentales. Le jury a apprécié les nombreuses bonnes réponses.

#### **Q8.**

Il s'agissait dans cette question de traiter simplement le cas non amorti.

Q9.

Cette question à la différence de la précédente traite le cas amorti. L'utilisation de l'hypothèse d'un facteur de qualité grand devant l'unité permet de conduire les calculs de manière approchée. Très peu de candidats ont réussi à les mener à terme, l'interprétation du facteur de qualité en terme énergétique est pourtant assez répandue dans les copies.

Q10.

Invoquer la force de Lorentz pour un système macroscopique est une erreur fréquente. De plus, la force de Laplace n'est pas celle qui permet d'expliquer l'attraction entre un métal et un électroaimant.

Q11.

Plusieurs copies invoquent, à juste titre, la linéarité pour justifier l'utilisation de la notation complexe mais on peut regretter que cette idée ne soit pas généralisée chez les candidats.

Q12.

Certains candidats ne maîtrisent pas l'utilisation des notations complexes pourtant très pratique en régime sinusoïdal forcé.

Q13.

Dans quelques très bonnes copies les réponses sont bien détaillées, complètes et sans erreur. Cependant, malgré, l' « avertissement » de l'énoncé, l'utilisation du décalage de  $\pi$  suivant le signe de la partie réelle de la fonction de transfert est très souvent oubliée.

Q14.

Quelques candidats essaient d'utiliser la largeur du pic de résonance à mi-hauteur plutôt que la valeur maximale du pic de surtension. Une tolérance sur les valeurs acceptables a prévalu lors de la correction des copies.

Q15.

Trop peu de candidats connaissent l'ordre de grandeur du facteur de qualité du diapason. C'est pourtant un dispositif expérimental largement utilisé.

Q16.

Cette question nécessitant de se poser la question de l'utilité des calculs réalisés dans la perspective de l'utilisation des appareils à force de surface, est rarement bien traitée.

Q17.

La connaissance des équations de Maxwell est attendue des candidats au concours de l'agrégation. Il faut noter que ce n'est pas la divergence nulle du champ électrique qui permet de justifier l'existence d'un potentiel scalaire auquel relier le champ électrique.

Q21.

L'utilisation du théorème de Gauss sans précision de la surface fermée utilisée et sans détail sur les calculs de flux n'est pas rigoureuse.

Q23.

Question globalement bien réussie.

Q24.

À la différence de quelques rares candidats qui utilisent le champ électrique issu d'une seule électrode, ceux qui utilisent celui de l'ensemble obtiennent un résultat deux fois trop important.

**QP25.**

Cette question, a été bien traitée par les candidats jusqu'au portrait de phase et à son utilisation (notion peu connue). Le jury attend plus de rigueur de la part des candidats dans les symboles utilisés pour représenter les générateurs (qui ne sont pas des piles).

Q26.

Les lois de Kirchhoff sont connues. On trouve souvent l'expression "boucle" au lieu de "maille". Même si cette expression est compréhensible et n'a pas été sanctionnée, l'utilisation d'un vocabulaire précis est attendu Q27. à Q29.

Réponses globalement correctes, malgré des erreurs de calcul constatées.

Q30.

L'écriture d'une équation différentielle permet de retrouver la condition d'oscillateur non amorti en annulant le coefficient d'amortissement. Quelques candidats ont bien traité cette question.

Q31.

Alors que les défauts de l'ALI sont demandés, le jury est tolérant en acceptant les écarts à l'idéalité (gain fini) comme des défauts.

Q32.

Alors que le calcul des incertitudes a fait l'objet ces dernières années d'un effort important de la part des candidats, cette question est relativement mal traitée.

**QP34.**

a. Le jury a valorisé les implicites concernant des problématiques liées à la physique, l'informatique n'étant qu'un moyen.

b. Si dans l'ensemble les réponses sont correctes, la réalisation d'un schéma cohérent et sans court-circuit met en difficulté de nombreux candidats.

c. Le protocole demandé est quasiment toujours absent. Or il s'agit d'une activité très souvent demandée en classe.

d. Trop peu de candidats corrigent la copie de façon satisfaisante.

e. Les candidats, dans leur majorité, expliquent pourquoi les différentes réponses sont justes ou fausses mais effectuent rarement l'analyse des résultats et/ou ne proposent pas de remédiation adéquate.

Q35.

Plusieurs candidats ont une bonne connaissance de la découverte de la piézoélectricité mais on peut signaler qu'elle n'a pas été découverte par un M. Piezo.

Q36.à Q38.

Des analyses pertinentes mais incomplètes sont souvent proposées. Les calculs sont dans l'ensemble réussis.

Q39.

Le phénomène d'hystérésis est généralement connu.

Q40.

Les candidats répondent pour la plupart à la question mais Il faut faire attention au signe des forces dans cet exercice.

41.

La première partie de la question est abordée par de nombreux candidats mais la simplification de l'expression dans le cadre de l'approximation proposée est trop rarement réussie. La fin n'est pas toujours bien traitée par manque de rigueur formelle.

Q43.

Le jury a apprécié qu'une copie aille jusqu'au bout de cette résolution de problème.

Q44.

La distinction entre gaz et liquide est très rarement abordée. A noter que le Poiseuille n'est plus une unité légale depuis 1975 en France : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000688263>. Auparavant il l'était bien, dans le décret n°61-501 du 3 mai 1961 relatif aux unités de mesure et au contrôle des instruments de mesure.

Q45.

On rappelle que le miel (sauf quand il est cristallisé) n'est pas un exemple de fluide non newtonien mais un très bon modèle de fluide newtonien à viscosité élevée.

Q46.

Les différents termes de l'équation de Navier Stokes sont rarement interprétés correctement.

**QP47.**

Si la question est plutôt bien traitée, on peut regretter que trop de candidats "établissent" la relation de Torricelli en étudiant un point matériel en chute libre. La démonstration à partir du théorème de Bernoulli est au programme de l'enseignement de spécialité de physique-chimie en terminale.

Dans l'analyse de la situation proposée partie (b) (source eduscol) de nombreux candidats estiment que la pression augmente quand le tube se rétrécit.

Les exemples de l'application quotidienne sont bien connus.

Q48.

La lecture des courbes en échelle logarithmique pose problème à de nombreux candidats.

Q49 et suivantes. La fin du problème a été très peu abordée.

### ***c. Rapport relatif à la composition de chimie***

#### **Remarques d'ordre général**

Le jury souhaite signaler la présence de nombreuses copies très fournies, de grande qualité, et tient donc à féliciter ces candidats.

L'ensemble des candidats n'hésite pas à répondre aux questions ouvertes, faisant preuve d'une grande autonomie. À l'inverse, certaines questions plus classiques et moins complexes ont été moins bien traitées.

Quelques candidats fournissent des explications précises et concises et en ont été récompensés, cependant un nombre encore important d'entre eux se contentent d'affirmations sans justification. Il était pourtant indiqué dans l'énoncé que les réponses, pour être validées, devaient être correctement justifiées. Le jury rappelle ici que « justifier » ne signifie pas diluer la réponse : une explication concise et précise est souhaitée, sans développements inutiles. Chaque candidat doit trouver le juste milieu entre explications indispensables et gain de temps pour aborder un maximum de questions.

De nombreux candidats se lancent dans les calculs de manière quasi-systématique à l'aide d'expressions numériques, alors que l'on attend bien sûr des traitements littéraux.

Les questions de culture chimique n'ont pas beaucoup inspiré les candidats (pKa des couples des amines, prix Nobel de Jean-Marie Lehn, exemple de polymère conducteur).

Certains candidats ont composé sans calculatrice, ou avec une calculatrice sommaire. Le jury a apprécié que les calculs soient menés et a évidemment accepté les valeurs proches de celles attendues pour des calculs réalisés sans machine.

Enfin, les présentations des copies sont de qualité inégale. Certaines d'entre elles sont très agréables à lire. Le jury souhaite rappeler que le soin apporté à la tenue de la production est un élément d'appréciation.

#### **Remarques particulières aux différentes questions**

##### **Q1**

La question est généralement bien réussie.

Certains candidats indiquent cependant que deux isotopes sont deux éléments chimiques de même numéro atomique mais de nombres de masse différents. Cette proposition ne respecte pas le principe de non-contradiction. En effet, deux éléments chimiques ont forcément deux numéros atomiques différents.

Dans la seconde partie de la question, il était bien demandé la composition de l'atome d'astate 211 : mentionner les électrons était indispensable.

##### **Q2**

La composition de la particule  $\alpha$  est globalement connue. On rappelle qu'il s'agit, en toute rigueur, d'un noyau d'hélium 4, et pas d'un atome d'hélium 4.

En raisonnant à partir d'une particule  $\alpha$  correctement écrite, l'équation de la réaction de synthèse des noyaux d'astate 211 est plutôt bien ajustée. Le dénombrement des neutrons est parfois erroné, voire oublié. D'autre part, la confusion entre protons et électrons est source de nombreuses erreurs.

##### **Q3**

Beaucoup de résultats ne sont pas justifiés. Les erreurs concernent principalement la détermination des noyaux issus de la capture électronique : de nombreux candidats modifient le nombre de masse d'une unité alors qu'il reste constant par transformation d'un proton en un neutron au sein d'un même noyau.

##### **Q4**

Le calcul du temps de demi-réaction à partir du nombre de radionucléides présents dans l'échantillon ou à partir de l'activité est globalement bien mené. Cependant, celui de l'étape 3 pose beaucoup de difficultés aux candidats qui, lorsque la démarche est entamée, proposent une moyenne pondérée par les pourcentages de probabilité des

temps de demi-réaction pour déterminer le temps de demi-réaction global, au lieu de procéder à une pondération des vitesses des processus.

Des copies font apparaître une confusion entre le nombre de noyaux  $N$ , et l'activité  $A$  de l'échantillon, donnant lieu à des expressions du type  $A \times \exp(-\lambda t)$ .

La vitesse du processus est très souvent exprimée à partir de concentrations d'espèces alors que le volume du système considéré ne correspond à aucune donnée de l'énoncé.

#### Q5

Le jury attire l'attention des candidats sur une lecture précise de l'énoncé. Il n'est pas demandé dans cette question d'expliciter les règles mais uniquement de les nommer.

Le principe d'exclusion de Pauli et la règle de Klechkowski, parfois mal orthographiée, sont très fréquemment mentionnés. On rappelle que la règle de Hund n'est pas nécessaire à l'établissement de la configuration électronique d'un atome.

La colonne de la classification peut être mise en regard de la configuration électronique de l'atome d'astate, permettant une justification rapide et précise. De nombreuses réponses proposant la colonne n° 7 laissent penser que la classification périodique se limite à huit colonnes.

#### Q6

La nature paramagnétique des propriétés magnétiques de l'astate n'est pas forcément expliquée à partir de l'existence de l'électron non apparié de la sous-couche 6p. De nombreux candidats confondent l'état excité de l'atome d'astate avec un processus d'ionisation en  $\text{At}^-$ . Peu de réponses évoquent que le nombre d'électrons est toujours impair dans n'importe quel état excité et que l'astate reste donc paramagnétique.

Par ailleurs un grand nombre de candidats confond les termes, *diamagnétique* et *paramagnétique*.

Rappelons encore une fois qu'une réponse non justifiée n'entraîne pas l'attribution de point.

Enfin le jury s'est ému de l'expression « électrons appareillés » à la place de « électrons appariés ». Un vocabulaire scientifique sensé est attendu de la part des candidats.

#### Q7

Les explications de l'augmentation du rayon atomique sont très souvent insuffisantes et trop peu de candidats s'appuient sur le nombre croissant de sous-couches électroniques du fluor à l'iode. Il n'est en effet pas du tout évident qu'un nombre plus important d'électrons implique un éloignement du noyau : il suffit de considérer l'évolution du rayon atomique des éléments d'une même période de la classification. C'est bien le nuage électronique qui est responsable de la taille d'un atome.

Un argument peu robuste consiste à utiliser les interactions « entre atomes » pour justifier telle ou telle observation concernant les rayons. Il faut évidemment préciser s'il s'agit d'atomes de la même molécule ou de molécules différentes.

Peu de candidats connaissent la définition du rayon de Van der Waals, indispensable pour proposer une explication construite. Il est souvent interprété comme résultant d'une interaction entre un atome et un solvant, ce qui révèle la confusion avec les forces de Van der Waals.

#### Q8

On peut féliciter les nombreux candidats ayant réussi cette question, y compris parfois sans disposer de calculatrice permettant d'effectuer une régression linéaire.

Le jury recommande aux candidats de bien lire les questions posées afin d'éviter tout développement ou calcul inutile. Dans cette question, nombreux sont les candidats ayant calculé (souvent correctement) le rayon UAHF, et qui calculent également le rayon atomique « mesuré ».

Une erreur classique consiste à penser qu'une « relation affine » est synonyme de « proportionnalité », ce qui ne peut que conduire à un raisonnement acceptable.

#### Q 9

Cette question nécessite un effort d'appropriation que de nombreux candidats réalisent avec succès. Le jury apprécie leur investissement. Les calculs des mobilités de l'ion  $\text{I}^-$  sont globalement bien conduits et les résultats sont exprimés dans une unité correcte.

La démarche entreprise, consistant à confronter les calculs d'un modèle aux résultats des expériences de mesures des mobilités issues de la littérature et données dans le document 2 pour valider les méthodes mises en œuvre par les chercheurs, est plus rarement comprise.

**Q10**

De nombreux candidats déterminent la charge à partir du calcul de la mobilité absolue de  $\text{At}^-$ . Même si ce calcul est juste, les candidats ne s'appuient pas sur les données de la figure 2 pour déduire la nature de l'ion formé par l'astate à partir de la proximité de la valeur de sa mobilité avec celles des autres halogénures. D'autant que tous les ions proposés portent une charge  $-1$ .

Certains candidats évoquent avec raison, l'absence des barres d'incertitude qui sont cependant nécessaires à la robustesse du raisonnement.

**Q11**

La conductivité est bien identifiée et la relation de Kohlrausch bien énoncée. Les erreurs concernent les unités et des manques de précision sur la grandeur conductivité molaire ionique (limite et parfois équivalente).

Le jury constate de nombreuses confusions entre la grandeur physique liée directement à la mobilité des ions (la conductivité) et la diffusion, ainsi qu'entre la conductimétrie (méthode expérimentale) et la conductivité (grandeur physique mesurée).

**Q12**

Cette question ouverte inspire bon nombre de candidats, et se trouve fréquemment bien traitée. Les erreurs relevées ont pour origine des maladresses dans l'écriture du cycle, des erreurs de calculs principalement en lien avec l'affinité électronique et le potentiel d'ionisation.

Le jury rappelle que la relation entre l'enthalpie libre standard de réaction et le potentiel standard du couple est un résultat à connaître : il est donc inutile de passer du temps à le redémontrer.

Le jury constate un manque de rigueur dans les notations des grandeurs standard de réaction :  $\Delta_r H^\circ$ ,  $\Delta_r S^\circ$  et  $\Delta_r G^\circ$ .

**Q13**

La question est globalement réussie et les calculs sont généralement bien conduits.

Des tentatives de résolution maladroites sont manifestement menées, la réponse étant fournie dans l'énoncé. Si cet élément constitue une aide certaine, guidant le candidat pour trouver le raisonnement ou de poursuivre dans le sujet sans avoir répondu à la question, le jury est particulièrement attentif à la rigueur du raisonnement et à la rédaction.

**Q14**

La première partie de la question devient aisée à partir du moment où l'on perçoit que  $e^u = 1$  si  $E = E^\circ$ . Le calcul de la dérivée se révèle un peu plus délicat, en particulier par la prise en compte nécessaire de la variation de  $u$  avec  $E$  mais il est souvent bien mené.

**Q15**

De nombreux candidats ne perçoivent pas que  $P = P_{ox}$  si  $E \gg E^\circ$  et  $P = P_A$  si  $E \rightarrow 0$ . Ils n'ont pas facilement accès à  $\frac{P_{ox} + P_A}{2}$ , expression qui permet de déterminer graphiquement  $E^\circ$  sans difficulté. Certains candidats préfèrent faire remarquer que pour les valeurs élevées de  $E$ , l'oxydant est majoritaire. Toute explication cohérente et bien menée est bien évidemment valorisée.

Après avoir calculé la dérivée  $dP/dE)_{E^\circ}$ , une erreur consiste à écrire que celle-ci s'annule en  $E = E^\circ$ , alors qu'elle est maximale.

Certaines exploitations par la méthode des tangentes sont rigoureuses et permettent de déterminer la bonne valeur de  $E^\circ$ , contrairement à certaines résolutions graphiques sans aucune explication.

**Q16**

Le calcul de la dérivée de  $P$  pour  $E = E^\circ$  à partir du graphique permet de facilement estimer une valeur approchée de  $n$  mais les candidats sont peu nombreux à se lancer dans le calcul.

**Q17**

La question est réussie par les candidats qui déterminent une valeur correcte du potentiel standard de  $\text{At}_2/\text{At}^-$  et remarquent que les potentiels standards calculés sont tous plus élevés que les valeurs expérimentales du fluor à l'iode. Par contre peu d'entre eux prennent la précaution de vérifier que le nombre d'électrons échangés est le même pour  $\text{At}_2$  ou  $\text{At}^+$ .

**Q18**

Les mesures de conductivité, des expériences d'électrophorèse ou de migration dans un champ électrique sont des propositions valorisées.

### Q19

Les données de la figure 4 et le nombre d'électrons échangés conduisent facilement, après ajustement de la demi-équation, à déterminer  $\text{AtO}^+$ . Peu de candidats utilisent le nombre d'électrons échangés pourtant indiqué dans l'énoncé.

### Q20

a. La question appelle une réponse très concrète avec des exemples précis de questions. Les propositions trop floues et générales ne sont pas acceptées. Une question par prérequis identifié à l'aide des analyses des programmes suffit. Certains candidats ciblent malheureusement un nombre restreint de notions par un nombre de questions trop important qui rend l'évaluation répétitive et peu efficace. On rappelle qu'établir des représentations de Lewis d'entités poly-atomiques n'est pas strictement exigible au niveau seconde mais que les élèves doivent être capables d'analyser les formules présentées. Il en est de même pour les règles de l'octet et du duet.

b. Cette question est partiellement réussie. L'objectif n'est pas d'expliquer comment déterminer la formule de Lewis de l'ion sulfate mais pourquoi l'atome de soufre s'entoure de plus d'électrons de valence que le gaz rare qui lui est le plus proche : l'argon.

Les candidats ne proposent généralement qu'une seule représentation de Lewis pour l'ion sulfate, sans mentionner l'existence de formes mésomères de poids statistiques identiques. Les explications mentionnant l'hypervalence de l'élément soufre sont peu nombreuses et les liens avec la théorie des orbitales moléculaires ne sont présentés que très rarement alors que cette même méthode fait l'objet des questions **23** et **24**.

Les configurations électroniques étant désormais enseignées en lycée, il est important que les candidats ne confondent pas « couches électroniques » et « sous-couches ».

### Q21

De nombreuses erreurs sont relevées dans l'écriture des représentations de Lewis des deux espèces proposées. Certains candidats ne considèrent pas l'atome d'astate comme l'atome central. L'environnement électronique autour de l'atome central est parfois erroné et les deux doublets non liants présents souvent réduits à un unique doublet, voire complètement oubliés. Le jury recommande vivement aux candidats de s'appuyer sur la méthode systématique qui consiste à dénombrer tous les électrons de valence présents dans l'espèce puis, dans un second temps, à écrire les formules de Lewis. La connaissance d'environnements-types constitue des repères indispensables pour la réussite de cette démarche.

Il est dommage qu'un si petit nombre de candidats connaissent la représentation spatiale linéaire associée à l'environnement  $\text{AX}_2\text{E}_3$ .

### Q22

Beaucoup d'hypothèses peu réalistes et parfois décrites de façon maladroite sont proposées, alors que la comparaison des électronégativités des atomes centraux ou périphériques ainsi que leur taille permet de répondre avec succès à la question posée.

### Q23

Une erreur dans l'énoncé indique des OA 2s et 2p pour l'atome de chlore dans la figure 5. Il faut bien sûr lire 3s et 3p, comme d'ailleurs indiqué dans les données.

Le décompte des électrons est globalement bien mené. La présence de la charge « + » nécessite de retirer un électron à la somme des électrons de valence des atomes d'oxygène et de chlore. Les configurations électroniques sont alors bien écrites mais la présence d'orbitales semi-occupées conduit à des formalismes maladroits et des hésitations dans le repérage des orbitales frontalières. Les orbitales anti-liantes sont notées avec un astérisque. Des confusions ont parfois lieu avec les orbitales non liantes.

### Q24

Cette question ouverte est traitée de façon très hétérogène. Les candidats qui savent mettre en œuvre la méthode CLOA identifient bien que l'orbitale 2s de l'oxygène, trop basse en énergie, ne participe pas aux combinaisons linéaires. Seules les OA 1s de l'hydrogène et 2p<sub>z</sub> de l'oxygène se combinent pour les raisons de symétrie. Le diagramme est alors correctement construit. Les schémas des OM sont peu représentés ou de façon approximative.

**Q25**

Cette question nécessite une réponse correcte à la question **24**. Elle n'est que peu abordée et pose beaucoup de difficultés, même aux candidats qui construisent un diagramme correct de HO<sup>-</sup>. Une difficulté réside dans le positionnement qualitatif des orbitales frontalières (OF) des deux fragments.

**Q26**

Certains candidats utilisent la notation HA pour tous les acides faibles ce qui est regrettable. Lorsque la formule de l'acide est connue ou assez simple à écrire, l'appeler HA rend un certain nombre d'informations importantes implicites, et ne simplifie en rien l'étude. En particulier dans cette question, il est dommage de ne pas essayer d'écrire l'équation réelle de dissociation de l'acide considéré.

Ajuster l'équation de dissociation de AtO<sup>+</sup> pose des difficultés à de nombreux candidats. Le calcul est cependant mené correctement à partir d'un bilan de matière classique.

Certains candidats font l'hypothèse d'une réaction peu avancée, sans vérification ultérieure, alors que cette hypothèse s'avère finalement incorrecte. Dans le cadre d'un raisonnement scientifique rigoureux, lorsqu'une hypothèse est posée, sa validation par une vérification *a posteriori* est indispensable.

**Q27**

La loi de description de l'évolution du coefficient de dissociation avec la dilution est connue et bien indiquée. Le nom d'Oswald n'y est pas systématiquement associé.

**Q28**

La principale erreur à cette question repose sur l'oubli de l'autoprotolyse de l'eau et conduit à une valeur de pH de 11, impossible puisqu'aucune base n'est présente en solution. Les candidats sont encouragés à se pencher systématiquement sur les résultats numériques auxquels ils aboutissent pour contrôler leur vraisemblance et leur cohérence avec les systèmes étudiés.

**Q 29**

Si les attributions sont généralement correctes, leurs justifications reposent sur les nombres d'oxydation de l'astate dans les différentes espèces considérées et sur les équations de réaction des acides et bases avec l'eau. Ces précisions ne sont pas systématiquement apportées.

Les droites en pointillé ne sont pas été systématiquement citées comme matérialisant le domaine de stabilité de l'eau. Ce résultat est pourtant important pour conclure rigoureusement sur la stabilité des espèces dans l'eau.

**Q30**

Si le point représentatif du système initial est généralement bien positionné, son déplacement au cours de l'évolution du pH de la solution est souvent représenté par une droite horizontale, coupant ainsi la frontière avec le degré d'oxydation supérieur. Il convient pourtant de s'assurer qu'un oxydant a été introduit en solution avant d'avancer qu'une oxydation puisse avoir lieu.

En revanche au-delà d'un pH égal à 5, l'ion At<sup>+</sup> devient à la fois oxydant et réducteur, permettant une réaction de dismutation identifiée par de nombreux candidats.

**Q 31**

La nature de la réaction est bien identifiée et mais l'équation n'est pas toujours correctement ajustée.

**Q32**

Jean-Marie Lehn est rarement cité. Il est souvent confondu avec d'autres grands scientifiques, physiciens ou chimistes : Georges Charpak, Pierre-Gilles de Gennes, Claude Cohen-Tannoudji, Jean Perrin, Kurt Alder, Pierre Potier, Victor Grignard, Paul Sabatier, Erich Hückel ou Louis Pasteur.

Les éthers couronnes, rarement cités, sont bien représentés le cas échéant.

**Q33**

Les attributions des signaux aux différents protons de la molécule ne sont pas toujours justifiées. Des désignations du type "H dans le cycle" ou "H lié à des C de C=C" ne sont pas recevables car trop imprécises. Les atomes sont numérotés dans l'énoncé. Il convient donc d'utiliser la convention et de justifier l'intensité par la symétrie de la molécule, ainsi que par l'intégration des pics.

Les termes « blindé » et « déblindé » sont parfois utilisés de manière maladroite.

**Q34**

L'explication de l'élargissement des bandes repose souvent sur l'existence de liaisons hydrogène ou de formes mésomères. Dans le premier cas, les candidats transposent des explications de l'étude de spectres IR. Pour le second, il s'agit d'une confusion avec les effets de réduction des écarts énergétiques entre OM dues à la délocalisation électronique. Dans le cas étudié, les niveaux vibrationnels et rotationnels sont à l'origine du phénomène observé.

En s'appuyant sur l'intensité très faible des bandes interdites, il est aisé d'associer les transitions interdites aux bandes Q.

### **Q35**

La formule du pyrrole a donné lieu à un grand nombre de propositions, alors qu'elle se déduit de la structure de la porphyrine et de la formule brute donnée dans l'énoncé.

L'écriture des formes mésomères conduit à de nombreuses erreurs souvent dues à l'oubli du doublet non liant sur l'atome de carbone qui porte la charge négative. Le jury rappelle l'importance à distinguer la charge formelle de la présence d'un doublet d'électrons.

Les justifications d'un  $pK_A$  très bas pour le couple impliquant le pyrrole reposent sur l'existence des formes mésomères et du caractère aromatique de la base du couple.

Le jury rappelle également que les charges positives ne sont pas toujours associées à une case quantique vacante.

### **Q36**

De curieuses structures sont données pour le polymère. Il est important de remarquer que la représentation d'un polymère ne consiste pas à dessiner uniquement le monomère avec deux liaisons.

Quant aux polymères conducteurs, de nombreux candidats citent des polymères, sans identifier leur caractère conducteur ou non. Le jury attend des candidats qu'ils sachent que les polymères d'usage courant (PMMA, le téflon, le nylon, le styrène, le kevlar ou même le gel d'agar agar) ne sont pas conducteurs.

### **Q37**

Les formules du benzaldéhyde et de l'acide benzoïque sont bien connues. L'oxydation par le dioxygène de l'air est proposée pour expliquer l'existence de l'impureté. Les propositions de purification s'appuient généralement sur l'idée de la solubilité de l'ion benzoate dans l'eau mais sont peu réalistes puisqu'elles conduisent à l'introduction d'eau et d'autres composés réactifs dans le benzaldéhyde.

### **Q39**

Certains schémas de montage non réalistes sont proposés. Un réfrigérant droit est indiqué à la place d'un réfrigérant à boules. Il convient de distinguer les bouchons, le couloir isobare et le robinet pour l'ampoule de coulée. Les montages doivent être systématiquement réalisés avec un support élévateur et fixés à des potences ou des statifs.

On note la présence d'un support élévateur dans la quasi-totalité des montages proposés.

### **Q40**

Il est préférable de justifier l'utilisation d'un réfrigérant pour des questions de sécurité que pour éviter une perte de rendement. De même, l'utilisation de l'ampoule de coulée isobare est très peu connue des candidats. La réponse attendue concerne la nécessité d'équilibrer les pressions entre le milieu réactionnel et l'intérieur de l'ampoule. Ce dispositif évite également que les vapeurs de composés organiques ne se répandent dans le laboratoire. Il ne sert donc pas uniquement à introduire un réactif goutte à goutte.

### **Q41**

L'équation de la transformation n'est pas donnée explicitement dans l'énoncé. Il appartient donc à chaque candidat de la rechercher avant de se lancer dans un calcul de rendement « automatique ». Elle se déduit aisément de la formule de la polyporphyrine et permet de mettre en évidence le facteur 4 oublié par certains candidats.

Le jury recommande vivement de revoir cette notion de base de tout travail au laboratoire.

Peu de candidats invoquent la polymérisation du pyrrole comme origine probable du très faible rendement de la synthèse de la polyporphine, se contentant de citer des « réactions parasites ».

### **Q42**

La complexité des données en lien avec la synthèse semble gêner beaucoup de candidats pour répondre à cette question. Il suffit pourtant de chercher les solubilités des réactifs et produits, indiqués dans le texte.

### QP43

a. De nombreux candidats ne répondent pas concrètement à la question et décrivent les consignes qui sont données aux élèves dans le cadre de la rédaction des comptes-rendus. Il s'agit pourtant d'une question d'anticipation des productions.

Globalement, l'objectif de la manipulation, les opérations de décantation et de filtration sont bien décrites, en prenant appui souvent sur des schémas. Les observations et les interprétations des phénomènes doivent être indiquées précisément. On s'attend en effet qu'un tel compte-rendu ne se limite pas au mode opératoire des manipulations mais précise les conclusions et donc les apprentissages à construire. Ici, l'objectif est de décrire l'évolution de du caractère hétérogène à homogène du mélange en mettant en évidence les constituants mais aussi de préciser les principes physiques sur lesquels reposent les opérations mises en œuvre.

b. Les champs de l'évaluation sont rarement identifiés de manière exhaustive : fond (description correcte de différentes parties du compte-rendu, vocabulaire scientifique réinvesti), et forme (syntaxe, orthographe, utilisation des connecteurs logiques). De plus, les candidats ne décrivent généralement pas de façon assez précise les différents indicateurs de maîtrise de chacun des champs proposés. Certains candidats établissent même des niveaux de maîtrise qu'ils n'ont pas validés dans la rédaction de leur propre compte-rendu.

c. Deux grands types d'utilisation sont indiqués : la communication et l'évaluation. Les candidats les ciblent correctement mais certains rencontrent plus de difficulté pour définir le niveau de précision de leur réponse. D'autres décrivent les situations de façon beaucoup trop approfondie et y consacrent un temps important. Certaines réponses, en nombre non négligeable, se limitent à une phrase citant l'échange des comptes-rendus entre élèves ou leur exposition au tableau.

### Q44

La nature de la réaction n'est pas souvent reconnue. Le jury valorise de nombreuses réponses : acylation, substitution ou addition-élimination. Il faut bien comprendre les deux dernières propositions correspondent à des typologies différentes mais sont toutes les deux correctes. « Substitution » concerne une typologie fondée sur le changement des structures entre le chlorure d'acyle et l'amide, abordé dès l'enseignement secondaire, alors qu'« addition-élimination » s'appuie sur le mécanisme de la réaction et n'est abordée que dans l'enseignement supérieur.

Il est utile de préciser par le dessin la branche modifiée lors de la transformation chimique sans se limiter à citer la branche modifiée.

### Q45

Le mécanisme de type addition nucléophile suivie d'une élimination n'est presque jamais cité, ni écrit correctement.

Une erreur répandue consiste à penser que la triéthylamine déprotone l'amine initiale, or il n'y a aucune raison qu'elle intervienne pour former un amidure. Les deux amines sont en effet des bases de forces comparables.

L'écriture du mécanisme est parfois imprécise. Le jury conseille vivement de décrire systématiquement l'environnement électronique des sites réactionnels pour plus de clarté et de rigueur. En effet, certains doublets sont parfois oubliés et les étapes sont alors plus difficiles à comprendre.

Le jury note encore certains actes élémentaires combinés en un seul, laissant supposer par exemple que l'addition de l'amine sur le chlorure d'acyle est concertée avec le départ de l'ion chlorure. En revanche, de nombreux candidats savent que l'amine tertiaire a pour rôle de piéger HCl en évitant son acylation.

### Q46

La réaction de synthèse de l'ion éthanoate par oxydo-réduction est généralement connue. Elle est parfois confondue avec celle, acido-basique, d'un hydruide de sodium, montrant la confusion entre le sodium métal et l'ion sodium.

Il est important de distinguer l'ion éthanolate et l'ion éthanoate.

### Q47

La déprotonation du diester est bien identifiée mais la stabilisation de la base formée par effet mésomère est rarement évoquée. Les formes mésomères sont correctement écrites. De même, l'utilisation de l'éthanol pour éviter des réactions de transestérification est très rarement mentionnée.

### Q48

Les deux réactions de substitution nucléophile sont souvent évoquées avec plus ou moins de réussite dans les explications. La complexité du processus à décrire nécessite des choix très précis en termes de formulation. Les explications manquent parfois de clarté.

#### **Q49**

La réaction de saponification n'est pas toujours reconnue, de même que le dégagement de CO<sub>2</sub>, parfois confondu avec du dihydrogène. La connaissance de la synthèse malonique permet de facilement reconnaître l'enchaînement des transformations.

#### **QP50**

Les analyses des productions d'élèves inspirent de nombreux candidats. Le jury rappelle à ce sujet qu'il est demandé pour ce type de question un développement didactique et pas seulement un pointage des erreurs et des réussites. Dans cet exercice, la compréhension des difficultés par certains candidats, en s'appuyant sur les identifications des obstacles, s'avère très fine. En particulier pour les tracés des flèches et l'identification des natures des sites réactionnels. On ne peut qu'encourager les candidats à s'entraîner sur des exercices de cette nature qui leur permettent, non seulement de développer des compétences didactiques, mais aussi de réinterroger leurs propres connaissances.

#### **Q51**

La confusion entre les fonctions alcool et phénol est très fréquente.

#### **Q52**

Les atomes d'azote sont reconnus comme des sites de coordination du bismuth, le carboxylate plus rarement. C'est aussi le cas de la DIPEA, parfois identifiée comme participant à la coordination.

#### **Q53**

Peu de candidats identifient le composé **7** comme un tosylate ou un ester sulfonique. Sa structure est plutôt bien reconnue par les candidats qui traitent la question.

#### **Q54**

L'activation d'un alcool par le chlorure de tosyloxy est une transformation assez classique. Pour de nombreux candidats, la réaction de substitution nucléophile est bien identifiée.

#### **Q 55**

La question rassemble beaucoup de points qui nécessitent la compréhension globale des processus en jeu au cours de la fin de la synthèse. Les fixations des chaînes d'hexaméthylène glycol sur les fonctions phénol sont bien décrites mais la libération du bismuth par la protonation du carboxylate beaucoup moins bien comprise.

#### **Q56**

L'intérêt du bismuth n'est pas forcément bien précisé. Les difficultés rencontrées sont accentuées par la position de la réaction en fin de la synthèse et une libération qui se produit alors que les transformations ont pour but la métallation de la porphyrine synthétisée par le bismuth.

#### **Q 57**

Les calculs d'intégration de la loi de vitesse d'ordre 2 posent peu de problème, le passage de la concentration à l'absorbance non plus. Beaucoup de candidats réussissent à mettre en évidence la loi cinétique mais le calcul de la constante de réaction pose des difficultés.

#### **Q58**

Le calcul de la durée nécessaire à la métallation des 90 % de la porphyrine est réussi pour la plupart des candidats qui vérifient l'ordre deux et traitent la question. Par contre, les comparaisons aux 10 h citées dans la publication, et au temps de demi-vie du bismuth, sont rarement bien réalisées.

#### **QP59**

Cette question pédagogique est abordée par un nombre très faible de candidats. Sa place dans le sujet et le temps nécessaire à son appropriation expliquent sans doute ce constat. Les réponses proposées mettent en évidence des attendus du programme très peu exploités : de nombreux candidats n'indiquent pas que le but de l'activité est de vérifier que l'ordre du peroxyde d'hydrogène est de 1 pour la réaction considérée. Le système n'est pas vraiment étudié : l'écriture de l'équation de réaction est très rare, la vérification de la dégénérescence de l'ordre en ion iodure aussi, de même pour le traitement des données et l'intégration de la loi de vitesse qui reste délicate car l'espèce qui absorbe est un produit et pas le réactif limitant, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Du point de vue de la description de l'activité des élèves, les réponses consistent souvent en une liste des phases de la séance sans identifier les enjeux didactiques et les travaux que mèneront les élèves. La phase de synthèse de l'activité au cours de laquelle le savoir construit, les notions à retenir et les capacités travaillées doivent être clairement formulées, n'apparaît dans quasiment aucune des copies.

## 4. Epreuves d'admission

Les épreuves d'admission se sont déroulées au lycée Janson de Sailly à Paris du dimanche 24 avril au mardi 3 mai 2022 inclus. La délibération du jury a eu lieu le mercredi 4 mai 2022.

### a. Les attendus

#### L'épreuve de montage

L'épreuve de montage consiste en quatre heures 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 menée de manière quantitative : présentation du protocole par la prise d'une mesure, exploitation et commentaire 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. Dans une deuxième partie, un développement d'une ou plusieurs notions relatives à ce concept à un niveau post-baccalauréat est attendu.

**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 maîtrise du contenu scientifique.

## ***b. Rapport relatif au montage en 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 jury attend une présentation claire, rigoureuse et construite autour d'un fil conducteur relié directement au sujet. Le vocabulaire doit être précis, les méthodes connues et détaillées. Le jury a pu assister à des présentations riches et dynamiques.

### ***Le contenu***

Si un fil conducteur des expériences doit être introduit en début de l'épreuve, celui-ci ne doit pas se transformer en une présentation détaillée du concept, qui fait déjà l'objet d'une évaluation dans l'épreuve d'exposé. Trop souvent encore, certains candidats s'y attardent, ce qui réduit d'autant leur temps de manipulation et de discussion des résultats, ici objets de l'évaluation.

Lorsque c'est possible, le jury apprécie les introductions sous forme expérimentale, comme par exemple la mise en évidence de l'effet du mouvement d'un aimant dans une bobine pour illustrer le phénomène d'induction. Cependant, les expériences qualitatives qui ne permettent ni d'établir des lois phénoménologiques, ni de confronter mesures et modèles, doivent rester en nombre limité.

Le choix des expériences ne peut pas être exhaustif, il est de la responsabilité du candidat qui doit pouvoir le justifier. Cependant, le jury attend que soient abordés différents aspects du thème. À titre d'exemple, les montages sur la propagation ou sur les ondes stationnaires permettent d'explorer différents domaines de la physique comme l'optique ou l'acoustique.

Enfin, en pratique, deux ou trois expériences quantitatives suffisent. En faire davantage permet rarement une exploitation convenable ; un travail approfondi sur les expériences est valorisé par le jury.

### ***Le niveau***

Le jury attend une présentation d'une ou deux expériences quantitatives à un niveau post-baccalauréat. Ce niveau exige une prise de mesures appliquée, une estimation cohérente des incertitudes-type, une discussion et le cas échéant, une confrontation réfléchie à un modèle abordé en post-baccalauréat. La notion de modèle ne se limite pas à une loi mathématique. Il faut connaître les limites du modèle ainsi que ses hypothèses fondatrices. Par exemple, le calcul du nombre de Reynolds est pertinent pour valider l'utilisation d'une loi de frottement visqueux. Le jury attend qu'une exploration approfondie des différents paramètres du modèle soit effectuée, au-delà de ce qui est habituellement vu dans le cycle secondaire. Ainsi, à titre d'exemple, l'analyse de l'interférence des ondes émises par deux émetteurs ultrasonores ne devrait pas se résumer à une mesure d'interfrange ; par la mesure de l'intensité dans des plages élargies il est possible de constater la décroissance du signal avec la distance, tout comme l'enveloppe de diffraction modulante, ce qui permet de déduire différents paramètres physiques.

### ***La présentation du tableau***

Durant la préparation, le candidat préserve un temps nécessaire à l'organisation de son tableau. Il contient le schéma des expériences, les relations et modèles pertinents, les valeurs qui servent 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.

Lors d'une série de mesures réalisée en préparation, il est important de valider cette série par l'ajout d'au moins un point dont la mesure est réalisée **devant le jury** qui peut ainsi juger de la qualité du protocole et du soin apporté par le candidat.

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.

### **Le traitement des données**

Les programmes scolaires en vigueur, y compris en CPGE, insistent sur l'utilisation de Python et des tableurs, dans les capacités expérimentales. Le jury apprécie en conséquence leur utilisation dans l'épreuve de montage, pour analyser et traiter les données.

L'usage d'autres logiciels fréquemment rencontrés dans l'enseignement secondaire, comme Regressi et LatisPro, reste tout à fait possible. Néanmoins les candidats doivent en posséder la maîtrise et rester conscients de leurs limitations ergonomiques (difficulté à copier/coller, à modifier des données individuelles). Souvent les candidats utilisant ces logiciels passent un temps considérable sur la calculatrice de poche collègue fournie, alors que les calculs peuvent être préparés à l'avance avec Python ou un tableur.

Le jury a assisté avec plaisir à des simulations Monte Carlo bien conduites sous Python (employant le module numpy), pour estimer des incertitudes-type. Des calculs de FFT (transformée de Fourier rapide) ont été présentés sous Python à l'aide du module scipy. À ce sujet il est important de connaître ce que calcule un algorithme de transformée de Fourier rapide (FFT), en particulier en ce qui concerne la résolution en fréquence, et l'effet du fenêtrage (aliasing). Si une analyse spectrale est effectuée à l'oscilloscope, il faut savoir repérer les paramètres : nombre de points, échelle verticale, fréquence d'échantillonnage en lien avec le critère de Shannon-Nyquist.

Enfin, si certains logiciels, comme Regressi ou GUM\_MC, offrent des capacités avancées sur le traitement des incertitudes, le candidat qui les utilise doit en maîtriser le paramétrage. Ces logiciels ne sont pas des oracles qui fournissent automatiquement une incertitude-type. Cette dernière résulte non seulement des hypothèses initiales de l'expérimentateur, mais aussi du choix de traitement des données. Parfois focalisé à l'excès sur l'évaluation des incertitudes, le candidat présente ses résultats sans unité ou avec une unité fautive, ce que le jury a sanctionné.

### **La sécurité**

Durant la préparation et la présentation, le candidat doit respecter les règles de sécurité. L'utilisation d'un laser s'accompagne d'une connaissance de sa puissance d'émission et de la maîtrise de sa trajectoire afin d'éviter les réflexions indésirables.

De même utiliser une boîte à décades de résistances de précision comme résistance de charge d'un transformateur lui cause des dommages irréversibles. De manière générale, les courants intenses sont à manipuler avec précautions.

### **Les modèles et expériences**

La physique est une science quantitative, qui met en relation des concepts mathématisés et des observations. Il est possible d'assigner différents objectifs à une expérience. Citons-en trois :

- repérer des relations entre grandeurs mesurées : c'est la dimension exploratoire, pour laquelle une description phénoménologique se suffit à elle-même ;
- mesurer un paramètre dans le cadre d'une modélisation bien établie (celle-ci ayant nécessairement des limites) ;
- confronter les prédictions d'un modèle aux données expérimentales, et, le cas échéant, critiquer ou raffiner le modèle.

Ainsi, une même expérience peut se décliner de différentes manières. Par exemple, dans le cas de la réponse inductive d'un circuit RC, on peut se poser des questions différentes, comme : « la décroissance de la tension aux bornes d'un condensateur suit-elle une loi exponentielle ? » ou « quel est le temps caractéristique de décroissance

de la tension aux bornes d'un condensateur ? », ou encore « le temps caractéristique est-il égal au produit RC ? ». Ces différentes questions engagent des méthodologies distinctes.

Quelle que soit la question posée, l'obtention d'un ordre de grandeur ne suffit pas à y répondre. Il faut obtenir la valeur mesurée et l'incertitude-type, de sorte à pouvoir confronter : deux mesures, une mesure et une valeur de référence (dont on suppose l'incertitude-type négligeable), ou encore les prédictions d'un modèle aux observations. La confrontation ne peut pas se faire à l'aide de l'écart relatif entre valeur mesurée et valeur de référence ; cette notion, hélas encore répandue, est dépassée et volontairement sortie des programmes scolaires de physique-chimie. Le critère désormais en vigueur consiste à examiner l'écart normalisé ou z-score accompagné, bien sûr, d'un regard critique.

En conclusion, le jury attend des candidats qu'ils se posent la question du statut (épistémique) des expériences qu'ils présentent, et qu'ils mettent en œuvre les normes de vérification communément employées par la communauté scientifique.

### **Les incertitudes**

Déjà évoquée dans ce rapport, l'évaluation des incertitudes est indissociable de l'activité expérimentale. Les programmes scolaires de l'enseignement secondaire comme ceux de CPGE spécifient les attendus à ce sujet. Des ressources d'accompagnement détaillées existent sur Eduscol (par exemple sur <https://eduscol.education.fr/document/7067/download>). Le jury a constaté cette année que les candidats s'étaient saisis de ces thématiques, le niveau de maîtrise générale s'est accru.

Néanmoins, trop souvent encore, la notion d'incertitude-**type** n'est pas comprise. Elle est même parfois confondue avec le **type** de l'évaluation de l'incertitude (que l'évaluation soit de type A ou B, on estime l'incertitude-type). L'incertitude-type a une visée universelle, elle permet de standardiser la présentation des résultats de mesure. On l'écrit préférentiellement  $u(x)$ , ou à l'aide du signe  $\pm$ , mais dans ce dernier cas il faut spécifier qu'il s'agit bien de l'incertitude-type et non d'une « tolérance » ou encore de l'étendue d'un intervalle de confiance.

Quelques erreurs communes sont repérées par le jury. L'incertitude associée à l'usage d'un instrument gradué est souvent assimilée à la demi-résolution divisée par  $\sqrt{3}$ . En réalité, cette situation idéale est rarement rencontrée. Dans le cas de la focométrie, l'incertitude sur la position de la lentille est liée au jugement sur la netteté de l'image projetée, ou encore à l'alignement du centre de la lentille et du réticule du support. Elle excède donc le demi-millimètre (sur  $\sqrt{3}$ ) du banc optique.

L'origine du  $\sqrt{3}$  est d'ailleurs bien mystérieuse pour plusieurs candidats. Rappelons que les simulations numériques Monte Carlo, en Python ou avec un tableur, permettent de l'illustrer simplement. De telles expérimentations numériques sont proposées dans le cadre de l'enseignement de spécialité de mathématiques en classe de première générale.

Le jury note avec satisfaction que la composition des incertitudes est faite à l'aide de sommes quadratiques et non plus à l'aide de sommes en valeurs absolues. Mais si la procédure est bien appliquée, les raisons qui la fondent sont plus rarement comprises.

La gestion des chiffres significatifs reste une préoccupation majeure des candidats alors qu'ils ont quasiment disparu du programme et que leur usage universitaire est assez souple. Des arrondis excessifs entravent souvent les candidats. Une règle simple consiste à conserver systématiquement 3 ou 4 chiffres significatifs pour toute valeur mesurée sans incertitude associée. Lorsque l'incertitude est estimée, elle s'écrit en général avec 2 chiffres significatifs et cela fixe le nombre de chiffres dans l'écriture (scientifique) de la valeur mesurée.

### **L'entretien**

L'objectif de l'entretien est de permettre au jury d'évaluer la logique du choix des expériences, la pertinence du choix de matériel, de vérifier la connaissance des hypothèses sous-jacentes aux modèles, d'apprécier l'expertise du candidat dans l'évaluation des incertitudes, et plus généralement de discuter de manière qualitative ou quantitative des résultats.

Pour approfondir son évaluation, il est fréquent que le jury attire le regard du candidat sur un phénomène présent durant la présentation mais non discuté par le candidat. Par exemple, pourquoi le comportement d'un même générateur basse fréquence est-il différent lorsqu'il alimente en créneaux un circuit RL ou RC ?

Pour que le jury puisse revoir certaines expériences avec le candidat, il est souhaitable que lors de la présentation, le matériel d'une expérience ne soit pas réutilisé dans une autre. De la même manière le candidat doit s'abstenir d'effacer le tableau, pour que le jury puisse revenir sur ce qui a été écrit.

Enfin, le montage n'est pas le lieu où l'on redémontre les relations entre les grandeurs utilisées. Par exemple, la réalisation durant le montage du calcul, en fonction du facteur de qualité, des différentes formes mathématiques du régime transitoire d'un oscillateur amorti n'a pas sa place. Ces relations doivent simplement être données. Néanmoins, lors de l'entretien, le jury peut demander au candidat des précisions sur certaines justifications mathématiques qu'il est nécessaire de connaître.

### **Quelques remarques selon les domaines disciplinaires abordés**

**En optique**, des images de qualité, résultantes d'un alignement soigné, d'un choix pertinent des vergences sont valorisées. Le placement des éléments optiques, mené pas à pas devant le jury, est un élément important d'appréciation. Les mesures relatives aux éclaircissements subissent inévitablement des perturbations extérieures, il est souvent utile d'éteindre les lumières de la salle pour réaliser une mesure. L'utilisation de la formule des réseaux nécessite de bien connaître la valeur de l'angle d'incidence ou 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 maîtrisée. En revanche, le réglage des oculaires des appareils optiques doit être mieux connu (on ne se contente pas de voir net le réticule).

Le jury attire l'attention des candidats sur l'utilisation d'une expérience d'interférence ou de diffraction pour déterminer la longueur d'onde d'un laser. Il est rappelé qu'il existe de nombreuses autres méthodes plus pertinentes. De plus, lors d'une expérience avec les fentes d'Young, les phénomènes observés sont multiples et il semble pertinent de les mettre en évidence sans se limiter aux simples interférences.

**En physique des ondes**, le rail Moduson est souvent utilisé pour mesurer la vitesse du son, que ce soit par l'intermédiaire de la mesure du temps de vol d'une impulsion ou par la mesure de la longueur d'onde. Deux récepteurs sont utilisés, alors qu'un seul suffit — la notion de mesure différentielle reste mal maîtrisée.

**En mécanique**, le jury constate des confusions fréquentes entre les ondes stationnaires et le phénomène de résonance. À ce propos, une réflexion attentive est attendue lors de la présentation de la corde de Melde. 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 maîtrisées. 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 sont essentielles si l'on veut que les expériences correspondantes soient crédibles. Dans la mesure de viscosité d'un fluide par la chute de billes, le calcul repose souvent sur l'hypothèse qu'une vitesse limite a été atteinte. Il est 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 important.

Pour illustrer les attentes expérimentales au niveau post-baccalauréat, le pendule pesant interfacé est un bon d'exemple. Après un protocole d'étalonnage précis, les mesures prises sur un intervalle de temps suffisamment long permettent l'extraction de paramètres physiques variés, autres que le moment d'inertie et la pseudo période. L'outil informatique donne accès à une modélisation du mouvement sans se limiter aux petits angles permettant ainsi une conclusion enrichie.

**En électromagnétisme**, le jury est sensible aux mesures de champ magnétique terrestre menées avec soin sur chacune de ses composantes et faisant parfois appel aux smartphones. Par ailleurs, la connaissance du champ magnétique terrestre est utile pour discuter des résultats de certaines expériences comme celle d'Oersted.

**En électricité**, les ordres de grandeur des impédances d'entrée et de sortie des appareils utilisés justifient parfois l'utilisation d'étages d'amplification intermédiaires, dont il faut avoir compris l'intérêt s'ils sont présents dans le

montage. La résistance interne des GBF à 50 Ohm intervient dans de nombreux montages et si elle est oubliée peut entraîner des erreurs d'interprétation.

Relevant d'une expertise post-baccalauréat, les câbles coaxiaux sont sous-utilisés. Utilisés en conjonction avec des raccords "T" BNC, ils permettent de limiter le bruit ainsi que le nombre de câbles dans le circuit, ce qui en favorise sa lecture. Un seul câble coaxial permet de synchroniser l'oscilloscope avec un signal d'horloge (fourni par la voie EXT d'un GBF, par exemple). Cette pratique est encore trop peu rencontrée, alors qu'elle évite la plupart des problèmes d'affichage instable comme, par exemple, dans le cas de l'étude de la modulation.

Pour visualiser un signal électrique, LatisPro est parfois utilisé alors qu'un simple oscilloscope est suffisant, les réglages de ce dernier étant en général plus rapides. Pour la mesure d'un temps à l'oscilloscope, les réticules sont souvent utilisés. L'usage du bouton décalage de temps est ignoré, alors qu'il permet d'améliorer la précision d'un facteur 10 au moins.

Enfin, dans les représentations faites au tableau des circuits électriques, la nomenclature n'est pas toujours respectée. Un GBF se représente préférentiellement comme une source de tension en série avec sa résistance de sortie. Cela évite bien des déconvenues.

**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 ne doit pas être confondu avec le coefficient de conductivité pour interpréter certaines expériences.

Enfin, les « Handbooks » sont des ouvrages de référence utiles pour comparer les résultats de mesures à des valeurs tabulées.

Le jury rappelle que l'utilisation des microcontrôleurs permet la réalisation de systèmes complets de mesures et de contrôle et qu'ils sont rarement utilisés par les candidats.

### ***c. Rapport relatif au montage en chimie***

Le jury accueille la candidate ou le candidat pour la présentation de l'épreuve de montage et rappelle les règles de son déroulement : une durée maximale de présentation de 1h20, dont 50 minutes de présentation strictement dédiées à la candidate ou au candidat. Après une phase d'introduction et d'entrée dans la réalisation, typiquement d'une quinzaine de minutes, le jury peut être amené à questionner le candidat au fur et à mesure de sa présentation. Il est rappelé que cette épreuve a pour objectif d'illustrer expérimentalement le thème retenu et que le niveau attendu des manipulations, de l'exploitation des expériences proposées, comme du développement des concepts illustrés, est « post-baccalauréat ». Le jury attend donc du candidat ou de la candidate, d'une part une maîtrise du contenu disciplinaire dans l'explicitation et la compréhension des expériences choisies, et d'autre part un savoir-faire et une dextérité expérimentale en conformité avec les règles de sécurité.

#### ***Niveau attendu :***

Une introduction correcte et pertinente du thème présenté est appréciée. Sans être trop longue, elle doit permettre la définition claire et concise des concepts utilisés et aussi la justification des manipulations choisies et leur pertinence. Celles-ci doivent être dans leur ensemble de niveau post-baccalauréat et suffisamment diversifiées. Le niveau des connaissances associées est aussi attendu à un niveau post-baccalauréat : le jury recommande par exemple de ne pas omettre d'afficher et de 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 rapidement le pH d'apparition d'un précipité ou d'une solution, 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 connaître les cadres de validité des lois de Biot ou de Beer-Lambert. Il s'agit également de garder la rigueur attendue dans le vocabulaire disciplinaire ainsi que dans l'expression ou l'écriture des grandeurs standard ou non ( $P^\circ$  vs  $P_0$ ,  $c_0$  vs  $c^\circ$ ,  $E_0$  vs  $E^\circ$ ). Quelques confusions entre liquide et solution ont été notées également. Outre la nécessité de savoir utiliser tous les modèles et outils à disposition pour évaluer finement les incertitudes, il est indispensable de montrer que l'on garde un certain recul sur les principales sources d'incertitudes sur une valeur

déterminée expérimentalement et de pouvoir en donner un ordre de grandeur. Le jury constate parfois une focalisation excessive sur le formalisme mathématique, associée à une incapacité à évaluer rapidement les principales causes d'erreurs et leurs ordres de grandeur. Les calculs d'incertitudes sur les synthèses organiques (sur le rendement par exemple) ont en revanche peu de sens.

### **Déroulement et rythme de la présentation :**

Le jury est attentif aux durées respectives dévolues à la présentation des expériences et aux discussions au cours de l'épreuve, généralement à la fin de chaque expérience. Le jury apprécie les montages et exposés dynamiques et rythmés qui démontrent les qualités pédagogiques des candidates et candidats. Cependant, le jury n'est pas l'acteur de l'épreuve mais il suit la démarche et la dynamique proposée par la candidate ou le candidat. Le jury recommande d'être attentif à l'équilibre entre le temps passé à présenter le thème et celui dévolu aux manipulations ; un déséquilibre est parfois constaté car trop de temps est passé à expliciter des notions simples ou des expériences introductives 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 post-baccalauréat escompté. La présentation doit comporter au moins une expérience quantitative avec des calculs menés jusqu'au bout, incertitudes de mesure comprises. Il est préférable de présenter un nombre limité d'expériences bien exploitées, mais suffisant pour illustrer correctement le thème, plutôt qu'un grand nombre de manipulations uniquement qualitatives ou mal maîtrisées. En cas de difficulté imprévue, la candidate ou le candidat doit être capable de montrer sa faculté à sortir du déroulement prévu pour se focaliser sur les manipulations ou les analyses jugées les plus intéressantes. La capacité d'analyse de la difficulté rencontrée est également appréciée par le Jury. Une bonne organisation des paillasses et la préparation du matériel et produits adéquats en lien avec les gestes expérimentaux à présenter sont indispensables à une présentation rythmée et attractive. En fin de présentation, il est important de prévoir quelques minutes de conclusion. Celle-ci, tout comme l'introduction, doit être préparée et ne pas être une simple redite l'une de l'autre. La candidate ou le candidat doit être capable de montrer sa prise de recul par rapport au thème retenu ainsi que sa culture scientifique dans le domaine illustré en lien avec des problématiques actuelles. Par exemple, dans les thèmes liés aux dispositifs électrochimiques ou aux conversions d'énergies, connaître des exemples de piles autres que la pile Daniell est bienvenu.

### **Pertinence des choix et organisation :**

Il est essentiel de garder à l'esprit que les manipulations et leur exploitation sont au service de la présentation d'un thème. Bien que certaines expériences puissent être présentées dans plusieurs montages et peuvent illustrer différents concepts, il convient d'adapter spécifiquement à la thématique du montage les conditions de l'expérience et sa réalisation devant le jury. Une même expérience peut ainsi être présentée de manière qualitative en expérience introductive, ou quantitative afin de déterminer des grandeurs physiques ou chimiques associées à la transformation impliquée. 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.

Il est important de connaître les risques et la toxicité des produits et les prendre en compte dans la mise en œuvre des expériences et les propos associés. Les candidates et les candidats doivent faire attention à la date d'édition des livres, certaines expériences proposées dans des manuels "historiques" ne sont plus en accord avec les règles de sécurité ou une pratique de laboratoire plus économique et écologique. Il convient de toujours avoir un regard critique sur les protocoles proposés afin de choisir d'exploiter une partie en lien avec le thème, ce qui n'est pas forcément celle exploitée dans l'ouvrage de référence. Le choix de chaque expérience présentée en lien avec le thème retenu doit pouvoir être justifié sans attendre les questions. Le jury attend que les manipulations soient précisément présentées. Il est très apprécié qu'elles soient problématisées et que leurs buts soient énoncés et mis en relation avec les concepts scientifiques illustrés. De même, les protocoles et les systèmes étudiés doivent être bien décrits. Pour chaque expérience, il est fondamental de préciser les conditions expérimentales choisies : quantités de matières introduites, volumes, concentrations, etc.

Le montage est l'occasion pour le candidat ou la candidate d'illustrer ses qualités d'expérimentateur et, dans une même manipulation, plusieurs gestes expérimentaux peuvent être présentés. Il est recommandé d'effectuer un maximum de réalisations pendant la préparation : mesures, titrages, tracé de courbes, tout ou partie de synthèse organique qui selon leur nature pourront être terminées devant le jury. Le candidat ou la candidate doit veiller à organiser sa présentation de telle sorte qu'il puisse montrer ses capacités d'expérimentateur : reprendre un point sur une courbe préalablement tracée ou retracer son allure avec quelques points, reprendre une étape pertinente d'un protocole, relancer ou achever une synthèse organique (filtration, extraction, recristallisation, mesure d'une température de fusion, indice de réfraction, CCM, etc.). En amont de la présentation, il est recommandé de préparer la verrerie et le matériel en général, d'annoter les récipients contenant les solutions pour éviter les confusions et de préparer un tableau comportant le titre et le plan du montage et les données minimales utiles à la description des expériences : transformations chimiques mises en jeu, formule des composés utilisés, quantités de matière introduites, concentrations, étapes de calcul importantes, rendements attendus, grandeurs tabulées (éviter les confusions entre grandeurs « théoriques » et « tabulées »). Ce type de support apporte de la lisibilité à l'exposé et constitue un élément utile tant pour le candidat que pour le jury. Il est important de garder un peu de temps pour conclure en fin de montage, voire citer quelques ouvertures en lien avec la thématique.

### ***Sécurité et enjeu environnemental***

Comme indiqué plus haut, une prise de recul et du sens critique sont attendus vis-à-vis des modes opératoires figurant dans les ressources, notamment les plus anciennes. Certains ouvrages proposent des expériences avec des composés ou des quantités trop importantes ou non éco-compatibles. Il importe de conduire les expériences en veillant aux coûts économique et écologiques et ne pas générer inutilement de déchets chimiques. Parallèlement, les EPI doivent être utilisés pendant toute la durée de l'épreuve (préparation comprise), les règles de sécurité maîtrisées et les pictogrammes connus. Les gants doivent être portés à bon escient et proscrits à proximité d'une source de chaleur ou lors de l'utilisation d'un clavier numérique (ordinateur, calculatrice) si celui-ci n'est pas protégé par un film plastique. Il est recommandé de veiller à la fermeture des hottes et sorbonnes afin d'assurer leur bon fonctionnement.

### ***Connaissance des appareils et manipulations***

Tout instrument de mesure utilisé peut faire l'objet de questions de la part du jury. L'utilisation d'un spectrophotomètre UV-visible ou IR peut amener des interrogations sur le fonctionnement de l'appareil (sources lumineuses, réseaux, détecteurs, cuves, etc.) ou sur le principe de la technique (type de transitions, énergies mises en jeu, précision de la technique, etc.). De même, il est recommandé de connaître le fonctionnement des appareils de pH-métrie, conductimétrie, potentiométrie, ainsi que des électrodes ou cellules associées : constitution, principe de fonctionnement, précaution d'utilisation, modes de conservation. De façon générale, il est indispensable de connaître les principes de fonctionnement des appareils employés, les bonnes pratiques d'utilisation, leurs limites éventuelles, et d'effectuer les étalonnages lorsqu'ils sont nécessaires. En ce qui concerne la verrerie, on attend du candidat ou de la candidate qu'il ou elle sache la nommer et en connaisse l'usage et la précision (avec la distinction entre incertitude constructeur et incertitude de lecture). Par ailleurs, toute grandeur déterminée numériquement doit être accompagnée de son incertitude, évaluée en tenant compte des préconisations les plus récentes. Le jury constate avec plaisir que les logiciels de prise de mesure, de tracé de courbes et de traitement de données ou de calculs d'incertitudes sont globalement bien maîtrisés. Le jury encourage l'utilisation du langage Python qui reste encore relativement limitée.

## ***d. Rapport relatif à l'exposé en physique***

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, l'autre développant à un niveau post-baccalauréat une ou plusieurs notions relatives à ce concept.

Aucune consigne stricte n'est donnée sur le temps consacré à chaque partie, ni sur l'ordre de présentation, mais le jury attend un équilibre entre les 2 parties de l'exposé. Chacune de ces parties doit être traitée avec le même soin. La continuité entre l'exercice pédagogique et le développement post-baccalauréat n'est pas exigée.

Il est conseillé aux candidats de réfléchir aux différents sujets d'oraux à l'avance et de rechercher à approfondir les notions mobilisées dans ces sujets. Il est également conseillé de s'entraîner à acquérir de l'aisance dans les formalismes utilisés et de tester la mise en œuvre des axes pédagogiques avec ses classes en responsabilité. On remarque qu'une grande partie du travail nécessaire à la préparation de cet oral est commun avec le travail mené pour préparer l'écrit.

### **Présentation du concept**

La présentation du concept est un élément important de l'exercice demandé. En effet, il est nécessaire que ce concept soit clairement et scientifiquement défini dès le début de l'exposé, mais cette présentation ne doit pas prendre un temps excessif par rapport au développement pédagogique et didactique. Il faut donc être synthétique et concis. Il n'est pas nécessaire d'être exhaustif, l'objectif étant d'explicitier le thème abordé dans un contexte scientifique plus large que celui choisi pour l'exposé et d'en exposer l'intérêt.

Il peut être judicieux d'utiliser un support écrit pour présenter le concept scientifique. Les modalités de présentation du concept sont laissées au libre choix des candidats, le jury valorise essentiellement le recul et la profondeur de la réflexion ainsi que la clarté de l'analyse.

### **Développement pédagogique et didactique relatif à un enseignement du 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 ; ce choix doit être précisé au jury dès le début de la présentation.

Le développement pédagogique et didactique du concept se situe au niveau de l'enseignement secondaire et illustre une situation concrète relevant de l'axe choisi. Ce peut être la description d'une séquence, une évaluation, un exercice, une activité expérimentale, mais il faut toujours prendre soin à faire converger les attendus du développement pédagogique et didactique dans le thème scientifique du sujet avec l'axe pédagogique choisi, toute stratégie de contournement de l'axe choisi étant sanctionnée.

Pour toute activité pédagogique présentée, le candidat devra clairement énoncer ce qui est demandé aux élèves. En particulier, il est conseillé de s'aider d'un support écrit.

Il est également très important de préciser clairement les objectifs en termes d'apprentissages ainsi que les intentions pédagogiques de l'enseignant. En effet, c'est l'expertise pédagogique associée à la pertinence des activités choisies par rapport au concept scientifique et à l'axe choisi qui est valorisée.

Parfois, des extraits d'ouvrage sont projetés. Tout d'abord, il faut veiller à ce que ces projections soient visibles au moins des premiers rangs de la classe. Ensuite, il convient de bien les choisir (en les modifiant éventuellement si le candidat juge certaines parties de l'extrait du document peu convaincantes) et il peut être contre-productif de les multiplier.

Le jury rappelle aussi que certains concepts scientifiques ne sont développés dans le secondaire qu'en voie technologique (par exemple les capteurs, en STL SPCL)

Lors de la préparation au concours, parallèlement à la préparation des épreuves écrites, le jury conseille 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 de tous les enseignants. C'est grâce à cette réflexivité par rapport à sa propre pratique et une présentation d'exemples concrets puisés dans le quotidien du candidat que celui-ci met en valeur son expertise professionnelle. L'utilisation sans réflexion personnelle d'exposés "clé en main" proposés par certains ouvrages peut s'avérer décevante.

Concernant l'axe " la progressivité des apprentissages liés au concept", il convient, plutôt que de se focaliser sur une litanie de programmes des différentes filières, d'exposer au jury comment rendre plus robuste la notion étudiée chez les élèves. Par exemple, il est possible de montrer comment la notion s'articule avec les autres connaissances et compétences des élèves, à un niveau donné, ou comment le concept de spiralisation s'applique pour faire progresser les élèves.

Par ailleurs, le jury constate encore que les techniques de différenciation sont peu connues et que la notion est parfois confondue avec la diversification; l'intérêt de la différenciation sur les apprentissages des élèves est toujours peu perçu. 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, 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. D'autre part, il n'est pas suffisant de donner des exercices supplémentaires pour aborder la problématique de la remédiation, et la modélisation est plus complexe que la seule considération mathématique. Le GRIESP a proposé des documents importants sur cet aspect.

Quelques ressources sur les axes proposés :

- **La différenciation** :

Le CNESCO a organisé en mars 2017 une conférence de consensus sur le sujet ; plusieurs ressources sont disponibles à l'adresse <http://www.cnesco.fr/fr/differentiation-pedagogique/>

- **La place de la modélisation**

Ressource Eduscol : <https://eduscol.education.fr/document/22672/download>

Document du GRIESP : [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/40/2/RA19\\_Lycee\\_GT\\_2-1-T\\_PHYCHI\\_modelisation-competences-demarche-scientifique\\_1171402.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Physique-chimie/40/2/RA19_Lycee_GT_2-1-T_PHYCHI_modelisation-competences-demarche-scientifique_1171402.pdf)

- **L'évaluation**

Document du GRIESP sur l'évaluation de l'oral : <https://eduscol.education.fr/document/15922/download>

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

### ***Développement post-baccalauréat***

Le candidat doit montrer de l'aisance dans le formalisme et les calculs dans le cadre du développement post-baccalauréat, mais cette compétence n'est qu'une partie de ce qui est attendu des candidats. Le jury attend que les candidats montrent leur compréhension du point abordé dans toutes ses dimensions : ordres de grandeur, discussion des hypothèses, limites des modèles présentés, mise en perspective, intérêt applicatif. Les candidats prennent soin d'avoir une lecture critique des ouvrages sur lesquels ils s'appuient : pour cela, il est conseillé de diversifier et de croiser les sources d'information.

Le jury peut demander au candidat de justifier son choix de développement post-baccalauréat. Il faut en effet que ce développement intègre le concept initial en montrant les propriétés les plus pertinentes. Toute stratégie de contournement, qui amène à focaliser l'attention sur un point marginal par rapport au concept, peut être considérée comme hors-sujet. De même, le jury ne se satisfait pas d'un développement se situant à un niveau élémentaire ne dépassant pas celui de l'enseignement secondaire ou se limitant à des prémices d'un niveau post-baccalauréat.

Une ou des expériences illustratives peuvent être présentées, à condition qu'elles soient pertinentes et permettent de mettre en valeur une propriété fondamentale du concept. Il faut cependant veiller à ne pas multiplier les expériences l'épreuve de l'exposé se distinguant de celle du montage. En particulier, le candidat peut s'appuyer sur l'équipe technique et il n'est pas nécessaire de refaire des mesures devant le jury, les mesures faites pendant la préparation peuvent être utilisées.

La gestion du tableau est importante : le candidat doit veiller à ce que le développement post-baccalauréat soit entièrement lisible sur les tableaux à sa disposition, le jury pouvant demander de justifier ou discuter chaque point reporté sur ce tableau lors de l'entretien.

### ***e. Rapport relatif à l'exposé en chimie***

**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 à la candidate ou au candidat.**

#### ***Présentation du concept***

Le jury apprécie que la présentation du concept soit complète et développée, avec du contenu scientifique et pas uniquement de la terminologie. Le développement du concept doit prendre une place à part entière dans l'exposé et se distinguer d'une brève introduction. Il ne faut pas avoir peur d'y passer une dizaine de minutes ; le niveau attendu n'est pas limité aux éléments présents dans les programmes du secondaire. Sans être complètement exhaustive, elle doit permettre de donner un aperçu panoramique des notions concernées, des aspects fondamentaux aux applications. Il s'agit de faire les liens entre ces notions et ne pas les survoler sans les commenter. Les candidats qui réussissent le mieux sont ceux qui parviennent à développer un fil conducteur pour articuler les points abordés les uns aux autres et à prendre du recul avec les supports présentés en explicitant et en éclairant les idées par des commentaires à l'oral. Ils démontrent ainsi leur compétence de prise de parole, en particulier en mobilisant le lexique scientifique précis associé au concept.

Le jury regrette que la culture générale scientifique en chimie des candidats soit souvent assez limitée et ne peut qu'encourager les futurs candidates et candidats à développer également cet aspect de leur formation professionnelle.

Le jury rappelle, qu'outre un tableau à craies et 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 la candidate ou le candidat, 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, dans la mesure du possible, de ne pas effacer les tableaux au cours de l'exposé.

#### ***Développement pédagogique et didactique***

Lors du développement à caractère didactique et pédagogique, le thème de l'exposé ne doit pas disparaître au profit de l'axe pédagogique, qui doit s'appuyer sur une ou des situations d'enseignement concrètes. Il est attendu à ce sujet une présentation précise des objectifs pédagogiques visés qui restent trop souvent flous et se limitent, quand ils sont énoncés, à une présentation des éléments du programme. Une analyse didactique permettrait de les reformuler en apportant des précisions qui permettent de mieux les cibler et d'en dégager les enjeux en lien avec le concept. Il est important aussi d'associer à cette identification des apprentissages visés, les acquis des élèves qui seront mobilisés dans les activités permettant leur construction. Lors de cette session, de nombreux candidats sont parvenus à présenter des prérequis précis et bien analysés. Il est conseillé à tous les futurs candidates et candidats de continuer à réfléchir sur ce sujet, en particulier en les associant aux tâches que les élèves ont à réaliser.

Des évaluations diagnostiques sont assez fréquemment proposées mais restent définies avec trop peu de précision. Les questions ne sont pas formulées alors qu'elles permettraient de montrer les qualités de l'analyse des prérequis.

Certains candidats décrivent des situations de travail des compétences de prise de parole. Elles permettent de montrer l'intérêt accordé au travail de compétences transdisciplinaires qui sont évaluées dans le cadre de l'épreuve du Grand Oral. La description doit s'appuyer sur des outils concrets à mobiliser : grilles d'évaluation, supports, etc.

Les activités problématisées sont pertinentes à de nombreux égards : elles permettent de donner un but aux tâches à mener et donnent ainsi du sens à l'ensemble de la situation pour tous les élèves. On peut les construire en classe en prenant appui sur les apprentissages antérieurs.

Les développements purement formels, en se référant très peu aux contenus scientifiques, ne donnent pas d'éléments suffisamment concrets permettant d'évaluer les compétences pédagogiques et didactiques des candidats. A ce sujet, il ne suffit pas de présenter une suite de modalités de travail pour décrire une situation pédagogique.

Si la partie pédagogique concerne une situation d'apprentissage au cours de laquelle de nouveaux apprentissages sont construits, il est extrêmement important d'anticiper une synthèse écrite que les élèves gardent dans leurs supports pour l'apprendre et la retenir. Cette synthèse doit définir de façon explicite les nouveaux objets d'apprentissage : notions, grandeurs, relations, modèles abordés. Le jury attend que les candidats soient capables de mener ce travail de formulation en s'appuyant sur leur culture scientifique, didactique et pédagogique.

Le jury apprécie des propositions authentiques, fondées sur la pratique professionnelle de la candidate ou du candidat et sa culture didactique.

Un certain nombre de thématiques conduisent parfois les candidats à présenter des parties pédagogiques situées à la périphérie du concept, insuffisamment au cœur du sujet traité. C'est particulièrement le cas, par exemple, pour les mélanges binaires, la modélisation des solides, modification de groupes fonctionnels ou métaux et environnement. C'est cependant le cas aussi pour d'autres sujets, dont la présence dans les programmes est pourtant, *a priori*, plus apparente. Il est vivement recommandé de s'appuyer sur l'ensemble du spectre des enseignements du secondaire et plus spécifiquement sur la voie technologique, mais aussi l'enseignement scientifique.

L'appui sur des ressources pédagogiques robustes est la garantie d'une base pour une présentation solide. On attend cependant que les candidats portent un regard critique et professionnel sur les choix proposés et ne se contentent pas de répondre aux questions présentes dans les situations. Même s'il est très pertinent de présenter la ressource brute, il est essentiel d'analyser les choix, de les commenter et de les faire évoluer à partir d'une réflexion didactique pour apporter une plus-value en y mettant "sa patte".

Les expériences de cours sont très appréciées lorsqu'elles permettent une illustration des notions, lois et des modèles présentées. Leur exploitation ne doit cependant pas prendre le pas sur les développements prévus dans le cadre de la définition de l'épreuve.

### **Développement post-baccalauréat**

Les développements post-baccalauréat réussis sont de natures très variées. Ils s'appuient généralement tous sur une culture disciplinaire solide des candidats. Cette partie doit être bien ancrée dans le thème de l'exposé. En chimie organique, le jury a constaté que les choix de mécanismes proposés n'étaient que trop peu interprétés au regard du concept d'étude. Il est rappelé à ce sujet qu'il existe d'autres mécanismes que ceux relatifs à la substitution nucléophile.

Au niveau post-baccalauréat, le candidat peut veiller, tout en conservant un souci didactique et pédagogique, à adapter le rythme et le contenu de son discours ou la forme de ses écrits à ceux qui seraient attendus par des élèves ou étudiants à ce niveau.

La résolution d'un ou plusieurs exercices ne constitue pas un développement suffisant si elle n'est pas accompagnée d'une prise de recul et d'une analyse pédagogique ou didactique de la part du candidat, en lien avec le sujet à traiter.

Comme lors de l'épreuve de montage, il est bienvenu de garder un peu de temps en fin d'exposé pour une conclusion, un bilan, voire des ouvertures mettant en valeur la culture scientifique et technologique de la candidate ou du candidat.

Alors que le contenu de la présentation (exposé ou montage) relève de la seule initiative du candidat et qu'il peut alors s'en attribuer la propriété (« mon plan », « mon hypothèse », « mon raisonnement »), il convient de rappeler

que les réactifs, produits, atomes, pipettes, électrodes etc, n'appartiennent en rien au candidat et qu'il est préférable d'éviter les usages de « ma molécule », « mon H<sup>+</sup> », « mon complexe » etc.

Que ce soit pour l'exposé ou le montage, le jury va chercher à évaluer les limites de connaissances des candidats, afin de valoriser la réflexion même si la réponse finale n'est pas complètement aboutie. Les questions du jury n'ont pas pour but d'obtenir des réponses parfaites. Il s'agit en fait d'évaluer comment la candidate ou le candidat mobilise ses connaissances dans les domaines scientifique, pédagogique ou didactique pour comprendre et analyser les systèmes étudiés ou les situations proposées.

## 5. Épreuves et programmes 2023

Le programme complet de la session 2023 est disponible à l'adresse suivante :

<https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid100820/les-programmes-des-concours-enseignants-second-degre-session-2023.html>

### *a. 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).

### *b. Épreuves orales d'admission*

La description des attendus des épreuves orales d'admission est identique à celle de la session 2022. 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)**

Le programme de l'exposé est celui des épreuves écrites d'admissibilité.

**Structure de l'épreuve :** l'épreuve est constituée d'un exposé par le candidat, d'une durée maximum de 50 minutes, et d'un entretien avec le jury, d'une durée maximum de 30 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 choisit 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 relatifs au concept. Cette présentation permet au candidat d'attester de sa maîtrise 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 (CPGE scientifiques). 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.

## ***c. Liste des sujets des exposés et des montages de physique et de chimie tirés au sort***

### **a) Physique**

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

#### 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'exposé spécifiques

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

#### Sujets de montage spécifiques

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

## **b) Chimie**

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

### Sujets communs aux épreuves d'exposé et de montage

1. Séparation
2. Liaisons et interactions
3. Caractérisation et analyse chimique
4. Stéréoisomérisation
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 familles fonctionnelles
26. Modification de chaîne carbonée

### Sujet d'exposé spécifique

- 27e. Modélisation des solides
- 28e. Classification périodique

### Sujet de montage spécifique

- 27m. Stratégies de synthèse
- 28m. Spectroscopies