



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

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

## **Rapport du jury**

**Concours :** Agrégation interne

**Section :** Agrégation interne de physique-chimie

**Session 2023**

Rapport de jury présenté par : M. François VANDENBROUCK  
Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Avant-propos du président du jury</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Éléments statistiques</b>	<b>4</b>
2.1	Composition du jury . . . . .	4
2.2	Postes et candidats . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Épreuves écrites d'admissibilité</b>	<b>7</b>
3.1	Composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information . . . . .	7
3.2	Composition sur la chimie et le traitement automatisé de l'information . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Épreuves orales d'admission</b>	<b>9</b>
4.1	L'épreuve d'exposé . . . . .	9
4.2	L'épreuve de montage . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Programme pour la session 2024</b>	<b>18</b>
5.1	Épreuves écrites d'admissibilité . . . . .	18
5.2	Épreuves orales d'admission . . . . .	19

# 1 Avant-propos du président du jury

La session 2023 des concours de l'agrégation interne de physique-chimie et d'accès à l'échelle de rémunération des professeurs agrégés (CAERPA) a permis de promouvoir 49 professeurs de l'enseignement public et 11 professeurs de l'enseignement privé sous contrat. Les épreuves écrites d'admissibilité se sont déroulées les 1 et 2 février 2023, les épreuves orales d'admission du 23 avril au 2 mai 2023 au lycée Janson de Sailly à Paris. Le jury a délibéré le 3 mai 2023 à l'issue des épreuves orales d'admission.

Ce rapport a pour vocation de dresser un bilan du recrutement de professeurs agrégés par la voie des concours dont il est l'objet. Il s'inscrit dans la continuité des rapports précédents, dont la lecture est toujours d'actualité et, par suite, vivement recommandée. Le programme de la session 2024 est présenté à la fin de ce rapport.

La session 2023 ne se démarque pas des sessions précédentes. De nombreux candidats sont bien préparés à l'exigence des différentes épreuves et parviennent à tirer profit de leurs compétences tant sur le plan scientifique et disciplinaire que pédagogique. La réussite au concours est en effet conditionnée à une préparation rigoureuse qui ne peut faire l'économie d'un approfondissement des connaissances disciplinaires et d'une réflexion de nature pédagogique et didactique. Les candidats sont invités à prendre appui sur leur pratique professionnelle quotidienne afin de nourrir leurs prestations, tant à l'écrit qu'à l'oral, d'éléments authentiques et convaincants. Lors des épreuves orales d'admission, le jury a eu la satisfaction d'assister à d'excellentes présentations, claires et rigoureuses, attestant de connaissances solides, d'une bonne culture scientifique et d'un recul important sur la discipline et son enseignement.

Conscient de l'investissement important que demande la préparation au concours et des sacrifices parfois consentis, le jury félicite chaleureusement les candidats admis et encourage à persévérer ceux qui n'ont pas rencontré lors de cette session le succès escompté. Il n'existe pas d'échec à un concours, mais plutôt une réussite différée.

La publication de ce rapport m'offre l'occasion d'adresser mes remerciements à tous ceux qui, par leur engagement et la qualité de leur travail, ont œuvré pour la tenue du concours dans les meilleures conditions et ont ainsi permis aux candidats de faire valoir au mieux leurs compétences. J'exprime ma gratitude

à monsieur le proviseur du lycée Janson de Sailly,

à toutes celles et ceux qui, parmi le personnel du lycée Janson de Sailly, ont facilité la logistique du concours,

à tous les membres du jury, qu'ils soient mobilisés pour les épreuves d'admissibilité ou d'admission, pour leur engagement, leur fiabilité, leur rigueur, leur souci constant d'équité et, plus généralement, pour le professionnalisme dont ils ont fait preuve,

à l'ensemble du personnel technique, composée de vingt-quatre techniciens et de quatre professeurs préparateurs, pour leur expertise professionnelle, l'accompagnement et le soutien apportés aux candidats pendant les épreuves d'admission,

à toutes les personnes, en administration centrale ou déconcentrée, qui ont apporté leur aide dans l'organisation du concours,

et, enfin, à mes collègues vice-présidents du jury pour leur soutien indéfectible.

François Vandembrouck  
Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche  
Président du jury

## 2 Éléments statistiques

### 2.1 Composition du jury

Le jury compte dix-neuf membres (neuf femmes et dix hommes) et rassemble deux inspecteurs généraux de l'éducation, du sport et de la recherche (dont le président du jury), quatre IA-IPR, trois professeurs des universités, deux maîtres de conférences, cinq professeurs de chaire supérieure et trois professeurs agrégés.

### 2.2 Postes et candidats

Au titre de la session 2023, 49 postes étaient proposés au concours de l'agrégation interne de physique-chimie, et 11 au CAERPA de physique-chimie.

Les tableaux ci-dessous donnent les informations générales relatives aux effectifs de candidats du concours 2023, inscrits, présents, admissibles, admis, et les comparent aux mêmes données pour les dix dernières sessions.

#### Agrégation interne

Année	Postes	Inscrits	Présents aux deux 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%
2023	49	1050	698	67%	104	49	7,0 %

#### CAERPA

Année	Postes	Inscrits	Présents aux deux 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%
2023	11	248	159	64%	16	11	6,9%

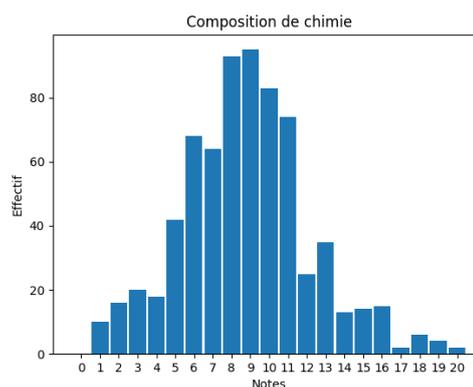
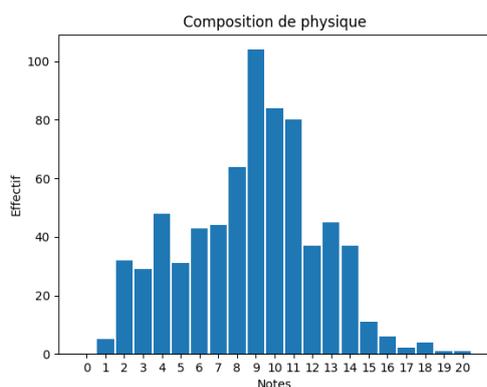
D'année en année, le concours s'avère particulièrement sélectif : environ un candidat admis pour 14 candidats présents.

#### Épreuves d'admissibilité

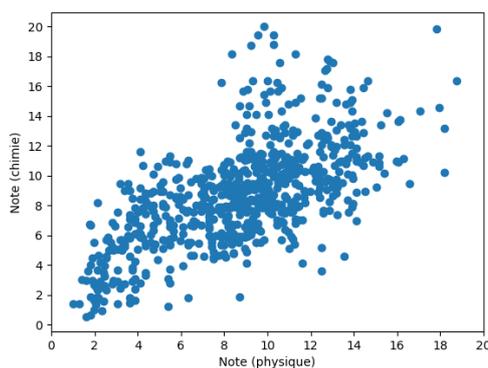
Le tableau suivant présente quelques indicateurs relatifs aux notes des candidats présents et admissibles ainsi que les barres d'admissibilité pour chacun des concours, agrégation interne et CAERPA.

	Agrégation interne		CAERPA	
	Présents	Admissibles	Présents	Admissibles
<b>Composition de physique (sur 20 points)</b>				
Moyenne	8,74	13,18	7,8	12,69
Écart-type	3,56	2,20	3,46	2,21
Premier quartile	6,23	11,53	4,58	10,65
Médiane	9,09	13,24	8,43	12,50
Troisième quartile	11,09	14,36	10,57	13,53
Note minimale	0,71	8,36	0,84	9,24
Note maximale	20	18,73	17,11	17,11
<b>Composition de chimie (sur 20 points)</b>				
Moyenne	8,74	13,86	8,25	14,31
Écart-type	3,43	2,52	3,77	3,18
Premier quartile	6,54	11,84	5,67	11,72
Médiane	8,7	13,42	8,7	13,48
Troisième quartile	10,66	15,68	10,44	16,14
Note minimale	0,51	9,21	0,09	9,33
Note maximale	20	20	20	20
<b>Barre d'admissibilité (sur 40 points)</b>	<b>24,16</b>		<b>23,99</b>	
<b>Nombre d'admissibles</b>	<b>104</b>		<b>16</b>	

Les distributions des notes sont représentées ci-après :



Le jury observe que les notes obtenues par les 857 candidats présents aux deux épreuves présentent une corrélation forte (coefficient de corrélation linéaire égal à 0,65) :



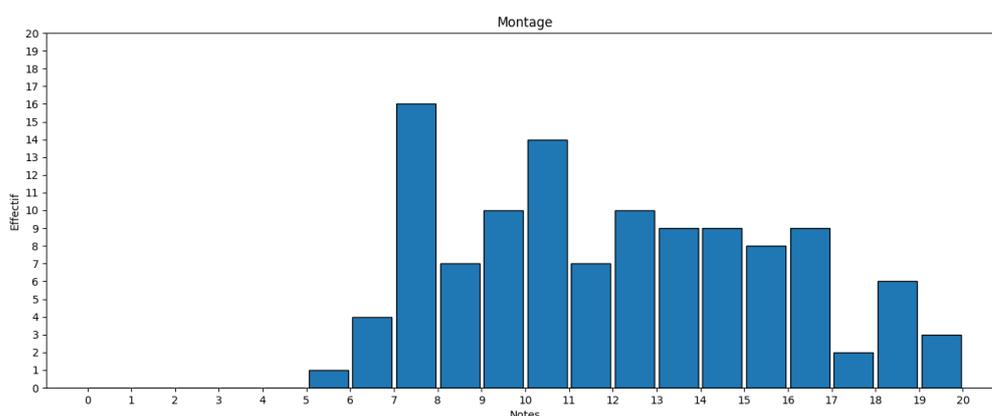
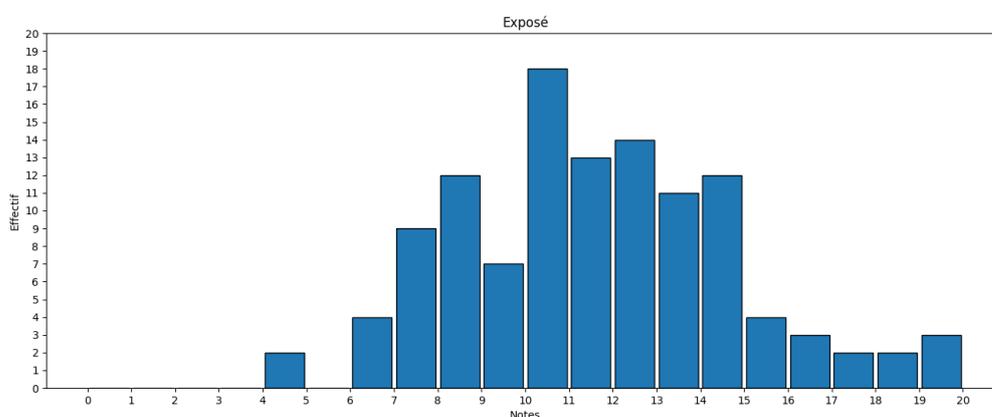
Certains candidats excellent dans les deux valences de la discipline.

### Épreuves d'admission

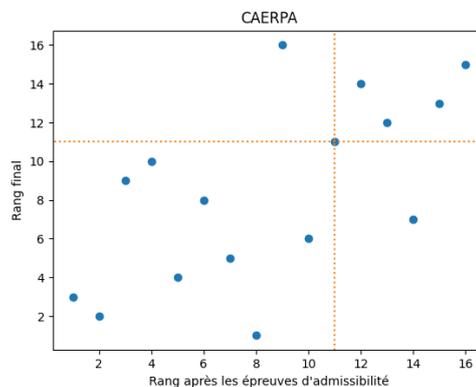
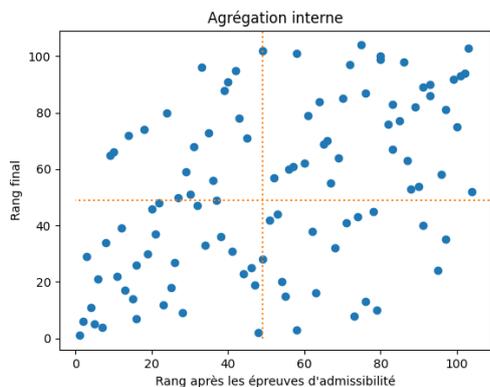
Le tableau qui suit présente les différents indicateurs relatifs à l'évaluation des candidats conduite par le jury à l'occasion des épreuves orales d'admission.

	Agrégation interne		CAERPA	
	Admissibles	Admis	Admissibles	Admis
<b>Exposé (sur 20 points)</b>				
Moyenne	11,06	12,51	11,73	13,36
Écart-type	3,13	3,04	3,88	3,14
Premier quartile	9,0	10,0	9,0	12,0
Médiane	11,0	13,0	12,0	12,0
Troisième quartile	13,0	14,0	12,5	15,0
Note minimale	4,0	7,0	6,0	10,0
Note maximale	20,0	20,0	19,0	19,0
<b>Montage (sur 20 points)</b>				
Moyenne	11,70	13,88	10,73	11,36
Écart-type	3,64	3,33	3,77	3,64
Premier quartile	9,0	12,0	8,0	8,5
Médiane	11,0	14,0	10,0	10,0
Troisième quartile	15,0	16,0	13,0	13,5
Note minimale	6,0	7,0	5,0	7,0
Note maximale	20,0	20,0	18,0	18,0

Les distributions des notes sont représentées ci-après :



Le jury déplore quelques absences et abandons pendant les épreuves d'admission alors que les poids équilibrés des épreuves écrites et orales assurent à chaque candidat ou chaque candidate déclaré(e) admissible de conserver toutes ses chances de réussite au concours à l'issue des épreuves écrites. On peut en effet constater sur les graphes qui suivent que les épreuves d'admission altèrent de façon sensible les rangs déterminés par les épreuves écrites d'admissibilité. Les candidats qui, dépassant les difficultés passagères rencontrées et surmontant les moments de découragement, parviennent à aller au bout de leur démarche en tirent bien souvent profit.



## 3 Épreuves écrites d'admissibilité

### 3.1 Composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information

Le sujet s'appuie sur le regard qu'un physicien peut porter sur la planète Terre et couvre des thématiques disciplinaires variées : mécanique (différence entre gravitation et pesanteur, aplatissement de la Terre, conséquence de sa rotation autour de l'axe des pôles), magnétisme terrestre, sismologie et thermodynamique de l'atmosphère. Le sujet est construit de façon à évaluer la culture et les habiletés disciplinaires des candidats dans des domaines diversifiés. Les questions pédagogiques proposées sont en lien avec les thématiques développées dans le sujet. Elles s'appuient sur des situations authentiques d'enseignement et sur des questionnements didactiques importants. Elles permettent d'évaluer la bonne appropriation des programmes en vigueur par les candidats et leurs compétences didactiques. Toutes les questions du sujet sont introduites par des verbes d'action afin d'explicitier ce qui est précisément attendu du candidat <sup>1</sup>.

Le jury constate que, comme chaque année, malgré l'indépendance des parties, la fin de l'épreuve est moins abordée, les candidats progressant le plus souvent linéairement dans le sujet. Le jury note que de nombreuses copies abordent avec rigueur une majorité de questions dans différents domaines de la physique, qu'elles soient de nature disciplinaire ou pédagogique. Les réponses apportées sont souvent argumentées avec soin et concision.

En ce qui concerne les applications numériques, le sujet demande de les traiter sans calculatrice et de les présenter sous un format défini sans ambiguïté dès le début du sujet, afin d'évaluer la capacité essentielle à évaluer et manipuler des ordres de grandeur. Cette consigne n'a malheureusement pas été toujours respectée. Les applications numériques ont pourtant toutes été choisies pour être assez facilement réalisables sans l'aide d'une calculatrice.

Le jury salue l'effort de préparation de nombreux candidats dont la note vient valoriser le travail et l'investissement. Il apparaît néanmoins dans certaines copies des confusions regrettables (par exemple, le jury a relevé que les notions de forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis ont été trop souvent confondues). Rappelons qu'un approfondissement des connaissances disciplinaires est nécessaire pour aborder au mieux cette épreuve écrite d'admission.

Les compétences évaluées par les questions pédagogiques comptent pour environ 20% de la note et concernent l'ensemble du programme (collège et lycée, voies générale et technologique). Elles s'appuient sur le référentiel de compétences des métiers du professorat et de l'éducation <sup>2</sup>, dont l'appropriation est vivement recommandée. Le jury attend des candidats une bonne maîtrise des objectifs des programmes scolaires en vigueur et des compétences à développer chez les élèves. Il invite les candidats à répondre précisément à ces questions, de manière concise et argumentée.

### 3.2 Composition sur la chimie et le traitement automatisé de l'information

Le sujet proposé cette année a porté sur le thème des membranes et en explore diverses applications en chimie, il comprend 56 questions disciplinaires et 5 questions pédagogiques comptabilisées pour respectivement 80% et 20 % des points du barème. Articulé autour de plusieurs parties indépendantes, il a permis à un grand nombre de candidates

1. <https://eduscol.education.fr/document/22675/download>

2. <https://www.education.gouv.fr/le-referentiel-de-competences-des-metiers-du-professorat-et-de-l-education-5753>

et candidats de parcourir la totalité du sujet, et de choisir de traiter en priorité les parties qui leur semblaient plus abordables. Les questions pédagogiques sont insérées dans le sujet, afin de les inscrire dans la thématique globale et leur donner ainsi une certaine assise; il est cependant possible de traiter ces questions de manière spécifique en début ou en fin de copie, stratégie choisie par quelques candidats.

Le jury félicite les candidates et les candidats pour leur préparation en amont et leurs productions lors des épreuves, les copies étant en général fournies, bien organisées et lisibles. Les efforts de rédaction et d'argumentation sont valorisés et de nombreuses copies répondent aux attendus de ce point de vue lorsqu'un calcul en plusieurs étapes est réalisé par exemple. Le jury encourage les futurs candidates et candidats à soigner leur argumentation lorsqu'il s'agit de mener un raisonnement en plusieurs points pour répondre à une question ouverte. De même, le jury rappelle que, lorsqu'un commentaire est attendu pour un résultat numérique, il n'y a pas de longueur attendue et que les candidates et candidats sont invités à s'exprimer sans idée préconçue. Enfin, les qualités rédactionnelles, le soin et la rigueur scientifique ont été valorisés dans de nombreuses copies.

Les questions pédagogiques ont été conçues pour être traitées dans un temps raisonnable par rapport à leur part dans le barème, tout en permettant de fournir des réponses construites, sous des formats variés explorant l'ensemble du référentiel des compétences des métiers du professorat et de l'éducation<sup>2</sup>. Le jury rappelle ici la nécessité de respecter les consignes du sujet, notamment en termes de rendus, afin que tous les candidates et candidats puissent être évalués de la même manière, condition nécessaire à l'égalité de traitement de chacune et chacun.

Le sujet a permis aux candidates et candidats d'éprouver leur maîtrise de deux aspects fondamentaux du langage des chimistes : l'écriture de réactions (bilans, demi-équations d'oxydoréduction, mécanismes) et les différents modes de représentation des molécules avec leur signification. Dans ces domaines, comme dans celui du calcul, ou du raisonnement, il est attendu des candidates et des candidats qu'ils répondent de manière rigoureuse, argumentée et précise. Il en est de même pour les questions dédiées aux aspects expérimentaux, que ce soit dans les questions pédagogiques ou les questions disciplinaires.

Dans leur ensemble, les questions d'ordre disciplinaire ont été conçues de façon à évaluer la maîtrise de la candidate ou du candidat sur trois niveaux de questions :

- les questions relevant d'un niveau scientifique socle, que le jury attend d'une candidate ou d'un candidat à l'agrégation interne ou au CAER;
- les questions dont le traitement exige un bon niveau de préparation et non une spécialisation dans la discipline. Ces questions constituent une majorité des points du barème;
- les questions plus difficiles, témoignant d'un degré de maîtrise disciplinaire plus élevé, présentes en nombre limité.

La formulation du sujet avec des verbes d'action<sup>1</sup> en gras doit permettre de mieux formuler la réponse. Il faut veiller à ne pas oublier un des deux ou trois verbes lors d'une question et de bien faire la différence entre « justifier » et « indiquer » ou entre « écrire » et « préciser » par exemple. De même, une question commençant par « montrer que... » est formulée de la sorte afin de ne pas bloquer dans l'avancement du problème mais alors, plus que le résultat, c'est bien le raisonnement et sa rédaction qui sont évalués. Le jury ne saurait alors valider une réponse du type « après calcul, on trouve que... » sans aucune justification.

Enfin, certains candidats ou candidates ont manifestement composé sans calculatrice (sans toutefois que cela soit mentionné sur la copie), ce qui est évidemment source de difficultés non recherchées par le jury.

En conclusion, le jury a pu constater lors de cette session 2023 un niveau de maîtrise générale des connaissances et capacités tout à fait satisfaisant chez les candidates et candidats admissibles, qui ont su gérer leur temps de façon efficace entre les questions pédagogiques et disciplinaires, mettant ainsi en valeur leur expertise scientifique et professionnelle.

## 4 Épreuves orales d'admission

### 4.1 L'épreuve d'exposé

#### 4.1.1 Remarques d'ordre général

**Objectifs :** le candidat ou la candidate est amené(e) à préparer puis présenter un exposé dédié à un concept scientifique imposé. Au cours de cette épreuve, son expertise pédagogique et didactique, ses connaissances scientifiques et ses capacités de communication et d'argumentation sont évaluées par le jury, aux niveaux secondaire et post-baccalauréat.

**Organisation :** l'épreuve d'exposé consiste en une phase de préparation d'une durée de quatre heures (4h), suivies d'un passage devant le jury d'une durée de quatre-vingts minutes (1h20) maximum.

**Phase de préparation :** au début de l'épreuve, le candidat ou la candidate prend connaissance du sujet qui lui est proposé. Il est constitué du concept scientifique imposé et des deux axes de développement pédagogique mis à son choix. Il ou elle est ensuite conduit(e) dans sa salle pour la préparation de l'exposé. Au bout des quatre heures de préparation, le jury entre et l'interrogation débute. Tout au long de la phase de préparation, le candidat ou la candidate a accès à la bibliothèque du concours et il ou elle bénéficie de l'appui de l'équipe technique, qui peut l'assister à sa demande pour la mise en œuvre d'expériences.

**Déroulement de l'interrogation :** pour son exposé face au jury, la candidate ou le candidat dispose de cinquante minutes pour articuler, après une introduction libre, deux parties attendues d'égales importances. Au tout début de sa présentation, avant même l'introduction du concept, le candidat ou la candidate peut, s'il ou elle le souhaite, annoncer le plan de son exposé, en particulier l'ordre des deux parties, qu'il ou elle agence comme il ou elle l'entend. Le candidat ou la candidate est libre de débiter aussi bien par le développement pédagogique (en précisant l'axe choisi) ou le développement post-bac.

L'introduction libre consiste à situer la thématique scientifique du concept imposé dans toute sa généralité, du fondamental aux applications, sans se restreindre à un niveau d'enseignement particulier. L'objectif est de dessiner le cadre scientifique dans lequel la suite de l'exposé s'inscrit, pour permettre au jury d'évaluer le recul du candidat sur le sujet et la clarté de son exposé. La durée de cette introduction devra être comprise entre cinq à dix minutes pour laisser le temps nécessaire aux deux développements attendus par la suite. Les modalités de présentation de cette introduction sont laissées au libre choix des candidats, le jury valorisant essentiellement le recul et la profondeur de la réflexion ainsi que la clarté de l'analyse.

La première des deux parties est constituée d'un développement relatif à l'enseignement du concept au niveau secondaire (collège ou lycée, général ou technologique) avec une mise en perspective selon l'axe pédagogique choisi (qui doit être clairement explicité dès le début de l'exposé). La forme de ce développement est libre : cela peut être, par exemple, la description d'une séquence, une évaluation, un exercice, une activité expérimentale, etc. L'axe pédagogique retenu doit structurer ce développement : il peut porter, par exemple, sur les difficultés d'apprentissage liées au concept, la place de la modélisation, la différenciation, l'évaluation, la remédiation, la formation des élèves à la démarche scientifique, etc. À cet effet, le candidat ou la candidate est encouragé(e) à s'appuyer sur des éléments concrets relatifs à des situations d'enseignement réalistes en puisant dans son activité professionnelle de professeur en exercice.

La deuxième partie est consacrée à un développement au niveau post-baccalauréat d'une ou plusieurs notions relatives au concept imposé. Elle permet au candidat ou à la candidate de mettre en valeur son expertise disciplinaire, d'attester de sa maîtrise scientifique du concept, des modèles afférents (physiques ou chimiques) et de sa capacité à en présenter les aspects fondamentaux et appliqués. Sans que cela soit exigé, le candidat ou la candidate peut, s'il ou elle le souhaite, construire ce développement post-baccalauréat dans la continuité de l'axe pédagogique retenu pour la première partie. Le concept imposé par le sujet doit y être pleinement intégré, en montrant les aspects les plus pertinents. Il est attendu des candidats et des candidates une totale maîtrise du ou des point(s) abordé(s) dans toutes les dimensions : ordres de grandeur, discussion des hypothèses, limites des modèles présentés, mise en perspective, intérêt applicatif, etc. Enfin, si le jury ne se satisfait pas d'un développement se situant à un niveau trop élémentaire, ne dépassant pas celui de l'enseignement secondaire ou se limitant à un exemple ou à la résolution d'un exercice, l'exploitation à un niveau post-baccalauréat n'a pas vocation à être exhaustive.

Lors de l'exposé, une ou plusieurs expériences illustratives peuvent être présentées. Leur intégration ne doit pas prendre le pas sur les développements prévus dans le cadre de l'épreuve, mais si le candidat ou la candidate fait le choix de présenter une expérience, elle doit être correctement exploitée. Lors de la présentation, le candidat ou la candidate endosse la responsabilité des résultats obtenus en préparation et aucun membre de l'équipe technique ne peut l'assister. En revanche il ou elle peut requérir l'assistance de l'équipe technique pendant la phase de préparation, notamment pour monter le dispositif ou prendre des mesures.

À l'issue de l'exposé, le jury engage un entretien avec le candidat ou la candidate. Par ses questions, le jury valorise la prestation du candidat, pour préciser voire approfondir les propos tenus. À cet effet, le jury apprécie d'avoir comme support à sa disposition l'ensemble de ce qui a été présenté par le candidat ou la candidate, afin de pouvoir y revenir le cas échéant. Il est donc préférable, dans la mesure du possible, de ne pas effacer les tableaux au cours de l'exposé. Le jury cherche également à tester les limites de connaissances du candidat ou de la candidate pour évaluer comment il ou elle mobilise ses connaissances dans les domaines scientifique, pédagogique ou didactique pour comprendre et analyser les systèmes étudiés ou les situations proposées.

De manière générale, les critères d'évaluation sur lesquels se basent les membres du jury sont les suivants :

- qualité de la présentation du concept;
- maîtrise disciplinaire, à la fois au niveau secondaire et au niveau post-baccalauréat;
- expertise professionnelle, en particulier au regard de l'axe pédagogique retenu;
- capacités de communication : dynamisme, précision du langage, et utilisation pertinente des supports de communication.

#### **4.1.2 Remarques spécifiques**

##### **Introduction libre**

Cette année, le jury a constaté que l'introduction a fréquemment commencé par la présentation d'une carte conceptuelle ou carte mentale. Si ce support est approprié, il ne doit cependant pas être considéré comme indispensable : dans certains cas il apporte une véritable plus-value pour la mise en perspective des différents aspects, pour d'autres il affaiblit la qualité structurelle du discours si son utilisation se résume à une lecture d'une carte projetée ou dessinée. Un autre écueil est souvent rencontré : le concept scientifique n'est présenté qu'au regard de ce que les programmes scolaires en disent. Malheureusement cette contrainte (que le jury n'impose aucunement) laisse de côté des pans entiers du savoir scientifique, et limite l'évocation des applications technologiques. Enfin il arrive que l'introduction fasse la part belle à une approche historique. Si elle est maîtrisée, l'impression donnée peut être excellente. Enfin, le jury apprécie que les développements pédagogiques et didactiques, ainsi que le développement scientifique, soient précisés à ce moment, ce qui permet de les situer plus clairement et de comprendre la logique sous-jacente à l'exposé.

##### **Développement pédagogique**

Le développement pédagogique et didactique doit montrer les capacités des candidats et des candidates à identifier les difficultés d'apprentissages que les élèves peuvent rencontrer avec le sujet retenu ainsi que les solutions pédagogiques et didactiques qu'ils proposent de mettre en œuvre pour y remédier. Une certaine prise de hauteur par rapport aux compétences professionnelles des enseignants et la capacité à éclairer les concepts abordés dans le secondaire par leur maîtrise à un niveau post-bac sont appréciés.

Toutes les activités rencontrées dans une classe sont valorisables dans cette section. Il est toutefois nécessaire d'éviter une activité mal adaptée dont le lien avec le thème ne serait pas clairement explicite. Il est important aussi d'associer à cette identification des apprentissages visés ainsi que les acquis des élèves qui seront mobilisés dans les activités permettant leur construction.

L'appui sur des ressources pédagogiques robustes est la garantie d'une base pour une présentation solide. On attend cependant que les candidates et les candidats portent un regard critique et professionnel sur les choix proposés et ne se contentent pas de répondre aux questions présentes dans les activités tirées d'un ouvrage. 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. Les reformulations et/ou ajouts de questions doivent, le cas échéant et dans la mesure du possible, être présentés sous une forme achevée lors de l'exposé.

Les axes pédagogiques proposés cette année étaient :

- 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.

Cette liste peut être amenée à évoluer d'une session du concours à une autre.

Le jury regrette que la partie pédagogique soit rarement construite autour de l'axe pédagogique proposé. Trop souvent, les objectifs pédagogiques ne sont pas définis a priori, ce qui déstabilise l'assise de la séquence pédagogique présentée et peut indiquer que le choix de l'axe pédagogique n'a pas réellement articulé le développement pédagogique présenté. Le traitement de l'axe pédagogique et didactique est parfois mal réalisé par manque de connaissance des axes. Rappelons qu'il existe des ouvrages et de nombreuses ressources en ligne accessibles qui permettent de s'acculturer aux principaux résultats de la didactiques des disciplines et des sciences de l'éducation :

- la conférence de consensus du CNESEO sur la différenciation (2017)<sup>3</sup>;
- la conférence de consensus du CNESEO sur l'évaluation (2022)<sup>4</sup>;
- une ressource Eduscol relative à la modélisation (2020)<sup>5</sup>;
- une ressource Eduscol (GRIESP) portant sur les activités orales (2020)<sup>6</sup>.

Lors de la présentation du développement pédagogique, il est souvent fait appel à des extraits d'ouvrages, vidéoprojetés. Il faut bien sûr veiller à leur visibilité. Au-delà, il est important de toujours conserver une attitude critique envers ces extraits, l'intention pédagogique de leur rédacteur n'étant pas forcément alignée avec celle du ou de la candidate. Le jury apprécie la capacité à critiquer les ressources, et à proposer des améliorations au regard des objectifs explicités.

Comme les années passées, le jury a valorisé les présentations dans lesquelles le développement pédagogique s'intégrait judicieusement à l'axe pédagogique et didactique choisi, tant d'un point de vue théorique que pratique.

### **Développement post-baccalauréat**

Les développements post-baccalauréat les plus réussis ont été de natures très variées, il n'est donc pas nécessaire de se contraindre à un format particulier. En revanche, ils s'appuient tous sur une culture disciplinaire solide des candidates et des candidats et sur un fort ancrage de cette partie dans le thème de l'exposé. En particulier, la capacité du candidat ou de la candidate à faire ressortir le sens chimique et physique du formalisme et des équations développées est très appréciée.

Il est rappelé également que les programmes post-baccalauréat ont largement évolué ces dernières années, en particulier au niveau des CPGE. Il est donc conseillé de se référer à des éditions relativement récentes d'ouvrages. Si les candidates ou les candidats sont libres de positionner leur exposé en dehors de ce cadre, il leur appartient alors de justifier ce positionnement et, surtout, de bien préciser le niveau d'étude auquel l'exposé serait envisageable. 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.

Que ce soit pour l'exposé ou le montage, le jury va chercher à évaluer les limites de connaissances des candidates et 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 et sont parfois très ouvertes. Il s'agit en fait d'évaluer comment la

3. <https://www.cnesco.fr/differenciation-pedagogique/>

4. <https://www.cnesco.fr/evaluation-en-classe/>

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

6. <https://eduscol.education.fr/document/15904/download?attachment>

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. Le jury se permet parfois d'interrompre une réponse un peu longue : la candidate ou le candidat ne doit pas s'en formaliser ou s'en étonner, il s'agit simplement d'éviter de se disperser lorsque l'essentiel de la réponse a été obtenu afin de passer à d'autres aspects de l'exposé tout en restant dans le temps imparti.

## 4.2 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 pendant lequel la candidate ou le candidat dispose au maximum de cinquante minutes de présentation et le jury peut l'interroger pendant une durée maximale de trente minutes. La candidate ou le candidat dispose d'un choix entre deux sujets à réaliser le plus tôt possible pour s'y tenir ensuite afin de profiter au mieux du temps de préparation.

**Objectifs :** il s'agit d'illustrer expérimentalement le sujet retenu : le candidat ou la candidate présente et exploite des expériences sous sa responsabilité, dont il ou elle interprète les résultats à l'aide de concepts et de modélisations à un niveau post-baccalauréat. 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.

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.

**Déroulement de l'interrogation :** la candidate ou le candidat dispose pleinement de cinquante minutes dont elle ou il a la gestion pour présenter et exploiter ses expériences. Pendant les quinze premières minutes, le jury n'intervient pas en laissant à la candidate ou 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 au fur et à mesure de la progression dans les manipulations. En fin de présentation, un moment d'échange peut être réservé pour clore l'interrogation.

**Présentation du montage :** cette épreuve permet d'évaluer la capacité des candidats et des candidates à mettre en œuvre une démarche expérimentale sur un thème donné ainsi que leur dextérité et le rôle qu'ils ou elles attribuent à la part de l'expérience dans l'enseignement de la physique.

Le traitement expérimental du sujet ne saurait être exhaustif. La candidate ou le candidat doit effectuer un choix d'expériences permettant d'aborder plusieurs aspects scientifiques du thème, en prenant soin d'utiliser plusieurs méthodes et pratiques expérimentales, aboutissant à des mesures variées suivant un fil conducteur présenté en introduction. L'introduction du montage, sans être trop longue, doit permettre la définition claire et concise des concepts utilisés et aussi la justification des manipulations choisies et leur pertinence, mais elle ne doit pas se transformer en une présentation détaillée du concept, qui fait déjà l'objet d'une évaluation dans l'épreuve d'exposé. Le montage n'est pas non plus le lieu où l'on redémontre les relations entre les grandeurs utilisées, mais elles pourront néanmoins être interrogées par le jury.

Si le jury apprécie la présentation de rapides expériences introductives, les expériences qualitatives qui ne permettent ni d'établir des lois phénoménologiques, ni de confronter mesures et modèles, doivent rester en nombre limité. Pour la partie quantitative du montage, le candidat ou la candidate doit savoir évaluer de manière réaliste et raisonnable le nombre d'expériences qu'il ou elle pourra mener. Pour certaines thématiques, deux ou trois expériences quantitatives peuvent suffire, car en faire davantage ne permet pas une exploitation convenable. Dans tous les cas, un travail approfondi sur les expériences est valorisé par le jury. En gardant un nombre suffisant pour illustrer correctement le thème, il est préférable de présenter un nombre limité d'expériences bien exploitées et dont les aspects théoriques, les limites et les hypothèses sont connues, plutôt qu'un grand nombre de manipulations uniquement qualitatives ou mal maîtrisées.

L'exploitation à un niveau post-baccalauréat permet d'apprécier la maîtrise du contenu scientifique et de la connaissance des instruments réalisés. 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. Il n'est pas forcément utile de faire systématiquement des évaluations de l'incertitude-type, ne serait-ce que pour des questions de temps; mais le jury attend qu'une discussion approfondie et maîtrisée de cette notion soit menée au moins une fois au cours du montage. La notion de modèle ne se limite pas à une loi mathématique. Il faut connaître les limites du modèle

ainsi que ses hypothèses fondatrices. 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.

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.

En fin de présentation, il peut être pertinent de prévoir d'effectuer une brève 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 peut alors montrer qu'elle ou il est 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.

Dextérité et respect des règles de sécurité sont attendus. Par conséquent, le candidat ou la candidate veille à manipuler devant le jury en s'assurant de la visibilité des expériences. Le jury apprécie les montages et exposés dynamiques et rythmés qui démontrent les qualités pédagogiques des candidats et des candidates. Il attend une présentation claire et rigoureuse ainsi qu'une brève description du dispositif expérimental montré. Le vocabulaire doit être précis, les méthodes connues et détaillées. Il s'agit également de garder la rigueur attendue dans le vocabulaire disciplinaire ainsi que dans l'expression ou l'écriture des grandeurs.

**Préparation du montage :** lors de la préparation, le personnel technique peut apporter le matériel nécessaire, la documentation qui l'accompagne ainsi que des ouvrages de la bibliothèque. Dans la mesure où l'épreuve a pour but d'évaluer les capacités expérimentales du candidat ou de la candidate, l'équipe technique l'assiste sans aucune prise d'initiative. En cas de mesures répétitives, afin de gagner du temps de préparation, le candidat ou la candidate peut demander à un personnel technique d'effectuer les prises de mesures à condition de lui fournir un protocole détaillé par écrit qu'il suivra rigoureusement. La mise en place d'un protocole, son adaptation éventuelle au regard des contraintes (matériel disponible, choix des concentrations, utilisation d'une caméra ou d'un appareil photo rapide plutôt que d'une webcam pour l'acquisition d'images,...) relève de la pleine responsabilité du candidat ou de la candidate qui doit être en mesure de justifier ses choix. Il ou elle effectue seul(e) ses manipulations devant le jury et doit assumer pleinement tous les résultats présentés quelle qu'en soit la façon dont ils ont été obtenus.

Durant la préparation, la candidate ou 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, lorsque cela est possible, 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 la candidate ou le candidat. Cependant, il est parfois plus pertinent de refaire devant le jury quelques mesures successives, de valider les ordres de grandeur, puis d'exploiter la série de mesures obtenues en préparation, qui a plus de chance d'être cohérente.

Les tableaux de valeurs mesurées en préparation peuvent faire l'objet d'un support informatique, la candidate ou le candidat veillant autant que possible à leur lisibilité lors de la vidéo-projection.

**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. Souvent les candidats ou les candidates utilisant ces logiciels passent un temps considérable sur la calculatrice de poche collège fournie, alors que ces logiciels permettent de préparer à l'avance les calculs. Certains logiciels couplés à une interface doivent être utilisés uniquement pour l'acquisition des données, celles-ci étant ensuite exportées afin de permettre leur exploitation dans un tableur ou à l'aide de Python.

L'usage d'autres logiciels fréquemment rencontrés dans l'enseignement secondaire reste tout à fait possible. Néanmoins les candidats ou les candidates doivent en posséder la maîtrise, en connaître les principes de fonctionnement et le paramétrage et rester conscients de leurs limitations ergonomiques.

La gestion des chiffres significatifs constitue souvent un sujet de préoccupation alors que leur usage au niveau-post-bac

est assez souple. S'il convient d'éviter les arrondis excessifs, il est en revanche de bon aloi de ne conserver que 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.

**Entretien avec le jury :** l'objectif de l'entretien est de permettre au jury d'évaluer la logique du choix des expériences, la pertinence du choix des matériels, des montages et des protocoles suivis, de vérifier la connaissance des hypothèses sous-jacentes aux modèles ou de demander des précisions sur les aspects plus théoriques illustrés, d'apprécier l'expertise du candidat ou de la candidate 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 ou de la candidate sur un phénomène présent durant la présentation, mais non discuté par le candidat ou la candidate. Tout instrument de mesure utilisé peut faire l'objet de questions de la part du jury.

Pour que le jury puisse revoir certaines expériences avec le candidat ou la candidate, 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 ou la candidate doit s'abstenir d'effacer le tableau, pour que le jury puisse revenir sur ce qui a été écrit.

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. Il l'interroge sur les expériences qu'il a montrées, sans remettre en question les choix opérés. Même si le jury essaye de ramener les échanges vers le thème à traiter, ceux-ci peuvent parfois porter sur des choix éloignés du thème retenu.

#### **4.2.1 Montage de physique**

Selon les domaines de la physique expérimentale présentés, quelques remarques sont à noter, d'abord d'une façon générale et ensuite dans le détail des domaines disciplinaires.

Il est recommandé de ne pas exposer la théorie du montage pendant la présentation, celle-ci est supposée être connue. Mais elle peut faire l'objet de questions de la part du jury.

Il est judicieux de vérifier la compatibilité des instruments utilisés et de demander si nécessaire au personnel technique toujours le même modèle d'appareil, lorsque cela est possible et que les mesures s'y prêtent. Cela peut éviter de perdre du temps à retrouver une méthode de réglage particulière ou de mesure d'une grandeur. En électrocinétique, comme dans d'autres domaines de la physique, il n'est pas toujours nécessaire d'effectuer un montage différentiel si l'oscilloscope permet de faire la soustraction de deux signaux. Il est particulièrement apprécié que l'affichage des courbes soit synchronisé.

L'utilisation de smartphones avec des applications adaptées pour différents montages sont largement appréciés par le jury. La liste des applications n'est, bien sûr, pas exhaustive et le jury ne privilégie aucune application en particulier.

En optique, le jury apprécie la qualité de l'alignement des différents composants optiques et une attention particulière doit être portée à la qualité des images projetées. Le placement précis des éléments optiques est également important et doit être réalisé pas à pas devant le jury, accompagnés de quelques mots d'explication.

Les mesures d'éclairement peuvent être perturbées par des facteurs extérieurs, il est donc souvent utile d'éteindre les lumières de la salle pour obtenir des résultats plus précis ou, si cela est possible, d'occulter les sources externes de lumière à l'aide de montages en carton élaborés en préparation. Une mesure différentielle peut également résoudre avantageusement la question de l'éclairage ambiant.

En optique ondulatoire, l'utilisation de la formule des réseaux nécessite une bonne connaissance de la valeur de l'angle d'incidence ou l'utilisation d'un protocole pour s'en affranchir.

L'utilisation d'un capteur CCD est également appréciée pour présenter des résultats en optique ondulatoire qui ne se limitent pas à une simple mesure d'interfrange. Le montage "vision et images" ne se résume pas à un catalogue de mesures de focométrie. La réalisation d'un faisceau de lumière parallèle par auto-collimation doit être maîtrisée, le réglage

des oculaires des appareils optiques doit être, lui aussi, maîtrisé et, il est à noter qu'il ne suffit pas de d'observer le réticule de façon nette pour pouvoir affirmer que l'ensemble du dispositif est correctement réglé.

Le jury attire également l'attention des candidates et des candidats sur le fait qu'il existe de nombreuses méthodes plus pertinentes que l'utilisation d'une expérience d'interférences ou de diffraction pour déterminer la longueur d'onde d'un laser. De plus, lors d'une expérience avec les fentes d'Young, il est important de mettre en évidence tous les phénomènes observés, plutôt que de se limiter aux simples interférences.

Le jury constate fréquemment que les candidats et candidates ont une conception erronée de la condition de diffraction d'une onde, en supposant que celle-ci requiert la présence d'une fente dont la largeur est comparable à la longueur d'onde de l'onde diffractée, alors qu'il existe d'autres configurations permettant de mettre en évidence le phénomène de manière plus judicieuse.

En physique ondulatoire, le jury apprécie des expériences couvrant des champs variés et exploités dans des domaines fréquentiels différents.

Un montage sur rail est fréquemment employé pour évaluer la vitesse du son dans l'air, que ce soit par la mesure du temps de propagation d'une impulsion ou bien par l'estimation de sa longueur d'onde. Deux récepteurs sont souvent sollicités pour ce faire, bien qu'un seul suffise. La subtilité de la mesure différentielle demeure souvent imparfaitement assimilée.

En mécanique, il est crucial de comprendre la distinction entre les ondes stationnaires et le phénomène de résonance. Le jury observe souvent des confusions fréquentes à ce sujet. Lors de la présentation de la corde de Melde, une réflexion attentive sur les phénomènes observés est attendue.

Il est également important de distinguer la résonance en élongation de la résonance en vitesse (ou en intensité et en tension aux bornes du condensateur dans le cas d'un circuit RLC série), ainsi que de maîtriser les caractéristiques associées. Dans l'étude du pendule, qui est généralement pesant, il convient de se poser la question de la pertinence de sa modélisation par un pendule simple. Il est nécessaire de réfléchir au moment opportun de la prise de mesure de temps dans le cadre de l'évaluation de la période du pendule. Un déclenchement du chronomètre au moment où le pendule est à sa position angulaire maximale n'est pas la plus judicieuse.

En illustration des attentes expérimentales post-baccalauréat en mécanique, le pendule pesant interfacé par un dispositif numérique est un bon exemple. Après un protocole d'étalonnage précis, les mesures prises sur un intervalle de temps suffisamment long permettent l'extraction de divers paramètres physiques autres que le moment d'inertie et la pseudo-période. L'outil informatique permet d'accéder à une modélisation du mouvement sans se limiter aux petits angles, permettant ainsi d'enrichir la conclusion.

Les lois de Coulomb du frottement solide de glissement doivent également être connues et maîtrisées pour que les expériences correspondantes soient crédibles. Dans la mesure de viscosité d'un fluide par la chute de billes, il est souvent nécessaire de vérifier l'hypothèse selon laquelle une vitesse limite a été atteinte pour valider les résultats. Le choix du diamètre de la bille par rapport à celui de l'éprouvette est également important. Il ne faut pas suivre aveuglément le protocole proposé par un constructeur. Le jury attend d'un futur professeur agrégé qu'il soit capable de porter un regard critique sur les performances d'un dispositif par rapport à un autre.

En électromagnétisme, le jury accorde une importance particulière aux mesures précises et rigoureuses du champ magnétique terrestre, portant sur chacune de ses composantes, et pouvant parfois nécessiter l'utilisation de smartphones. De plus, la connaissance précise du champ magnétique terrestre est essentielle pour l'analyse des résultats de certaines expériences, notamment celle d'Ersted.

En électrocinétique, la connaissance des ordres de grandeur des impédances d'entrée et de sortie des appareils utilisés est cruciale pour des mesures précises.

La connaissance et la détermination de grandeurs caractéristiques est particulièrement appréciée dans ce domaine.

Il est important de bien comprendre l'intérêt des étages d'amplification intermédiaires dans le montage électrique, lorsqu'ils sont présents. La résistance interne des GBF est de  $50\Omega$ , elle doit également être prise en compte pour éviter les

erreurs d'interprétation. Pour des expériences post-baccalauréat, l'utilisation des câbles coaxiaux en conjonction avec des raccords « T-BNC » permet de limiter le bruit et le nombre de câbles dans le circuit. Un seul câble coaxial peut également être utilisé pour synchroniser l'oscilloscope avec un signal d'horloge, ce qui évite les problèmes d'affichage instable.

En ce qui concerne les schémas des circuits électriques, il est important de respecter la nomenclature et de représenter un GBF comme une source de tension en série avec sa résistance interne pour éviter les erreurs. Notons enfin que, sur un schéma électrique, les grandeurs doivent être orientées.

Enfin, lors de l'utilisation de l'oscilloscope pour mesurer un temps, il est préférable d'utiliser le bouton de décalage de temps pour améliorer la précision parfois, d'au moins, un facteur 10.

L'emploi d'un décibel-mètre peut permettre de faire de nombreuses mesures rapidement et précisément, permettant au final de tracer un diagramme de Bode de qualité.

En ce qui concerne la thermodynamique, un montage comme « États de la matière » ne doit pas être réduit à l'unique mesure de la chaleur latente de fusion de l'eau à partir de la fonte de quelques glaçons. La richesse du domaine est telle que la candidate ou le candidat doit aussi pouvoir présenter la détermination d'une autre grandeur caractéristique.

Il est important d'estimer quelques temps caractéristiques, notamment celui correspondant à la thermalisation en fonction de la taille des objets avant de réaliser des bilans thermiques.

Le coefficient de diffusivité est utile pour les expériences de diffusion mais ne doit pas être confondu avec le coefficient de conductivité dans certaines interprétations expérimentales.

Pour des comparaisons précises des résultats de mesure, les « Handbooks » sont des références utiles avec des valeurs tabulées.

#### 4.2.2 Montage de chimie

**Traitement du thème, choix des expériences, niveau attendu :** le jury attend une réelle justification du choix des expériences au regard du thème choisi. 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. L'explicitation d'un fil conducteur, d'une problématique ou de préoccupations didactiques peut continuer à se développer. Une conclusion qui ne se limite pas à la répétition du thème et du plan choisis est appréciée, surtout quand elle permet d'estimer l'ouverture d'esprit du candidat ou de la candidate, sa culture générale, sa connaissance des applications industrielles ou encore de l'actualité scientifique.

Le jury apprécie la diversité des expériences et des méthodes de caractérisation et analyse employées. Il conseille, lorsque le sujet s'y prête, 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.

Certaines expériences classiques, décrites abondamment dans les ouvrages de référence, sont régulièrement choisies et présentées (réaction de Cannizzaro, solvolysse du chlorure de tertio-butyle, détermination du degré d'acidité d'un vinaigre...). S'il n'a aucune idée préconçue ou attendu en termes de manipulations, le jury attend, en revanche, une réelle contextualisation et une interprétation en lien avec le thème du montage. Une même expérience peut être présentée de manière qualitative en expérience introductive, ou quantitative afin de déterminer des grandeurs physiques ou chimiques associées à la transformation impliquée. Quelles que soient les expériences choisies, la définition préalable du système, des objectifs, des grandeurs d'intérêts et facteurs d'influence, les schémas et les équations de réactions, les attentes théoriques et les modèles utilisés permettent au jury d'évaluer les qualités pédagogiques des candidates et des candidats. Tous les supports mis à disposition (tableau blanc, vidéoprojection, fiches écrites) du jury soutiennent avantageusement la présentation orale des manipulations. Des exemples concrets d'application pourront les enrichir, comme par exemple, dans les thèmes liés aux dispositifs électrochimiques ou aux conversions d'énergies, d'autres exemples de piles que la pile Daniell. La présentation d'expériences réalisées dans le secondaire n'est pas à exclure. Elles conduisent souvent

à des présentations maîtrisées et bien décrites. Cependant, une interprétation et un développement formel mobilisant des connaissances du supérieur restent attendus (mécanismes réactionnels, courbes intensité-potentiel, diagrammes potentiel-pH, diagrammes binaires, interprétations orbitales, développements thermodynamiques, transitions électroniques, ...). Il est important de savoir évaluer rapidement le pH d'apparition d'un précipité ou d'une solution, d'être en mesure de justifier 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 ( $P^\circ$  plutôt que  $P_0$ ,  $c^\circ$  plutôt que  $c_0$ ,  $E^\circ$  plutôt que  $E_0$  ou encore [...] et c).

Le jury souligne que des protocoles de certaines manipulations tirés d'ouvrages anciens ne sont plus adaptés car ils utilisent des solutions trop concentrées ou des réactifs désormais considérés comme dangereux. Il conviendra de se référer à une littérature actualisée quant aux précautions expérimentales et aux principes de la chimie verte. Le jury rappelle que les protocoles expérimentaux décrits dans les ouvrages présentent une fiabilité variable et que les candidates et les candidats, responsables de leurs choix, peuvent les adapter le cas échéant. Les approches pédagogiques et la conduite du formalisme ont significativement évolué dans certains programmes du supérieur, notamment en CPGE. Le jury recommande donc vivement la présentation de démarches conformes aux pratiques en vigueur.

Le traitement des incertitudes doit être rationnel. Il fait partie des attendus, mais doit être réservé aux situations dans lesquelles il a un sens, par exemple, en lien avec l'interprétation d'une expérience ou la discussion de la validité d'une méthode. 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 causes d'incertitude 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 des difficultés pour évaluer rapidement les incertitudes dominantes. Les calculs d'incertitudes sur les synthèses organiques (sur le rendement par exemple) ont en revanche peu de sens. Le jury sera attentif à la distinction entre une valeur théorique et une valeur attendue ou tabulée lors de la comparaison d'une mesure réalisée pendant le montage ainsi qu'à l'utilisation de méthodes de comparaison actualisées.

**Organisation de la présentation du montage :** le montage est l'occasion pour le candidat ou la candidate de montrer sa maîtrise en termes de compétences et capacités expérimentales 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 ou plusieurs points d'une série préalablement réalisée (sous réserve que la dérive due au temps écoulé entre les mesures soit acceptable), 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.). La présentation doit comporter au moins une expérience quantitative avec des calculs menés jusqu'au bout, incertitudes de mesure comprises, lorsque leur prise en compte est pertinente. Le jury préconise 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 une durée excessive est consacrée à l'explicitation des notions simples ou à des expériences introductives très qualitatives (de type « tubes à essai »), ce qui entrave bien souvent le bon achèvement ou l'exploitation raisonnée des expériences prévues au niveau post-baccalauréat escompté. 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. Les capacités d'analyse et de rebond sont également appréciées par le jury.

La dextérité expérimentale et le respect des règles de sécurité sont observés attentivement. La propreté, la bonne organisation des paillasse, la préparation du matériel et des produits adéquats, la maîtrise de l'utilisation de la verrerie et des appareils de mesure, l'adaptation de la précision des outils et des méthodes aux objectifs choisis sont des points d'attention du jury. 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. 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).

Il est important de connaître les risques et la toxicité des produits et de continuer à mieux les prendre en compte dans la mise en œuvre des expériences et les propos associés. 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. Il importe

de conduire les expériences en veillant aux coûts économique et écologiques et ne pas générer inutilement de grandes quantités de déchets chimiques. Parallèlement, les équipements de protection individuelle (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.

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.

Les outils numériques (dispositifs EXAO, tableurs-grapheurs, langages de programmation, microcontrôleurs, etc.) font aujourd'hui pleinement partie de la panoplie du chimiste et sont globalement bien maîtrisés. Dans le cas où les dispositifs présents ne correspondent pas à ceux auxquels ils sont habitués, le jury rappelle qu'il est toujours possible d'exporter une série de mesure au format csv pour l'exploiter avec un logiciel qu'ils maîtrisent mieux. Le jury encourage l'utilisation du langage Python.

## 5 Programme pour la session 2024

### 5.1 Épreuves écrites d'admissibilité

Ces épreuves sont envisagées au niveau le plus élevé et au sens le plus large du programme défini ci-dessous.

- 1- Composition sur la physique et le traitement automatisé de l'information (5 heures)
- 2- Composition sur la chimie et le traitement automatisé de l'information (5 heures)

Ces deux épreuves portent sur :

- a) les enseignements en relation avec la physique et la chimie des programmes suivants appliqués à la rentrée scolaire de l'année d'inscription au concours :
  - programme de sciences et technologie du cycle 3 (partie « Matière, mouvement, énergie, information ») (BO n°25 du 22 juin 2023);
  - programme de physique-chimie du cycle 4 (BO n°31 du 30 juillet 2020);
  - programme de physique-chimie de seconde générale et technologique (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme d'enseignement scientifique de première générale (BO n°25 du 22 juin 2023);
  - programme d'enseignement de spécialité de physique-chimie de première générale (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme de physique-chimie et mathématiques de première STI2D (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme de physique-chimie et mathématiques de première STL (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme de sciences physiques et chimiques en laboratoire de première STL (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme de physique-chimie pour la santé de première ST2S (BO spécial n°1 du 22 janvier 2019);
  - programme d'enseignement scientifique de terminale générale (BO n°25 du 22 juin 2023);
  - programme d'enseignement de spécialité de physique-chimie de terminale générale (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019);
  - programme de sciences physiques, complément des sciences de l'ingénieur de terminale générale (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019);
  - programme de physique-chimie et mathématiques de terminale STI2D (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019);

- programme de physique-chimie et mathématiques de terminale STL (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019);
  - programme de sciences physiques et chimiques en laboratoire de terminale STL (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019);
  - programme de chimie, biologie et physiopathologie humaines de terminale ST2S (BO spécial n°8 du 25 juillet 2019).
- b) les enseignements de physique et chimie des programmes des classes préparatoires scientifiques aux grandes écoles :
- PCSI, MPSI, MP2I, PTSI (BOEN spécial n°1 du 11 février 2021)
  - BCPST 1ère et 2ème année (BOEN n°26 du 1 juillet 2021)
  - TSI, TPC et TB (BOEN n°30 du 29 juillet 2021)
  - MP, MPI, PC, PT, PSI (BOEN n°31 du 26 août 2021)

## 5.2 Épreuves orales d'admission

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 formation des élèves à la démarche scientifique;
- la place de la modélisation;
- la différenciation;
- objectifs et stratégies d'apprentissage;
- l'évaluation;
- la remédiation;
- ...

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.

### **Liste des sujets d'exposés et de montages de physique et de chimie tirés au sort lors des épreuves orales**

#### **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. Capteurs
10. Phénomène de transport
11. états de la matière
12. Dynamique d'un système électrique
13. Fluides
14. Résonance
15. Signal analogique et signal numérique
16. Conversion de puissance
17. Temps – fréquence
18. Interaction lumière-matière
19. Frottements
20. Transmission de l'information
21. Ondes stationnaires

*Sujets d'exposé spécifiques*

- 22e. Cohésion du noyau, stabilité, réactions nucléaires
- 23e. Gravitation et mouvements képlériens

- 24e. Machines thermiques
- 25e. Rayonnement d'équilibre thermique et effet de serre
- 26e. Relativité du mouvement

*Sujets de montage spécifiques*

- 22m. Champs magnétiques
- 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